
PAISAGENS

NATUREZA E DINÂMICAS SOCIOAMBIENTAIS

Anderson Pereira Portuguesez
Leonardo Batista Pedroso
Rildo Aparecido Costa
(organizadores)

Anderson Pereira Portugal
Leonardo Batista Pedrosa
Rildo Aparecido Costa
(organizadores)

PAISAGENS
NATUREZA E DINÂMICAS SOCIOAMBIENTAIS

Ituiutaba, MG,
2021



© Anderson Pereira Portugal / Leonardo Batista Pedrosa / Rildo Aparecido Costa (organizadores), 2021.

Editor da obra: Mical de Melo Marcelino.

Arte da capa: Anderson Pereira Portugal.

Diagramação: Carita Ferreira Lima.

Editora Barlavento

CNPJ: 19614993000110. Prefixo editorial: 87563/ Braço editorial da Sociedade Cultural e Religiosa Ilê Àse Babá Olorigin.

Rua das Orquídeas, 399, Residencial Cidade Jardim, CEP 38.307-854, Ituiutaba, MG. *barlavento.editora@gmail.com*

Conselho Editorial – Coleção Geografia e Meio Ambiente

Todas as obras da Editora Barlavento são submetidas a pelo menos dois avaliadores do Conselho Editorial.

Editora-chefe: Mical de Melo Marcelino

Pareceristas brasileiros

Dr. Rosselvelt José Santos

Dr. Giovanni F. Seabra

Dr. Antonio de Oliveira Jr.

Profa. Claudia Neu

Dr. Jean Carlos Vieira Santos

Pareceristas internacionais

Dr. José Carpio Martin – Espanha

Dr. - Ernesto Jorge Macaringue - Marrocos

Msc. Mohamed Moudjabatou Moussa –

Benin

Dra. Diamiry Cabrera Nazco – Cuba

Dra. Sucl Noemi Alejandre Jimenez – Cuba

Paisagens, natureza e dinâmicas socioambientais. Anderson Pereira Portugal / Leonardo Batista Pedrosa / Rildo Aparecido Costa (organizadores). Ituiutaba: Barlavento, 2021, 541 p.

ISBN: 978-65-87563-24-4

- 1.** Paisagem. **2.** Meio Ambiente. **3.** Sustentabilidade. **4.** Sociedade.
I. PORTUGUEZ, Anderson Pereira. **II.** PEDROSO, Leonardo Batista. **III.** COSTA, Rildo Aparecido.

Data de publicação e postagem: 27/05/2021.

Todos os direitos desta edição foram reservados aos autores, organizadores e editores. É expressamente proibida a reprodução desta obra para qualquer fim e por qualquer meio sem a devida autorização da Editora Barlavento. Fica permitida a livre distribuição da publicação, bem como sua utilização como fonte de pesquisa, desde que respeitadas as normas da ABNT para citações e referências.

AGRADECIMENTOS AOS APOIADORES



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE
UBERLÂNDIA – CAMPUS PONTAL**



**INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS
DO PONTAL**



**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-
GRADUAÇÃO - UFU**



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
GEOGRAFIA DO PONTAL – ICH/UFU**



EDITORA BARLAVENTO

SUMÁRIO

Breves considerações: da climatologia geográfica ao clima urbano <i>Sandra Aparecida da Silva e Arthur de Paula Paiva</i>	11
Breve reflexão sobre o patrimônio geomorfológico e relevos cársticos <i>Diemison Ladislau de Alencar, Claudio Scarparo Silva e Leda Correia Pedro Miyazaki</i>	39
A Geografia Física e o desafio do método em uma leitura para além da fragmentação <i>Zaqueu Henrique de Souza</i>	65
Riscos ambientais e saúde: uma análise biogeográfica do Córrego Pirapitinga – Ituiutaba (MG) <i>Rildo Aparecido Costa e Gerusa Gonçalves Moura</i>	78
Ameaças a extensão territorial do Parque do Goiabal no município de Ituiutaba/MG: uma análise entre os anos 2015 á 2017 <i>Jonathan Fernando Costa Alves, Silvanio de Cássio da Silva e Rafael Martins Mendes</i>	107

Análise espacial da cobertura vegetal da área urbana do município de Ituiutaba – MG <i>João Victor Freitas Silva, Laiane Cristina de Freitas e Emmeline Aparecida Silva Severino</i>	130
Ética ambiental: algumas considerações <i>Aristeu Geovani de Oliveira e Marta de Paiva Macêdo</i>	148
Precipitação efetiva e interceptação em fragmento de mata galeria: estudo experimental em Uberaba (MG). <i>Glauber Verner Firmino e Josenilson Bernardo da Silva</i>	175
As Unidades de Conservação no Brasil nos 20 anos do SNUC: da gênese do ideal aos desafios do real <i>Márcio Balbino Cavalcante e Eduardo Rodrigues Viana de Lima</i>	195
Paisagem, natureza, dinâmica socioambiental e vinhedos: um retrato do universo vitícola no município de Cotiporã, estado do Rio Grande do Sul <i>Vinício Luís Pierozan e Vanessa Manfio</i>	218

<p>Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade da água no córrego Pipoca em Morrinhos/GO <i>Dhesy Allax Cândido de Freitas, Mara Lucia Lemke de Castro e Ana Paula Augusta de Oliveira</i></p>	242
<p>Utilização das formas de relevo e dissecação de relevo par obtenção da fragilidade ambiental de ambientes urbanos: estudo de caso da bacia do Ribeirão Anicuns no município de Goiânia (GO) <i>Gustavo Rodrigues Barbosa</i></p>	270
<p>Análises espacial nas áreas de preservação permanente no Ribeirão Carrancas, Minas Gerais <i>Jimmy Edwin Pavon Rodriguez, Marco Aurélio Leite Fontes e Wanderley Jorge da Silveira Junior</i></p>	310
<p>Produção sustentável: usodo pó de rocha e recipiente alternativo na produção de mudas de ipê roxo - <i>handroanthus impestiginosus</i> (mart. Ex dc.) Matos. <i>João Paulo de Jesus Alves, Tadeu Robson Melo Cavalcante e Kelly Pereira de Lima</i></p>	328

Caracterização geográfica da bacia hidrográfica do Ribeirão da Areia, Microrregião Meia Ponte, Goiás <i>Leonardo Batista Pedroso</i>	351
O mercado voluntário de crédito de carbono: estudo de caso em uma cerâmica, município de Ituiutaba-MG. <i>Mauro Caetano Buiatti, Jussara Goulart da Silva e Fernanda Pereira Martins</i>	387
O clima urbano em Patos de Minas: avaliação das temperaturas registradas por sensores termais e de superfície no inverno de 2019. <i>Francielle de Siqueira Castro e Paulo Cezar Mendes</i>	416
Caracterização da qualidade da água da Represa do Tijuqueiro, localizada no município de Morrinhos-GO <i>Thaywane Azevedo Marques, Antonio Carlos Chaves Ribeiro e Deomar Plácido da Costa</i>	449
Paisagem e ruralidade na bacia hidrográfica do rio São Gabriel (Ituiutaba, MG) <i>Colignon Junio Freitas e Anderson Pereira Portugal</i>	486
Estimativa de erosão do solo e previsão de áreas propensas à suscetibilidade erosiva no município de São Carlos - SP <i>Talyson de Melo Bolleli, Lucas Olegário Bueno e Frederico Fabio Mauad</i>	507
Sobre os autores e Organizadores	530

BREVES CONSIDERAÇÕES: DA CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA AO CLIMA URBANO

*Sandra Aparecida da Silva
Arthur de Paula Paiva*

Climatologia Geográfica: conceitos e aplicações

A construção epistemológica da climatologia surgiu da interface entre a Meteorologia e a Geografia. A ciência meteorológica se divide em duas linhas de desenvolvimento: a Meteorologia Tradicional e a Meteorologia Dinâmica, que se constituíram como dois métodos de análise que subsidiaram os estudos climatológicos, tanto da atmosfera como do registro e da medição dos fenômenos que a cercam.

Entretanto, embora tenha como base a meteorologia, essa nova ciência teceu caminhos metodológicos próprios, com autonomia e distinção das duas primeiras que a originou, pois

Estuda as características da atmosfera em contato com a superfície terrestre e a distribuição espacial dessas características. Sua elaboração coloca, pois o problema preliminar que acontece desde que, se aborde qualquer compartimento da geografia, o problema das relações com as outras ciências. Em nome da natureza, dos fenômenos que ela abrange, a climatologia tira seus recursos essenciais da meteorologia. Certamente, ela se apoia

também em outras disciplinas da Geografia Física (o relevo, a natureza dos solos, a hidrografia, exercem influências no clima) e na Geografia Biológica e Geografia Humana (influência do meio vegetal e das cidades). Mas a essência mesma dos fenômenos reside na atmosfera. É uma evidência impossível de não se reconhecer (Pédelaborde, 1970 apud UGEDA JÚNIOR, 2011, p. 53).

Como disciplina da Geografia Física, a climatologia geográfica assume um caráter holístico quando aglutina dados físicos e humanos indo além de instrumento que sintetiza integralmente os fenômenos atmosféricos, visto que, busca relacionar a interação desses com a superfície, de forma a revelar não só as características físicas do meio, mas também as formas de apropriação do solo, o qual é um reflexo dinâmico da materialidade da técnica das sociedades no espaço e ao longo do tempo.

Todavia, de início e para que se tenha um entendimento maior a respeito da ciência climatológica é necessário pautar a diferença básica entre clima e tempo. Esses dois conceitos quando lidos de forma prévia levam à similitude, mesmo tendo diferenças. Somente a partir dos conceitos de “tempo” e “clima” pode-se vislumbrar como atuam os fenômenos atmosféricos.

Para Barros e Zavattini (2009, p. 256) “O tempo é uma combinação passageira, efêmera, de curta duração. Já o clima é um conjunto de tendências – mais ou menos estáveis – que resulta em condições relativamente permanentes, durante um período de tempo mais extenso, mais longo ou mais duradouro”.

Um dos conceitos de clima que alicerçou os meios científicos mundiais no final do século XIX foi o de Julius Hann (1882, apud MONTEIRO, 1976, p. 6), que diz que clima é o “conjunto de fenômenos meteorológicos que caracterizam o

estado médio da atmosfera sobre cada lugar da terra” que juntamente com a proposta metodológica de caracterização dos climas regionais de Köppen e os ensaios teóricos de Napier Shaw, em resumo, formava a base de todo o conhecimento científico da climatologia e da meteorologia no Brasil até meados do século XX (SANT’ANNA NETO, 2004).

Essa definição representa a ideia central da climatologia clássica, que tem suas bases apoiadas na Meteorologia Tradicional, que analisa os elementos climáticos e/ou atmosféricos de forma isolada, representando, dessa forma, o discurso climatológico individualizado, onde temperatura, pressão atmosférica, umidade, precipitações, vento, insolação, nebulosidade, dentre outros, são considerados separadamente.

Todavia, essa análise não reproduz a realidade, pois considera os dados a partir de suas médias, ignorando que os elementos do tempo (meteorológico) interagem entre si no tempo e no espaço, sobretudo, por não possuírem caráter estático, artificial ou subjetivo.

Além disso, essa visão fragmentada dos fenômenos, na climatologia tradicional, possui um caráter analítico-reducionista ao não considerar a interação e a interdependência entre os fenômenos, fazendo com que seja necessário investigar a integração entre eles (SARTORI, 2008).

Max Sorre (1955, p. 14), buscando uma evolução sistemática da proposta de Hann, apresenta a sua definição de clima como o ambiente atmosférico resultado de uma série de estados da atmosfera (tipos de tempo) em uma sucessão habitual, observados por meio da interação dos elementos climáticos associados à circulação atmosférica. Esse postulado, pela primeira vez, lança a ideia de ritmo sem, contudo, conectar esses elementos.

O ritmo, nos mais diversos sentidos, é movimento, mas na abordagem do clima, traduz-se como dinâmica climática, que se repete em intervalos regulares (estações do ano) ou não (eventos anômalos – disritmias), no conjunto fluente (atmosfera) e sua interação com outras esferas (biosfera, hidrosfera, antroposfera), a que chamamos de holorrítmo (totalidade dos ritmos) (SETTE e TARIFA, 2002, p. 51).

Dessa forma, pode-se dizer que Sorre, a partir das décadas de 1940 e 1950, imprime um caráter mais científico aos estudos climáticos que permitiram o surgimento de uma Climatologia comprometida com os propósitos da Geografia, à medida que abre campo para novas perspectivas teóricas, tanto conceituais quanto metodológicas e analíticas dos elementos atmosféricos ao propor um estudo de seus elementos integrados e interagindo uns sobre os outros e com a superfície terrestre em diversas escalas de atuação. Esse perfil de análise impõe à climatologia geográfica um caráter eminentemente dinâmico ao mostrar as possíveis variabilidades do clima em uma sucessão de tipos de tempo, nas várias escalas de tempo e espaço.

Nesta perspectiva, entendemos que a Climatologia Dinâmica objetiva, primordialmente, considerar os elementos climáticos de maneira integrada, considerando a impossibilidade de tratá-los de maneira indissociada, já que o que se busca é a compreensão da realidade.

Ainda sobre a conceituação de clima, Pédelaborde (1970, p. 19), contemporâneo de Sorre, diz que “clima, assim como o tempo, resulta da combinação de elementos, mas, neste caso, trata-se da combinação de tendências ‘dominantes’ e ‘permanentes’ dos elementos mais gerais da atmosfera sobre um lugar”. Notamos que embora essa definição não contemple a ideia de ritmo, tanto a de Pédelaborde quanto a de Sorre rompem com o entendimento do clima por meio das médias dos tipos de tempo.

É notória a contribuição de Sorre para o avanço dos estudos sobre clima, o qual Sant’Anna Neto (2015, p. 45) explicita muito bem ao retratar que

As novas perspectivas teóricas que se abriram através dos postulados de Max Sorre, no campo da Climatologia como Fenômeno Geográfico, possibilitaram toda uma revisão conceitual que, assumida por Pierre Pédelaborde, na França na década de 1950 e, no Brasil, por Carlos Augusto de F. Monteiro, na de 1960, cada um à sua maneira, propiciou uma verdadeira revolução paradigmática. As noções de dinâmica, gênese e ritmo passaram a constituir os fundamentos do entendimento do fenômeno atmosférico como categoria de análise geográfica, contrastando com as abordagens generalizadoras e de caráter regional.

Sendo assim, sob a tutela desse novo paradigma, destaca-se o pioneirismo do francês Pédelaborde que “se preocupava com a totalidade dos tipos de tempo” e do geógrafo brasileiro Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro (1976, p. 22), para quem “Clima é a sucessão habitual dos tipos de tempo em determinado lugar” e “se interessava mais pelo mecanismo do encadeamento sequencial desses tipos, ou seja, pelo ritmo” tendo sua aplicabilidade muito importante nos estudos de clima urbano.

A robusta contribuição de Monteiro ao final da década de 1960, motivado pela contribuição de Sorre, pauta-se no interesse da construção de um novo paradigma baseado na ideia de ritmo climático, fundamentando um corpo teórico e metodológico para o estudo do clima através da análise rítmica, o qual revolucionaria o estudo da climatologia geográfica.

Essa proposta teórica de clima por Monteiro (1973 apud SANT'ANNA NETO 2015, p. 50), tomou corpo com um conjunto de procedimentos que podem ser interpretados como:

- O desprezo pelos valores médios e a utilização de dados reais, em escala diária, em provento de uma minuciosa análise da variação dos elementos do clima.
- A utilização das cartas sinóticas de superfície como subsídio à identificação dos tipos de tempo, possibilitando a relação entre a circulação atmosférica regional e as manifestações individualizadas localmente.
- A elaboração de um ciclo evolutivo da penetração da massa Polar Atlântica por considerar a sua presença (ou sua ausência) como elemento fundamental, composto de três momentos: prenúncio, avanço e domínio.
- A escolha de períodos “padrão” (anual, estacional, mensal e episódico) que seriam capazes de fornecer um quadro dinâmico das situações concretas, demonstrando a amplitude de ocorrência dos tipos de tempo habituais, ao lado daqueles afetados por irregularidades na circulação com capacidade de produzir situações adversas.
- A análise da sequência e encadeamento dos tipos de tempo, na busca do entendimento das variações locais dentro de um quadro regional, marcado pelas características e influências dos fatores geográficos.
- E, por fim, a tentativa de classificação climática, em bases genéticas e dinâmicas, a partir de índices de participação dos sistemas atmosféricos atuantes e suas respectivas repercussões no espaço geográfico.

A aplicação desses procedimentos pressupõe ritmo como uma expressão da sucessão habitual de tipos de tempos, em tempos cronológicos diários e até horários em determinado local

na troposfera, pois essa é a camada antrópica da interação geográfica.

Com isso, esse conjunto de parâmetros que estabelece a noção de ritmo forma um arcabouço científico seguro para o rompimento definitivo com a análise climatológica separativa, estática e quantitativa da climatologia tradicional, permitindo o estabelecimento de uma nova ordem de valores, um legado que revolucionou e impulsionou a Climatologia Geográfica mundial.

Desta forma, a concepção geográfica do clima na organização do espaço deve ser vista fundamentalmente como a geradora de tipos de tempo cujas características são absolutamente dinâmicas, complexas e muito sensíveis a qualquer alteração imposta, influenciando cada parte do planeta, em função da interação entre as diferentes esferas do globo e da ação do homem (SANT'ANNA NETO, 2004, p.149).

Com relação a essa nova fundamentação teórica metodológica proposta por Monteiro, Sant'Anna Neto (2015) é enfático quanto à importância desse momento para a história da climatologia geográfica brasileira que introduz o estudo do ritmo climático e imprime outro perfil a essa cátedra.

Não é ilegítimo, nem exagerado, considerar a obra Monteriana como a precursora de uma postura eminentemente científica e original de análise do clima como fenômeno geográfico, por meio da proposta de considerar, o ritmo climático, como o paradigma que possibilita uma abordagem da dinâmica climática e suas inferências no cotidiano da sociedade (SANT'ANNA NETO 2015, p. 7).

Com efeito, ao propor um novo corpo teórico e metodológico para o desenvolvimento da climatologia, com uma produção científica e intelectual marcada pela excelência, pelas ousadias metodológicas e pela inovação na forma de ensinar, Monteiro compõe com propriedade as matrizes da climatologia geográfica brasileira, chamada fase “Monteriana”.

Após esse breve relato, dando continuidade à fundamentação da climatologia geográfica, é importante salientar que o estudo do clima envolve a análise de um conjunto de elementos e fatores. Aos elementos, atribui-se a qualidade de definir, de fornecer os componentes do clima e aos fatores a qualidade de condicionar, determinar e dar origem ao clima (ROMERO, 2000).

Assim, os elementos ou variáveis climáticas são compostos pela temperatura, a umidade do ar, a precipitação e os movimentos do ar; a radiação solar, a latitude, a altitude, os ventos e as massas de ar e de água são os fatores climáticos locais, que condicionam o clima, a topografia, a vegetação e as características da superfície do solo.

Como anteriormente descrito, no estudo da composição atmosférica, os elementos e fatores climáticos representam uma interface do objeto de estudo, devendo ser analisada e comparada para a compreensão do comportamento do sistema climático para posterior análise desses com a superfície envolvida, como é o caso do clima urbano.

Os elementos e os fatores atuam em conjunto, sendo cada um deles o resultado da conjugação dos demais e, por isso, a classificação e a tipificação do clima é uma tarefa excepcionalmente complexa e difícil.

O Clima Urbano

Na apreciação da forma de como se deu a urbanização no Brasil, observou-se que a partir de 1950, juntamente com a relação entre o crescimento da população brasileira e a urbanização houve também uma aceleração do movimento migratório no país que permitiu remodelar as cidades.

Santos (2008) diz que o incremento demográfico teve como consequência não só o aumento efetivo em cada região, mas também a redistribuição da população.

Essa redistribuição manifestou-se por um novo equilíbrio demográfico regional e um abandono do campo, com o aumento do número de cidades e de sua população. O Nordeste e o Norte representavam mais de um terço (34,39%) da população global em 1872. Em 1960, e como que ilustrando um resultado de evolução acima descrita, essas duas regiões só representavam um quarto (25,76%) dos totais brasileiros, ainda que seus índices de natalidade fossem mais fortes que no resto do país. Grande parte dos brasileiros do Norte e do Nordeste trocaram essas regiões pelas cidades do Sul (SANTOS, 2008, p. 40).

Esse fenômeno se impôs continuamente no decorrer das últimas décadas, mas foram as cidades que mais reagiram a esse crescimento, pois, mediante o crescimento da população mundial, sofreram um acréscimo considerável em seu efetivo. No Brasil, segundo análise de Santos (2008) o número da população rural é inferior ao crescimento vegetativo, o que evidencia o fator êxodo rural.

Entre 1940 e 1950, enquanto a população rural aumentava de 24%, a população urbana crescia de 30%. No período

compreendido entre 1950 e 1960, o fenômeno é ainda mais nítido. O índice global foi de 39%, mas o aumento urbano é de 54%. O crescimento da população rural fica estacionário nesses dois decênios, com a mesma tabela de 16%. Essa tabela é inferior à do crescimento vegetativo e resulta do êxodo rural, devido muito menos à existência de emprego nas cidades que à persistência de uma estrutura agrária defeituosa na maior parte do território brasileiro (SANTOS, 2008, p. 40).

O próprio sistema agrário brasileiro favoreceu, nesse período, o deslocamento das populações rurais que se depararam com a persistência da pobreza e o abandono no campo, em função das novas leis trabalhistas que deveriam obrigatoriamente ser aplicadas aos trabalhadores rurais, mas que provocaram o desemprego, a modernização do maquinário no campo, que favoreceu aos grandes proprietários em detrimento dos pequenos, gerando uma forma desigual da concentração de terras, entre outros fatores que contribuíram para a busca de refúgio nas cidades e, conseqüentemente, melhoria das condições de vida.

Aliado a esse quadro no campo é essencial mencionar que nesse ínterim as cidades presenciavam uma verdadeira remodelação urbana, a qual se iniciou a partir do incremento do capitalismo e da Revolução Industrial, seguida da revolução agrícola e dos transportes, chegando a ultrapassar a escala local, uma vez que a modernização da agricultura e a dispersão industrial introduziram novas formas de organização espacial, tendendo o homem a modificar os aspectos do quadro natural, adaptada aos seus fins e privilégios.

Todavia, a cidade como um ambiente socialmente produzido, constitui como ressalta Monteiro (2003, p. 10), “cada vez mais a morada do homem”. Por meio dessa transformação

urbana, que se deu com maior ênfase a partir da revolução industrial, a cidade se consolidou como locus de

Concentração de população, estruturada socialmente, produzindo economicamente e, pelas suas funções e múltiplos serviços, núcleo de polarização e organização do espaço, e tudo mais que daí decorre, a cidade é, também, o lugar da mais efetiva interação do Homem e a Natureza (MONTEIRO, 2003, p.10).

Porém, o que se pode observar é que o resultado desse exacerbado processo de urbanização gerou regiões metropolitanas e grandes cidades, onde o improvisado superou o planejado e o que antes seria uma alternativa para a melhoria da qualidade de vida, acabou gerando efeitos adversos.

Sendo o Brasil um país periférico, essa tardia e rápida urbanização ocorrida com maior destaque nos últimos cinquenta anos incorreu em vários problemas de ordem estrutural, tendo as cidades, crescido de forma não planejada e à revelia do poder público local, que não proveu um adequado ordenamento territorial urbano, que poderia vir a sanar ou prevenir possíveis danos tanto ambientais quanto sociais. Lombardo (2009) ressalta que esse quadro está associado à vulnerabilidade das cidades e às alterações climáticas, pois

Esse novo modo de vida urbano-capitalista, considerando as relações sociais de produção, gera como produto a distribuição, troca, consumo e gestão. Nesse contexto, o espaço urbano representa a materialidade das relações sociais de produção e de consumo, produzindo fragmentação na paisagem, degradação ambiental, alterações climáticas em micro, meso e macroescala (LOMBARDO, 2009, p. 111).

Discute-se também que o processo de industrialização é sempre associado à urbanização, pois tem nas cidades sua base territorial para se desenvolver e igualmente para onde se convergem capital e força de trabalho, traduzindo assim, a cidade como toda a materialidade desse processo.

Essa combinação, em países como Brasil, provocou uma gama de impactos, inicialmente sentido nas metrópoles e grandes cidades, como falta de moradia, favelização, carência de infraestrutura urbana, poluição, intensificação do trânsito, ocupação de áreas de mananciais, planícies de inundação dos rios e vertentes de declive acentuado, mas que, embora em níveis diferentes, também atingiram as cidades médias e pequenas.

Com a observação da constante degradação do ambiente urbano, vicejados pela visão economicista e tecnocrata de cunho desenvolvimentista e seus respectivos efeitos sobre a qualidade de vida dos cidadãos, a política e a ciência, tanto brasileira como internacional, têm destinado grandes preocupações com estudos do fato urbano, dentre eles as alterações climáticas em escala local.

A exploração da climatologia urbana expõe uma área de grande interesse interdisciplinar onde se cruzam contribuições de geógrafos, engenheiros, meteorologistas, arquitetos e urbanistas. Lawrence (2003 apud ANDRADE, 2005) considera as intervenções geográficas tradicionalmente importantes para atenuar as alterações na atmosfera local.

Entretanto, o que se nota é que as características climáticas locais são oriundas da organização cultural e da forma como as cidades são construídas, atendendo a lógica dos interesses sociais e econômicos, onde elege-se várias prioridades sejam morais, sociais, econômicas e técnicas mais importantes do que a qualidade de vida dos cidadãos.

A análise climatológica pode promover a solução de várias problemáticas socioambientais urbanas e subsidiar o atual modelo de planejamento e gestão urbano. As observações sobre esse ambiente socialmente construído têm se pautado sobre as profundas mudanças sofridas no balanço de energia, alterado pela substituição de matérias naturais por materiais artificiais, especificamente, na temperatura e umidade relativa do ar (ilhas de calor, ilhas de frescor, conforto/desconforto térmico etc), os ventos (diretamente ligados à dispersão da poluição) e, nas cidades tropicais, a precipitação (inundações).

A climatologia urbana está representada em numerosas obras de autores como, por exemplo, Landsberg (1981), Oke (1981), Yoshino (1990/91) que em uníssono relatam sobre a cronologia dos estudos.

Os primeiros estudos de clima urbano tiveram como palco a Londres do final do século XIX, pois a Inglaterra, país pioneiro da fase industrial, contava com 80% da sua população vivendo no meio urbano e já apresentava anomalias atmosféricas dignas de observações, ocasionalmente vindas das indústrias e fábricas que com seus apitos ditavam o ritmo urbano, utilizando carvão como combustível de suas máquinas, fato que fez com que os estudos se multiplicassem nas grandes cidades industrializadas da Europa Ocidental e América do Norte.

Destaque para as investigações científicas de John Evelyn (1661), com sua obra *Fumifugium* que descreveu suas observações sobre o clima urbano londrino e observou a poluição por parte da fumaça industrial. Luke Howard (1833) escreveu o clássico *The climate of London*, no qual publicou estudos referentes à temperatura do ar e seu aumento em relação ao entorno rural próximo. Entretanto, Monteiro (2015, p. 84), acrescenta que:

A primeira monografia completa sobre essa cidade foi de Tony Chandler (1965), ocasionando um hiato de 132 anos ao trabalho de Howard, todavia entre esses dois extremos, uma excelente síntese sobre os estudos de Climatologia Urbana foi produzida pelo meteorologista H. E Landsberg (1956), intitulada *The Climate of Towns*, inserida na coletânea *Man's Role in Changing the face of Earth* (Thomas, W. R.).

Em 1956, em seu *Climate of Towns*, Landsberg (2006, p. 96) faz uma breve discussão a cerca das causas básicas das alterações climáticas que podem ser provocadas pela urbanização,

A primeira é a alteração na superfície. No caso extremo, uma floresta densa terá sido substituída por um complexo de substâncias rochosas, como pedra, tijolo e concreto; naturalmente, locais úmidos, como charcos e pântanos, terão sido drenados e a rugosidade aerodinâmica terá sido aumentada por obstáculos de variados tamanhos. A segunda causa da mudança climática é a produção de calor pela própria cidade, indo desde proveniente do metabolismo da massa de seres humanos e animais ao calor liberado por fornos nas residências e indústrias, ampliadas nos anos recentes por milhões de motores de combustão interna em função do grande aumento de veículos motorizados. A terceira maior influência da cidade sobre o clima, frequentemente chegado muito longe das áreas densamente povoadas, é a alteração da composição da atmosfera como material sólido inerte, gases e substâncias químicas ativas fizeram Kratzer (1937) relacionar o efeito, em parte, ao de um vulcão em atividade.

Cabe lembrar, entretanto, que em alguns casos a urbanização contribui para diminuir o estresse climático, como nas cidades construídas em climas desérticos, por exemplo.

Entre as décadas de 1960 e 1970, Oke e Monteiro chamam a atenção para a questão das cidades, pois mesmo diante desse quadro de degradação era preciso pensar no desenvolvimento delas sem, contudo, esquecer-se dos estudos que buscassem solucionar problemas advindos da interação do homem com o ambiente urbano.

Tratando de clima urbano Oke (1984, p. 19) definiu Meteorologia Urbana como o “estudo dos processos físicos, químicos e biológicos que operam para mudar o estado da atmosfera nas cidades” e Climatologia Urbana como o “estudo dos seus estados atmosféricos mais frequentes”.

Oke (1973) procurou demonstrar que o clima da cidade é produto de um fenômeno de transformação de energia a partir da interação entre o ar atmosférico e o ambiente urbano construído, onde coloca em evidência que a diferença entre o gradiente térmico urbano e o rural se dá em função da geometria urbana e a inércia térmica dos materiais de construção no processo de mudança climática causados pelos assentamentos urbanos.

Para Monteiro, o clima urbano pode ser definido como “um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização”, embora segundo ele deva-se evitar a colocação do fato clima urbano como definido (MONTEIRO, 1976, p. 95). Ou ainda que esse seja o resultado da interferência de todos os fatores que se processam sobre a camada de limite urbano, ou seja, o modo de viver do homem, constituídos pela inserção dos materiais construtivos, sua forma, densidade junto às alterações nos elementos naturais encadeados com os sistemas atmosféricos atuantes agem no sentido de alterar o clima em escala local. Seus efeitos mais diretos são percebidos pela população através de

manifestações capazes de desorganizar a vida da cidade e deteriorar a qualidade de vida de seus habitantes (MONTEIRO, 1976).

Segundo Danni-Oliveira (1995, p. 14), o clima urbano constitui-se como “um sistema de inter-relações complexas do qual faz parte a cidade com todos os seus atributos e os aspectos do espaço em que se insere”.

Mendonça (2017) vê a “atmosfera da cidade como resultado das alterações provocadas pelo homem na própria atmosfera e com ela convivendo”

Para Amorim (2000, p.25) “a cidade modifica o balanço energético, o balanço hidrológico, o relevo e a estrutura química da atmosfera. O modo de viver do homem interfere de forma significativa no sistema clima urbano, recriando-o totalmente”.

Garcia (1995 apud ORTIZ, 2015, p. 28) mostra na Figura 2 as interações de diversos fatores na atmosfera urbana.

Esses processos climáticos são oriundos dos diferentes usos do solo, dinâmica demográfica e impactos associados às características geoecológicas e não ocorrem na mesma intensidade no espaço ↔ tempo das inúmeras cidades, o que torna necessário um estudo individualizado do campo de estudo para verificar a dimensão das alterações.

A conexão entre esses emaranhados de fatores resulta em ambientes urbanos totalmente heterogêneos no que tange às sensações térmicas. Essa atmosfera urbana é traduzida por anomalias como ilhas de calor/ frescor, conforto/desconforto térmico, poluição e precipitação excessiva (inundações) que compõem essa faceta climática adversa.

Figura 2 - Organograma dos fatores que influenciam na formação do clima urbano



Fonte: (Garcia, 1995, p. 254 apud Ortiz, p. 28).
Org.: SILVA, S. A. (2018).

A base conceitual e metodológica da Análise do Clima Urbano de Monteiro: o Sistema Clima Urbano

- Nos anos 1970 o Brasil já possuía mais de 90 milhões de habitantes e as cidades passavam por um contexto de explosão urbano/demográfica cada vez maior. Esse cenário veio se amplificando até chegar à situação dos dias atuais em que mais de 86% da população do país vive nas cidades (IBGE, 2018). Isoladamente esse fato até pode parecer natural, embora não tenha sido absolutamente natural esse processo.
- Nesse contexto, os problemas urbanos aparecem como resultado dessa ocupação rápida e aleatória, sendo o clima urbano um desenho do ambiente atmosférico e produto das influências do modo de vida do homem sobre os elementos naturais, as quais imprimem uma dinâmica atmosférica local diferente das escalas climáticas superiores e individualizada se comparada a outros meios urbanos. Visto que os modos de ocupações se diferenciam em relação a relevos, estruturas químicas do ar, densidades e tipos construtivos, torna-se quase impossível que um ambiente atmosférico urbano seja igual a outro mesmo que sejam próximos.
- Em 1976, Monteiro propôs, dentro de uma perspectiva genuinamente brasileira e a partir de sua experiência, uma abordagem do clima das cidades, com uma base teórica, conceitual e metodológica própria pra estudar o clima urbano: o SCU.
- Essa proposta, em parte influenciada por Maximiliem Sorre (1934), instigava os geógrafos a deixarem de lado as médias climáticas, argumentando que média climática não é realidade, uma vez que essas acontecem vez ou outra num clima tropical, e incitando assim, os geógrafos a tratarem das condições reais, que efetivamente acontecem.

- Monteiro se destacou por sistematizar uma teoria própria para o estudo da atmosfera em ambientes urbanizados do Brasil, seguindo o referencial teórico da Teoria Geral dos Sistemas (TGS) de Ludwig Von Bertalanfy (1975), autor da primeira formulação de um arcabouço teórico sobre sistemas. Desenvolvida a partir da segunda lei da termodinâmica, essa teoria realizava análises de sistemas a partir de várias ciências, definindo também que os sistemas são conjuntos de elementos que se relacionam entre si, com certo grau de especialização, procurando atingir um objetivo ou finalidade (BERTALANFY, 1950).

Partindo dessa teoria, Monteiro considerou o clima das cidades como um sistema aberto e dinâmico que pode sofrer interferências naturais ou antrópicas em seu fluxo de energia, ou seja, deu à ideia de Clima Urbano a possibilidade de analisar seus elementos – composição, comportamento e produção – de maneira integrada, não podendo ser definido somente pela adição de suas partes (topografia, uso do solo, morfologia do tecido urbano, funções e fatores de larga escala), mas sim pela íntima conexão entre eles (MENDONÇA, 2015).

Mendonça (2017) ressalta que há uma interação permanente entre esses elementos na atmosfera urbana, onde um está sempre muito associado ao outro, mas todos eles estão dependentes a uma condição da natureza que é “o *‘input’* gerado pela radiação solar, que passa por uma interação muito direta com as funções, a forma e as estruturas das cidades”. Esse sistema, além de alimentado pela energia primária de toda a Terra, o Sol, é também impulsionado pelo calor antropogênico e retroalimentado pela dinâmica da circulação atmosférica regional.

Dessa forma, Mendonça (2017) considera que o SCU é o método que possibilita investigar os efeitos da atmosfera sobre a

população e da população sobre a atmosfera e com ela convivendo.

Essa sistematização e análise concebidas por Monteiro têm por fim contribuir para o planejamento das cidades, ao desenvolver essa condição e trazê-la para pensar o urbano. A mesma foi amplamente aplicada no Brasil pós década de 1980 e praticamente todas as cidades grandes e metrópoles no Brasil foram estudadas a partir dessa perspectiva, não só pela Geografia, mas também pela Arquitetura, Urbanismo e Engenharia (MENDONÇA, 2017).

Para que se possa pensar a cidade de forma integral, é importante buscar a relação entre o meio ao qual está inserida tanto em seus aspectos geoecológicos como sua apropriação humana, que resultam imprescindíveis para o seu planejamento.

Sendo o clima urbano um dos componentes dessa interação, Monteiro buscou sistematizar um método que desse sustentação para se investigar aspectos qualitativos e quantitativos dessa dimensão urbana, especificamente o que tange a relação sociedade/natureza, que pudessem gerar essa particularidade dos ambientes urbanos.

Com relação a essa sistematização do SCU, Monteiro (2003, p. 19) apresenta uma série de dez enunciados, com o objetivo de aprofundar o conhecimento sobre o clima urbano.

1. “O clima urbano é um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização”, que cumpre apenas a função de denominar um sistema regular, que abrange um clima local (fato natural) e a cidade (fato social).

Nesse enunciado fica claro que o clima urbano não se restringe a um padrão urbano determinado, mas sim em como a

forma como se dá os processos de urbanização em determinado meio natural.

2. “O espaço urbanizado, que se identifica a partir do sítio, constitui o núcleo do sistema que mantém relações íntimas com o ambiente regional imediato em que se insere” (MONTEIRO, 2003, p. 19).

Esse enunciado enfatiza que as relações entre o fenômeno urbano e o clima estão sujeitas a uma articulação geográfica entre o local e o regional e a influência em escalas superiores bem como quando se fraciona infinitamente em sistemas inferiores. Além disso, sugere que a compartimentação climática do espaço urbano está diretamente relacionada à complexidade desses espaços, onde a diferenciação da paisagem dentro de uma mesma cidade tem potencial para gerar diferenças térmicas e higrométricas intra-urbanas significativas.

3. O S.C.U importa energia através do seu ambiente, é sede de uma sucessão de eventos que articulam diferenças de estados, mudanças e transformações internas, a ponto de gerar produtos que se incorporam ao núcleo e/ou são exportados para o ambiente configurando dessa forma, em termos simples da T.G.S, um sistema aberto (MONTEIRO, 2003, p. 20).

Os sistemas abertos não podem viver em isolamento, eles se mantêm através de um contínuo fluxo de entradas e saídas, nunca estando em um estado de perfeito equilíbrio. O SCU é considerado um sistema aberto, devido a intensa troca de matéria e energia entre os ambientes urbanos e o meio ao qual estão inseridos.

4. As entradas de energia do S.C.U são de Natureza térmica (oriundas da fonte primária de toda a Terra - o Sol), implicando componentes dinâmicas inequívocas determinadas pela circulação atmosférica, e decisivas para a componente hídrica englobada nesse conjunto (MONTEIRO, 2003, p. 20).

Esse enunciado destaca a importância do componente urbano de ocupação da superfície (a forma urbana, os materiais construtivos utilizados, a densidade de ocupação, a verticalização) e de uso do solo, do ponto de vista da radiação, ao exercerem efeitos decisivos de reflexão, absorção e armazenamento térmico, alterando ritmo normal de perda e ganho de calor, que ao final, geram anomalias térmicas e higrométricas conhecidas como ilhas de calor, ilhas de frescor, ilhas úmidas e ilhas secas.

5. A avaliação dessa entrada de energia no S.C.U deve ser observada tanto em termos quantitativos como, especialmente, em relação ao seu modo de transmissão (MONTEIRO, 2003, p. 21).

Em outras palavras, o entendimento do modo de transmissão, entrada e fluxo de energia através do sistema, é fundamental para compreendê-lo, pois esse trânsito pressupõe um ritmo, e as alterações na forma e nos tipos de materiais causados pela urbanização vão alterar com maior ou menor intensidade todo o modo e o ritmo, como a energia é transmitida ao SCU.

6. A estrutura interna do S.C.U não pode ser definida pela simples superposição ou adição de suas partes (compartimentação ecológica, morfológica ou funcional urbana), mas somente por meio da íntima conexão entre elas (MONTEIRO, 2003, p. 21).

Fica evidente nesse tópico a importância do olhar sistêmico, visto que os elementos naturais e antrópicos se relacionam diretamente, formando um todo indissociável e que a interpretação dessa relação implica em compreender as entradas, as transformações e saídas de energia, além de sua retroalimentação, elementos que estão relacionados com o meio onde o SCU está inserido, além de considerar as ações antrópicas e sua capacidade de modificar e complicar as relações existentes.

7. Conjunto-produto do S.C.U pressupõe vários elementos que caracterizam a participação urbana no desempenho do sistema. Sendo variada e heterogênea essa produção, faz-se mister uma simplificação, classificatória, que dentro dessa lógica e encontram-se três subsistemas ou canais de percepção humana (MONTEIRO, 2003, p. 22).

Monteiro propõe três canais de percepção humana, que se articulam e se integram. São eles:

- *Conforto térmico* (subsistema termodinâmico) – Englobando as componentes termodinâmicas que, em suas relações, se expressam através do calor, ventilação e umidade nos referenciais básicos a esta noção. É um filtro perceptivo bastante significativo, pois afeta a todos permanentemente. Constitui, seja na climatologia médica, seja na tecnologia habitacional, assunto de investigação de importância crescente;
- *Qualidade do ar* (subsistema físico-químico) – A poluição é um dos males do século, e a do ar é uma das mais decisivas na qualidade do ambiente urbano;
- *Meteoros do impacto* (subsistema hidrometeorológico) – Aqui estão agrupadas todas aquelas formas meteóricas, hídricas

(chuva, neve, nevoeiro), mecânicos (tornados) e elétricos (tempestades), que assumindo, eventualmente, manifestações de intensidade são capazes de causar impacto na vida da cidade, perturbando-a ou desorganizando-lhe a circulação e os serviços (MONTEIRO, 2003, p. 24).

O SCU propõe outra compreensão para análise das correlações entre o campo termodinâmico, o campo da dispersão físico químico ou poluição e o campo das chuvas, ou hidrodinâmico com as atividades humanas no contexto urbano.

8. A natureza urbana do SCU implica em condições especiais de dinamismo interno consoante o processo evolutivo do crescimento e desenvolvimento urbano, uma vez que várias tendências ou expressões formais de estrutura se sucedem ao longo do processo de urbanização (MONTEIRO, 2003, p. 24).

As cidades não se desenvolvem de maneira homogênea, portanto, as inter-relações entre o natural e o antrópico dentro do SCU são tão diversas quanto são diversificadas as características de cada processo de urbanização. Sendo assim, fica claro, que para se compreender profundamente o SCU, deve-se analisar minuciosamente, como ocorre o processo de urbanização e o crescimento urbano em cada localidade estudada, esclarecendo suas particularidades e possíveis consequências.

Ainda dentro dos enunciados teóricos da proposta SCU,

9. É admitido como passível de auto regulação, função essa conferida ao elemento homem urbano que, na medida em que o conhece e é capaz de detectar suas disfunções e, pode, através do seu poder de decisão, intervir e adaptar o funcionamento do mesmo, recorrendo à dispositivos de

reciclagem e/ou circuitos de retroalimentação capazes de conduzir o seu desenvolvimento e crescimento seguindo metas preestabelecidas (MONTEIRO, 2003, p. 25).

Dentro dessa perspectiva, a detecção dos problemas ambientais urbanos, em especial o seu clima, conduzem a expectativas que, em termos sociais, são extremamente importantes para o enfrentamento e o estabelecimento de metas que minimizem os impactos ambientais urbanos e devolvam a qualidade ambiental urbana e, conseqüentemente, a qualidade de vida da população residente nas cidades.

Por fim, encerrando a lista de enunciados básicos sobre as características definidoras da capacidade de desempenho do SCU, Monteiro orienta que

10. Pela possibilidade de interferência autorreguladora, acrescenta-se ao SCU, como sistema aberto, aqueles com propriedades de entropia negativas pela sua própria capacidade de especialização dentro do crescimento através de processos adaptativos, podendo ser qualificados, assim, como um sistema morfogenético (MONTEIRO, 2003, p. 25).

E como sistema morfogenético, o SCU poderá gerar continuamente, por meio de seu dinamismo peculiar de inter-relação com as partes que o constituem, diferentes topoclimas quanto a sua intensidade, abrangência, número e tipos de problemas ambientais urbanos.

Referências

AMORIM, M.C. de C. T.; *O clima urbano de Presidente Prudente/SP*. São Paulo, 2000. 378p. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas – USP.

ANDRADE, H.; O clima Urbano – Natureza, escalas de análise e aplicabilidade. *Finisterra*, XL.; 80, 2005, p. 67-91.

BARROS, J. R.; ZAVATTINI, J. A. Bases conceituais em Climatologia Geográfica. *Mercator*, vol. 08, nº 16, 2009. p. 255-261.

BERTALANFFY, L. *Teoria Geral dos Sistemas*. Tradução de Francisco M. Guimarães. Petrópolis: Vozes, 1973. 351p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Cidades@* Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=313750>> Acesso em: dezembro de 2018.

LANDSBERG, H. E. O clima das cidades. Tradução de Tarik Rezende de Azevedo. *Revista do Departamento de Geografia*. São Paulo, v. 18, p. 95-111, 2006.

LOMBARDO, M.A. Análise das mudanças climáticas nas metrópoles: o exemplo de São Paulo e Lisboa CORTEZ, ATC., and ORTIGOZA, S.A.G., orgs. *IN: Da produção ao consumo: impactos socioambientais no espaço urbano* [online]. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. 146 p.

MENDONÇA, F. de A., DANNI-OLIVEIRA, I. M. *Climatologia: noções básicas e climas do Brasil*. São Paulo: Oficina de Texto, 2007.

Mendonça, F. (2017). Texto extraído da transcrição da conferência do autor na mesa-redonda - RISCOS, VULNERABILIDADE, RESILIÊNCIA E CLIMA URBANO - XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada e I Congresso Nacional de Geografia Física. 2017. Disponível em

https://www.youtube.com/watch?v=FQI2XJ_2FJE&t=1172s acessado em 14 fev. 2018.

MONTEIRO, C. A. de F. *Teoria e Clima Urbano*. São Paulo, IGEOG/USP, 1976, 181p. (Série Teses e Monografias, 1).

MONTEIRO, C. A. de F. *Teoria e Clima Urbano: Um projeto e seus caminhos* In: MONTEIRO, C. A. de F. e MENDONÇA, F de A. (org). *Clima Urbano*: São Paulo: Contexto, 2003. 192p.

ORTIZ, G. F. O clima urbano das cidades do interior do estado de São Paulo : uma análise do campo térmico de Asss, Cândido Mota, Maracaí e Tarumã. *Tese*: Presidente Prudente : 2015, 354 p.

OKE, T. R. Technical note n.134: Review of urban clima, Word meteorological organization, Geneva, *WMO*, p. 1968-1973. 1974

OKE, T. R. *Boundary Layer Climates*. London: Methuem & Ltd. A. Halsted Press Book, John Wiley & Sons, New York, 1978, 372p.

PEDELABORDE, P. Introduction a l'etude scientifique du Climat. Paris, *Société d'Édition d'Enseignement Supérieur*, 1970

ROMERO, M. A. B. *Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano*. São Paulo: Pro- Editores, 2000. 2ª. Edição

SANT'ANNA NETO, J. L. O clima como risco, as cidades como sistemas vulneráveis, a saúde como promoção da vida. In: *Cadernos de geografia* nº 30/31 - 2011/12 Coimbra, FLUC - pp. 215-227

SANT'ANNA NETO, J. L. As Matrizes da Construção da Climatologia Geográfica Brasileira In: MENDONÇA, F; MONTEIRO, C. A. de F.; In: *A Construção da Climatologia Geográfica no Brasil*. São Paulo: Contexto, 2.ed. 2015, 192 p.

SANTOS, M.; SILVEIRA, M. S. *O Brasil: Território e sociedade no início do século XXI*. 10ª edição. 2008. Editora Record. São Paulo. 476 p.

SARTORI, R. C. (2005) - O pensamento ambiental sistêmico: uma análise da comunicação científica da ESALQ/USP. *Dissertação*

(Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. 109p.

SETTE, D. M.; TARIFA, J. R. (2002) - O El Nino 97/98, ritmo e repercussão na gênese dos climas no Mato-Grosso (Brasil). *GeoUSP - Espaço e Tempo* 11: 51-67.

SORRE, M. (1957) - *Les fondaments de la geographie humaine: les fondaments biologiques* 3. Ed Paris: Librairie Armand Colin.

SPIRN, A.W.; *O Jardim de Granito*. 1ª edição. São Paulo: Edusp, 1995. 350 p.

UGEDA JUNIOR, J. C. *Clima urbano e planejamento na cidade de Jales/SP*. 2012. 383 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

BREVE REFLEXÃO SOBRE O PATRIMÔNIO GEOMORFOLÓGICO E RELEVOS CÁRSTICOS

Diemison Ladislau de Alencar

Claudio Scarparo Silva

Leda Correia Pedro Miyazaki

O Patrimônio Geomorfológico é um tema que vem sendo muito debatido pela academia, principalmente por destacar a importância de se proteger e conservar determinadas formas e feições do relevo, que são consideradas por alguns cientistas como exemplar representativo de valor científico, cultural, paisagístico etc.

Assim, esse capítulo irá discutir sobre o conceito de Patrimônio Geomorfológico e Geomorfossítio, a taxonomia nos estudos Geomorfológicos e por fim sobre o Carste.

O Patrimônio Geomorfológico e Geomorfossítios

Falar de Geodiversidade no contexto geomorfológico com destaque nas pesquisas nacionais ainda é bem recente, uma vez que a rocha recebe o foco principal na maioria dos artigos científicos e trabalhos acadêmicos que tratam a temática e em algumas vezes como o principal agente de análise e discussão da Geodiversidade. Isso se dá devido ao impacto causado da Geodiversidade na Ciência Geológica, no que diz respeito ao novo método de análise que deixou de trabalhar estritamente com rochas e agora arrisca uma análise dos meios abióticos de modo mais amplo e sistêmico (SALES, 2018).

Alguns estudos sobre Patrimônio Geomorfológico foram realizados a partir da temática da Geodiversidade, conceito estruturado e utilizado por geólogos, porém devido a disseminação dos estudos sobre a temática nas mais diversas áreas do conhecimento, novas perspectivas têm sido incorporadas, como por exemplo, envolvendo um conceito mais amplo e holístico que incorpora outros agentes e possibilita outras interpretações.

Os atributos geológicos (tipos de rochas, afloramentos, fraturas etc.) presentes na Geodiversidade compõe o Patrimônio Natural e nos permite entender os acontecimentos pretéritos da Terra (PROGEO, 2011). Dentro do Patrimônio Natural, existem diversos outros patrimônios, sendo aqui destacados apenas o Patrimônio Geológico e o Patrimônio Geomorfológico como fundamentais no estudo sobre a Geodiversidade.

O Patrimônio Geológico é entendido por Brilha (2005), como uma área ou região que integra todos os agentes que compõe a Geodiversidade (Patrimônio Paleontológico, Patrimônio Mineralógico, Patrimônio Geomorfológico, entre outros) dentro de um conjunto de Geossítios ¹.

O Patrimônio Geomorfológico é incorporado no Geopatrimônio, sendo referido por Oliveira e Rodrigues (2014) e Rodrigues e Fonseca (2008) como responsável por feições do relevo criadas ao longo da história e seus depósitos e registros identificados nas mais diferentes paisagens possibilitando o entendimento da evolução passada e presentes deixadas na superfície terrestre.

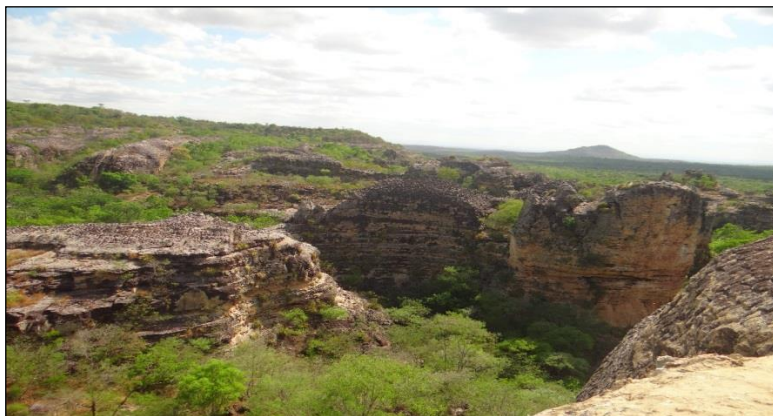
¹ Lugar de particular interesse para estudo abióticos, notável sob o ponto de vista científico, didático ou turístico, seja pela singularidade de sua formação geológica, feições geomorfológicas e etc.

Oliveira e Rodrigues (2014) conceitua Patrimônio Geomorfológico como áreas onde os relevos possuem valores atribuídos em suas feições, podendo ter valor individual (onde se destaca apenas o relevo) ou de paisagem em conjunto amplo. A figura 01 mostra um exemplo de área detentora de um conjunto de valores referentes às feições geomorfológicas e formação vegetacional savânica.

Já Pereira (2006) o denomina como sendo o conjunto de locais que apresentam um determinado interesse geomorfológico e expressa um ou mais tipos de valor.

Para Panizza (2001) os Geomorfossítios podem ser tanto individuais, quanto coletivos envolvendo paisagens mais amplas. Na forma individual destaca-se apenas um elemento que compõe a paisagem local, podendo este ser uma queda d' água, um relevo isolado do tipo torre (testemunho), uma dolina etc., cuja escala de análise é do local (grandes escalas). Na forma mais ampla pode ser exemplificado como uma paisagem que contemplam vários elementos de caráter geomorfológico e envolve pequenas escalas, como as Cuestas Botucatu - SP, Canyon do Guartelá – PR, Relevo ruiforme esculpido nos arenitos Vila Velha etc. Essa forma de abordagem pode variar conforme o interesse do pesquisador e o que ele pretende focar em sua análise.

Figura 01 - Área detentora de conjunto de valores geomorfológicos somados aos valores ecológicos expressos pelo cerrado campo sujo, no Parque das Sete Cidades-PI.



Fonte: Arquivo pessoal, 2018.

Por serem áreas que podem conter registros pretéritos da atividade humana, o Patrimônio Geomorfológico também é de interesse cultural e turístico, sendo foco de Educação Ambiental e visto como áreas de interesse a preservação.

Apesar de conter importância indispensável no Patrimônio Natural, os Geomorfossítios são áreas frágeis visto que todas as atividades humanas se dão sob o relevo. Além de registros de acontecimentos passados (Figura 02), os Geomorfossítios também possuem valores cênicos e singulares, sendo assim indispensáveis para proteção da Geodiversidade.

Figura 02 - Escrita em rocha no Parque Estadual Serra dos Martírios/Andorinhas de povos antigos que habitavam a área. Não se tem ainda muitas informações sobre a escrita, sabe-se apenas que é a representação de algum animal da época.



Fonte: Arquivo pessoal, 2018.

Os Geomorfossítios reforçam a importância dos estudos da Geodiversidade, dando destaque aos valores culturais, históricos e ambientais, possibilitando elaborar estratégias de criação de Geoparques onde possa ser aplicada a Educação Ambiental, focando sempre no manejo planejado e proteção do patrimônio.

A partir do reconhecimento dos valores expressos, bem como a inserção da temática em eventos científicos de caráter

nacional, houve a ampliação das demais categorias dos Patrimônios Naturais como, o espeleológico, carstológico, sedimentológico entre outros (BOTELHO et al, 2019).

Os eventos científicos possibilitaram a discussão de possíveis metodologias de identificação de aspectos que validam uma área denominando-a como Geomorfossítios. É através do levantamento dos aspectos geomorfológicos seja na perspectiva da morfogênese ou da morfodinâmica que o pesquisador poderá demonstrar aspectos que são relevantes e necessitam ser protegidos.

Os estudos de identificação e inventariado de Geomorfossítios vêm sendo realizados em Geossítios, ou seja, locais que já foram inventariados e definidos como áreas de valor geológico, buscando através dos estudos geomorfológicos ganhos de valorização das áreas que já são identificadas como Patrimônio Geológico.

No que diz respeito a trabalhos desenvolvidos sobre avaliação de Geomorfossítios, autores como de Panizza (1999), Rivas et al (1997), Pereira (2006) e Serrano; Ganzález (2005) tiveram reconhecimento devido suas metodologias elaboradas. O Quadro 01, criado por Pereira (2010), apresenta síntese das propostas de avaliação de Geomorfossítios dos autores citados, destacando os parâmetros avaliados de cada um.

É importante destacar que cada metodologia é desenvolvida conforme a singularidade apresentada na área estudada, podendo ser modificadas/adaptadas a partir da necessidade dos pesquisadores que irão utiliza-las. Ressalta-se também que os trabalhos apresentados no Quadro 1 utilizaram cálculos matemáticos para atribuição de valor quantitativo da área analisada.

Quadro 01 – Síntese das Propostas Aplicadas sobre Avaliação de Geomorfossítios

Rivas et al. (1997)	Coratza & Giusti (2005)	Serrabi & Gonzalez Trueba (2005)	Pralong (2005)	Pereira (2006)
Proposta metodológica para inserção das feições geomorfológicas nas avaliações de impacto ambiental (AIA)	Avaliar a qualidade científica de um geomorfossítio	Avaliação científica e objetiva de geomorfossítios em áreas naturais protegidas da Espanha, inserindo valores adicionais e de uso e gestão, dotados de maior subjetividade.	Avaliação do potencial turístico e recreativo de geomorfossítios, considerando seus valores cênicos, científicos, histórico-culturais e socioeconômicos.	Metodologia para avaliação do patrimônio geomorfológico desde a seleção até a sua avaliação numérica, podendo ser utilizada em áreas de qualquer dimensão.
-Estado de conservação -Grau de Preservação/deterioração -Qualidade do Sítio de interesse Geomorfológico (SGI) -Abundancia relativa -Diversidade de elementos de interesse -Extensão (áreas percentuais em relação aos demais SGI) - Representatividade de para processos geológicos-geomorfológicos	<i>Valor Científico</i> -Grau de conhecimento por especialista -Valor para pesquisa científica -Valor Educativo -Raridade -Grau de Conservação -Valor adicional (turístico, ecológico, etc)	<i>Valor Científico</i> -Gênese -Morfologia -Dinâmica -Cronologia -Litologia -Estruturas geológicas -Estruturas Sedimentares <i>Valor Adicional</i> -Paisagem e valor cênico -Elementos culturais -Valor educativo -Valor científico -Valor turístico	<i>Valor Cênico</i> -Quantidade de miradouros -Distância média entre os miradouros -Superfície e Altitude -Contraste de cores com os arredores <i>Valor científico</i> -Interesse paleogeográfico - Representatividade e em % de área em relação aos sítios do mesmo tipo -Raridade -Integridade	<i>Valor Científico</i> -Integridade - Representatividade e -Diversidade de elementos geomorfológicos de importância -Elemento Geológico -Existência de conhecimento científico associado - Abundancia/raridade de a nível nacional Valor Adicional -Valor cultural -Valor estético -Valor ecológico

<ul style="list-style-type: none"> -Grau de conhecimento científico -Uso Potencial -Possibilidade de realização de atividades -Disponibilidade de serviços nos arredores -Acessibilidade -Condições de observação 		<p><i>Valor e Uso e Gestão</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Acessibilidade e -Fragilidade 	<ul style="list-style-type: none"> -Interesse ecológico <p><i>Valor Cultural</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -Hábitos histórico-culturais -Representação iconográfica -Relevância histórica e arqueológica 	<p><i>Valor de uso</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -Condições de acessibilidade de -Condições de visibilidade
---	--	---	---	--

Fonte: Pereira (2010)

Dentre as apresentadas, destaca-se a metodologia de Pereira (2006), sendo bastante utilizadas nos estudos sobre Geomorfossítios brasileiros. Visto que sua aplicação possui facilidade de ser aplicada nas diversas escalas, dando foco no conhecimento geomorfológico, porém sem desconsiderar a importância dos demais condicionantes existentes na paisagem.

Além das propostas metodológicas elaboradas por pesquisadores renomados, temos algumas metodologias criadas por órgãos que compõem o sistema federal. Os manuais técnicos nos auxiliam apresentando métodos, instrumentos e algumas técnicas que poderão nos nortear nas análises referentes aos geomorfossítios, principalmente no que tange a sua espacialização e identificação de unidades nas diversas escalas espaciais.

A Utilização da Taxonomia nos Estudos Geomorfológicos Aplicado aos Geomorfossítios

Um dos procedimentos metodológicos para identificação de um Geomorfossítio é o mapeamento geomorfológico através da ordenação dos fatos geomorfológicos mapeados em taxonomias hierárquicas (FIGURA 3) encontrada nos Manuais Técnicos Geomorfológico do IBGE desde 1995. Para o IBGE (1995), a função desses táxons é constituir conjuntos e subconjuntos de tipos de modelagens que permitem a identificação de unidades geomorfológicas e são importantes para o estudo dos Geomorfossítios, ressaltando aspectos dignos de serem preservados.

Figura 3 – Taxonomias Hierárquicas

1° TÁXON - DOMÍNIOS MORFOESTRUTURAIIS
Grandes conjuntos estruturais, que geram arranjos regionais de relevo, guardando relações de causa entre si
2° TÁXON - REGIÕES GEOMORFOLÓGICAS
Grupamentos de unidades geomorfológicas que apresentam semelhanças resultantes da convergência de fatores de sua evolução
3° TÁXON - UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS
Associação de formas de relevo recorrentes, gerados de uma evolução comum
4° TÁXON - TIPOS DE MODELADOS

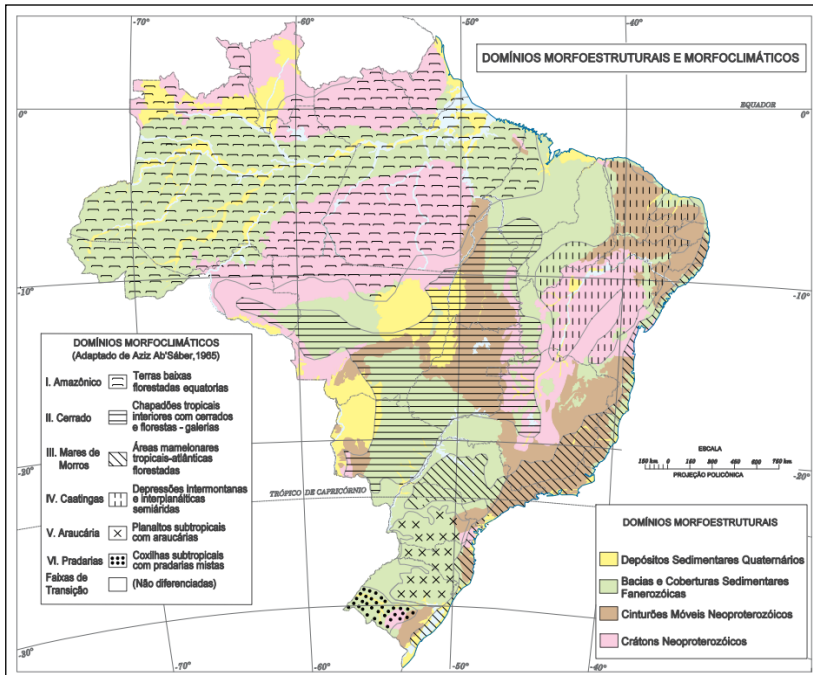
Fonte: IBGE, 1995

O primeiro táxon é a maior divisão taxonômica das criadas. Está relacionada com fatos geomorfológicos proveniente de dinâmica geológica ampla e elementos geotectônicos, contendo grandes estruturas e com predominância de litologia antiga, ou seja, envolvendo as morfoestruturas regionais. Representam grandes cadeias dobradas, estruturas muito dobradas e falhadas, grandes bacias sedimentares com dobramentos amplos entre outras grandes áreas de podem conter interesse geomorfológico (IBGE, 1995, p. 74).

São exemplos de Domínios Morfoestruturais: bacias sedimentares, cinturões móveis remobilizados ou não, plataformas e crátons, de idades geológicas distintas (IBGE, 1995). Conjuntos de batólitos e extensos derrames efusivos também podem constituir domínios, assim como grandes áreas onde a erosão obliterou os efeitos litológicos ou truncou estruturas, como os pediplanos ou as depressões periféricas. Esse táxon é fundamental para se entender aspectos que envolvem a morfogênese do relevo, especializando a morfoestruturas que foram esculpidas e moldadas ao longo do tempo geológico.

Em 2009, o IBGE definiu quatro Domínios Morfoestruturais para todo o Brasil, como mostra a Figura 04. Espacialização importante para se entender a história geológica de um determinado Geomorfossítio, considerando a estrutura que sustenta determinada forma de relevo.

Figura 04 – Mapa de Domínios Morfoestruturais e Morfoclimáticos



Fonte: IBGE, 2009

O segundo táxon representa partições do relevo dentro do primeiro táxon, sendo definido como Regiões Geomorfológicas, o que envolve as morfoesculturas (IBGE, 2009, p. 74):

Constitui o segundo nível hierárquico da classificação do relevo e representam compartimentos inseridos nos conjuntos litomorfoestruturais que, sob a ação dos fatores climáticos pretéritos e atuais, lhes conferem características genéticas

comuns, agrupando feições semelhantes, associadas às formações superficiais e às fitofisionomias. Na sua identificação, também são consideradas, além dos aspectos mencionados, sua distribuição espacial e a localização geográfica, em consonância com algumas regiões classicamente reconhecidas. São exemplos de Regiões Geomorfológicas o Planalto da Borborema, a Chapada Diamantina, as Chapadas do São Francisco, a Serra do Espinhaço, a Serra da Mantiqueira e o Planalto das Araucárias (IBGE, 2009). É a partir desse táxon que as formas do relevo são identificadas e especializadas nos mapeamentos, envolvendo uma área mais abrangente do território nacional onde encontram-se os principais Geomorfossítios que contemplam um conjunto de elementos que são dignos de serem preservados e conservados.

As Unidades Geomorfológicas (ou Compartimentos de Relevo) representam o terceiro táxon e segundo IBGE (2009, p. 30) são: “Definidas como um arranjo de formas altimétrica e fisionomicamente semelhantes em seus diversos tipos de modelados. A geomorfogênese e a similitude de formas podem ser explicadas por fatores paleoclimáticos e por condicionantes litológica e estrutural. Cada unidade geomorfológica evidencia seus processos originários, formações superficiais e tipos de modelados diferenciados dos demais”.

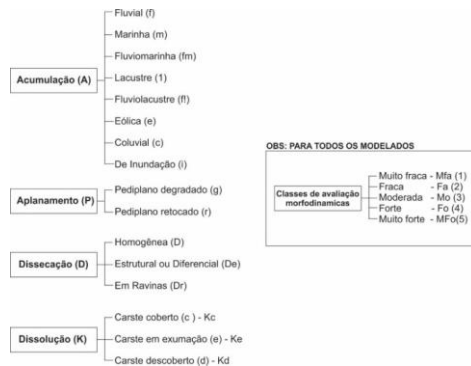
Assim, toma-se como base analítica o comportamento da drenagem, seus padrões e anomalias à medida que revelam as relações entre os ambientes climáticos identificados no presente, como também em tempos pretéritos, além dos condicionantes geológicos.

O quarto táxon representa os modelados, que segundo o IBGE (2009, p. 28) envolve um “polígono de modelado abrange um padrão de formas de relevo que apresentam definição geométrica similar em função de uma gênese comum e dos

processos morfogenéticos atuantes, resultando na recorrência dos materiais correlativos superficiais”. Segundo a metodologia definida deste manual são identificados quatro tipos de Modelados: acumulação, aplanamento, dissolução e dissecação (Figura 05).

Cada um desses modelados podem expressar aspectos morfoesculturais únicos e que precisam ser protegidos, como por exemplo, pode-se citar modelado cuja morfoestrutura predominante em uma determinada paisagem é a rocha calcária, passível de processos esculturantes de dissolução o que resulta em uma morfologia específica destacando estalactites, estalagmites, colunas, cortinas etc.

Figura 05. Representação Simplificada dos Modelados presentes no Quarto Táxon



Fonte: IBGE, 2009 e adaptado pelo autor.

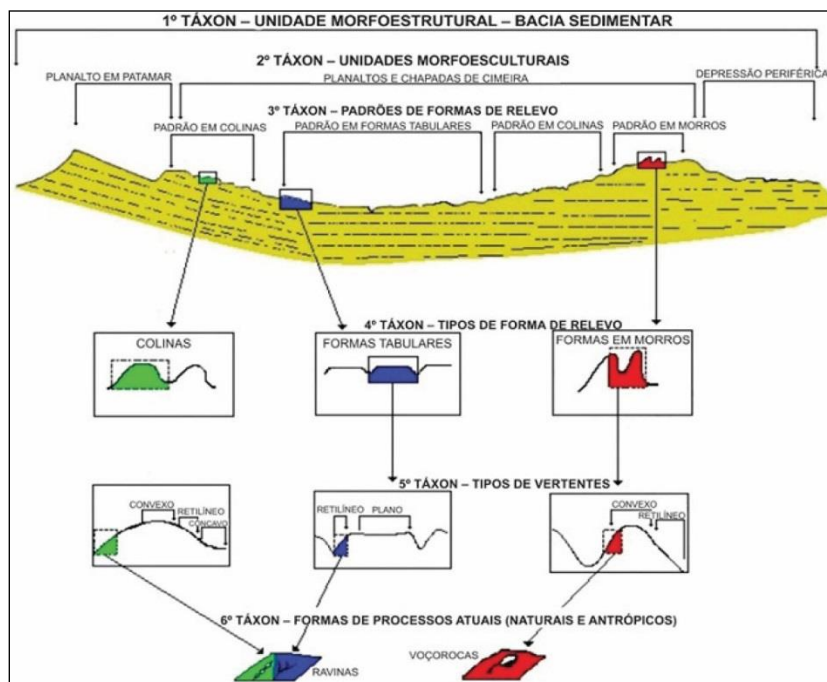
Os tipos de modelados foram elaborados para mapear grandes extensões territoriais, por isso trabalha com morfoestruturas e morfoesculturas a partir dos táxons. No mapeamento do IBGE, utilizando uma análise regional, cada feição predominante observada recebeu uma letra para representar o principal processo.

A taxonomia estabelecida por Ross (1992) dialoga com a contida no Manual do IBGE (1995), onde se estabeleceu as morfologias e as classificaram conforme o grau de detalhamento em que se analisa o relevo. Porém, a taxonomia de Ross é subdividida em seis táxons, o que pode ajudar o pesquisador no momento de análise de Geomorfossítios que só poderão ser mapeados a partir da análise geomorfológica que privilegia a escala do local (grandes escalas). Assim essa taxonomia será descrita na sequência.

As grandes estruturas (também conhecidas como morfoestruturas) representam o primeiro táxon. As unidades de análise das feições (morfoesculturais) concebem o segundo e o terceiro táxon. Sendo elas menores áreas (quando comparada ao primeiro táxon) e de maior detalhamento, se tem semelhança nas unidades de padrões que se assimilam as formas do relevo e seus tipos de padrões apresentados, podendo ser analisadas em escalas regionais (ROSS, 1992).

Quando se analisa as semelhanças nas formas do relevo, considerando a forma individual, se está analisando o quarto táxon. Já os tipos de vertentes se estão inclusas representam o quinto táxon. O sexto táxon representam formas e processos atuais como ravinas, erosões, voçorocas entre outros processos de formação mais rápida (Figura 06).

Figura 06. Representação Simplificada dos Seis Táxons propostos por Ross.



Fonte: Ross, 1994

Independentemente do tamanho da área avaliada como possível Geomorfofossílio, o conhecimento dos compartimentos taxonômicos geomorfológicos e o uso de técnicas de geoprocessamento são indispensáveis para a busca dos valores geomorfológicos. Deve ser feito em primeiro momento a aquisição de imagens secundárias (Landsat, SRTM, etc.) para que

se tenha noção da escala e o que será analisado a partir dela, além de possibilitar a análise espacial do comportamento estrutural do relevo, permitindo pontuar os Geomorfossítios mais expressivos e que possui uma importância ou um valor não apenas para a sociedade moderna, mas também para o planeta.

Relevos cársticos brasileiros

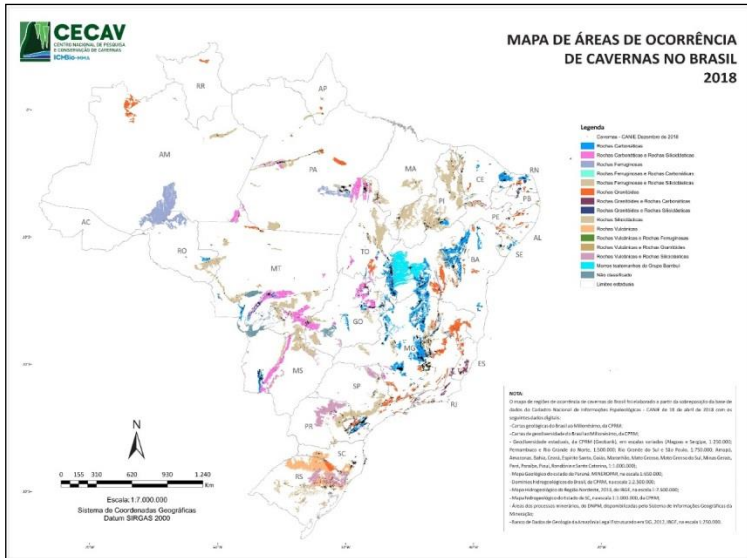
O Patrimônio Geomorfológico envolve uma série de formas e feições de relevos, dentre elas os relevos cársticos que terá enfoque nesta parte do texto.

No tocante à descrição do relevo cárstico brasileiro, o carste é um sistema de processos e fenômenos (dissolução, transporte e deposição de matéria) presente em diversas áreas subterrâneas na crosta do Brasil e fora dele (ANDREYCHOUK, 1991).

De acordo com dados oficiais do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Caverna (CECAV, 2011), o Brasil apresenta hoje 19 regiões cársticas (Figura 07), sendo identificadas como:

- 1) Formação Caatinga (BA)
- 2) Formação Carajás (PA)
- 3) Formação Salinas (MG)
- 4) Formação Vazante (MG)
- 5) Grupo Açungui (PR e SP)
- 6) Apodi (CE e RN)
- 7) Araras (MT)
- 8) Grupo Bambuí (BA, DF, GO, MG e TO)
- 9) Grupo Brusque (SC)
- 10) Grupo Corumbá (MS)
- 11) Grupo Paranoá (DF, GO, MG e TO)
- 12) Grupo Rio Pardo (BA)
- 13) Grupo Vargem Grande (PI)
- 14) Grupo Xambioá (PA e TO)
- 15) Região Cárstica de São João Del Rei (MG)
- 16) Região do Quadrilátero Ferrífero (MG)
- 17) Supergrupo Canudos (BA e SE)

Figura 07. Regiões Cársticas Brasileira



Fonte: CECAV, 2018

No âmbito da geomorfologia e de forma geral, o termo carste pode ser entendido como feições geomorfológicas em rochas passivas ao processo de dissolução onde, tal processo pode ocorrer em rochas carbonáticas (carste tradicional) e não carbonáticas (carste não tradicional) (CECAV, 2019).

Derruau (1965) definem carste como uma área de calcário onde preponderam os processos de erosão por dissolução. Para ele, não seria carste se as formas de dissolução estivessem ausentes ou subordinadas a outros processos erosivos. O autor considera carste em outras litologias que sofrem menos processos (como gipsita).

Hardt (2011) define carste como um terreno de relevo e drenagens diferenciadas, surgidas devido à fácil dissolução de rochas em água. O autor acredita que a dissolução não é necessariamente o processo dominante, porém desempenha um papel mais importante do que em qualquer outra área.

Outra definição caracteriza o carste como um sistema integrado para a transferência de massa em rochas solúveis, com permeabilidade estrutural dominada por canalículos oriundos da dissolução da rocha, e cuja organização facilita a circulação de fluidos. (KLIMCHOUK; FORD, 2000). Vale lembrar que nesta definição não há ligação com litologia específica.

O CECAV (2019) aborda na visão de autores como Panos (1995), Mattes (2015) e Forti (2009) que a Carstologia é um campo interdisciplinar de estudos, que trabalha com o carste e seus processos. São sistemas independentes que se desenvolvem a partir de rochas solúveis tendo o meio biótico, abiótico e socioeconômico como agentes que integram e intensificam a modificação do ambiente, não tem somente como foco as cavidades cavernícolas (cavernas).

As publicações referentes as regiões cársticas no Brasil, tem como um dos trabalhos principais o artigo “*Distribuição das Rochas Carbonáticas e Províncias Espeleológicas no Brasil*”, publicado por Karmann e Sánchez no ano de 1979, o livro de Auler, Rubioli e Brandi “*As Grandes Cavernas do Brasil*” de 2001, “*Karst Areas in Brazil and the Potencial for Major Caves*” de Auler (2012) além de inúmeros trabalhos publicados por Piló. A maioria dos trabalhos publicados tem como foco a espeleologia, muitas vezes abordando de forma resumida o carste, visto que no Brasil o estudo espeleológico possui mais força.

O carste é dividido em dois seguimentos, sendo eles conhecidos como carste tradicional, que tem como litologia rochas carbonáticas, e o carste não tradicional (antes conhecido como pseudocarste) que tem por formação litológica rochas não carbonáticas.

Diversos exemplos podem ser descritos para designar uma caverna que não seja em rocha calcária. É possível definir formas cársticas com origens associadas a fatores tais como: o derretimento de gelo em geleiras; os colapsos ou os movimentos de blocos; a drenagem subterrânea em rochas areníticas com a dissolução e corrosão dos silicatos; a erosão mecânica e processos de colapsividade dos solos em sedimentos recentes; os movimentos tectônicos; o vulcanismo; entre outros casos em investigação (FREIRE, 2017, p 49).

No Brasil, por sua vez, o termo utilizado em formações não carbonáticas gera conflitos em sua nomenclatura, tornando-se mais apropriado denominar esse conjunto de cavernas como “carste em rochas não carbonáticas”, “carste não tradicional” ou mesmo uma terminologia vinculada ao tipo litológico, tais como “carste em arenitos”, “carste em quartzitos”, etc. (FREIRE, 2017).

Ainda de acordo com o autor, há um problema de origem histórica que envolve a temática, visto que boa parte dos geógrafos, geólogos e geomorfólogos brasileiros insistem em definir que o carste, uma vez que foi inicialmente estudado em carbonatos, tem que ser definido como de um relevo que ocorre no calcário.

Os trabalhos brasileiros referentes a geomorfologia cárstica ainda possuem poucas menções aos sistemas espeleológicos não carbonáticos, porém sabe-se que o número de cavernas não carbonáticas é bem expressivo (FREIRE, 2017).

Os dados do Cadastro Nacional de Cavernas da Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE, 2016), mostra que cavernas esculpidas em calcários e dolomitos contemplam 67,7% do total registrado, demonstrando assim um número de pouco mais de 30% de cavernas desenvolvidas em rochas não carbonáticas (Quadro 02).

Tabela 02. Litologia e Número de Cavernas no Brasil

Litologia	N° de Cavernas Por Litologia	% em Relação ao Brasil
Calcário	4248	67,7
Metassedimentares (quartzito, formação ferrífera)	771	12,28
Rochas siliclásticas (arenito, conglomerados, argilitos)	635	10,12
Ígneas (granito, basalto)	192	3,06
Dolomito	145	2,31
Carbonatos Indiferenciados	108	1,72
Mármore	61	0,97
Depósitos supérgenos (bauxita, canga)	42	0,67
Metaígneas (gnaisses)	29	0,46
Sem informação	29	0,46
Xisto	12	0,19
Tufa/Travertino	2	0,03
Total	6274	100

Fonte: SBE, 2016.

O estudo do carste em rochas não carbonáticas vem ganhando força em todo o Brasil, visto que um significativo número de cavernas é encontrado em tais formações litológicas. Desta forma, o carste não carbonático começa a ter sua relevância no meio carstológico e espeleológico.

Se no início o conceito de carste estava intimamente associado a litologia, atualmente isso mudou, e [...] vários exemplos de carste em rochas não carbonáticas foram identificados e estão sendo estudados no mundo a fora. O que não se pode aceitar mais é simplesmente atribuir um termo genérico e pouco claro a uma área, denominando-a pseudocarste, simplesmente porque não se trata de calcário. Por outro lado, não é porque existem formas que se assemelham ao carste em uma determinada área que é necessariamente carste. O equilíbrio tem de ser encontrado, e a definição se uma determinada área é ou não carste deve ser feita após estudos do relevo e processos que atuam ou atuaram na mesma (HARDT; RODET; PINTO, 2009, p. 10).

Assim como os estudos do Carste não devem ser resumidos apenas aos de litologia calcária, as atuações profissionais nestas áreas também não devem ser vistas apenas como atributos do geólogo ou biólogo. Deste modo, o uso da Ciência Geográfica nos estudos espeleológicos e carstológicos se faz relevante, uma vez que agrupado ao conhecimento amplo da área ambiental (geologia, geomorfologia, pedologia, entre outros) e somado a visão crítica e conservacionista do geógrafo, tem se como resultado uma análise pensada na gestão e conservação do patrimônio.

Um atributo adquirido pelo geógrafo é a análise sistêmica ou integrada dos componentes das paisagens, não apenas analisando aspectos físicos, mas também socioculturais, podendo

correlaciona-los e dar destaque a alguns componentes sem desconsiderar os demais presentes.

O relevo esculpido em áreas onde encontram-se rochas solúveis apresentam um valor cênico e científico bastante importante para o estudo dos Geomorfofossítios, podendo expressar outros valores que só tem a somar e expressar a importância da proteção desse Patrimônio Natural.

Considerações finais

Esse capítulo teve a pretensão de iniciar uma breve reflexão sobre o tema Patrimônio Geomorfológico/Geomorfossítio relacionado ao relevo cárstico, e como os mapeamentos taxonômicos podem apontar as áreas que apresentam características importantes quanto a morfogênese e a morfodinâmica de um relevo, demonstrando aspectos digno de serem preservados e/ou conservados.

Assim, a partir das representações espaciais taxonômicas são destacados aspectos geológico-litológicos e morfológicos que expressam registros de processos pretéritos e atuais, que são decifrados pelos pesquisadores. Isso fundamenta as explicações que subsidiam o potencial de um determinado Geomorfofossítio.

O Brasil possui uma vasta área de regiões cársicas e conseqüentemente vários Geomorfofossítios, sendo alguns muito conhecidos e outros pouco ou até mesmo desconhecidos. Daí a importância de se mapear essas áreas e concentrar os estudos privilegiando cada vez mais a escala de análise do local, destacando as grandes escalas, para que assim possam ser

explicitados os valores cênicos, científicos, culturais para a sociedade e o planeta.

Referências

AULER, A. S.; RUBIOLI, E. BRANDI, R. (eds.) *As grandes cavernas do Brasil*. Belo Horizonte: Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, 2001.

AULER, A. S. *Karst Areas in Brazil and the Potential for Major Caves - An Overview*. Bol. Soc. Venezolana Espel., Caracas, 2012 . Disponível em . Acessado em 14 nov. 2020.

ANDREYCHOUK, V.; DUBLYANSKY, Y; Ezhov, Y; LYSENIN, G. *Karst in the Earth's Crust: its distribution and principal types*. Poland: University of Silesia/ Ukrainian Academy of Sciences/ Tavrichesky National University-Ukrainian Institute of Speleology and Karstology. 2009.

BOTEHO, E.S. *Planície aluvial do médio Rio Verde e o Sítio Arqueológico GO-JA-02: hipóteses e reflexões*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Arqueologia) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2019.

BRILHA, J. *Patrimônio Geoecológico e Geoconservação: A conservação da natureza na sua vertente geológica*. Palimage Editores, Braga. 2005.

CECAV. *Princípios da Carstologia e Geomorfologia Cárstica*. Brasília, 2019.

CECAV. *Rotina de procedimentos associados à coleta de dados relativos à localização de cavidades*. 2018.

CECAV. *Documento base do Plano de Ação Nacional para Conservação do Patrimônio Espeleológico da Bacia do Rio São*

Francisco. 2011. [Acessar em http://www4.icmbio.gov.br/cecav/download.php?id_download=1351].

DERRUAU, Max. *Précis de géomorphologie*. 4^{ème} ed. Paris: Masson & Cie, 1965. 415 p.

FREIRE. *Conservação de Patrimônio Espeleológico na Amazônia: Proposta de Planejamento Ambiental Para a Província Espeleológica Altamira-Itaituba (PA)*. 2017. 210 p. tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2017. 210 p.

FORTI, P. *Introduction To Speleology. Teaching Resources for Speleology and Karst Societá Speleologica Italiana*. 2009. Disponível em: Acesso em: 27 mai. 2020.

HARDT, R. *Da carstificação em arenitos. Aproximação com o suporte de geotecnologias. À propos de la karsification dans les grès. Traitement par les technologies SIG*. (Tese de Doutorado) Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, 2011, p.224.

HARDT, R.; RODET, J.; PINTO, S. dos A.F.; WILLEMS, L. *Exemplos Brasileiros de Carste em Arenito: Chapada dos Guimarães (MT) e Serra de Itaqueri (SP)*. EspeleoTema, v.20, n.1/2, 2009. p.07-23.

KARMANN, I.; SÁNCHEZ, L. E. *Distribuição das Rochas Carbonáticas e Províncias Espeleológicas do Brasil*. Espeleo-Tema, v. 13, 1979, p. 105-167.

KLIMCHOUK, B. A.; FORD, D. C.; PALMER, A. N.; DREYBRODT, W. (ed.). *Speleogenesis - Evolution of Karst Aquifers*. Huntsville (USA): National Speleological Society, 2000.

IBGE. *Manual Técnico de Geomorfologia*. 2^a ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2009. 175 p.

IBGE. *Manual Técnico de Geociencia*. 5^a ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1995. 111 p.

Mattes, J. *Underground fieldwork – A cultural and social 499 history of cave cartography and surveying instruments in the 500 19th and at the beginning of the 20th century*. In: International 501 Journal of Speleology, Vol. 44, 2015. pp. 251-266.

OLIVEIRA, P.C.A. de; RODRIGUES, S.C. *Proposta de avaliação do patrimônio geomorfológico de vazante-MG*. 2014.

PANIZZA, M; PIACENTE, S. *Geomorphosites and geotourism*. Revista Geografica Academica, v. 2, n. 1, p. 5-9, 2008;

PANIZZA M. (1999b): *The geomorphological approach to landscape assessment*. Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia, 54, 381-383. PANOŠ, V. *Karstology, an Integrated System of Sciences on Karst*. Acta carsologica, XXIV, p. 41-51, 1995.

PEREIRA, Paulo. *Patrimônio Geomorfológico: Conceção, Avaliação e Divulgação. Aplicação ao Parque Nacional de Montesinho*. tese (Doutorado em Geociências) – Universidade de Minho. Portugal, 2006, 395 p.

PEREIRA, R. G. F. A. 2010. *Geoconservação e desenvolvimento sustentável na Chapada Diamantina (Bahia-Brasil)*. Tese (Doutoramento em Ciências. Área de conhecimento em Geologia) – Universidade do Minho, Portugal. 2010. 395 p.

ProGEO, 2011: *Conserving our shared geoheritage – a protocol on geoconservation principles, sustainable site use, management, fieldwork, fossil and mineral collecting*. 10 p. 2011. Disponível em: <<http://www.progeo.se/progeo-protocol-definitions-20110915.pdf>>. Acesso em: out. 2020.

RIVAS V., RIX K., FRANCÉS E., CENDRERO A., BRUNSDEN D. (1997): *Geomorphological indicators for environmental impact assessment: consumable and non-consumable geomorphological resources*. Geomorphology, 18, 169-182.

ROSS, J. L. S. *Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados*. In: Revista do Departamento de Geografia, nº 8. FFLCH. USP. São Paulo, 1994;

Ross, J. S. *Registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo*. Rev. Geografia. São Paulo, IG-USP, 1992.

SALES, Vanda. *Morfopatrimônio, Morfodiversidade: Pela Afirmação do Patrimônio Geomorfológico Stricto Sensu*. Revista Casa da Geografia de Sobral, Sobral/CE, v 20, n 3, p. 3-12, 2018;

SERRANO E., RUIZ P. & ARROYO P. *Geodiversity and geomorphosites assessment in a rural landscape: the Tiermes-Caracena area (Soria, Spain)*. 6th International Conference on Geomorphology Abstracts, Session WG4, Geomorphological Sites: Research, Assessment and Improvement, Zaragoza, 493. (2005).

A GEOGRAFIA FÍSICA E O DESAFIO DO MÉTODO EM UMA LEITURA PARA ALÉM DA FRAGMENTAÇÃO

Zaqueu Henrique de Souza

Introdução

A relação ciência e filosofia acontecem estritamente na concepção do método. Desta forma compreender que o método científico do ponto de vista de ciência advém da filosofia. Neste sentido entender a filosofia ocidental é importante, pois a mesma influência a construção científica contemporânea.

A base da nossa ciência atual tem sua base na filosofia grega, neste sentido entender o contexto de Jaeger (1986) aponta que inicialmente a formação educacional grega era baseada na formação integral do ser, neste sentido as pessoas que tinham acesso a educação tinha uma formação integral precisando dominar conhecimento de todas as áreas, essa formação vai formar uma grande quantidade de filósofos na Grécia Antiga no qual destaca se Aristóteles, Sócrates, Platão, que vão ser um marco na forma de construção do pensamento filosófico que vai influenciar a ciência moderna.

Para Porto-Gonçalves (1989) aponta que as questões ambientais atuais têm sua origem na filosofia Socrática, pois na filosofia pré-socrática os filósofos gregos pensavam a partir de uma compreensão da totalidade do real, a filosofia socrática vai ser a base para a separação entre matéria e espírito abrindo espaço para a construção de uma dicotomia sociedade x natureza. Esse

pensamento vai construir um imaginário de antagonismo e de separação de algo que na realidade não se separa.

Na geografia essa perspectiva de pensamento vai produzir uma ciência geografica dividida entre Geografia humana e Geografia física, fazendo com que essas áreas se distanciassem ao ponto de não dialogar, aparentando ser dois ramos da ciência diferentes, porém se mantiveram unidas, ora pelas categorias de análise hora pela indissociabilidade das relações sociedade e natureza.

A proposição de um método de pesquisa é sempre um processo desafiador, porém para quem trabalha com as questões ambientais em sua totalidade da palavra isso é um desafio ainda maior, pois as pesquisas caminham por uma linha tênue entre as ciências humana e a ciências da natureza.

É necessário desmistificar a ideia de que as pesquisas ambientais tratam apenas de aspectos físico, neste trabalho a proposta é uma leitura a partir da compreensão da realidade em sua totalidade, reconhecendo que essa divisão entre ciências humanas e ciências naturais, essa dualidade entre sociedade e natureza não são capazes de fazer uma leitura de realidade adequada, pois os métodos conhecidos e praticados pela ciência de um modo geral estão gestados dentro do espectro da dualidade e fragmentação que só existe na teoria e na incapacidade de compreende o todo.

A realidade que existe não apresenta uma divisão entre sociedade e ambiente, entre os aspectos físicos e humanos, essa divisão é feita pela nossa base teórica e filosófica em que assumimos essa dualidade para fins de análise e, portanto, acabamos como cientistas fazendo análise capenga isso em todos os espectros de método.

Há eminentemente uma resistência por parte de muitos pesquisadores e teórico em enfrentar a produção do conhecimento em alguma perspectiva que não seja fragmentada, isso desde os que assumem ser positivistas aos que se intitulam dialéticos até mesmo os que aderem a fenomenologia. Mas deve ressaltar que essa fragmentação acaba sendo um refúgio que esconde o enraizamento do método cartesiano no seio da ciência contemporânea.

Esse empoderamento da fragmentação sobre todos os espectros de método faz como que se perca a noção de totalidade e crie um abismo analítico entre a análise e a realidade. Em que os métodos acabam por negligenciar a realidade pela incapacidade de compreensão e as correntes teóricas aprisionam a possibilidade de outras leituras, porém esse processo faz com que a academia geográfica passe a se retroalimentar do que se produz dentro de uma bolha incapaz de dialogar com a realidade e quando alguém tenta saltar para fora da bolha sofre as consequências com no famoso Mito da Caverna do Platão.

De forma que a geografia com possibilidades infinitas de análise, tem se limitado a seguir dos donos das correntes de pensamento geográfico, enquanto para além das correntes que aprisionam, e que mais se aproximam de uma perspectiva religiosa do que de ciência.

Existe um caminho de liberdade e de criticidade, mas impossível de prosperar nesse ambiente de dualidade e de fragmentação. Esse caminho pode ser possível para a geografia física se a mesma assumir uma postura de leitura da realidade seja mais importante que o método e as categorias a análise, e que assuma a possibilidade de serem usadas em um mesmo objeto de estudo, em uma mesma pesquisa possa se usar diferentes métodos e diferentes categorias de análise, pois o ambiente e a realidade

não conhece método e nem categoria de análise geográfica, mas é lá que o mundo acontece, e a geografia precisa se comprometer em interpretar os movimentos que acontecem nesse mundo.

Quando colocado em pauta os estudos ambientais em que demanda uma leitura de mundo, inter, trans, multidisciplinar, faz com a divisão entre geografia física e humana se transforme em ramos da ciência insuficientes para aplicação nestes estudos, pelas limitações de leituras impostas pela perspectiva teórica fragmentada.

Mesmo diante destes caminhos de limitações, há uma luz para fora da caverna, mas para sair da caverna é preciso se desprender das correntes de pensamento e sair das amarras de métodos que tem em sua base a fragmentação da realidade para fazer análise, neste sentido o caminho e aceitar a diversidade, a complexidade e as identidades impressas pelo tempo nas realidades.

Uma invenção desastrosa na Geografia: geografia física e geografia humana

Neste tópico não irei me ater a processo histórico, pois isso já está feito por vários autores de forma muito clara. Vou explorar como a reprodução desta logica fragmentada aprisionar a coroe a possibilidade de liberdade e de contribuição com processo civilizatório.

A constituição da geografia dentro de um ambiente de fragmentação da ciência entre aspectos físicos e humanos e a reprodução desta logica largamente dentro do ambiente, constrói um ambiente que do ponto de vista de uma realidade que sempre

existiu, mas que ganha evidências recentes sobre a importância global dos impactos ambientais.

A Geografia física limitada a questão de levantamentos físicos, solo, recursos hídricos clima, uso e ocupação do solo, entre outros. Mas estas questões descoladas dos aspectos sociais, históricos e culturais, são um fragmento de realidade desconectados e incapaz de demonstrar uma relevância social e faz deste tipo de conhecimento uma produção técnica, tirando dela a capacidade de criticidade e de reflexão necessária para que possa ser algo que possa dar a sociedade uma contribuição.

A Geografia humana que se dedica a estudos das relações humana dos processos sociais, compreender contextos econômicos, políticos entre outros, negligenciando os aspectos físicos em que acontecem esses movimentos, faz com que a Geografia humana faça análises rasas da sociedade sem considerar os recursos existentes bem como a possibilidade de uso, seja da paisagem, do território, do lugar ou da região.

Desta forma essa separação entre geografia física e humana, a priori não existe na realidade e como por meio dessa lógica dualista vai ficando cada vez mais distantes os diálogos da ciência geográfica com a realidade, fazendo com que a ciência geografia se distancie da realidade da sociedade, e por isso se tornando inútil para a sociedade, isso fica mais claro neste momento em que somos atacados por um presidente que privilegia a ignorância, mas não podemos sair deste momento catastrófico sem fazer uma reflexão sobre a nossa alta produtividade para nós mesmo.

Assim essa forma de divisão que gera disputas acirradas na geografia é uma invenção desastrosa para que possamos gastar energia com as nossas disputas internas por conceitos que mesmo

depois de cunhado nem se aplicam mais a realidade para que possamos satisfazer os egos o Lattes, mas com isso estamos cada dia mais construindo uma ciência geográfica amarrada em correntes de pensamento que não nós permite a liberdade e a criticidade suficiente para que possa contribuir com a evolução do processo civilizatório e com a sociedade contemporânea.

Toda essa dificuldade em se articular com a realidade está diretamente ligada a forma no qual tem enfrentado a questão do método dentro da geografia ao ponto de que a maioria dos programas de pós-graduação estão claramente divididos em duas ou três linhas de pesquisa que claramente demonstra essa dualidade de geografia física e humana.

Todo esse cenário institucionalizado e naturalizado dentro da geografia constrói uma disjunção com a realidade, sendo uma invenção desastrosa na qual para que a geografia possa sobreviver a um cenário onde o a realidade sempre foi múltipla e que o conhecimento está buscando sair das caixas das disciplinas criadas para se aproximar mais da realidade em busca de uma leitura mais completa da realidade onde os “conceitos são lentes” (CARVALHO 2011, p. 12), mas não basta o conceito puro é simples é preciso conectar conceitos para que possamos avançar.

Essa proposta de conectar conceitos pode ser uma saída para que a geografia saia do ostracismo gerado pelas opções método e pela opção de se amarrar em correntes de pensamento que por hora outra, faz apenas retroalimentar-se dentro da academia.

Conectar conceitos é uma bandeira libertaria de aceitação da diversidade de conhecimentos e saberes em que por hora podem ser antagônicos e por hora podem ser complementares. Esse caminho aproxima muito da proposta de Feyerabend (2003)

e Morin (1977) em a realidade se apresenta mais complexas que os sistemas lineares e que a discussões centradas apenas na contradição dos pares dialéticos, em que os métodos acabam por ser um impedimento para o desenvolvimento de um pensamento livre.

Geografia física e meio ambiente e os limites dos métodos positivistas dialéticos

A Geografia física se estruturou basicamente sobre o método positivista ou empirista logico ao longo da sua constituição, e por hora outra algum saltava na direção da dialética. A medida que o conhecimento avança percebe que os sistemas lineares contribuem para o processo de análise, porém se mostra ineficiente para que possamos ter uma representatividade da realidade, pois a necessidade de se mensurar tudo, inviabiliza muitas análise e por sua vez muitos elementos que estão na realidade são difíceis de serem mensurados numericamente.

Outro ponto fundamental é que o método positivista está centrado na fragmentação da realidade, para que seja feito a análise, isso quando colocando para que seja feita uma avaliação ambiental se torna inviável, pois não consegue lhe dar com complexidade que se coloca na realidade.

O método dialético centrado na contradição dos pares dialético, por sua vez repete alguns problemas do positivismo ao passo que assume a fragmentação para a composição da análise, por outro lado baseado na contradição deixa fora de possibilidade de análise elementos que podem sem complementares ou que possam exercer condição de cooperação.

Os dois métodos buscam a criação de uma regra geral para que possa analisar as realidades que são diversas, criando assim mais uma barreira para aproximação da realidade. Desta forma quando se propõe fazer uma análise ambiental tanto o positivismo quanto a dialética se apresentam limitados para representar a realidade ambiental, que se mostra cada vez mais complexa e diversa.

Geografia física e a Complexidade como possibilidade de método

Neste sentido Morin (1977) apresenta uma nova perspectiva teórica para a Ciência, conhecida como teoria da Complexidade, em que aponta para os limites do método positivistas para o uso nas pesquisas. Por outro lado, o método dialético por si não resolve a questão, pois se não enfrentar o paradigma da fragmentação, mesmo usando uma perspectiva dialética estará reproduzindo a ciência cartesiana, quando assume a fragmentação, claramente observada em campos de estudo como a geografia agraria quando estudo os assentamentos rurais, em uma perspectiva antropocêntrica em não fazer relação alguma com o ambiente físico existente para analisar os aspectos sociais.

Estou cada vez mais convencido de que a ciência antropossocial tem de articular-se na ciência da natureza, e de que esta articulação requer uma reorganização da própria estrutura do saber. (Morin, 1977 p. 13)

Neste sentido Morin (1977) propõe a teoria da complexidade que é um marco na ciência contemporânea para repensar a estrutura das pesquisas rompendo com os paradigmas, Sociedade x Natureza ou Física x Humana. Pois

Todo o conhecimento, mesmo o mais físico, sofre uma determinação sociológica. Existe em toda a ciência, mesmo na mais física, uma dimensão antropossocial. A realidade antropossocial projeta-se e inscreve-se precisamente no cerne da ciência física (Morin, 1977, p. 15)

Neste sentido essa pesquisa encaminha para um paradigma em que a leitura da realidade na sua totalidade é o caminho metodológico que irá e construir ao caminhar da pesquisa com vista a integralidade.

Opõe-se à concepção dita “metodológica”, na qual se reduz a receitas técnicas. O método cartesiano inspira-se num princípio fundamental ou paradigma. Mas aqui [no método complexo] a diferença reside precisamente no paradigma. Já não se trata de obedecer a um princípio de ordem (que exclui a desordem), de clareza (que exclui o obscuro), de distinção (que exclui as aderências, participações e comunicações), de disjunção (que exclui o sujeito, a antinomia, a complexidade) isto é, a um princípio que liga a ciência à simplificação lógica. Trata-se, ao contrário, a partir de um princípio de complexidade, de ligar o que estava disjunto (MORIN, [1977], p. 26).

Neste sentido a complexidade no campo ambiental trabalhada por Leff (2010) apresenta uma boa reflexão sobre a possibilidade de um avanço para além do positivismo e da dialética. Leff (2010) considera que:

Aprender a complexidade ambiental implica um processo de desconstrução e reconstrução do pensamento; remete-

nos às suas origens, à compreensão de suas causas; implica considerar os “erros” da história que se enraizaram em certezas sobre o mundo com falsos fundamentos; descobrir e reavivar a complexidade que foi “esquecido” com o surgimento da cisão entre o ser e o ente (Platão), do sujeito e do Objeto (Descartes), para apreender o mundo coisificando-o, objetivando-o, homogeneizando-o. Esta racionalidade dominante descobre a complexidade a partir dos seus limites, a partir da sua negatividade, a partir da alienação e da incerteza do mundo *economizado*, arrastado por um processo incontrollável e insustentável de produção (LEFF, 2010 p. 192).

Neste sentido é necessário questionar sobre os métodos que estão sendo utilizados se eles apresentam na contemporaneidade perspectivas para o avanço da ciência, assim Leff apresenta os problemas do positivismo e sobre a dialética no qual aponta que:

O materialismo dialético buscou estabelecer um método para unificar o pensamento e a matéria, é uma racionalidade capaz de fazer frente à lógica formal do positivismo lógico vistos como base epistemológica de uma política de dominação (Engels, 1968). Entretanto, também o pensamento dialético e sua apropriação pelo ecologismo de nosso tempo deverão ser questionados nesta desconstrução do logocentrismo que tem imperado na civilização que agora chega a seu limite, para que possamos construir uma nova racionalidade social fundada na complexidade ambiental (LEFF, 2010 p. 196).

Por outro lado, o que muito tem se discutido é a necessidade de fazer trabalhos usando a totalidade que para Leff (2010)

A categoria totalidade converteu-se no cavalo-de-tróia pelo qual a Ideia Absoluta foi reintroduzida no território

do materialismo dialético. Com a teoria geral dos sistemas (Von, Bertalanffy, 1968), vista como método transdisciplinar para articulação das ciências, a categoria totalidade perdeu seu sentido revolucionário. A teoria geral dos sistemas tendeu a um enfoque positivista ao desprender-se de suas bases ontológicas.

Desta forma Leff (2010 p. 200) propõe “a totalidade, vista como categoria epistemológica que nos permite apreender a complexidade, pode aplicar-se como princípio metodológico a diferentes ordens ontológicas”.

“Assim a perspectiva do ponto de vista do método a complexidade abre espaço para uma construção híbrida e a definição do método e que para Morin (1977 p. 25) o” método só pode formar-se durante a investigação; só pode desprender-se e formular-se depois, no momento em que o termo se torna um novo ponto de partida, desta vez dotado de método.

Para a constituição da Geografia física a complexidade apresenta como a possibilidade de caminho enquanto método, por apresentar a possibilidade de fazer um caminho inverso ao da fragmentação, até o presente momento enraizada dentro dos demais espectros do método, por outro lado no campo do pensamento filosófico a complexidade apresenta-se como teoria, sendo por muito chamada de pseudo método.

Um caminho para fora da caverna da Geografia física

O caminho para fora desta logica fragmentada não está na negação de sua existência nem na sua importância para a construção científica existente, mas por outro lado no reconhecimento das limitações existentes tanto no campo do

positivismo com da dialética e aceitar que há uma diversidade de possibilidade de análise que uma não exclui a outra, mas que por hora podem ser complementares para a leitura da realidade.

Isso para a Geografia quer dizer aceitar em uma mesma pesquisa fazer análise usando as categorias de análise concomitantemente sem problemas, lançar mão de usar o método positivista e a dialética juntos para que a análise possa conseguir enxergar com mais qualidade os ambientes pesquisados.

Nessa perspectiva e analisar um fóssil e compreender a importância deste material para compreensão do processo histórico, mas compreender que não se pode explicar a realidade ambiental atual somente pela análise do fóssil.

A Geografia física, mesmo estando com as suas bases no positivismo, pela sua proximidade com as diferentes a variáveis naturais, cria um cenário em que pode ser uma luz para que a geografia possa caminhar na direção de uma reformulação enquanto ciência, mas essa mudança não vindo, certamente conduzirá a Geografia física a uma técnica possível de ser recriada e reproduzida de forma automatizada.

Desta forma a sobrevivência da Geografia passa pela extinção da dualidade entre física e humana, pois esse processo se estrutura sobre um processo de fragmentação que tem se mostrado limitado nos diversos métodos.

Assim o processo de conexão do conhecimento é o caminho viável para romper com essas estruturas fragmentadas, e construção de uma perspectiva de conhecimento que se aproxime mais da realidade.

Referências

CARVALHO, Isabel Cristina de Moura. *Educação Ambiental: a formação do sujeito ecológico*. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

FEYERABEND, Paul. *Contra o Método*. 2. ed. São Paula: Unesp, 2003. Cesar Augusto Mortari.

JAEGER, Werner. *PAIDÉIA: A Formação do Homem Grego*. 6. ed. São Paulo: Editora Martins Fontes, 2013. 1433 p. Artur M. Parreira.

LEFF, Enrique. *EPISTEMOLOGIA AMBIENTAL*. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2010. 239 p.

LEFF, Enrique. *Saber Ambiental I: Sustentabilidade, Racionalidade, Complexidade, Poder*. 9. ed. Petrópolis: Vozes, 2012. Tradução de Lucia Matheil de Endlic Orth.

MORIN, Edgar. *O MÉTODO I. A NATUREZA DA NATUREZA*. 2 edição. 1977. Traduzido por Maria Gabriela de Bragança.

PORTO-GONÇALVES, Carlos Walter. *Os (des) caminhos do meio ambiente*. 5. ed. São Paulo: Contexto, 2005.

RISCOS AMBIENTAIS E SAÚDE: UMA ANÁLISE BIOGEOGRÁFICA DO CÓRREGO PIRAPITINGA – ITUIUTABA (MG)

*Rildo Aparecido Costa
Geresa Gonçalves Moura*

Introdução

Um dos maiores problemas socioambientais por qual a humanidade vem passando é a crescente escassez e a demanda por água potável. Esse problema está nas principais pautas de discussões de organizações internacionais nas últimas duas décadas, além de ser objeto de estudo do meio acadêmico para diversos estudos e pesquisas relacionados ao processo de degradação dos recursos hídricos mundiais.

Pode-se dizer que várias cidades brasileiras e mundiais são cortadas por cursos d'água, os quais sofrem diversas modificações, seja por obras de canalização ou por ser áreas de esgotamento de resíduos líquidos, tendo suas águas poluídas ou contaminadas por resíduos, tanto industriais quanto domésticos.

Portanto é notório que na atualidade praticamente não existe nenhum curso d'água que não tenha sofrido algum tipo de interferência ou modificação pelo homem. Como evidenciado por Borsoi e Torres (1997, p. 2):

A utilização da água nas diversas atividades humanas tem conseqüências muito variadas sobre o corpo d'água. O recurso hídrico pode ser usado com derivação de águas,

por exemplo, no abastecimento urbano e industrial, na irrigação, na aquíicultura etc., ou sem derivação de águas, como é o caso, em geral, da geração hidrelétrica, navegação fluvial, pesca, recreação, assimilação de esgotos etc.

O crescente processo da industrialização concentrada nas cidades, fenômeno verificado nos últimos anos, juntamente com a mecanização da agricultura, expulsou os pequenos proprietários de terra, ocorrendo assim, um rápido crescimento das cidades brasileiras que não foi acompanhado com a mesma rapidez pelo atendimento de infraestrutura. Esse processo de urbanização trás conseqüências desfavoráveis ao meio ambiente, como a falta de tratamento e disposição adequados para os efluentes e resíduos sólidos urbanos, distribuição de áreas de afluência de lençóis freáticos, indisponibilidade de água tratada e serviços de esgoto para os moradores, entre outros tantos.

Grande parte das cidades brasileiras não possui uma infraestrutura adequada, a ocupação urbana tem sido efetuada sem um planejamento adequado, o que acarreta problemas sociais, econômicos e ambientais. De acordo com Freitas (2003, p. 138), “problemas ambientais são, simultaneamente, problemas de saúde, uma vez que os seres humanos e as sociedades são afetados em várias dimensões”.

A necessidade de tais estudos decorre da degradação crescente do meio ambiente pelo homem, ao explorar exaustivamente os recursos naturais e ocupar de forma desordenada estes espaços, o que tem posto em risco a sua própria sobrevivência, seja pela escassez e inviabilização dos recursos hídricos, em conseqüência da poluição e contaminação da água e do solo, além da intensificação dos processos de erosão,

assoreamento, voçorocamento, deslizamentos e enchentes os quais tem causado impactos ambientais e sociais.

A aplicação de bioindicador (mais especificamente a *Anacharis canadensis*, popular Elódea) na pesquisa de qualidade da água desta bacia foi o método escolhido por ser eficaz na análise das condições ambientais dos cursos d'água, sendo também de fácil aplicação e economicamente viável.

Atualmente tais estudos têm sido cada vez mais comuns e de suma importância para o prognóstico e diagnóstico de impactos ambientais e de fragilidades nestes sistemas, além de fornecer subsídios para ações mitigadoras e para o planejamento do uso e ocupação urbana e rural, adequado destas áreas.

Este tipo de estudo em bacias também tem ganhado importância nos últimos anos, pois além de analisar vários componentes do meio físico natural e antrópico de maneira sistêmica, ele fornece uma perspectiva de análise mais detalhada devido à escala em que é aplicado.

Desde tempos primitivos o homem tem interferido no meio ambiente transformando-o de acordo com suas necessidades. Contudo, mesmo tendo atingido o atual estágio intelectual e tecnológico, o homem tem transformado de forma cada vez mais impactante os ecossistemas, e parece não compreender que o desequilíbrio ambiental coloca em risco sua própria existência.

Embora seja inevitável a interferência humana sobre o meio ambiente, os impactos poderiam ser menores e possíveis de mitigação se a exploração dos recursos naturais e a própria ocupação do espaço pelo homem se dessem de forma planejada, respeitando-se as limitações da natureza.

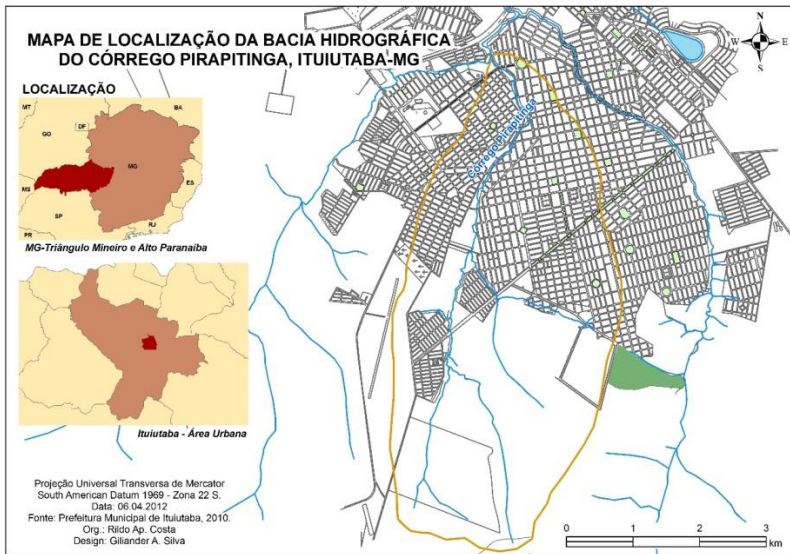
Portanto, a presente pesquisa teve como objetivo principal, analisar as condições ambientais e qualidade da água da bacia do Córrego Pirapitinga, localizada na área urbana de Ituiutaba – MG.

Caracterização da área de estudo

A área de estudo, a bacia do Córrego Pirapitinga, localizada no município de Ituiutaba, está inserida dentro desta lógica, pautada na ocupação do cerrado brasileiro (Figura – 1). Possui área de 2.587 Km². Geograficamente o município está distante 696 km da capital mineira Belo Horizonte. O perímetro urbano possui uma área aproximada de 24,2 km².

Em relação ao seu sítio urbano, Ituiutaba passou por uma série de mudanças, e por uma utilização desordenada dos recursos naturais, principalmente pela extração de rocha basáltica, utilizada na construção civil, e pela exploração de argila, tanto na área urbana como no meio rural. A cidade sempre foi conhecida na região pela sua produção de telhas e tijolos, portanto essa exploração da argila foi significativa nas décadas de 1980 e 1990.

Figura – 1: Localização da área de estudo



No tocante aos aspectos geológicos, o Córrego Pirapitinga faz parte da Bacia Sedimentar do Paraná, sendo esta representada por rochas das Formações Bauru e Serra Geral. A Formação Serra Geral é caracterizada, segundo Nishiyama (1989), pelas rochas efusivas de natureza básica e pequenas lentes de arenitos intercaladas aos derrames. Os derrames basálticos mais significativos são encontrados próximos aos vales dos principais cursos d'água, onde as camadas superiores sofreram processo de erosão.

As rochas da Formação Serra Geral afloram ao longo dos vales dos Rios Tijucu e São Lourenço, e dos Córregos São José e

Pirapitinga, (localizados na área urbana), sendo que a exposição dessa camada é o resultado de processo erosivo que atuou nas sequências sobrejacentes.

Os arenitos do Grupo Bauru ocupam as áreas superiores a 570m de altitude, localizando-se nas porções sul e sudeste da área urbana, diretamente assentada sobre o basalto da Formação Serra Geral.

Ao caracterizar o relevo regional, Del Grossi (1991) utiliza a denominação proposta por Ab'Sáber (1971) de “Domínios dos Chapadões Tropicais do Brasil Central” e por Mamede e outros (1983) de “Planalto e Chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná”, constituindo a sub-unidade Planalto Setentrional da Bacia Sedimentar do Paraná. Esta caracterização física indica que o relevo regional é resultado da evolução da Bacia do Paraná, mostrando-se relativamente homogêneo, cuja morfologia encontra-se caracterizada por chapadas.

Segundo Baccaro (1991), as formas desse relevo vêm sendo trabalhadas desde o período Terciário. No decorrer desses períodos, através de alterações climáticas e implicações tectônicas, o relevo regional sofreu extenso processo de pediplanação, laterização e dissecação (evidenciado por King, 1962 e Barbosa, 1970), resultando nas formas atuais.

Segundo a EMBRAPA (1982), existem no município de Ituiutaba os seguintes tipos de solos: Latossolo Vermelho-Escuro álico e distrófico, Latossolo Vermelho-Amarelo eutrófico, Latossolo Roxo distrófico, Glei Húmico álico e distrófico, Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico e Cambissolo.

A dinâmica atmosférica em está sob controle dos sistemas intertropicais. Esses sistemas de circulação ocasionam um clima tropical alternadamente seco e úmido.

As características climáticas regionais são reflexos da dinâmica da circulação atmosférica comandada pelas massas de ar que se estabelecem em toda porção sudeste do Brasil (DEL GROSSI, 1991). Dependendo da época do ano, o avanço de determinadas massas de ar sobre a região é responsável pelas alterações na temperatura e principalmente na umidade, desencadeando duas situações climáticas nitidamente diferentes: um período seco, que se estende de abril a setembro (representa 10% do total de chuvas), e outro, úmido e chuvoso, que vai de outubro a março (representando 90% do total pluviométrico).

O município de Ituiutaba apresenta temperatura média anual entre 20 e 22°C, com média nos meses mais frios girando em torno de 18°C. Com base na classificação internacional de Koeppen (1948), a região encontra-se caracterizada pelo clima tropical do tipo Aw.

Em relação à distribuição das precipitações, segundo a EMBRAPA (1982), as isoietas médias anuais para o município situam-se entre 1300 a 1700 mm, com 50% desses totais concentrados apenas nos meses de janeiro e fevereiro.

A variação das médias anuais das precipitações deve-se a compartimentação do relevo regional, determinada pela influência das elevações. Estas, quando se opõem frontalmente a direção da corrente de ar, produzem maior volume de precipitações enquanto que, do lado oposto, tendem a uma menor quantidade de chuva.

A umidade relativa do ar do município apresenta valor médio de 71,2%, sendo os meses de maior umidade relativa, dezembro e janeiro, e os meses com menor umidade relativa, agosto e setembro.

Estas condições climáticas por si só provocam um maior ressecamento, desagregação e diminuição da coesão aparente do solo, o que favorece o aparecimento de processos erosivos, uma vez que diante destes fatos o material superficial não oferecerá resistência e será levado especialmente nos meses chuvosos e quentes. Todavia, as primeiras chuvas com certeza terão impactos maiores, principalmente se ocorrer o processo de desmatamento.

Metodologia

A avaliação da qualidade ambiental de uma determinada bacia hidrográfica, principalmente de áreas urbanas, não poderá ser feita sem se levar em conta o todo, onde a sociedade aparece como um imperativo na determinação das condições qualitativas dos hidrotopos confinados ao longo desta extensão fluvial. De acordo com Viadana (1993), nesta perspectiva que se tem uma visão da unidade da ciência geográfica. Isto passa necessariamente pelas idéias de que um curso de água ou parte dele pode ser considerado o produto das interações da sociedade com a natureza.

A aplicação das técnicas empregadas nas diversas etapas desta pesquisa foi orientada na contagem de bolhas de O₂ pela atividade fotossintética, em segmento do Córrego Pirapitinga na cidade de Ituiutaba – MG. Com este parâmetro, pretende-se também, o reconhecimento da qualidade dos hidrotopos existentes na sucessão deste trecho fluvial.

A aferição do O₂ dissolvido na água do Córrego Pirapitinga no segmento fluvial objeto deste estudo, será efetuada

considerando o comportamento da *Anacharis canadensis* popularmente conhecida como Elódea.

Adotou-se a metodologia desenvolvida por Troppmair (1988), onde se sabe que sob condições ambientais diferentes, o tamanho das bolhas de O₂ produzidas por uma planta aquática permanente igual, varia, porém, o número de bolhas por unidade de tempo.

Baseado neste princípio desenvolveu-se esse trabalho as seguintes etapas:

- a) Retirou-se água fluvial em diferentes pontos e encheram-se recipientes de vidro de aproximadamente 10 cm de diâmetro por 10 a 15 cm de altura e um recipiente de vidro com solução de bicarbonato a 1% (utilizou-se água limpa para preparar a solução) que serviu como unidade de comparação ou aferimento;
- b) Cortou-se um ramo de Elódea (gênero *Anacharis canadensis*) de 06 a 08 cm de comprimento, prendendo na ponta um prego preso por um fio. Mergulhou-se esta planta com o corte para cima, com a solução de bicarbonato;
- c) Após rápida aclimação (poucos minutos) apareceram no corte as primeiras bolhas. Se estas foram muito numerosas e pequenas ou, ao contrário, poucas e grandes, fez-se novo corte ou substituiu-se a planta por outra até que haja uma média de 30 a 60 bolhas por minuto. Repete-se a contagem 04 a 05 vezes e calcula-se a média.
- d) Passou-se agora esta mesma planta para um vidro que contém água do manancial. Após a aclimação de aproximadamente 10 minutos aparecem as bolhas. Como antes, fez-se 04 a 05 medidas para calcular a média do número de bolhas por minuto;

- e) Posteriormente, repetiu-se a experiência com os outros frascos contendo a água colhida nos diferentes pontos do manancial;
- f) Compararam-se os resultados com os dados obtidos na solução bicarbonatada;
- g) Quanto maior for a quantidade de bolhas, melhor será a qualidade da água, pois a existência de substâncias tóxicas reduz de forma acentuada a fotossíntese de bolhas de oxigênio.

Referencial teórico metodológico

A presente pesquisa tem como fundamentação teórica a importância dos estudos das condições ambientais de bacias hidrográficas a partir da análise de bioindicadores da qualidade da água, da caracterização do meio físico e das formas de uso e ocupação do solo, além de abordagem sobre a relação saúde e ambiente.

Nota-se que nos dias atuais os estudos sobre riscos ambientais vêm sendo debatido por vários setores da sociedade na tentativa de se conceituar o termo risco e conseqüentemente poder apontá-los de forma mais precisa e confiável.

O termo “risco” origina-se do latim *resecum*, “o que corta”, derivado do verbo *resecare*, “ato de dividir, cortar separando”. Designava o estilete empregado pelos romanos para marcar as tabuletas de cera que eram usadas para escrever antes da adoção do papiro. Mais tarde, na época medieval, em linguagem náutica, *riscum* veio a significar “penhasco”, “perigo no mar”, “perigo oculto”, o que poderá explicar o conceito

estabelecido na teoria epidemiológica. (ALMEIDA-FILHO, 2008, p. 5).

Segundo (CASTRO, PEIXOTO E PIRES DO RIO, 2005), pode-se distinguir, inicialmente, três principais abordagens: a primeira está relacionada com a Geociências, com enfoque em processos catastróficos e rápidos, uma segunda abordagem que trata dos chamados riscos tecnológicos e sociais e uma abordagem empresarial e financeira.

O risco é uma categoria de análise associado à exposição a um determinado perigo, que pode levar uma dada sociedade a perdas e prejuízos, tanto de bens (perdas econômicas) como até mesmo da vida humana. O risco refere-se, contudo, à probabilidade de ocorrência de processos no tempo e no espaço e a maneira como estes processos afetam a vida humana (CASTRO, PEIXOTO E PIRES DO RIO, 2005).

Rocha (2005) define risco como a combinação da frequência (número de ocorrências de um acidente por unidade de tempo) com a consequência (impacto de um acidente nas pessoas, no ambiente e na propriedade) de eventos indesejáveis, envolvendo algum tipo de perda. Portanto, não se pode pensar em risco sem considerar alguém que corre risco, ou seja, a sociedade.

Em relação à gênese dos riscos, pode-se afirmar que sua capacidade de produzir danos existe em grande parte da história da sociedade. Nos dias atuais ele possui status de categoria de análise sendo objeto de investigação científica a partir de bases teóricas e conceituais.

A noção de “possibilidade de perdas”, intrínseca ao risco, possui uma dimensão espacial que pode ser desdobrada em vários aspectos. No que diz respeito à localização espacial ou mesmo à distribuição espacial dos riscos, fica evidente a princípio, a

existência nítida de uma concentração espacial de riscos nas cidades, ou mais precisamente, nos grandes centros urbanos. Isto se deve ao fato de constituírem o locus da produção e reprodução de processos produtivos e de um modo de vida que propicia a concentração da população, estimula a produção industrial, as relações comerciais e prestação de serviços. (CASTRO, PEIXOTO E PIRES DO RIO, 2005 p. 27).

A cidade abriga diversos usos, tais como: atividades sociais e meios de produção, produzidas por fluxos, circulação de pessoas e mercadorias, relações espaciais e circulações de decisões (CORRÊA, 1999). Nestes espaços contraditórios o risco ocorre principalmente em função de um uso e ocupação do solo que determinam situações de perdas potenciais ou efetivas.

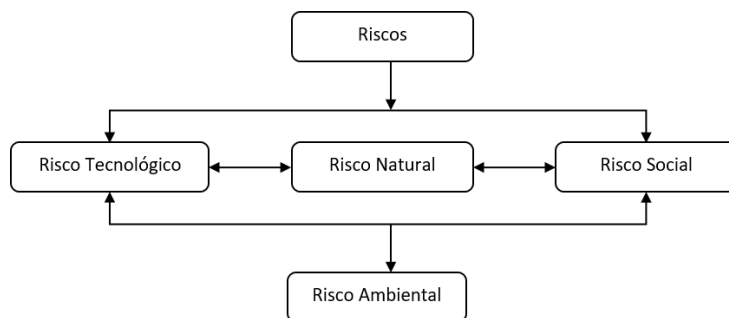
Deste modo, a apropriação e uso dos recursos naturais através de processos produtivos e a própria dinâmica dos processos da natureza e dos processos sociais tendem a gerar riscos à sociedade, relacionando-se à sua dinâmica socioespacial. (CASTRO, PEIXOTO E PIRES DO RIO, 2005 p. 27).

O risco ambiental nada mais é do que um processo que se estrutura no decorrer do tempo, não estando ligado somente aos eventos naturais ou catastróficos como acidentes industriais, grandes enchentes, etc. A evolução do risco é um somatório de processos em diferentes segmentos temporais e é uma produção do modo de vida moderna que faz parte do cotidiano das cidades nos dias atuais.

A análise de risco ambiental deve ser vista como um indicador dinâmico de várias relações, meio natural, sistemas produtivos e as condições humanas em um determinado lugar e momento. Portanto é importante que se considere o conceito de risco ambiental como a resultante de três categorias básicas:

Risco natural (associado às dinâmicas da paisagem em sua relação de instabilidade e estabilidade expresso pelo grau de vulnerabilidade a eventos, tais como enchentes, deslizamentos, processos erosivos, etc.), Risco Tecnológico (definido como o potencial de ocorrência de eventos danosos à vida, a curto, médio e longo prazo, em consequência das decisões de investimento na estrutura produtiva) e Risco Social (visto como resultante das carências sociais ao pleno desenvolvimento humano que contribuem para a degradação das condições de vida. Sua manifestação mais aparente está nas condições de habitabilidade, expressa no acesso aos serviços básicos, tais como água tratada, esgotamento de resíduos e coleta de lixo) (Egler, 1996). Como pode ser observado na figura abaixo.

Figura 2 – Fluxograma das categorias do risco ambiental



O risco ambiental não se distribui de forma aleatória entre os diversos grupos sociais, mas obedece aos padrões de desigualdade e segregação social que marcam a estruturação das cidades. Ou seja, são as populações menos favorecidas, por características de renda, escolaridade, cor, gênero, que residem ou utilizam os territórios de maior vulnerabilidade ambiental, o que as coloca numa situação de risco ao desastre ambiental, já que se sobrepõem vulnerabilidades sociais à exposição a riscos ambientais.

A utilização de bioindicadores na análise da qualidade da água de bacias hidrográficas é um método que vem sendo muito empregado em pesquisas nas últimas décadas.

Para Câmara (2002) apud Andrade (2010), o uso de bioindicadores é um dos métodos de avaliação da qualidade ambiental que fornece importantes informações sobre determinado ambiente ou recurso explorado para variados fins, como a água, o ar e outros. Andrade (2010) também afirma que:

Os bioindicadores são importantes para correlacionar com um determinado fator antrópico ou um fator natural com potencial impactante, representando importante ferramenta na avaliação da integridade ecológica (condição de “saúde” de uma área, definida pela comparação da estrutura e função de uma comunidade biológica entre uma área impactada e áreas de referência). (Andrade, 2010, p. 17.)

Pode-se encontrar na literatura vários conceitos para o termo bioindicadores. Apesar das diferenças conceituais, o uso destes está sempre voltado para a análise das condições de determinado ambiente.

Para Merico (1997) apud Andrade (2010) “são considerados bioindicadores os seres vivos que indicam precocemente a presença de modificações bióticas e abióticas de um ambiente.”

Conforme este conceito, os bioindicadores são seres que apresentam um comportamento atípico diante de mudanças no ecossistema onde vivem, demonstrando algum tipo de alteração das condições naturais ou impacto ambiental.

Segundo Buss, Baptista e Nessimian (2003) a aplicação de parâmetros biológicos na avaliação da qualidade da água baseia-se em respostas dos organismos em relação ao meio em que estão inseridos.

O estudo da qualidade ambiental da água de bacias e microbacias hidrográficas fundamentado em bioindicadores, por se basear no comportamento e distribuição da flora e fauna aquáticas, fornece indícios das condições desses ecossistemas e conseqüentemente permite aferir se a água apresenta condições propícias à ictiofauna e ao uso humano, podendo ser boa, em relação à sua potabilidade, ou prejudicial à saúde dos homens.

Na atualidade um dos assuntos de maior relevância é a saúde, onde a preocupação com o ambiente e sua relação com o homem se faz essencial. Nesse processo a Geografia Médica e a Geografia da Saúde exercem papel relevante, pois os aspectos sociais e ambientais são na maioria das vezes os grandes responsáveis pelos problemas que afligem a população.

Quando se fala em Saúde, normalmente é entendido como se isso fosse externo ao ambiente, mas não se pode esquecer que os problemas ambientais são problemas de saúde e que o sujeito (homem) faz parte desse contexto. E quando se tem o pensamento tradicional de homem externo a natureza tem-se “uma visão antropocêntrica que o coloca em uma relação desmedida de expropriação da natureza, ao não considerar-se parte dela.” (AUGUSTO, et al, 2005, p. 308).

E ainda segundo Lima e Guimarães (2007, p. 60), é importante,

[...] antes de tudo, compreender o processo de ocupação e organização do espaço geográfico pelas sociedades humanas em diferentes tempos e lugares para entender a manifestação das doenças. Essa compreensão é muito importante, porque pode permitir o entendimento da gênese e da distribuição das doenças, e assim estabelecer programas de vigilância ambiental em saúde. Este princípio já estava estabelecido em Hipócrates, o pai da Medicina e da Geografia médica.

Pessoa (1960, p.1), ao definir Geografia médica diz que,

Geografia médica tem por fim o estudo da distribuição e da prevalência das doenças na superfície da terra, bem como de todas as modificações que nelas possam advir por influência dos mais variados fatores geográficos e humanos.

Sendo assim, torna-se essencial o estudo dos fatores geográficos no aparecimento das doenças em uma comunidade, pois para que se possa conhecer o estado de saúde de uma determinada região é preciso valer dos estudos de geografia. E ainda é importante o estudo da evolução dessas doenças no decorrer dos anos para que se possa procurar meios de combatê-la.

Nesse sentido, percebe-se que Meio Ambiente e Saúde está no centro das discussões, seja em páginas de jornal, revistas, livros, artigos e documentários nas televisões. Alguns autores (Philipp Júnior, 2005; Pickenhayn, 2008; Nogueira, 2008; Nossa

2008; Ribeiro, 2006; Mota, 2005; Freitas, 2006, dentre outros) pesquisam o tema, pois o mesmo é desafio a ser superado pela gestão e para a formulação de políticas públicas que venham contribuir com a melhoria da qualidade de vida das populações. Assim percebe-se que o campo da saúde ambiental está sendo amplamente debatido, a fim de despertar a população da importância do ambiente na saúde das pessoas. E segundo o Ministério da Saúde (2007, p. 18),

O campo da saúde ambiental compreende a área da saúde pública, afeita ao conhecimento científico e à formulação de políticas públicas e às correspondentes intervenções (ações) relacionadas à interação entre a saúde humana e os fatores do meio natural e antrópico que a determinam, condicional e influenciam, com vistas a melhorar a qualidade de vida do ser humano sob o ponto de vista da sustentabilidade.

Assim a saúde ambiental tem como objetivo criar práticas de saúde que visem proporcionar as populações alternativas e práticas que promovam a saúde e a prevenção de doenças, assegurando a defesa do ambiente e saúde, criando “espaços saudáveis”.

E o reconhecimento da importância do contexto socioambiental, em que está inserida a vida cotidiana é fundamental para provocar mudanças na busca de espaços saudáveis, o que vem a contribuir para a melhoria da qualidade de vida.

Desse modo, para se propor e recomendar políticas públicas, é necessário ter um conhecimento do meio físico no qual a cidade, com todas as suas edificações está inserida. Nesse sentido o olhar geográfico oferece uma contribuição significativa para o (re) conhecimento socioespacial urbano. E nesse contexto,

os trabalhos locais (estudo do solo, qualidade da água, habitações, dentre outros) podem conduzir a adoção de ações em Saúde Ambiental, que vá de encontro a necessidade da população local.

Assim a Saúde Ambiental tem como desafio promover uma melhor qualidade de vida nas cidades. E nesse contexto, a habitação se mostra importante na construção da saúde humana e ambiental, e deve ser entendida como determinante da saúde da população.

A saúde ambiental vem, portanto, apresentar um desafio ao impacto da cultura de nosso tempo na produção de doenças e nas práticas da medicina. (LEFF, 2008, p. 311).

Desse modo, percebe-se que a Saúde Ambiental abrange diversos campos do conhecimento e, nesse sentido a geografia exerce um papel importante, pois seu “olhar” é capaz de perceber fatores que só a medicina não seria capaz.

Resultados e discussões

A quantidade de matéria orgânica presente nos corpos d'água depende de uma série de fatores incluindo todos os organismos que aí vivem os resíduos de plantas e animais carregados para as águas e também o lixo e os esgotos nela jogados. Se a quantidade de matéria orgânica é muito grande a poluição das águas é alta e uma série de processos vão ser alterados. Haverá muito alimento à disposição e conseqüentemente proliferação dos seres vivos. Vai haver maior consumo de oxigênio que ocasionará a diminuição de Oxigênio dissolvido provocando a mortalidade de peixes. É difícil se

restabelecer o equilíbrio se os processos poluidores não são controlados.

Os principais componentes de matéria orgânica encontrados na água são proteínas, aminoácidos carboidratos, gorduras, além de ureia, surfactantes e fenóis. Os microorganismos desempenham diversas funções de fundamental importância para a qualidade das águas. Participam das diversas transformações da matéria nos ciclos biogeoquímicos como o do N, P, S, Hg, C e da água.

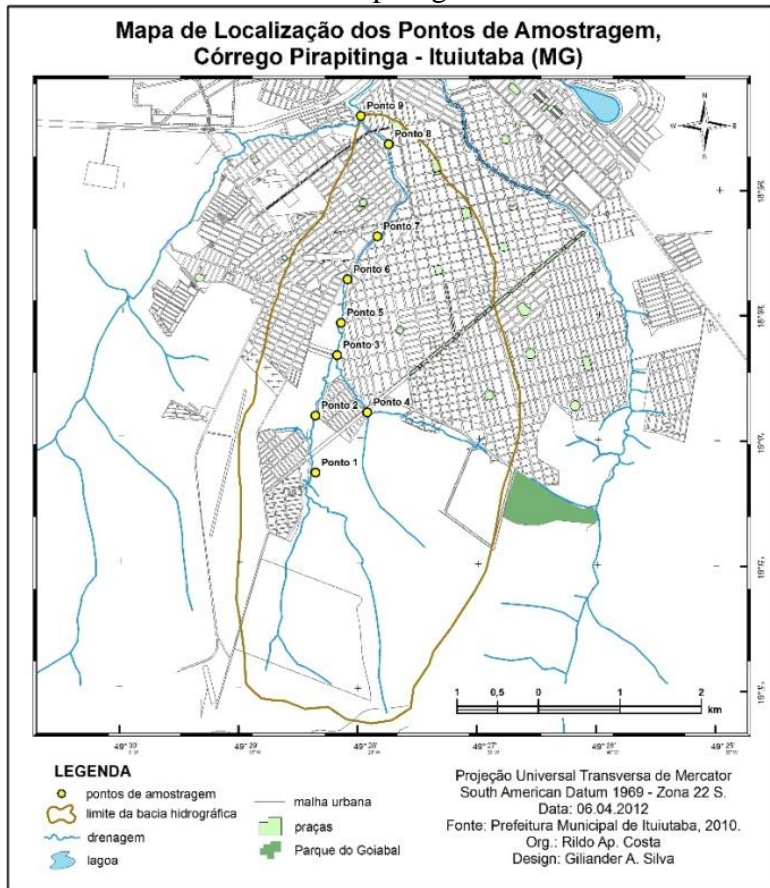
Outro aspecto de grande relevância em termos de qualidade biológica da água é a presença de agentes patogênicos e a transmissão de doenças. A detecção dos agentes patogênicos, principalmente bactérias, protozoários e vírus, em uma amostra de água é extremamente difícil, em razão de suas baixas concentrações. Portanto, a determinação da potencialidade de um corpo d'água ser portador de agentes causadores de doenças pode ser feita de forma indireta, através dos organismos indicadores de contaminação fecal do grupo dos coliformes. Os coliformes estão presentes em grandes quantidades nas fezes do ser humano e dos animais de sangue quente. A presença de coliformes na água não representa, por si só, um perigo à saúde, mas indica a possível presença de outros organismos causadores de problemas à saúde.

Os principais indicadores de contaminação fecal são as concentrações de coliformes totais e coliformes fecais, expressa em número de organismos por 100 ml de água. De modo geral, nas águas para abastecimento o limite de Coliformes Fecais legalmente tolerável não deve ultrapassar 4.000 coliformes fecais em 100 ml de água em 80% das amostras colhidas em qualquer período do ano.

Pode-se apontar 3 grandes grupos de doenças causadas por poluição da água: Por ingestão da água contaminada (Cólera, Disenteria Amebiana, Disenteria Bacilar, Febre Tifóide, Gastroenterite, Giardise, Hepatite infecciosa, Leptospirose, Paralisia infantil e Salmonelose); Por contato com água contaminada (Escabiose - doença parasitária cutânea conhecida como Sarna - , Verminoses, tendo a água como um estágio do ciclo e Esquistossomose); Por meio de insetos que se desenvolvem na água (Dengue, Febre Amarela, Filariose e Malária). Cólera, febre tifóide e paratifóide são as doenças mais frequentemente ocasionadas por águas contaminadas e penetram no organismo via cutâneo - mucosa como é o caso de via oral.

Por meio de contagem de bolhas de oxigênio produzidas pela *anacharis cadadensis* (conhecida popularmente por Elódia) nas amostras de água coletadas no córrego Pirapitinga obteve-se os seguintes resultados:

Figura 3: Pontos de coleta das amostras de água no Córrego Pirapitinga.



Ponto 1

Neste ponto de coleta de água observou-se uma área em processo de degradação. É nessa área que a Prefeitura Municipal de Ituiutaba está construindo um lago artificial urbano. Foi detectado a quase ausência de mata ciliar e nas suas margens o pisoteio do gado, fazendo aparecer diversos sulcos e ravinas. Sua profundidade neste trecho é de aproximadamente 20 cm, de uma coloração escura devido a presença de matéria orgânica originária dos solos de veredas.

O comportamento da produção de oxigênio pela *anacharis cadadensis* aproximou-se de 40 bolhas por minuto, indicando uma boa quantidade de bolhas produzidas. Esse resultado deve-se principalmente pelo baixo índice de esgoto doméstico lançados nessa área, devido ser uma área pouco habitada.

Ponto 2

Esta área de coleta localiza-se entre dois bairros, possui um vale bem encaixado e percebe-se a presença de mata ciliar somente na sua margem esquerda, porém com presença de uma vegetação secundária. Os sulcos e ravinas são observados apenas na margem direita, ligados principalmente pela falta da mata ciliar. Não se observou, nesta área, o lançamento de esgoto. O comportamento da produção de oxigênio pela *Elódia* foi de aproximadamente 36 bolhas por minuto, indicando uma boa oxigenação na água.

Demonstrou-se que, apesar de suas características ambientais não estarem bem preservadas, ainda não se tem uma degradação significativa da água, pois o lançamento de esgoto não se faz presente.

Ponto 3

Neste ponto observou-se a presença de vários pontos de erosão linear, causando o assoreamento de várias partes desse trecho. Uma das causas desse assoreamento é a falta da mata ciliar, além do uso intensivo das margens para criação de gado e o uso das vertentes para o cultivo de hortaliças. Em relação à produção de bolhas de oxigênio observou-se a produção de 28 bolhas por minuto, demonstrando uma boa produção de oxigênio neste ponto.

Observa-se que a produção de oxigênio é mais baixa que o ponto anterior, evidenciando a presença de poluentes e contaminantes na água do córrego. Principalmente devido a criação de gado e da produção de hortaliças.

Ponto 4

Nota-se a presença de lodo e algas nas margens do córrego neste trecho. Mata ciliar inexistente e foi detectado a presença de vários pontos de sulcos e ravinas, como a vertente é bem encaixada pode-se, em um futuro próximo, surgir voçorocas.

Em relação à produção de bolhas, notou-se 22 bolhas por minuto, evidenciando uma área onde a degradação ambiental está atuante, através do uso e ocupação intensivo dessa vertente.

Ponto 5

A água coletada neste ponto apresentou uma coloração quase que totalmente transparente, demonstrando uma boa luminosidade, o que permitiu visualizar o fundo do córrego. Foi possível observar vários pontos de descarga de esgoto clandestino

jogados no leito do córrego, fazendo com que o impacto causado fosse significativo. Não se observou a presença de peixes nessa parte do córrego.

No teste realizado com a água, a *Anacharis canadensis* produziu uma média de 13 bolhas por minuto, o que significa que o teor de oxigênio dissolvido é muito baixo para essa área.

Esse teor de oxigênio baixo pode ser causado pela presença do esgoto in natura nas águas do córrego. Este tipo de impacto ambiental tem que ser coibido pelos órgãos públicos competentes, pois podem causar várias doenças de veiculação hídrica.

Ponto 6

As características apresentadas pela água neste ponto foram a turbidez média, coloração acinzentada, e baixa luminosidade, dificultando a visualização em certa profundidade.

Para a amostra coletada neste local, a planta indicadora *Anacharis canadensis* produziu uma média de 20 bolhas por minuto, demonstrando uma baixa quantidade de oxigênio presente na água.

Pode-se dizer que isto se deve à poluição e contaminação por esgoto lançado a céu aberto. O fato de ser um ambiente de água parada também contribui para esta menor taxa de oxigênio.

Ponto 7

As águas apresentam uma turbidez média, coloração cinza claro e luminosidade média, mas que permite visualizar o fundo do leito devido a sua pouca profundidade. Foi detectado a presença de esgotamento sanitário clandestino no local, contribuindo para a baixa quantidade de oxigênio.

Na análise da amostra coletada neste ponto, a planta *Anacharis canadensis* produziu uma quantidade média de 13 bolhas por minuto, que indicou que este meio tem baixo teor de oxigênio. Outra evidência desse fato é que não foi encontrado nenhum peixe nas proximidades deste ponto.

Ponto 8

Neste ponto de coleta a água apresenta baixa turbidez, coloração levemente acinzentada e luminosidade razoável. O canal possui 1,30 de largura e 70 centímetros de profundidade.

A *Anacharis canadensis* produziu em média 20 bolhas por minuto, indicando que a quantidade de oxigênio presente na água é relativamente baixa, porém, sendo superior a do ponto anterior.

Ponto 9

Neste ponto, a água é levemente turva, possui um tom acinzentado e boa luminosidade, permitindo visualizar nitidamente o fundo do leito.

Na análise da amostra coletada nesse local a *Anacharis canadensis* produziu uma média de 16 bolhas por minuto, indicando uma baixa quantidade de oxigênio dissolvido na água desse trecho do córrego.

Este baixo índice de oxigênio pode estar relacionado à contaminação por esgoto clandestino e por agrotóxicos das lavouras que estão bem perto do córrego Pirapitinga.

Considerações finais

Com base nos resultados das análises realizadas com a planta indicadora *Anacharis canadensis* (popular Elódea) ficou evidente que na bacia do Córrego Pirapitinga, de modo geral, o teor de oxigênio dissolvido nas águas é muito baixo.

Estes baixos índices de oxigênio dissolvido na água podem estar relacionados principalmente com a presença de lançamento de esgotos clandestinos, bem como do lixo que atinge tal curso d'água, o que agrava mais ainda a qualidade deste hidrotopo.

A presença do gado bovino nas APPs próximas dos cursos d'água em toda a extensão da bacia e nas nascentes é outra agravante para os processos de compactação dos solos hidromórficos, redução da umidade destes ambientes, do desencadeamento de processos erosivos e solapamento das margens dos canais, que também contribuem para o assoreamento.

Por ser uma bacia hidrográfica quase que totalmente urbana, à população ribeirinha, que é mais vulnerável, pode estar em risco, principalmente no que tange às doenças de veiculação hídrica.

A preocupação maior, nesta localidade estudada, do poder público tem que ser com relação à saúde dos moradores ribeirinhos, pois é notório o risco à saúde que essa população está

exposta. Há a necessidade urgente de coibir o lançamento de esgoto clandestino e a deposição dos resíduos sólidos ao longo de toda a sua margem.

Portanto, é urgente a proposição de políticas públicas que sanem estes problemas e que busque uma sustentabilidade maior para a área em questão. Propõe aqui a criação de um parque lençol ao longo das margens do Córrego Pirapitinga para que a população possa desfrutar e conservar o local que é de suma importância para o município de Ituiutaba.

Referências

AB´SABER, A. N. Contribuição à geomorfologia da área dos cerrados. In Simpósio sobre o Cerrado. São Paulo, EDUSP: 97 – 103, 1971.

ANDRADE, Hélio Pinheiro. *Análise Cientométrica Global em Bioindicadores: Um Panorama das Tendências entre os anos 1998 a 2007*. 2010. 85 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Saúde, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2010. Disponível em: <<http://www.cpgss.ucg.br/ArquivosUpload/2/file/MCAS/H%C3%A9lio%20Pinheiro%20de%20Andrade.pdf>> Acesso em 04 ago. 2011.

BACCARO, C. A. D Unidades geomorfológicas do Triângulo Mineiro – Estudo Preliminar. *Sociedade e Natureza*, Uberlândia, v. 3, nº 5 e 6, p. 37 – 42, jan/dez. 1991.

BARBOSA, O. *Geologia da região do Triângulo Mineiro*. Rio de Janeiro, Ministério das Minas e Energia, DNPM, 1970.

BORSOI, Zilda Maria Ferrão; TORRES, Solange Domingo Alencar. A política de recursos hídricos no Brasil. *Revista do BNDES*, Rio de Janeiro, v. 4, n. 8, dez. 1997, p. 143-166. Disponível em: <http://www.bndespar.com.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/revista/rev806.pdf> Acesso em: 10 mai. 2011.

BUSS, Daniel F.; BAPTISTA, Darcílio F.; e NESSIMIAN, Jorge Luiz. Bases conceituais para a avaliação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 19 (2): 465-473, mar-abr, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csp/v19n2/15412.pdf> > Acesso em 20 jun. 2011.

DEL GROSSI, S. R. As características regionais da natureza. De Uberabinha a Uberlândia: os caminhos da natureza. São Paulo: Tese de Doutorado – FFLCH/USP, 1991.

Egler, C. A. (1996a). *Risco Ambiental como critério de Gestão do Território: uma aplicação à Zona Costeira Brasileira*. Território, 1(1), 31-41.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA/
EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS.
Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do triângulo Mineiro. Rio de Janeiro: SNLCS/EMBRAPA, 1982.

KOEPPEL, W. *Climatología*. México-Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica, 1948.

NISHIYAMA, L. Geologia do município de Uberlândia e áreas adjacentes. *Sociedade e Natureza*. Uberlândia, v.1, nº 1, p. 9 – 15, jun. 1989.

NISHIYAMA, Luiz ; PACHECO, Carlos Eduardo Pereira . Análise da Altimetria dos Basaltos da Formação Serra Geral na Região do Triângulo Mineiro utilizando técnicas de geoprocessamento como subsídio para caracterização de atividades tectônicas recentes.. *Revista Horizonte Científico*, Uberlândia - MG, v. Único, p. 1-22, 2002. Disponível em: <http://www.geografiaememoria.ig.ufu.br/downloads/Luiz_Nishiyama_Analise_da_altimetria_dos_topos_de%20basaltos_da_formacao_Serra_Geral_na_regiao.pdf> Acesso em 13 jul. 2011.

PROJETO RADAMBRASIL–PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO NACIONAL. *Levantamento de recursos naturais. Rio de Janeiro*: Ministério das Minas e Energia/Secretária Geral, v. 31, (folha SE. 22 Goiânia), 1983.

SANTOS, L. ; BACCARO, C. A. D. . Caracterização Geomorfológica da Bacia do rio Tijuco. *Caminhos da Geografia* (UFU. Online), Uberlândia, v. 11, p. 1-22, 2004. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/viewFile/10135/6004>> Acesso em 05 Abr. 2011.

TROPMAIR, H. *Biogeografia e Meio Ambiente*. Rio Claro: Divisa, 2004. p. 205.

TROPMAIR, H. *Metodologias simples para pesquisar o Meio Ambiente*. Rio Claro: edição do autor, 1988. p. 232.

VIADANA, A. G. *Estudo biogeográfico da Anacharis canadensis (pop. Elódea) na avaliação da qualidade ambiental do Ribeirão Claro em área do município de Rio Claro (SP)*. Rio Claro: Edição do autor, 1996. p. 68

AMEAÇAS A EXTENSÃO TERRITORIAL DO PARQUE DO GOIABAL NO MUNICÍPIO DE ITUIUTABA/MG: UMA ANÁLISE ENTRE OS ANOS 2015 Á 2017

*Jonathan Fernando Costa Alves
Silvanio de Cássio da Silva
Rafael Martins Mendes*

Introdução

As Unidades de Conservação (UCs) são áreas cujas extensões territoriais estão protegidas por Leis Federais brasileiras e dependendo de sua categoria uma UC pode ser utilizada de forma sustentável como, por exemplo, os parques, que são áreas públicas da qual a sociedade pode fazer uso como práticas de lazer, turismo, recreação, desenvolvimento de pesquisas, entre outros.

A preservação das UCs é garantida por lei porém é possível observar em casos onde as UCs estão localizadas no perímetro urbano são impactadas por queimadas, os desmatamentos e o descarte de resíduos sólidos em locais inadequados ameaçando a conservação das UCs.

Grande parte das pessoas sabem que as UCs são áreas protegidos por Lei e visando garantir a conservação destes locais, existem punições as pessoas que infringirem as normas impostas, entretanto, uma questão que poucos conhecem é que as áreas em volta destes espaços também constituem territórios de proteção

garantidos por lei, neste sentido, as zonas de amortecimento é o foco principal desta investigação.

Existem UCs no território brasileiro em que as normas que garantem a conservação não são cumpridas, principalmente quando se analisa a regulamentação das atividades exercidas nas zonas de amortecimento, causando assim impactos que põem em risco a existência e a preservação das UCs.

Não fugindo desta realidade, o Parque do Goiabal localizado na área urbana do Município de Ituiutaba/MG, é uma Unidade de Conservação que sofre vários impactos negativos que põe sua conservação em risco, sendo a pressão promovida pela expansão urbana sobre a área, um dos principais problemas encontrados .

O Parque Municipal Dr. Petrônio Rodrigues Chaves, popularmente conhecido como Parque do Goiabal, está localizado na porção sul da cidade de Ituiutaba e se trata de uma Unidade de Conservação Municipal. O parque foi criado em 1977 mas só foi inaugurado em 1º de maio de 1986, com o objetivo de resguardar os atributos excepcionais da natureza da região, proteger integralmente a flora, a fauna e demais recursos naturais e ser utilizado para objetivos educacionais, científicos, recreativos e turísticos.

Este trabalho visa abordar o descumprimento da legislação que garante a conservação deste território, no período de 2015 á 2017, dando ênfase na ocupação da área que deveria ser a zona de amortecimento do parque, território cuja conservação é garantida por lei.

Caracterização da área de estudo

Localizado na porção sudeste da área urbana do Município de Ituiutaba (Mapa 1), o Parque Doutor Petrônio Rodrigues Chaves, popularmente conhecido como Parque do Goiabal, foi fundado com base na lei Nº 1826, de 24 de agosto de 1977, que rege as seguintes considerações:

A Câmara Municipal de Ituiutaba decreta e ou sanciona a seguinte lei: Art.1º- Fica o poder executivo autorizado a criar o Parque Municipal do Goiabal, situado às margens da Rodovia MI-02, no local denominado “chácara do Goiabal”, pertencente ao patrimônio municipal, com área de 31,2976 hectares [...]. (PREFEITURA MUNICIPAL DE ITUIUTABA, 1977, p. 1).

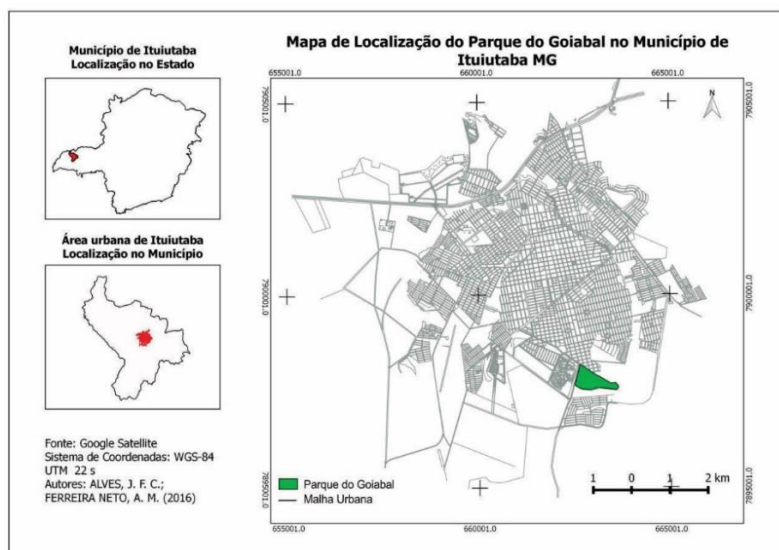
Apesar da lei ter sido sancionada no ano de 1977, o Parque só foi fundado no dia 1º de maio de 1986 com uma extensão total de 48.400 m². Esta área foi declarada como reserva florestal a partir do dia 28 de julho de 2005 com base na lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965, em seus artigos 16 e 44 reserva florestal, constando os seguintes parâmetros:

Artigo 14 da Lei Florestal nº 14. 309 de 19 de julho de 2002 determinam que a floresta ou forma de vegetação existente, com área de 48.400 m², na totalidade da propriedade, compreendida nos limites abaixo indicados, fica gravada como de utilização limitada não podendo nela ser feito qualquer tipo de exploração a não ser mediante autorização do IEF [...] (INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS, 2005, p.3).

Quanto à vegetação do Parque é possível observar a presença de um número vasto número de espécies de portes

distintos desempenhando papéis importantes para a área, tais como: servir de abrigo e produzir alimentos para os animais; proteger o solo de influências climáticas como o sol e a chuva; gerar matéria orgânica; influenciar no equilíbrio climático da área; provocar aeração do solo com a força das raízes aumentando assim a quantidade d'água que infiltra na área, além de diminuir o escoamento superficial; e segurar o material particulado amenizando possíveis efeitos erosionais.

Mapa 1: Localização do Parque do Goiabal



Foi possível obter informações que contribuíram para a compreensão do histórico de apropriação e ocupação do Parque Goiabal, num relato um antigo frequentador. Nas décadas de 1980 e 1990 o lugar recebia várias pessoas visando a prática do lazer e também entretenimento, uma vez que as instalações / infraestrutura contemplavam um pequeno zoológico, sendo este um dos principais atrativos, mas com o passar dos anos o parque deixou de receber investimentos do poder público e -a ausência de uma gestão eficiente contribuiu para o abandono deste lugar, tanto pelo poder público, quanto pela população.

Atualmente, o parque é utilizado principalmente por estudantes e pesquisadores da FACIP/UFU, para desenvolvimento de pesquisas, também sendo utilizado por grupos de escoteiros, soldados do exército que fazem treinamentos na área, e praticantes de atividades físicas ao ar livre

Metodologia

Para a elaboração desse trabalho foram seguidos os seguintes passos:

a) levantamento de artigos, dissertações, teses e livros sobre as temáticas território e Unidades de conservação, bem como a verificação das leis que regem sobre essas áreas;

b) trabalhos de campo com o intuito de caracterizar e analisar a área de estudo;

c) utilização de imagens de satélite utilizando o software GoogleEarth, assim como o uso do SIG QGIS v. 2.8 para o mapeamento da área;

d) conversa com moradores próximos a área para obter informações sobre o local estudado.

Referencial teórico

Visando elaborar uma discussão teórica que embasasse o referente trabalho, o respectivo referencial teórico foi dividido em duas partes. A primeira tem o objetivo de abordar o assunto território e sua conceituação, já a segunda parte destina-se a discutir os parâmetros ligados as Unidades de Conservação, bem como as leis que as protegem, além de uma pesquisa de gabinete, onde foi feito o levantamento sobre as pesquisas realizadas no Parque do Goiabal, em seguida, foram elencadas obras que trabalham os processos erosivos e seus impactos, os processos erosivos no ambiente urbano, a importância das unidades de conservação e suas características, e por último a influência antrópica sobre o meio ambiente e suas implicações.

Território: conceitos e definições

Para embasar a discussão sobre o território é extremamente necessário compreender outros dois conceitos que reforçam o entendimento da temática, que são o espaço geográfico e o conceito de fronteira.

Segundo diversos pontos de vista, o espaço geográfico ora está associado a uma porção específica da Terra, identificada pela natureza, pelas marcas que a sociedade ali imprime, ora como referência à simples localização, situando-se

indiscriminadamente em diferentes escalas como a global, continental, regional, estadual, a escala da cidade, do bairro, da rua e, até, de uma casa apenas (CORRÊA, 1995, p. 15).

Desta forma podemos destacar que o espaço geográfico contém relações sociais, políticas e econômicas, logo é real e historicamente construído tendo o urbano e a cidade como expressão material destas ações.

As práticas sociais apresentam uma diversidade, assim como uma complexidade, produto de uma dialética entre a relação sociedade natureza, assim como em outros casos a imposição de um poder maior do contexto social sobre o natural.

Na visão de Santos, (1988, p. 28) o espaço geográfico é “um conjunto indissociável de sistemas de objetos (fixos) e de ações (fluxos) que se apresentam como testemunhas de uma história escrita pelos processos do passado e do presente”, identificam-se, assim, como categorias do espaço, os objetos, formas ou fixos criados pelo homem ou naturais. Os primeiros são os prédios, as barragens, as estradas de rodagem, os portos, as indústrias, os hospitais, as plantações, e outros. Os objetos naturais são os rios, montanhas, árvores, praias e planícies, etc. As ações, funções ou fluxos referem-se aos movimentos, à circulação de pessoas, mercadorias e ideias.

O espaço como construção social, segundo Santos (1988) tem como elementos constitutivos: os homens; o meio ecológico como a base física do trabalho humano; as infraestruturas, materialização do trabalho humano em formas; as “firmas”, responsáveis pela produção de bens, serviços, ideias e as instituições encarregadas de produzir normas, ordens e legitimações (Santos, 1988, p. 6).

Pode-se considerar, ainda, que a construção do espaço geográfico é uma contingência histórica do processo de reprodução social, geradora da necessidade de organização econômica e social e de um determinado ordenamento espacial. No processo de construção do espaço geográfico, a vivência e a percepção são dimensões essenciais e complementares, como fenômenos que consolidam os aspectos subjetivos associados a este.

Sendo assim existe na sociedade uma dificuldade muito grande de entender o ambiente natural, que impregnado do olhar capitalista é visto tão somente como espaço ocioso, por este motivo a dificuldade do ser social humano de entender as delimitações de fronteiras de áreas naturais como parques.

A fronteira é vista como marco delimitatório de uma Nação, Estado, um município, uma propriedade, uma área e até mesmo da fronteira virtual que é o caso da internet na contemporaneidade.

Fronteiras podem ser compreendidas como componente espacial dentro de uma área, com possibilidade de múltiplas transformações dada a dinâmica econômica, social e cultural, podendo ser considerado um avanço a estas fronteiras ações decorrentes da ocupação do espaço, o uso indevido de recursos, e a ocupação espacial desordenada.

O conceito de território não é exclusivo da Geografia, tendo sido utilizado e desenvolvido em diversos campos do conhecimento como a Antropologia, a Sociologia, a Ciência Política, a Ecologia, entre outros, por isso vale a pena um breve resgate da história de sua formulação. Inspirado nos estudos da biologia dos naturalistas, do final do século XVIII, o território está ligado inicialmente à vida de uma espécie, onde esta

desempenha todas as suas funções vitais ao longo do seu desenvolvimento.

A irregularidade da malha urbana devido a expansão desordenada, expressa por ocupação de áreas por ações irregulares fomentam o desrespeito a leis e limites territoriais, suprimindo assim territórios ambientais legalmente regularizados.

Na geografia, pode-se identificar duas grandes matrizes do termo território: a primeira, jurídico política deriva da geografia política clássica e estabelece uma ligação vital entre Estado e território; a segunda etológica, considera que a territorialidade humana é análoga à animal e está na base da constituição de territórios.

Apesar de ser um conceito central para a geografia, território e territorialidade, por dizerem respeito à espacialidade humana, têm certa tradição também em outras áreas, cada uma com um enfoque centrado em uma determinada perspectiva. Enquanto o geógrafo tende a enfatizar a materialidade do território, em suas múltiplas dimensões (que deveria incluir a interação sociedade-natureza), a ciência política enfatiza sua construção a partir de relações de poder (na maioria das vezes, ligada à concepção de Estado); a economia, que prefere a noção de espaço à de território, percebe-o muitas vezes como um fator locacional ou como uma das bases da produção (enquanto 'força produtiva'); a antropologia destaca sua dimensão simbólica, principalmente no estudo das sociedades ditas tradicionais; a sociologia o enfoca a partir de sua intervenção nas relações sociais, em sentido amplo; e a psicologia, finalmente, incorpora-o no debate sobre a construção da subjetividade ou da identidade pessoal, ampliando-o até a escala do indivíduo (HAESBAERT, 2006, p. 37).

A melhor tradução do conceito de territorialidade para as sociedades humanas é a de Robert Sack (1986), segundo a qual “...a territorialidade em seres humanos é melhor compreendida como uma estratégia espacial para afetar, influenciar, ou controlar recursos e pessoas, pelo controle de uma área; e, como territorialidade pode ser ativada e desativada.” (SACK, 1986, 1). A territorialidade estaria assim intimamente ligada ao modo como as pessoas utilizam a terra, como elas próprias se organizam no espaço e como elas dão significado ao lugar. A territorialidade de Sack está vinculada às relações de poder, como uma estratégia ou recurso estratégico que pode ser mobilizado de acordo com o grupo social e o seu contexto histórico e geográfico.

Haesbaert (2004) considera fundamental que:

[...] busque superar a dicotomia material/ideal que envolve cada uma das matrizes do conceito de território anteriormente referidas, encarando o território de forma integrada, envolvendo, ao mesmo tempo, a dimensão espacial material das relações sociais e o conjunto de representações sobre o espaço. Ele aponta duas possibilidades para a definição de território nos dias atuais: admitir vários tipos de territórios que coexistiriam no mundo contemporâneo, dependendo dos fundamentos ligados ao controle e/ou apropriação do espaço, isto é, territórios políticos, econômicos e culturais, cada um deles com uma dinâmica própria, ou trabalhar com a ideia de uma nova forma de construirmos o território, se não de forma “total”, pelo menos de forma integrada.

Unidades de Conservação: histórico e legislação

- Representadas pela sigla UCs as Unidades de Conservação da Natureza são áreas naturais do território nacional destinadas à proteção, conservação ou preservação, atributos de relevante interesse ecológico instituído pelo Poder Público, nas esferas municipal, estadual ou federal, com base em Leis e Decretos, administradas por um ou mais órgão gestores (SATHLER, 2005).

Para a União Mundial para a Conservação da Natureza (UICN), as Ucs são entendidas como “uma área terrestre e/ou marinha especialmente dedicada à proteção e manutenção da diversidade biológica e dos recursos naturais e culturais associados, manejados através de instrumentos legais ou outros instrumentos efetivos” UICN (1994, apud MEDEIROS, 2006).

- Apesar destas atuais definições de Ucs, as primeiras sociedades humanas já delimitavam áreas com o intuito de preservar seus atributos naturais, atividade esta, que evoluiu ao longo da história (MILLER, 1997). Essa intenção de preservar determinadas áreas vem de acordo com a necessidade de uso imediato e futuro dos recursos envolvendo animais, água pura, planta medicinais e outras matérias-primas, além de ocorrerem em espaços que preservam mitos e foram palcos de ocorrências históricas (MILLER, 1997).
- Em território brasileiro as UCs são conduzidas pela Lei nº 9.985(BRASIL, 2000, art. 2) e compreende que é:

- Espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção (BRASIL. Lei nº 9.985, 2000, art. 2).

As Unidades de Conservação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) se dividem em dois grupos, sendo eles o grupo das Unidades de Proteção Integral e as Unidades de Uso Sustentável (BRASIL. Lei nº 9.985, 2000, art. 7).

O Artigo 8 da Lei nº 9.985 define que fazem parte das Unidades de Proteção Integral: I – Estação Ecológica; II – Reserva Biológica; III – Parque Nacional; IV – Monumento Natural; V – Refúgio da Vida Silvestre. Já o artigo 14 referente a mesma lei salienta que o grupo das Unidades de Uso Sustentável é formado por: I – Área de Proteção Ambiental; II – Área de Relevante Interesse Ecológico; III – Floresta Nacional; IV – Reserva Extrativista; V – Reserva de Fauna; VI – Reserva de Desenvolvimento Sustentável; VII – Reserva Particular do Patrimônio Natural (BRASIL. Lei nº 9.985, 2000, art. 8 e 14).

Os parâmetros criados pela SNUC foram fundamentais para a expansão das UCs no território brasileiro, o fator capaz de comprovar essa afirmativa foi a totalidade dessas áreas federais e estaduais mais que dobraram após uma década da instituição da SNUC (MEDEIROS e YOUNG, 2011).

Problemas ligados a delimitação, fiscalização, gestão e regulamentação das Ucs no Brasil são fatores que vão auxiliar a existência de impactos nessas zonas de proteção, fazendo com

que as áreas de Unidades de Conservação deixem de exercer seu principal papel que é a preservação da vida:

- Existe a projeção de um cenário alarmante para os parques nacionais brasileiros, dentre os principais problemas estão as sérias questões fundiárias, desmatamentos, queimadas, falta de pessoas e deterioração de instalações (COSTA et al, 2011).
- É importante ressaltar que não somente o limite territorial das UCs são protegidos por lei, mas também seu entorno, regulamentando as atividades próximas a estas áreas, visando diminuir possíveis impactos sobre elas. Neste sentido, Costa et al (2011) enfatiza que:

Do ponto de vista da legislação ambiental, a importância da interface entre as Ucs e o seu entorno, aparecem registrados na resolução CONAMA no 13/90 e depois na Lei do SNUC (Lei Federal nº 9985/2000), que determina que todas as unidades de conservação, com exceção das APAs e RPPNs, tenham a sua “zona de amortecimento” definida. Entretanto, poucos planos de manejo efetivamente a definem e a consideram no processo de planejamento e gestão de seus recursos naturais. (COSTA et al, 2011, p. 4).

As zonas tampão ou zona de amortecimento tem a finalidade de filtrar os impactos negativos de atividades externas as UCs, tais como: ruídos, poluição, espécies invasoras e avanço da população humana sobre as áreas protegidas (MILLER, 1997).

Uma importante etapa do processo de criação de uma UC é a definição de sua categoria, segundo o MMA essa escolha deve ser feita com base nos estudos técnicos que abordam a caracterização biológica, a caracterização do meio físico e o potencial para visitação pública da área, assim como a

caracterização socioeconômica do município. Após a obtenção desses dados os técnicos deverão propor a categoria mais apropriada para a UC (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2010)

A área destinada a criação de um parque deve ter suas condições naturais conservadas e atrair o público que visa desfrutar desses ambientes, onde são permitidas atividades de recreação, lazer, piquenique, além de passeios e fica a critério do órgão gestor a cobrança de ingressos para os visitantes terem acesso à essas áreas, no entanto os recursos arrecadados com a bilheteria devem ser utilizados na manutenção da unidade, vale ressaltar que o parque criado pelo poder público municipal é denominado Parque Natural Municipal (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2010).

As Unidades de Conservação são espaços de suma importância para a preservação de componentes bióticos e abióticos, preservando áreas que mantem resquícios naturais dos biomas, vale ressaltar que estas áreas não podem ser vistas como um “empecilho” ou um problema de cunho administrativo ou de insegurança para a população e o poder público, pois, podem ser utilizadas tanto para fins recreativos quanto científicos e asseguram que as gerações futuras também possam fazer uso destes espaços.

Resultados

Apesar de ser um território protegido por Leis Federais é possível observar, por meio dos trabalhos de campo realizados, que o Parque do Goiabal é palco de diversos problemas ligados à sua conservação e gestão, dentre eles pode-se elencar: o acúmulo

de lixo dentro do parque e em suas adjacências, assim como a pressão por parte da ocupação que ocorre às suas margens, onde algumas propriedades avançam sobre seu território.

De acordo com Alves (2017,p16):

O ambiente urbano é palco de diferentes impactos socioambientais que afetam o equilíbrio dinâmico dos processos naturais, ocasionando impactos oriundos da degradação dos recursos naturais, afetando assim de forma negativa a vida de todos os seres vivos ligados a esses ambientes. Entre os diversos impactos ambientais podem-se destacar aqueles que atingem os solos, sendo exemplificados por erosões, contaminação e perda de fertilidade. Todos afetam tanto as terras agrícolas quanto as áreas com vegetação natural e pode ser considerado, desta forma, um dos mais importantes problemas ambientais dos nossos dias.

Ainda que o Artigo 14 da Lei Florestal nº 14. 309 de 19 de julho de 2002 garanta a proteção de toda a extensão territorial do Parque do Goiabal, não é mencionado nada no documento sobre a proteção das áreas adjacentes ao parque, onde deveria estar imposta a zona de amortecimento que visa diminuir a ação dos impactos existentes nas proximidades sobre o parque.

No ambiente urbano as ameaças a integridade das UCs são resultado de um processo de ocupação de áreas naturais que sobrepe a lógica da conservação, fato este, que tem uma maior ocorrência nas grandes cidades possuidoras de áreas naturais, onde o pensamento urbanístico privilegiou a ocupação destas áreas que terminou por degradá-las (SIMON, 2005).

Embora o Parque do Goiabal seja um território protegido por lei, seu marco delimitatório, ou seja, sua fronteira, não é estática, uma vez que foi possível observar, a partir de trabalhos

de campo realizados anteriormente, o avanço das propriedades localizadas nas áreas onde deveria existir a zona de amortecimento sobre o parque (figura 1).

Figura 1: Avanço de uma propriedade vizinha sobre a área do parque



Fonte: ALVES, J. F. C. (2015).

A falta da regulamentação da área de amortecimento do parque pode ser extremamente prejudicial a conservação de sua biodiversidade, uma vez que existem propriedades localizadas junto ao limite de abrangência da vegetação do parque, havendo a criação de animais domésticos como porcos, galinhas, gansos, entre outros (figura 2), podendo transmitir doenças aos animais selvagens que vivem na área.

Figura 2: Criação de animais junto às margens do Parque do Goiabal



Fonte: ALVES, J. F. C. (2015)

Com base nos trabalhos de campo realizados na área também foi possível observar que o parque sofre pressão por parte da ocupação que ocorre às suas margens, onde algumas propriedades avançam cada vez mais em direção ao Goiabal (figura 25), ocasionando a retirada de vegetação nativa, e assim, impactando negativamente a biota existente na área.

O limite territorial do Parque do Goiabal não é demarcado com clareza, pois, a cerca que o delimita não está presente em toda a sua extensão, nestes locais a fronteira é definida pela existência da vegetação, que delimita visualmente o território do parque e as áreas ao seu redor (figura 3).

Figura 3: Margens do Parque do Goiabal sem a existência de uma cerca de delimitação



Fonte: ALVES, J. F. C. (2015)

Ao conversar com um morador vizinho ao Parque o mesmo relatou a existência de conflitos entre os donos das propriedades localizadas junto ao parque e o poder público, pois, segundo o morador algumas dessas propriedades estão em situação irregular e caso haja o mando do poder público as mesmas poderão ser desapropriadas, por ocuparem um território de maneira ilegal.

No interior do Parque, próximo ao seu limite com o Bairro Tupã existe a presença de uma voçoroca que foi, em partes, aterrada para que fosse realizado um processo de terraplanagem e, posteriormente foram inseridos próximo a área postes de rede de energia elétrica, uma via não pavimentada às margens do Parque e novos terrenos que poderão receber residências com o

passar do tempo, aumentando assim a área de habitação do Bairro Tupã e consequentemente a pressão sobre o parque.

Outro fator preocupante em relação ao aterro é que sobre parte de sua estrutura existe uma casa que está sendo construída (figura 04), com o auxílio de uma trena métrica foi possível fazer a medição entre o término do aterro e a casa, que está a nove metros de distância das margens do mesmo.

Figura 04: Proximidade da casa sobre o aterro com o Parque do Goiabal.



Fonte: Elaborado por: Jonathan F. Costa Alves (2016).

É importante ressaltar que ao longo da extensão do parque existem áreas sem a presença de cerca ou alambrado que separa o Limite do Parque com o Bairro Tupã, dificultando assim o entendimento sobre a real área do Parque do Goiabal e contribuindo para que as propriedades avancem em sua direção.

Conclusão

Por ser uma Unidade de Conservação cuja proteção de seu território é garantida por lei o Parque do Goiabal não deveria ser palco de problemas ligados a delimitação de sua área, entretanto a realidade não é essa, uma vez que, a ocupação às margens do parque, onde deveria existir sua zona de amortecimento, é realizada de maneira irregular e seu território é suprimido pelo avanço das propriedades vizinhas.

Neste sentido, os problemas apontados põem em risco a existência, e a finalidade de conservação do meio ambiente que é o maior motivo de sua existência. Seria importante a atuação do poder público visando garantir o cumprimento da legislação e atuando para que a área passe a ser regularizada conforme os parâmetros estabelecidos pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação.

O avanço das propriedades em direção ao território do Parque do Goiabal causa conflitos, principalmente de âmbito jurídico, visto que, a área é ocupada de forma que os parâmetros legais não estão sendo cumpridos. Neste sentido, é importante que haja atuação do poder público de maneira que o conflito seja resolvido da melhor maneira.

É fundamental que haja o trabalho de conscientização da sociedade por parte do poder público, principalmente as comunidades que habitam os entornos das UCs, sobre a importância da existência destas áreas de proteção, para que as pessoas passem a zelar e preservar por estes espaços.

A ocupação desmedida das áreas adjacentes ao parque, local que deveria existir a zona de amortecimento da área, causa vários riscos a conservação de sua biodiversidade, desde a

supressão de sua área, até a morte de plantas e animais. É fundamental que haja uma fiscalização mais presente na área para que haja coerção em relação a esses problemas que podem se agravar caso aumente ainda mais o número de propriedades às margens do parque.

Referências

ALVES, Jonathan Fernando Costa. *Impactos Socioambientais e Monitoramento de Feição Erosiva no Parque do Goiabal* - Município de Ituiutaba/MG. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Faculdades Integradas do Pontal, Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, 2017.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 19 jul. 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9985.htm. Acesso em: 28 mar. 2017.

CORRÊA, Roberto Lobato. Espaço, um conceito-chave da Geografia. In: CASTRO, Elias de; GOMES, Paulo César da Costa; CORRÊA, Roberto Lobato. (org.). *Geografia: Conceitos e Temas*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. p.15-48.

COSTA, Rogério Haesbaert da. *O Mito da Desterritorialização: do "fim dos territórios" à multiterritorialidade*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

COSTA, Nadja Maria Castilho; COSTA, Vivian Castilho; VALIM, Cíntia Bahiense; SOUZA, Ana Carolina Cardoso

Carracena de; SALES, Antônio Carlos de Gois. Significado e importância da zona de amortecimento de unidades de conservação urbanas: o exemplo do entorno das áreas legalmente protegidas da cidade do Rio de Janeiro. *Geo UERJ*, Rio de Janeiro, v. 1, n. 17, p. 95-104, 2011. DOI: <https://doi.org/10.12957/geouerj>. Disponível em: <file:///C:/Users/Usuario/Desktop/1298-5050-1-PB.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2017.

MEDEIROS, Rodrigo. Evolução das tipologias e categorias de áreas protegidas no Brasil. *Ambiente & Sociedade*, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 41-64, jan/jun 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1414-753X2006000100003>. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/asoc/v9n1/a03v9n1.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2017.

MEDEIROS, Rodrigo; YOUNG; Carlos Eduardo Frickmann. *Contribuição das unidades de conservação brasileiras para a economia nacional: relatório final*. Brasília: UNEP-WCMC, 2011.

MILLER, K. R. Evolução do conceito de áreas de proteção – oportunidades para o século XXI In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO. *Anais...* Curitiba: IAP – UNILIVRE, 1997, v. I, p. 3-21.

MONKEN, Maurício. *Desenvolvimento de tecnologia educacional a partir de uma abordagem geográfica para a aprendizagem da territorialização em vigilância da saúde*, 2003. 170 f. Tese (Doutorado) - Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <https://thesis.iciet.fiocruz.br/pdf/monkenmd.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2017.

OLIVEIRA, João Carlos Costa. *Roteiro para criação de unidades de conservação municipais*. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2010.

RATZEL, Friedrich. El territorio, la sociedad y el Estado. In: JIMÉNEZ, Julio Muñoz; ORTEGA, Nicolás; MENDOZA, Josefina Gómez. (org.). *El pensamiento geográfico. Estudio interpretativo y antología de textos - De Humboldt a las tendencias radicales*. Madrid: Alianza Editorial, 1982, p. 1-16.

SACK. Robert David. **Human Territoriality: its theory and history**. Cambridge: Cambridge University Press, 1986.

SATLHER, Evandro Bastos. *Conselhos de unidades de conservação do Rio de Janeiro: entre o consultivismo e o deliberalismo na gestão participativa de áreas naturais protegidas*. 2005. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em sociologia e Direito. Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2005.

SIMON, Alba. Conflitos na conservação da natureza: o caso do parque Estadual da Serra da Tiririca. *Confluências*, Niterói, v. 4, p. 27-36, 2005. DOI: <https://doi.org/10.22409/conflu4i1.p234>. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/confluencias/article/view/34305/19706>. Acesso em: 01 abr. 2017.

ANÁLISE ESPACIAL DA COBERTURA VEGETAL DA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE ITUIUTABA – MG

*João Victor Freitas Silva
Laiane Cristina de Freitas
Emmeline Aparecida Silva Severino*

Introdução

Os ambientes urbanos se desenvolvem, inicialmente, sobre um determinado meio “natural” que se altera na medida em que a cidade se dinamiza e cresce. A expansão urbana desenfreada por que passaram as cidades brasileiras nesses últimos 50 anos, resultante, em boa parte, do êxodo rural, desenhou o perfil da nossa população urbana atual (FERREIRA *et al*, 2003).

Nas grandes e médias cidades, o crescimento econômico tem levado à expansão do capital industrial e imobiliário, o que tem provocado o aumento da malha urbana e a elevação do contingente populacional (BELIZÁRIO, 2014). De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010), o Brasil ultrapassou a marca de 84% de pessoas que residem em áreas urbanas.

Nas últimas décadas este processo de expansão tem se dado de forma acelerada e, habitualmente, “desordenada”. Estas circunstâncias, associadas a um planejamento urbano ineficaz, atingem principalmente a presença de cobertura vegetal nas

ciudades, interferindo nos parâmetros de qualidade de vida da população.

Nos centros urbanos a presença da vegetação é algo extremamente importante, principalmente quando se refere à amenização dos impactos advindos do processo de urbanização. Essa cobertura vegetal representa um elemento essencial capaz de proporcionar benefícios à saúde da população, estabelecendo um equilíbrio da temperatura do ambiente, da umidade do ar e do aumento de áreas sombreadas que propiciam um conforto térmico, melhorando a saúde física e mental de toda a população (CABRAL, 2013).

Além de seus inúmeros benefícios e funcionalidades ambientais, a vegetação, sobretudo a de grande porte, também é capaz de proporcionar um aumento na valorização e na manutenção dos espaços urbanos, apresentando-se como um dos principais indicadores de qualidade de vida.

O conhecimento das áreas de cobertura vegetal (tanto em termos quantitativos quanto qualitativos) e sua distribuição espacial no ambiente urbano tornam-se ainda mais importantes quando relacionados à estudos que buscam explorar as suas potencialidades e investigar o grau de interferência antrópica que há sobre elas.

Neste sentido, diversas pesquisas estão sendo realizadas tendo como foco principal a importância da análise de cobertura vegetal, visando o monitoramento do comportamento da vegetação através da utilização de dados de sensoriamento remoto e de técnicas de processamento digital de imagens que permitem o mapeamento de áreas vegetadas, bem como uma análise temporal da sua supressão.

Este monitoramento da vegetação, a partir dos sistemas de informações geográficas (SIG) e de imagens de satélite, torna-se uma importante ferramenta quando relacionada ao fornecimento de informações sobre os diferentes aspectos das paisagens urbanas.

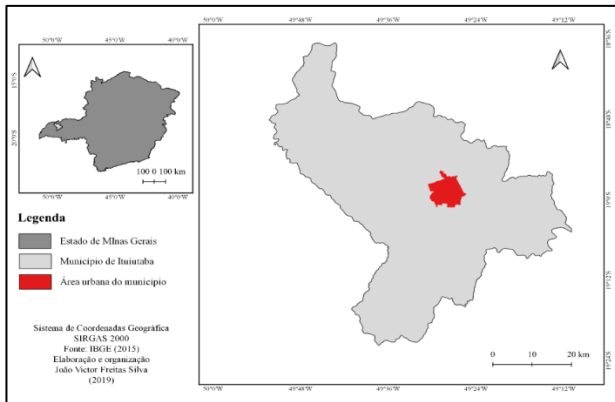
Desta forma, levando em consideração a relevância da cobertura vegetal para o equilíbrio da dinâmica ecológica dos centros urbanos, o presente estudo teve como objetivo fazer uma análise espacial da cobertura vegetal da área urbana de Ituiutaba (MG) a partir da composição do índice de cobertura vegetal por bairros da cidade.

Área de estudo

O Município de Ituiutaba/MG está localizado na porção oeste da Mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, mais especificamente na microrregião de Ituiutaba, situado entre os paralelos 19°22' e 18°35' de latitude Sul e os meridianos 49°10' e 49°52' a Oeste de Greenwich (carta 01).

O mesmo possui como área de unidade territorial 2.598,046 km², dos quais aproximadamente 50,8 km² são de área urbana, e uma população estimada em 104.671 habitantes segundo projeções do IBGE (2019), sendo esta uma cidade que exerce importante papel em sua microrregião geográfica, principalmente pelas suas atividades econômicas e por seus equipamentos urbanos.

Carta 01: Localização do Município de Ituiutaba/MG



Org.: SILVA, J. V. F. (2019)

Este apresenta temperatura média anual entre 20 e 22°C, com média nos meses mais frios girando em torno de 18°C. Em relação a sua vegetação o mesmo possui, em quase toda sua área, o Cerrado stricto sensu. Entretanto, podem ser encontradas também, nas áreas mais baixas as veredas, e nas partes mais altas o Cerradão (COSTA, 2011).

O município é circundado por duas grandes bacias hidrográficas principais, a do Rio Tijuco e a do Rio da Prata. Além outras bacias menores compõem a sua rede hidrográfica. Segundo Baccaro (1991) ressalta que este se localiza na unidade morfoestrutural da Bacia Sedimentar da Paraná. Sua formação geológica é caracterizada por unidades litoestratigráficas constituída dos arenitos da Formação Marília e Adamantina pertencentes ao Grupo Bauru e dos basaltos da Formação Serra Geral do grupo São Bento.

Obtenção dos dados cartográficos e geoespaciais

Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizadas as bases cartográficas no formato *shapfile* do limite da área municipal, urbana e dos bairros de Ituiutaba, disponíveis no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Foi feito, também, a elaboração da camada correspondente à malha urbana, através de imagens de satélite e do *software Quantum GIS*.

A base cartográfica do limite da área urbana do município também foi utilizada para recortar as imagens do satélite Landsat 8, adquiridas no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), correspondentes à área de estudo. As imagens do Landsat 8 são da órbita 221 e ponto 73, do dia 14 de julho de 2019.

Classificação das imagens de satélite

Com as imagens já coletadas, foi feita a aplicação do cálculo do NDVI (Normalized difference Vegetation Index) afim apresentar o índice de vegetação da área de estudo. Para tanto, foram utilizadas as bandas 5 - Infravermelho Próximo e a banda 4 – Visível Vermelho. As bandas escolhidas são mais afetadas pela absorção da clorofila encontrada na vegetação.

O NDVI foi calculado a partir destas bandas, utilizando a calculadora raster presente no *software QGIS*, através da equação descrita por Jensen (1996), (equação 1):

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$$

(1)

Em que:

NDVI é o índice de Vegetação por Diferença Normalizada;

NIR é a refletância no comprimento de onda correspondente ao Infravermelho Próximo (0,76 a 0,90 μm);

R é a refletância no comprimento de onda correspondente ao Vermelho (0,63 a 0,69 μm).

A fórmula da equação acima é realizada em cada pixel, respectivamente nas bandas dos canais vermelho e infravermelho próximo. Os valores do NDVI oscilam de -1 a 1, sendo que quanto mais próximo de 1, maior a densidade da cobertura vegetal. Valores negativos ou próximos de 0 indicam áreas de água, edificações, solo nu, etc. (COSTA, SOUZA FILHO e RISSO, 2007).

Elaboração do Índice de Cobertura Vegetal (ICV)

Após o mapeamento e o cálculo do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada, calculou-se o Índice de Cobertura Vegetal (ICV) por bairros da cidade de Ituiutaba, através da equação proposta por Silva (2016), (equação 2):

$$ICV=CVSV/ASC$$

(2)

Onde:

ICV é o valor do índice de cobertura vegetal para cada bairro;

CVSV é a área, em m², de cobertura vegetal presente em cada bairro; e

ASC é a área, em m², de cada bairro.

Os valores resultantes do cálculo de Índice de Cobertura Vegetal foram relacionados aos parâmetros propostos pela Organização das Nações Unidas (ONU) que, segundo Borges, Marim e Rodrigues (2012), sugerem um índice acima de 30% de cobertura vegetal em áreas urbanas como de alta qualidade ambiental e, caso seja inferior a 5%, como de baixa qualidade ambiental e semelhante a regiões desérticas (Quadro 1).

Quadro 1: Índice de cobertura vegetal, segundo a ONU

ÍNDICE DE COBERTURA VEGETAL (ICV)	
Residentes em áreas com cobertura vegetal suficiente para garantir uma qualidade de vida alta (ICV>30%).	Condição Boa
Residentes em áreas com cobertura vegetal suficiente para garantir uma qualidade de vida razoável (5%<ICV<30%).	Condição Regular
Residentes em áreas com cobertura vegetal insuficiente para garantir uma qualidade de vida razoável (ICV<5%).	Condição Ruim

Fonte: Adaptado de SILVA (2016, p. 84)

Resultados e discussão

Por volta de 1820, o relevo, onde atualmente encontra-se implantada a cidade de Ituiutaba/MG, começou a ser ocupado por meio do processo de povoamento do território brasileiro (ocorrido no século XIX) impulsionado pela agropecuária tradicional e pela chegada de forasteiros na região hoje denominada como Triângulo Mineiro (NASCIMENTO e MELO 2010).

Na época, dois sertanejos, conhecidos como Joaquim Antônio de Moraes e José da Silva Ramos, com o intuito de adquirir novas terras, chegaram ao local no qual se encontrava o

primeiro núcleo de povoamento do atual município (IBGE, 2010).

De acordo com Chaves e Vieira Neto (2016), esse pequeno povoado recebeu o nome de São José do Tijuco por meio da formação de um patrimônio religioso marcado pela edificação da primeira capela em 1832.

Após a segunda metade do século XIX, a pequena povoação passou a receber uma série de benefícios, como, por exemplo, o primeiro sistema de serviço de água em 1875 e os traçados das primeiras ruas em 1883 (CHAVES e VIEIRA NETO, 2016).

No ano de 1890 já possuía por volta de 5.037 habitantes e, em 1901, Ituiutaba foi reconhecida oficialmente como sede do município (cidade) com o nome de Vila Platina. No ano de 1915, a cidade passou a se chamar Ituiutaba, nome concedido por Delfim Moreira, que na época era o governador de Minas Gerais (CHAVES e VIEIRA NETO, 2016).

O reconhecimento da cidade veio, em maior proporção, somente na década de 1950, quando a sua Microrregião geográfica passou a ser caracterizada pelas suas especificidades em relação à agricultura e pecuária. Devido a estruturação de sua rede urbana, Ituiutaba passa, nesta década, a ser uma cidade polo, um centro de referências, em relação à prestação de serviços como tecnologia, informação e educação (MOURA e DAMASCENO, 2011).

Entre as décadas de 1950 e 1960 a cidade, já com a formação dos primeiros bairros, se destacou em relação ao

crescimento econômico e a expansão territorial, devido ao período que ficou conhecido como "ciclo do arroz".

A cidade de Ituiutaba era a que mais cultivava arroz, algodão, cana, feijão e milho, por isso o seu desenvolvimento é superior às outras cidades da microrregião e, desta forma, ela acaba recebendo mais investimentos privados e públicos, que geram um crescimento destacado para o município (MOURA e DAMASCENO, 2011).

Esse processo acarretou em um maior desenvolvimento socioeconômico, o que fez com que Ituiutaba se integrasse, juntamente com outros municípios, ao crescente processo de urbanização brasileiro (FOLI *et al*, 2014).

Foi neste mesmo período, entre as décadas de 1950 e 1970, que ocorreu o maior crescimento da cidade, tanto em relação à malha urbana e quanto ao número populacional, correspondendo a um total de 12 e 18 bairros respectivamente para cada década (MOURA e DAMASCENO, 2011).

Nos anos seguintes, Ituiutaba continua a se desenvolver progressivamente, apresentando um crescimento demográfico contínuo e, conseqüentemente, recebendo maiores investimentos voltados aos setores de infraestrutura urbana e aos aspectos sociais, econômicos e culturais, apresentando, atualmente, pouco mais de 60 bairros.

No município, desde o ano de 1820 até os dias atuais, a ocupação do solo vem causando mudanças significativas em sua dinâmica natural. Essas mudanças, muitas vezes decorrentes da retirada da vegetação natural influenciam, direta e indiretamente, no meio ambiente e na qualidade de vida da população local.

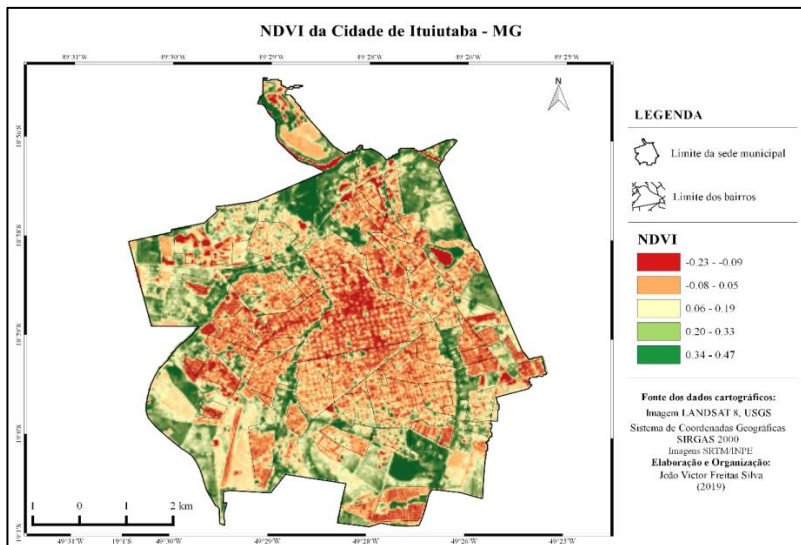
Essa crescente atuação do homem sobre o meio ambiente, expressa pelo processo expansão da malha urbana da Cidade de Ituiutaba, tem sido responsável por profundas transformações em sua cobertura vegetal.

A Carta 02 mostra as composições dos valores do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada para a cena extraída das bandas (4 e 5) do satélite Landsat-TM8. A partir da análise da imagem gerada foi possível analisar a condição da vegetação natural na área urbana do município em questão.

Os resultados obtidos apontam que os valores negativos, relacionados às áreas com a ausência de cobertura vegetal (referentes às áreas mais urbanizadas, aos corpos hídricos e ao solo nu), estão concentradas na parte central da cidade, enquanto os valores positivos, relativos aos locais com uma maior densidade, encontra-se nas áreas periferias do perímetro urbano. Nota-se, então, que os maiores índices de cobertura vegetal encontram-se distribuídos em pontos extremos nos limites da área urbana.

A partir da imagem do NDVI e da composição falsa cor, foram destacadas as áreas vegetadas da Cidade de Ituiutaba (carta 03), buscando diferenciá-las dos demais aspectos. A área urbana do município, até o período atual, conta com um total de 65 bairros. Através da distribuição espacial da cobertura vegetal foi possível observar que a cidade em questão apresenta, em alguns pontos, um déficit em relação à extensão de suas áreas vegetadas.

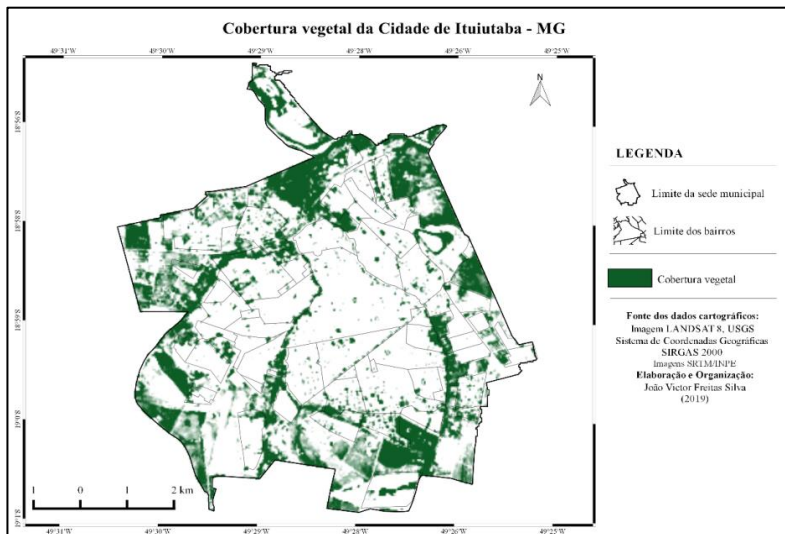
Carta 02: NDVI da Cidade de Ituiutaba/MG



Org.: SILVA, J. V. F. (2019)

Salienta-se que a presença da vegetação nos meios urbanos proporciona melhorias, principalmente, no que se refere à amenização dos impactos do processo de urbanização, processo cujo planejamento é normalmente inadequado (QUEIROS e RIBEIRO, 2013). Na cidade de Ituiutaba a retirada dessa cobertura arbórea, associada ao ambiente urbano, acaba acarretando em diversos problemas que podem afetar diretamente e/ou indiretamente a saúde da população residente no local.

Carta 03: Cobertura vegetal da Cidade de Ituiutaba/MG



Org.: SILVA, J. V. F. (2019)

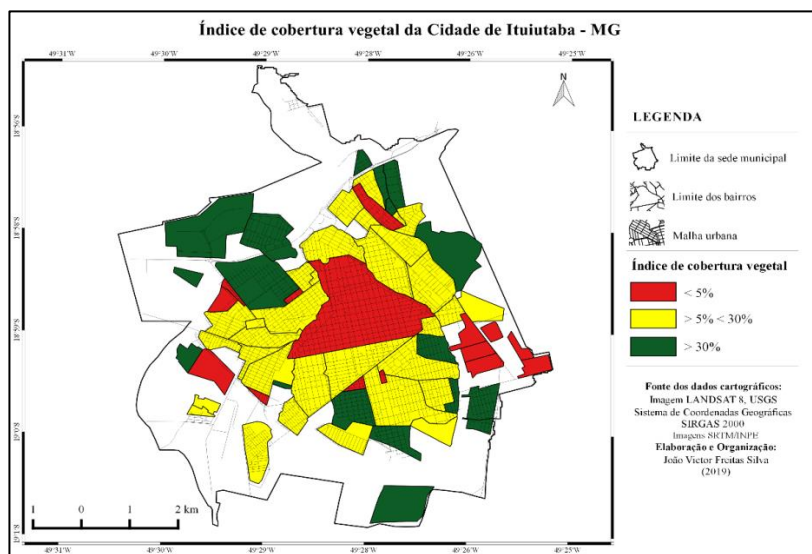
A avaliação da área urbana de Ituiutaba, através das imagens de satélite, resultou em um dado que indica uma cobertura arbórea de, aproximadamente, 19.217.685 m², correspondente a 37,7 % da área total da cidade.

Em relação aos valores aceitáveis como adequados, estima-se que uma porcentagem na faixa de 30% de cobertura vegetal seja o recomendável para proporcionar uma melhoria na sensação térmica em áreas urbanas, sendo que áreas com valores de arborização menores que 5% determinam características semelhantes a um deserto vegetal (OKE, 1973).

Portanto, calculando em sua totalidade, a zona urbana do município estudado apresentou valores de cobertura vegetal considerados bons, segundo os parâmetros estabelecidos pela ONU, estando acima de 30%.

Já nos dados apresentados como os valores referentes a cada bairro da cidade (carta 04), destaca-se que foram identificados apenas 17 que atendem aos índices sugeridos, considerados com uma condição boa de cobertura arbórea, acima de 30%. Estes estão distribuídos nas áreas periféricas do perímetro urbano da cidade, onde a urbanização ocorre de forma mais densa.

Carta 04: Índice de cobertura vegetal por bairro da Cidade de Ituiutaba/MG



Org.: SILVA, J. V. F. (2019).

Entretanto, os dados indicam que grande parte, 48 bairros, apresentam uma cobertura abaixo do nível de 30%, consideradas ruim e regular. Dentre estes, 15 bairros apresentam uma cobertura abaixo de 5%, considerada ruim, e 33 bairros entre 5% e 30%, considerada regular.

Segundo Gomes e Queiros (2011), os baixos índices de cobertura vegetal encontrados atualmente nas zonas urbanas fazem parte do cenário de expansão urbana vivenciada pelo país desde a segunda metade do século XX, que contribuiu com o aumento populacional das cidades de forma bastante acelerada e desordenada.

A área central da zona urbana apresenta valores caracterizados, de acordo com Nucci (2001), como desertos florísticos, ou seja, áreas que variam da ausência total de vegetação ou que possuem percentual inferior a 5%.

Considerações finais

Os estudos que tratam de conhecer a distribuição espacial da cobertura vegetal estão, cada vez mais, sendo utilizados como ferramentas de subsídio para o planejamento em áreas urbanas. Desta forma, este trabalho buscou apresentar dados referentes aos aspectos quantitativos da cobertura vegetal existente na área urbana do Município de Ituiutaba – MG, demonstrando, de forma específica, quais as áreas da cidade apresentam maior carência em relação à vegetação.

A técnica do cálculo do NDVI, aplicado em imagens de satélite, permitiu a identificação e a diferenciação da vegetação em relação aos demais aspectos presentes no terreno,

possibilitando o entendimento da sua distribuição espacial e, posteriormente, a elaboração das cartas de cobertura vegetal e do índice de vegetação.

A metodologia utilizada, permitiu uma melhor visualização dos dados de vegetação coletados, relacionando-os aos parâmetros de qualidade propostos pela Organização das Nações Unidas. O material desenvolvido poderá, então, ser utilizado como auxílio ao monitoramento das áreas vegetadas no ambiente urbano e, posteriormente, aplicado à melhoria dos aspectos ambientais e de qualidade de vida de população local.

Referências

BACCARO, C. A. D. *Unidades geomorfológicas do Triângulo Mineiro – Estudo Preliminar*. Sociedade e Natureza, Uberlândia, v. 3, nº 5 e 6, p. 37 – 42, jan/dez. 1991.

BELIZÁRIO, W. S. Impactos ambientais decorrentes da expansão urbana no Córrego Pipa em Aparecida de Goiânia, Goiás. *Revista Mirante*, Anápolis (GO), v. 7, n. 2, dez. 2014.

BORGES, C. A. R. F.; MARIM, G. C.; RODRIGUES, J. E. C. Mapeamento da cobertura vegetal do bairro da Marambaia–Belém/PA. *REVSBAU*, v. 7, n. 4, p.16-26, 2012.

CABRAL, P. I. D. Arborização urbana: problemas e benefícios. *Revista Especialize On-line IPOG*, v. 1, n. 6, 2013.

COSTA, F. H. S. SOUZA FILHO, C. R. RISSO, A. Análise temporal de NDVI e mapas potenciais naturais de erosão na região do Vale do Ribeira, São Paulo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13, 2007. *Anais...* São José dos Campos: INPE, 2007. p. 3833-3839.

COSTA, R. A. Análise Biogeográfica do Parque Municipal do Goiabal em Ituiutaba – MG. *Caderno Prudentino de Geografia*, Presidente Prudente, n.33, v.1, p.68-83, jan./jul.2011.

CHAVES, L. D. VIEIRA NETO, J. (Re)produção do espaço urbano e mercado imobiliário: a oferta de terrenos urbanos e imóveis residenciais em Ituiutaba-mg. *Estudos Interdisciplinares em Ciências Ambientais, Território e Movimentos Sociais*, 1ª ed., 2016.

FOLI, A. C. A. et al. *Análise dos agentes transformadores do espaço urbano na cidade de Ituiutaba – MG*. In: Anais VI Encontro de Geografia do Pontal: a geografia e suas multiplicidades. Ituiutaba, 2014.

FERREIRA, D. F. et al. *Impactos Sócio-ambientais provocados pelas Ocupações Irregulares em Áreas de Interesse Ambiental – Goiânia/go*. Goiânia, 2003.

GOMES, M. F. QUEIROZ, D. R. E. Avaliação da cobertura vegetal arbórea na cidade de Birigui com emprego de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. *Revista Geografar*, v. 6, n. 2, p. 93-117, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5380/geografar.v6i2.21579>>. Acesso em: 01 out. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo demográfico 2010*. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/noticias-censo.html?busca=1&id=3&idnoticia=1766&t=censo-2010-populacao-brasil-190-732-694-pessoas&view=noticia>. Acesso em: 02 de out. 2019.

_____. IBGE Cidades, Minas Gerais: *Ituiutaba*. 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/ituiutaba/panorama>. Acesso em: 02 de out. 2019.

JENSEN, J. R. *Introductory digital image processing: a remote sensing perspective*. 2a. ed. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 1996.

MOURA, G. G. DAMASCENO, I. A. Ituiutaba (MG): reflexos das condições sociais e da habitação na (re)estruturação urbana da cidade. In: *Geografia do Brasil Central: enfoques teóricos e particularidades regionais*. Or.: PORTUGUEZ, A. P.; MOURA, G. G.; COSTA, R. A. Uberlândia: Assis Editora, 2011, p. 379-407.

NASCIMENTO, P. A. G. do; MELO, N. A. Ituiutaba (MG): os agentes econômicos e a (re)estruturação da cidade na rede urbana regional. *Horizonte Científico*. Uberlândia, v. 4, n. 1, p. 1-35, 2010.

NUCCI, J. C. *Qualidade ambiental e adensamento urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP)*. São Paulo: Editora Humanitas, 2001.

OKE, T.R. *City size and urban heat island*. Atmospheric Environment, Oxford, v.7, p. 769-779, 1973.

QUEIROZ, D. A. H. O. RIBEIRO, S. R. A. *Análise Têmporo-Espacial da Cobertura Vegetal da Área Urbana de Ponta Grossa (BRASIL)*. In: Encuentro de Geógrafos de América Latina (EGAL 2013), 2013, Lima. Reencuentro de Saberes Territoriales LatinoAmericanos, 2013.

SILVA, D. C. C. *Proposta metodológica para elaboração de um índice espacial de sustentabilidade ambiental aplicado a bacias hidrográficas*. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) - Sorocaba: UNESP. 2016.

ÉTICA AMBIENTAL: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Aristeu Geovani de Oliveira
Marta de Paiva Macêdo

Neste texto, busca-se apresentar reflexões acerca da ética como mecanismo de controle natural da ordem ambiental. Para tanto, pauta na ética subjacente à responsabilidade social ante o ambiente. Em outras palavras, trata-se de um posicionamento que considera a ética ambiental não determinando condutas em benefício do ambiente, porque sua admissão por si só não garante a preservação ambiental, mas carente de implementação de ações com eficácia benéfica ao ambiente.

Nesse sentido, tem como objetivo admitir que as problemáticas ambientais são resolúveis na medida da adoção de condutas éticas – a ética de responsabilidade. Por isso, quais seriam os mecanismos admissíveis para se contar com os efeitos da ética ambiental?

Ambiente é aqui compreendido como as distintas versões da realidade objetiva e materialmente organizadas, e servindo à existência humana em conformidade com suas demandas, mas também como expressão da natureza.

O ambiente tem como importante versão a natureza humana² incorporada, ao tempo em que compõe espacialidade provisória. A incorporação da natureza humana se dá na interação e integração inevitável entre o humano e o ecológico, como biosfera. Trata-se de espacialidade provisória em razão das diversas transfigurações ambientais atravessadas pelo ambiente natural, que compõe a natureza natural, como pela natureza humana, inclusive com o desaparecimento desta última em razão do seu ciclo natural, o que se revela pela morte e dissolução humana.

De igual modo, ocorre o desaparecimento pelas alterações ambientais frequentes, seja por forças naturais, seja por forças da vontade humana para atender demandas, ou para atender interesses diversos dos detentores das forças produtivas.

É certo que desde o Relatório de Brundtland, também conhecido como “Nosso Futuro Comum”, publicado em 1987 (MILARÉ, 2018) e com a introdução e utilização do conceito de desenvolvimento sustentável nos debates das problemáticas ambientais, os avanços em matéria ambiental têm sido tímidos no Brasil e no resto do mundo. Nessa direção, confirmada está uma contabilidade ambiental que não fecha, porque é desprovida de compensações, e pela qual, inevitavelmente responderemos.

Por isso, tecer-se-ão aqui algumas considerações que tencionam um empreendimento acerca de condutas que desfavorecem o ambiente quando deveriam implementar ações condizentes com níveis de sustentabilidade ambiental, a partir da ideia de ética de responsabilidade esculpida sob o prisma

² Diz-se natureza humana ao compartilhar o entendimento de Casseti (1991) acerca da defesa de uma natureza humana em convivência e sendo parte integrante de uma natureza natural.

filosófico do acontecer solidário. Nessa direção, pauta-se nas formulações acerca da ética de responsabilidade, como ética ambiental, e nas confluências delineadas a partir de Max Weber e Hans Jonas (com discussões trazidas pelos pesquisadores mencionados do corpo do trabalho) para atestar o caráter moral do comportamento ético à tutela ambiental.

Temática ambiental e ética de responsabilidade

Suertegaray in Mendonça e Kozel (2002) ao discutir a temática ambiental na tensão promovida com a geografia física, a geografia ambiental e a geografia e ambiente, afirma que:

O termo ambiental, para além de todas as conceituações expressas, indica a compreensão do ser na relação com seu entorno. Este pode ser entendido individualmente ou coletivamente, de forma genérica e naturalizada, ou como um ser social historicamente construído. Estas formas de compreensão promovem leituras diferenciadas da questão ambiental e expressam a tensão relativa a diferentes concepções de mundo. Resgatam a importância da compreensão socioeconômica nas transformações da natureza, nas suas derivações, nos impactos... (SUERTEGARAY in MENDONÇA e KOZEL, 2002, p. 113).

Trata-se, portanto, de entender o termo ambiental como expressão da própria natureza, esta, carente de tutela, no domínio humano das relações que com ela se estabelecem. Por isso, pautar-se-á pela defesa da ética de responsabilidade como imperativo para a defesa do ambiente.

O sentido de ética à luz da reponsabilidade social, por seu turno, se coaduna ao entendimento de que a preservação do ambiente demanda o reconhecimento de sua necessária e sábia preservação.

O mais alargado sentido de ética como ciência ou o tratado dos costumes, ou de um ponto de vista prático como exercício dos bons hábitos e comportamentos morais, na vida individual ou social, contempla a ética ambiental regulando as relações humanas (individuais, profissionais, sociais, institucionais e políticas) junto ao ecossistema da Terra (MILARÉ, 2018, p. 153).

Talvez, por uma questão prática seja conveniente refletir sobre o que não é ético no âmbito das problemáticas ambientais, com o objetivo de identificar um direito ao ambiente e a justiça social.

Saber o que é o ambiente não é mais importante que apresentar comportamento que o valorize. É imprescindível reconhecer o ambiente como expressão da natureza atentando à necessidade de um novo comportamento ético, assim, uma prática consciente sobre a realidade – a verdadeira consciência ambiental.

No período contemporâneo, é imperioso que a existência seja marcada por sentimento de responsabilidade social ante a tensão que a tecnociência (preceitos tecnológicos aderidos pela ciência) coloca à vida.

Em 2005, Pessini, ao introduzir a obra “Ética, Ciência e Responsabilidade”, alerta para as diversas possibilidades da tecnociência após quatro megaprojetos: a) Projeto Manhattan (descobriu a energia nuclear, hoje utilizada em radioterapia na área da saúde), e resultou na bomba atômica que destruiu Hiroshima e Nagasaki em 1945 durante a Segunda Guerra

Mundial. Segundo esse entendimento, é possível viver mais ou destruir vidas; b) Projeto Apollo (levou o homem até a Lua, em 1969). Iniciou a instrumentação do ser humano para deslocamentos interplanetários. Incitou o entendimento de que a imensidão do universo pode esconder a presença de vida extra Planeta Terra; c) Projeto Genoma Humano iniciado em 1990 (mapeamento e sequenciamento de todos os genes humanos). Visou conhecer a herança biológica do ser humano, com a descoberta do DNA. Marcou a Terceira Revolução Industrial – a revolução biológica, abrindo caminho para a biotecnologia; d) Por fim, a Internet (possibilita a comunicação em novas bases e formas, com rapidez, de forma simultânea e instantânea, permitindo interligar o Planeta) (PESSINI, 2005).

Desse modo, chega-se ao momento de reconhecer a responsabilidade da interferência humana, no presente e para o futuro, reconhecer que “informação não é saber” (ROUGEMONT, 1983), que não se pode contar com o desfazimento das coisas, dos inventos, nem do delineio do progresso, pois não se trata de retroceder no tempo, mas de avançar mediante nova contemplação da natureza, com adoção de práticas compatíveis com a preservação da vida.

Conforme Pessini (2005, p. 08):

[...] nem tudo o que é científica e tecnologicamente possível de realizar – como uma equação matemática – é admissível. Nesse cenário a questão ética ganha extraordinária relevância. A tecnociência se apresenta como uma grande ameaça para a humanidade se seus resultados forem usados para o mal e a destruição da vida, mas ao mesmo tempo é uma grande esperança de ajuda ao ser humano para viver mais e melhor, com menos sofrimento e sendo mais feliz. Nesta gangorra entre

temores e esperanças, surge a árdua tarefa do discernimento ético.

O referido autor quer aqui alertar para uma inevitável catástrofe à humanidade a depender da forma de apropriação e utilização da tecnociência, ao tempo em que pode se configurar em poderoso auxílio ao ser humano, como um facilitador da vida.

Grange e Arantes (2005) discutindo sobre a consolidação da ciência nos séculos XIX e XX, e enfatizando que a ciência interfere na própria natureza e passa a determinar o comportamento humano, assim concluíram:

Todo ser humano se torna cada vez mais responsável pelas decisões acerca das tecnologias a que estará exposto e se serão seguras para o planeta. Por sua vez, caberá ao cientista utilizar-se da velha dúvida metódica para sustentar não só a validade de suas técnicas, mas também seus valores. Nesse contexto surge a necessidade de restabelecer a ponte entre a filosofia e a ciência, o que pode ser conhecido como bioética (GRANGE E ARANTES, 2005, p. 51).

Ora, se estava diante de um contexto que marcou excessiva confiança no poder da ciência, tendo influenciado filósofos e cientistas pós Kant.

As autoras, contudo, admitiram que: “[...] A ciência, equivocadamente, numa atitude de extremos, suspendeu a dúvida, prometeu a felicidade e assegurou que todos os problemas e todas as soluções nasceriam dela e por ela passariam. [...] Contra essa fatalidade nada se pôde fazer (GRANGE E ARANTES, 2005, p. 52).

De outra perspectiva, Domingues (2004, p. 05-06) assim problematizou a questão da tecnologia:

Dir-se-á, no tocante à história da tecnologia, que três são seus tempos fortes em seu transcurso na era moderna, tendo por protótipos 1º a máquina vapor, 2º o motor a explosão, 3º o transistor. Ora, tanto a máquina a vapor quanto o motor a explosão podem ser vistos como meios ou dispositivos a serviço do homem, que com eles mantém uma relação instrumental. A virada ocorre com o terceiro momento, impulsionado pelo transistor, que mais tarde dá lugar ao *chip* e que está na origem da indústria eletro-eletrônica e da gigantesca rede de telecomunicações, permitindo o surgimento da informática, da engenharia genética e de outros segmentos da biotecnologia. Foi então que a tecnologia, até então reservada às coisas materiais, revela-se com o poder de se estender ao próprio homem e tomá-lo como objeto de seus processos. Alargando a perspectiva e reajustando o foco da análise, diremos que na raiz desse estado de coisas está uma dupla cisão ocorrida no início dos tempos modernos e aprofundada ao longo dos três séculos que se lhe seguiram, atingindo o ápice no curso do século XX, até chegar ao século XXI. Por um lado, a cisão entre a ética e a ciência, fundada na separação entre o juízo de fato e o juízo de valor, cuja formulação vamos encontrar em Hume e cujo desdobramento nos leva ao dualismo de Kant, fazendo com que se desse à ciência um cheque em branco e impedindo que seus produtos e resultados fossem *moralizados*, à diferença dos tempos antigos e medievais. Por outro lado, a cisão entre a ciência e a tecnologia, em razão de a tecnologia ter ganhado autonomia, revelando-se com o poder de selar o próprio destino da ciência, uma vez que no curso do processo a ciência se viu cada vez mais dependente do conjunto de tecnologias que ela mesma gerou. Essa dupla cisão

ocorreu e é uma verdade factual bem estabelecida, com efeito; porém, ela nos dá a idéia parcial do problema ou a metade do quadro em que a ciência e a tecnologia estão inseridas. Isso porque, juntamente com essa dupla cisão, ocorreu nos tempos modernos um profundo redirecionamento da ciência e da técnica, quando elas caíram no mercado e se submeteram aos imperativos do *business* e aos interesses de grupos poderosos. Foi então que as forças cegas do mercado, os ditames da política e as coações da razão de Estado (de fins bélicos inclusive) se interpuseram e se impuseram sobre os fins e os ideais das tecno-ciências.

Ainda numa tentativa de alargar essa discussão, pauta-se no entendimento de Prota (2005) acerca do pensamento de Max Weber sobre as raízes do princípio da responsabilidade. Weber, advogado, nascido na segunda metade do século XIX, publicou a obra “A ética protestante e o espírito do capitalismo” (PROTA, 2005, p. 69). Seu entendimento indica que a ética de responsabilidade se realiza na defesa de um comportamento moral que incorpore as conquistas da meditação moderna, e dentre estas as teses kantianas, sem insistir na hipótese do homem universal que estaria situado num tempo histórico e num território limitados. Nesses termos, enuncia os princípios da ética de responsabilidade após avançar nessa formulação que a distingue da ‘ética de convicção’ ou ‘ética dos fins absolutos’, segundo a qual os fins justificam os meios. Desse modo, enunciou os princípios da ética de responsabilidade:

- a) A vida humana comporta muitas esferas que escapam à moralidade em seu sentido próprio, nada resultando em favor da moral o empenho de estender o seu campo de ação, havendo

concomitantemente esferas em que se dá um conflito claro entre a moral e os outros valores [...];

b) É necessária uma atitude compreensiva e tolerante em relação aos valores morais últimos em que o outro faça repousar suas convicções [...];

c) Não devemos nos valer de circunstâncias que nos colocam numa posição de superioridade para impor nossas convicções [...];

d) Devemos responder pelas consequências previsíveis de nossos atos;

e) [...] a ética de responsabilidade afirma que os meios devem ser adequados aos fins; que não há fins altruístas que justifiquem o recurso a meios que não possam ser compatíveis com aqueles objetivos (PROTA, 2005, p. 70-76).

Situando mais explicitamente a ética de responsabilidade, Prota (2005) afirmou que esta refere-se à moral individual, assim, ao indivíduo situado em seu tempo e pertencente a uma nação, preservando da meditação kantiana o pressuposto de que a moralidade deve achar-se dissociada da religião, como forma de fixar racionalmente a autonomia moral, como assim expressou: “[...] a ética de responsabilidade não quer ser um receituário, mas o desenvolvimento pleno da consciência moral”. (PROTA, 2005, p. 91-93).

Siqueira (2005) chama a atenção para a nova ética proposta por Hans Jonas, alemão de origem judaica, nascido no início do século XX, com formação filosófica, que teve como mentor intelectual Martin Heidegger.

Para Jonas, a nova ética estaria pautada no abuso do domínio do homem sobre a natureza, que tem como consequência a destruição, e enfatiza o perigo que representa para os próprios seres humanos o seu poder, ou seja, o poder dos homens sobre a

natureza. Seu entendimento partiu do choque causado pelas bombas atômicas de Hiroshima e Nagasaki, marcando o início desse abuso, como risco do progresso técnico e seu uso perverso (SIQUEIRA, 2005).

Preocupou-se com as prescrições éticas, na medida que a moderna intervenção tecnológica colocou a natureza passível de ser alterada profundamente a depender da vontade humana.

Fundamenta o posicionamento de Jonas, a seguinte exposição de Siqueira (2005):

[...] o homem passa a manter com a natureza uma relação de responsabilidade, pois ela se encontra sob seu poder. Grave, também, além de intervenção na natureza extra-humana, é a manipulação do patrimônio genético do ser humano, que poderá introduzir alterações duradouras de imprevisíveis consequências futuras (SIQUEIRA, 2005, p. 108).

Parte desse posicionamento a necessidade de nova proposição ética que contemple não apenas o homem, mas também a natureza, como um novo poder da ação humana. Nessa perspectiva, a natureza não era objeto da responsabilidade humana, já que a ética estava prevista para a imediaticidade das ações. Para tanto, o imperativo kantiano era revisto por Jonas para admitir: [...] não ponhas em perigo a continuidade indefinida da humanidade na Terra (SIQUEIRA, 2005, p. 108). A ideia era universalizar os efeitos das ações benéficas ao ambiente natural, expressos na não individualização dos atos cujo princípio se transforme em lei universal. Siqueira (2005, p. 132) explicita que em Jonas o imperativo centra-se em reconhecer o coletivo e contemplar o futuro, enquanto em Kant o imperativo está dirigido ao indivíduo e seu critério é instantâneo. Depreende-se aqui a

valorização tanto do bem humano quanto da natureza extra-humana (biosfera), a serem bens tutelados.

Há que se rever ainda a questão das vontades dos seres humanos ainda não nascidos e das forças representativas do futuro no presente (JONAS, 1995 apud SIQUEIRA, 2005, p. 109).

Destaca-se ainda sobre as dimensões da responsabilidade à luz das teses de Jonas o seguinte:

A responsabilidade de cada ser humano para consigo mesmo é indissociável da responsabilidade que se tem para com todos os homens. Trata-se de uma solidariedade que o liga a todos os homens e à natureza que o cerca. [...] De maneira proporcional ao incremento da periculosidade do homem, cresce em importância sua responsabilidade como tutor de todas as formas de vida. [...] O interesse do homem deve se identificar com o dos outros membros vivos da natureza, pois ela é nossa morada comum. Nossa obrigação torna-se incomparavelmente maior em função de nosso poder de transformação e da consciência que temos de todos os possíveis danos oriundos de nossas ações [...] (SIQUEIRA, 2005, p. 135-138).

Acerca dessa responsabilidade há presumidamente o risco de calamidades ambientais, tendo em vista o entendimento de Siqueira (2005, p. 150) de que está ocorrendo o saque das economias do banco ambiental sem nenhuma possibilidade de fazer o reembolso.

Tensão entre determinações inevitáveis e a legalidade das ações em torno do ambiente

Apenas para lembrar a atualidade das reflexões de Milton Santos no tratamento em “Técnica, Espaço, Tempo: globalização e meio técnico-científico informacional, acerca da aceleração contemporânea”, como reflexo da realidade ambiental do presente, destaca-se que:

[...] A aceleração contemporânea impôs novos ritmos ao deslocamento dos corpos e ao transporte das idéias, mas, também, acrescentou novos itens à história. Junto com uma nova evolução das potências e dos rendimentos, com o uso de novos materiais e de novas formas de energia, o domínio mais completo do espectro eletromagnético, a expansão demográfica (a população mundial triplica entre 1650 e 1900, e triplica de novo entre 1900 e 1984), a explosão urbana e a explosão do consumo, o crescimento exponencial do número de objetos e do arsenal de palavras (SANTOS, 1998, p. 30).

Esse entendimento tenciona impor que a aceleração contemporânea, como alteração do ritmo de produção do espaço, tem potencializado e aumentado as capacidades destrutivas do ambiente, na medida de demandas ambientais não planejadas.

Ora, o espaço geográfico, para Santos (1998) pode ser entrevisto através de duas dimensões da realidade – a tecnoesfera e a psicoesfera que juntas formam o meio técnico-científico. A tecnoesfera resulta da crescente artificialização do meio ambiente, com a substituição da esfera natural pela esfera técnica,

na cidade e no campo. Já, a psicoesfera resulta das crenças, desejos, vontades e hábitos inspiradores de comportamentos (filosóficos e práticos), relações interpessoais e a comunhão com o Universo (SANTOS, 1998, p. 32).

Desse modo, a substituição prevista pela tecnoesfera deixa margem para se admitir capacidades destrutivas ao ambiente na tensão entre alta demanda por conteúdo ambiental e a não observância da sustentabilidade possível, em face de demandas tanto por produção de alimentos e de riqueza, quanto pela ganância e a inadmitida consequência de práticas irresponsáveis.

A Constituição Federal do Brasil de 1988 (CF) destinou um capítulo exclusivo a assegurar a tutela ambiental, expressa no Título VIII (Da ordem social, arts. 193 a 232), que tem o Capítulo VI intitulado “Do meio ambiente”, contendo seis parágrafos. Seu conteúdo versa sobre o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado contemplando imposições ao Poder Público, mas também à coletividade (pessoas físicas e jurídicas) na direção de tutelar esse bem essencial à todos, inclusive com vedações expressas em suas normas.

Merecem destaque o art. 225 e o seu parágrafo 3º. O art. 225 da CF, textualmente expressa:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 2017, p. 160).

O art. 225, § 3º, da CF/88, assim dispõe:

As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas,

independentemente da obrigação de reparar os danos causados (BRASIL, 2017, p. 161).

As questões aduzidas pelo parágrafo 3º do art. 225 da CF, dizem respeito a condutas vedadas, a exemplo dos crimes ambientais, como responsabilidade das pessoas físicas e jurídicas conforme dispõe a Lei n. 9.605/1988, em seu art. 3º e parágrafo único. Por sua vez, o Decreto n. 6.514/2008 dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, e estabelece o processo administrativo federal para apurar essas infrações.

No sistema brasileiro de reponsabilidade por dano ambiental, as condutas lesivas ao ambiente configuram responsabilidade objetiva, com a obrigatoriedade de se proceder a devida restauração natural ou *in espécies*, como primeira tentativa de restauração natural do bem agredido (MILARÉ, 2018, p. 339), as devidas compensações ambientais ou compensação por equivalente ecológico, de acordo com Milaré (2018, p. 340) ou se sujeitar ao pagamento de multas ou indenização pecuniária, como meio indireto de sanar a lesão (MILARÉ, 2018, p. 341).

A despeito de se contar com série de documentos legais e fundamentadores de ações nocivas ao ambiente, isso não garante a eficácia de sua aplicação. Sobre tais documentos tem-se o Relatório Brundtland, também intitulado Nosso Futuro Comum (*Our Common Future*), publicado em 1987. Elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (como declaração universal), integra série de iniciativas que antecederam a Agenda 21 (resultado da Eco-92 ou Rio-92).

Decorreu de iniciativa da Organização das Nações Unidas (ONU) na década de 1980 em retomar os debates acerca das problemáticas ambientais, sob a coordenação da primeira-

ministra norueguesa Gro Harlem Brundtland (que deu nome ao documento) para chefiar a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento no estudo das questões postas (MILARÉ, 2018, p. 1.741).

A crítica trazida no referido Relatório enfrenta o modelo de desenvolvimento dos países industrializados e aqueles em desenvolvimento enfatizando os riscos da tensão acerca do uso dos recursos naturais que negligenciam a capacidade dos ecossistemas, e coloca, desse modo, a expressa incompatibilidade entre desenvolvimento sustentável e padrões de produção e consumo contemporâneos.

Desenvolvimento sustentável é, conforme o documento: *Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs* (“O desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas próprias necessidades”) (UNITED NATIONS, 2020, tradução nossa).

Foram elencados 17 objetivos do desenvolvimento sustentável constantes dentre os conteúdos de Nações Unidas Brasil (2020), conforme a figura 1.

Figura 1- Objetivos do Desenvolvimento Sustentável



Fonte: Nações Unidas Brasil, 2020.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável são um apelo global à ação para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade. Estes são os objetivos para os quais as Nações Unidas estão contribuindo a fim de se possa atingir a Agenda 2030 no Brasil. (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2020).

Embora reconhecendo que o referido documento das Nações Unidas trata-se apenas de um “protocolo” de intenções políticas sugerido aos países membros participantes, e que não se constitui em uma normativa ou acordo governamental devido à falta de políticas de implementação e fiscalização, deve-se atentar que o mesmo tem sua importância por apontar o reconhecimento dos problemas ambientais vividos na sociedade atual.

Quando considerada a realidade brasileira, é necessário observar que buscou-se, por meio da Constituição Federal de 1988, somada a um conjunto de leis e normativas, o estabelecimento de uma política destinada à gestão ambiental, envolvendo as esferas federal, estadual e municipal, cuja complementariedade assegura nas diversas instâncias a presunção de um ambiente sustentável.

Ainda como forma de assistir o ambiente, necessário se faz, elencar as políticas³ que não isentam da responsabilidade por dano ambiental as pessoas físicas e pessoas jurídicas, estão esculpidas em: Política Nacional do Meio Ambiente e Outras Políticas Nacionais relacionadas ao Meio Ambiente. À parte da Política Nacional do Meio Ambiente, as demais políticas nacionais são assim apontadas por Milaré (2018):

- a) Política nacional de recursos hídricos;
- b) Política nacional de educação ambiental;
- c) Política nacional urbana;
- d) Política nacional da biodiversidade;
- e) Política nacional de saneamento básico;
- f) Política nacional de desenvolvimento sustentável dos povos e comunidades tradicionais;
- g) Política nacional sobre mudança do clima;
- h) Política nacional de resíduos sólidos;
- i) Política nacional de mobilidade urbana;
- j) Política nacional de gestão territorial e ambiental de terras indígenas (MILARÉ, 2018, p. 920-1.543).

³ Conforme Mota (2006, p. 48): “Uma política pública ambiental é uma tomada de decisão sobre a gestão dos recursos naturais, combinando ações e compromisso em que estão envolvidos a sociedade em geral e os poderes legalmente constituídos”.

Esse rol de políticas destinadas ao ambiente confirma o caráter protetor advindo de preceitos já aduzidos pela Constituição Federal do Brasil, o que impõe normas a serem implementadas e cobradas, não permitindo a alegação de sua ausência.

Historicamente, as ações humanas foram marcadas pela relação com a natureza na medida da necessidade de produção das suas condições materiais de existência. Corroborando esse entendimento Cassetti (1991) ao discutir as relações de produção e as relações homem-natureza, quando admite que o modo como os homens se relacionam com a natureza depende do modo como estes se relacionam entre si.

Segundo Cassetti (1991) citando Max, somente através de vínculos e relações sociais para produzir é que os homens se relacionam com a natureza, levando à conclusão que: “[...] os fenômenos resultantes da relação homem-natureza encontram-se determinados pelas relações entre os próprios homens em um determinado sistema social conforme o esquema:

Figura 2- Esquema da relação homem-natureza



[“...] a transformação da natureza pelo emprego da técnica, com finalidade de produção, é um fenômeno social, representado pelo trabalho (CASSETI, p. 17)”.

Para esse pesquisador, o problema se estende à forma de apropriação e transformação da natureza como consequência das relações sociais emanadas de suas demandas (das demandas humanas), como assim expressou: “A forma de apropriação e transformação da natureza responde pelos problemas ambientais cuja origem encontra-se determinada pelas relações sociais (CASSETI, 1991, p. 20)”.

Todo o entendimento até aqui aludido é corroborado por estudos e pesquisas que expressam o caráter avassalador de atos lesivos ao ambiente. Apenas para mencionar exemplos de tais atos, considere-se a obra “Direito ao Ambiente e Justiça Socioambiental”, de Macêdo, Malheiros e Oliveira (2020), pela qual os diversos artigos que compõem a coletânea revelam a importância de se debater, mas também fundamentar legalmente todo ato lesivo ao ambiente, numa conduta ancorada na ideia de que “[...] a legislação ambiental, os direitos humanos e a justiça social ou socioambiental perpassa o direito de se estar no ambiente, além de empreender possibilidade dessa condição sob a responsabilidade pela natureza extra-humana (MACÊDO, MALHEIROS, OLIVEIRA, 2020, p. 11).

A fim de trazer para o campo da Geografia Física aplicada, enquanto análise da problemática ambiental, tercer-se-ão alguns exemplos de lesividades ao ambiente, como forma de descrever diversas atrocidades como condutas reprováveis pelos defensores do direito ao ambiente, tendo em vista que a própria criação de

órgãos fiscalizadores, que no caso brasileiro, tem como exemplo a criação do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente, em 1992, por si só não justifica a prevalência das tais práticas lesivas. Necessário se faz a devida e adequada aplicação dos preceitos para coibir esses feitos, impondo as vedações legais previstas.

Atos lesivos ao ambiente em face da tutela ambiental legal: alguns exemplos

Ao se discutir a responsabilidade ambiental no Brasil, não se pode questionar, de maneira alguma, a existência ou não de um conjunto de leis voltadas para esse fim. Pode sim, questionar as práticas adotadas frente a esse conjunto de leis. E isto é visível na realidade pela qual perpassa todos os problemas concernentes ao campo ambiental em todas as regiões do país.

Como exemplo prático, cita-se os constantes embates teóricos que abarcam a questão do desmatamento, seja ele das áreas de preservação permanente, como fundos de vales, nascentes, áreas de declividade acentuadas entre outras, ou mesmo na preservação e conservação de remanescentes de domínios morfoclimáticos (Cerrado, Mata Atlântica, Floresta Amazônica, Caatinga, etc.) que são fundamentais para a manutenção do equilíbrio ambiental.

Embora já se sabendo da existência de uma vasta legislação que protege legalmente esses ambientes, é sabido que o processo de desmatamento avança por sobre essas localidades, diferindo apenas no grau de intensidade conforme os interesses do executor. Cabe ainda observar, que em diversos casos isso ocorre inclusive sob as garantias e segurança das leis, uma vez

que são sustentadas em licenças para desmatamento que foram obtidas junto aos órgãos competentes.

Caso emblemático na questão do desmatamento, e que tem sido explorado pelas mídias nos dias atuais, é a ocupação acelerada da floresta amazônica e o conseqüente desmatamento que avança de forma intensiva por sobre a região e cujo acréscimo é observado pelos órgãos de monitoramento via satélite que acompanham a evolução da derrubada da floresta, e divulgam os resultados nacionalmente.

Tem-se esse como um caso muito grave, em virtude de que os impactos resultantes do desmatamento na Amazônia, não ficam restritos ao espaço *in loco*, mas repercute imediatamente sobre grande parte do território nacional, que tem sua dinâmica climática agregada aos processos de evapotranspiração gerados naquele ambiente.

Em virtude dos denominados “rios voadores” que se formam sobre a Floresta Amazônica serem fundamentais na constituição das precipitações na região Centro-Oeste e parte da região Sudeste, entende-se que estes ambientes têm sua dinâmica climática dependente da existência das condições ambientais daquela região. Logo, a redução e eliminação da floresta amazônica, implicará de imediato, na redução e eliminação das precipitações na região Centro-Oeste e em parte significativa da região Sudeste.

Neste caso em específico, tomando por base o quantitativo do conhecimento hoje existente sobre a dinâmica climática atuante no interior do Brasil, em que a massa de ar úmida produzida na Amazônia é deslocada em altitude em direção a região Sudeste levando precipitação para essas localidades, pode-se afirmar que este é um caso característico que envolve a questão

da não aplicabilidade da ética e responsabilidade ambiental. Ou seja, há uma incongruência entre o “fato” – entendido aqui como a realidade ambiental existente – e o “ato” – que aqui envolve as ações necessárias para gerir e solucionar o problema.

A aplicação da ética ambiental não pode ser resumida apenas em cobranças isoladas de práticas ambientais por parte do cidadão e ou mesmo da sociedade. Ela deve ser uma política de estado, assegurada e implementada por todos os setores da sociedade que tenham poder de decisão e execução, voltada a garantir a existência de um ambiente ecologicamente sustentável conforme estabelecido na Constituição Federal do Brasil

Outro exemplo que também pode ser considerado, trata-se da constituição dos espaços urbanos, e conseqüentemente do processo de ocupação irregular das áreas de fundo de vale, que são por natureza jurídica consideradas áreas de preservação permanente. Essas áreas, em virtude de suas características geológicas, geomorfológicas, pedológicas, hidrológicas e ecológicas, não são propensas à ocupação por edificação e ou construção, pois são destinadas à manutenção do equilíbrio ambiental local e das áreas em seu entorno.

Apesar de se conhecer as “fragilidades” dessas localidades à ocupação, sobretudo para construção de áreas residenciais, observa-se em quase todas as cidades do país, um intenso processo de apropriação desses ambientes. Sobre eles, surgem moradias populares, condomínios residenciais, indústrias diversas, grandes, avenidas, lagos urbanos, etc., que alteram significativamente as características ali existentes.

Acerca dos fundos de vale, Trentin e Simon, (2020, p. 02) assim afirmaram:

Os fundos de vale possuem importância significativa nos sistemas hidrográficos, concentrando o escoamento superficial e subsuperficial. As planícies de inundação que margeiam os cursos fluviais, nos fundos de vale, recebem o escoamento extra, derivado de picos pluviométricos, e são, portanto, zonas de necessária preservação, uma vez que permitem a ampliação do leito do canal para escoar cargas adicionais de água e sedimentos.

Quando das ocorrências de grandes volumes pluviométricos em curto espaço de tempo, em virtude das características de ocupação dos solos urbanos, essas áreas estão sujeitas a receber água que escoar para os fundos de vale, produzindo alagamentos da bacia de inundação, e conseqüentemente, impactando toda a margem ocupada.

Aqui, verifica-se que o problema atinge uma dimensão maior, uma vez que não constitui apenas um problema físico-ambiental. Nesse caso, as principais conseqüências recaem diretamente sobre a sociedade, e principalmente à população hipossuficiente que por motivos alheios à sua vontade, ocupam esses ambientes.

Considerando essa realidade, percebe-se que a continuidade desse tipo de problema é resultado de uma política de gestão, desenvolvida por aqueles que teriam a responsabilidade de atender as demandas concernentes à resolução do problema, mas que insistem em manter suas práticas para a manutenção daquele estado de coisas.

Ainda observa-se, que aqueles que estão sujeitos a esta situação, a exemplo da população de baixa renda que habita esses lugares, não tem poder de decisão, ou mesmo de execução. São apenas atores de um processo de produção do espaço, que tem

suas políticas de decisões sustentadas em uma prática que visa a geração de riquezas e crescimento econômico próprio, e sem qualquer compromisso com a ética ambiental.

Por tudo isso, é razoável aceitar a ideia de que a prescrição ética não se impõe coercitiva, consistindo um forte apelo dirigido à liberdade do agente da transformação, conforme enfatizado por Siqueira (2005, p. 138), ou, como bem examinou:

É elementar o conhecimento das repercussões sobre a saúde humana produzidas pela deterioração do meio ambiente. Todos, mesmo que de maneira superficial, conhecem os cataclismos que poderão ocorrer em decorrência do superaquecimento do planeta, ou da progressiva destruição da camada de ozônio, ou, ainda, do incontrolável desmatamento das já escassas reservas florestais do planeta. [...] há uma representação, no momento atual, de um futuro que talvez não se realize, mas que, no entanto, expõe seu testemunho no presente enquanto caracterização de um infortúnio [...] mostrando eloquentemente a necessidade de se instituir um novo estatuto de responsabilidade dos homens que contemple a manutenção da vida humana e extra-humana (SIQUEIRA, 2005, p. 139).

Sob essa perspectiva, o referido autor depreende a necessidade de uma ética voltada para o futuro, além de uma ordem ética presente não como realidade, mas como apelo que pede calma, prudência e equilíbrio, a partir do que Hans Jonas, já mencionado anteriormente, designa de princípio da responsabilidade.

Palavras finais

É imperioso admitir que o problema da ética ambiental é um problema que envolve: conhecimento, consciência, comportamento e responsabilidade, os quais não são mutuamente excludentes entre si.

Se se admitir uma ordenação lógica a estes preceitos, poder-se-á ter o conhecimento guiando a consciência, e o comportamento determinando ações responsáveis em face do ambiente.

Assim, o presente trabalho tencionou entrever a ética ambiental numa relação com o conhecimento e a vontade política para agir, em proveitoso benefício ao ambiente em face das problemáticas ambientais. Desse modo, o conhecimento, ou a sua falta é o que pode dar margem às ações ou omissões inapropriadas em face do ambiente, enquanto a vontade política somente opera ações ambientais razoáveis se estiver em conformidade com os preceitos legais erigidos para a tutela ambiental.

Nessa direção, mais vale uma ação sem eficácia que uma ação ou omissão sem a devida recomendação ética, tendo em vista que não há ausência de políticas ambientais, como se confirmou pela revisão da literatura legal e doutrinária.

Ao contrário do que se pode alegar, as políticas direcionadas ao ambiente saudável se avolumaram, ao passo que a sua efetiva aplicação precisa ocorrer favorecendo a sustentabilidade do ambiente.

Por fim, todo o entendimento construído aqui almeja um reforço da necessidade do posicionamento ético dessa geração, dado que as consequências das decisões contemporâneas

avançam no tempo e participarão delas, inevitavelmente, as gerações futuras, que evidentemente estão ausentes, não tem poder de voto e nem poder de decisão política, e não podem contrariar as atuais decisões (SIQUEIRA, 2005, p. 150). Desse modo, as consequências mais cruciais das ações contemporâneas afetarão aqueles que ainda não chegaram, e que não terão participado das escolhas do período hodierno.

Referências

BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil*. São Paulo: Saraiva, 2017.

CASSETI, Valter. *Ambiente e apropriação do relevo*. São Paulo: Contexto, 1991.

DOMINGUES, Ivan. *Ética, ciência e tecnologia*, *Kriterion*, vol. 45, n. 109. Belo Horizonte, Jan./Jun, 2004. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-512X2004000100007. Acesso em: 25 Out. 2020.

GRANGE, Luciana; ARANTES, Olivia Marcia Nagy. *Ética, ciência e sociedade: um resgate histórico*. In: SIQUEIRA, José Eduardo de (Org.). *Ética, ciência e responsabilidade*. São Paulo: Centro Universitário São Camilo: Loyola, 2005. p. 13-64.

MACÊDO, Marta de Paiva; MALHEIROS, Nayron Divino Toledo; OLIVEIRA, Aristeu Geovani de. *Direito ao ambiente e justiça socioambiental*. Curitiba: CRV, 2020.

MENDONÇA, Francisco; KOZEL, Salete (Org.). *Elementos de epistemologia da geografia contemporânea*. Curitiba: Editora da UFPR, 2002.

MILARÉ, Édis. *Direito do ambiente*. 11 ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2018.

MOTA, José Aroudo. *O valor da natureza: economia e política dos recursos naturais*. 2 ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2006.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. *Objetivos do desenvolvimento sustentável*. Disponível em: <https://brasil.un.org/>. Acesso em: 21 out. 2020.

PESSINI, Leo. Introdução. Ética e ciência: uma aliança para garantir o futuro da vida no planeta. In: SIQUEIRA, José Eduardo de (Org.). *Ética, Ciência e Responsabilidade*. São Paulo: Centro Universitário São Camilo: Loyola, 2005. p. 07-12.

PROTA, Leonardo. O pensamento de Max Weber: raízes do princípio da responsabilidade. In: SIQUEIRA, José Eduardo de (Org.). *Ética, ciência e responsabilidade*. São Paulo: Centro Universitário São Camilo: Loyola, 2005. p. 65-100.

ROUGEMONT, D. de. Informação não é saber. *Revista Internacional de Ciências Humanas*. Brasília, n. 4, p. 23-35, 1983.

SANTOS, Milton. *Técnica, Espaço, Tempo: globalização e meio técnico-científico informacional*. 4 ed. São Paulo: Editora HUCITEC, 1998.

SIQUEIRA, José Eduardo de. Ética e tecnociência: uma abordagem segundo o princípio da responsabilidade de Hans Jonas. In: SIQUEIRA, José Eduardo de (Org.). *Ética, ciência e responsabilidade*. São Paulo: Centro Universitário São Camilo: Loyola, 2005. p. 101-205.

TRENTIN, G.; SIMON, A. L. H. *Análise da ocupação espacial urbana nos fundos de vale do município de Americana-SP, Brasil*. Disponível em: observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12/Geografiasocioeconomica/Geografiaurbana/287.pdf. Acesso em: 28 out. 2020.

UNITED NATIONS. *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>. Acesso em 27 out. 2020.

PRECIPITAÇÃO EFETIVA E INTERCEPTAÇÃO EM FRAGMENTO DE MATA GALERIA: ESTUDO EXPERIMENTAL EM UBERABA (MG).

*Glauber Verner Firmino
Josenilson Bernardo da Silva*

Introdução

O processo de interceptação da água pela vegetação constitui um dado significativo para análise do ciclo hidrológico, podendo resultar entre 10 a 30% da água precipitada (STEVAUX & LATRUBESSE, 2017) e, por essa razão, é um importante fator para análises das dinâmicas das vertentes, uma vez que se trata do primeiro processo da água precipitada em uma bacia hidrográfica (GIGLIO & KOBAYAMA, 2013).

A partir do reconhecimento da importância da preservação de formações vegetais nativas, fatores importantes ao entendimento do ciclo hidrológico de ambientes naturais, tais como interceptação e escoamento por tronco, foram estudados em diferentes domínios fitogeográficos brasileiros (LIMA & NICOCIELO, 1983; LIMA, 1983; VIEIRA & PALMIERI, 1997; TUCCI & CLARKE, 1997; ARCOVA et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2008; SHINZATO, 2011; GIGLIO & KOIYAMA, 2013; SÁ et al., 2016).

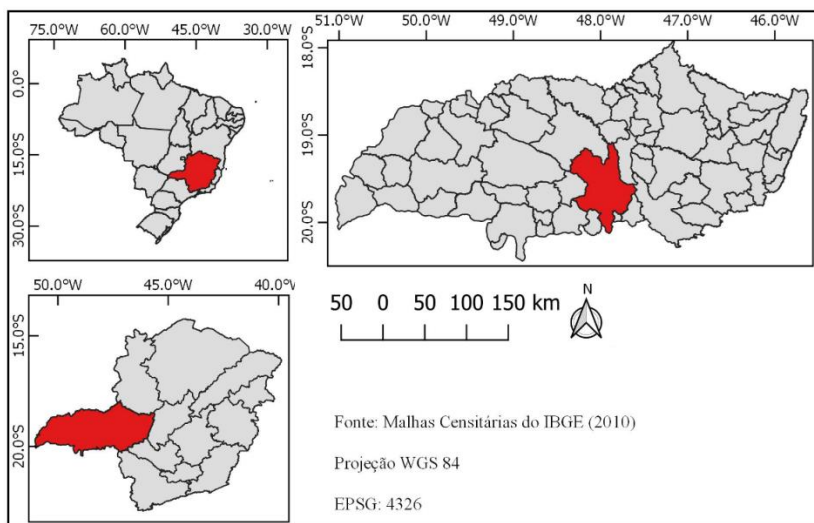
No entanto, é necessário considerar que, no Brasil, há uma concentração dos estudos desses fatores nos ambientes amazônicos e de floresta atlântica, bem como com a carência de dados empíricos e análises no domínio fitogeográfico dos cerrados. Devido a esses motivos, trabalhos pioneiros têm sido realizados nesse ambiente, com ênfase em áreas de cerradão e florestas-galeria (LIMA & NICOCIELO, 1983; LIMA, 1983; GÊNOVA et al. 2007; QUESADA et al., 2008; HONDA et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2015a, 2015b).

Em razão da necessidade de aprofundamento destas pesquisas no domínio do cerrado, o presente trabalho teve como objetivo quantificar a precipitação efetiva, através dos dados de precipitação, precipitação interna e escoamento de tronco, e analisar suas relações, como forma de compreender parte da dinâmica hidrológica de um ambiente de mata galeria no município de Uberaba (MG).

Área de estudo

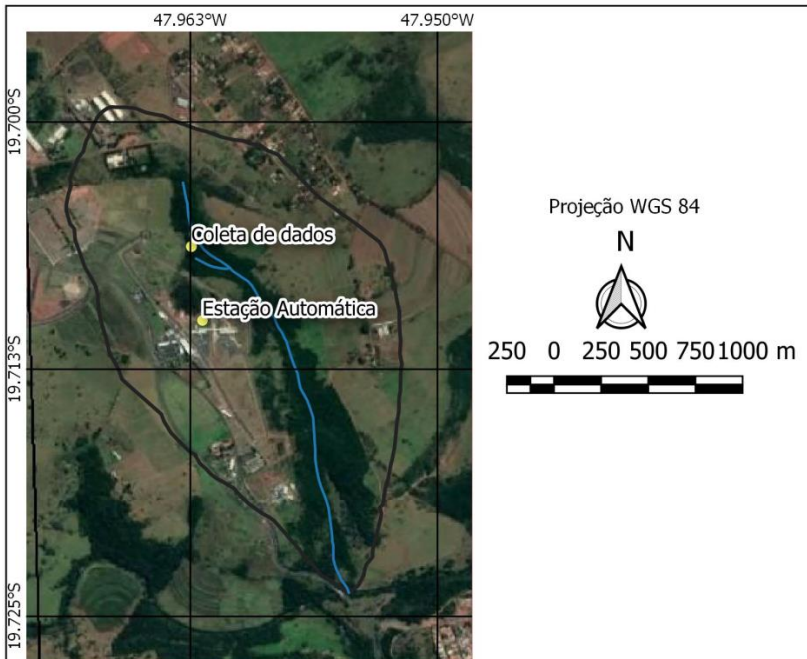
A área estudada localiza-se no Córrego “Modelo”, no município de Uberaba (MG) (Figura 1). Trata-se de um canal de primeira ordem (Figura 2) da margem direita do Rio Uberaba, que é afluente na margem direita do Rio Grande. Esse último, por sua vez, pertence à região hidrográfica da bacia do Rio Paraná.

Figura 1 - Mapa de localização do município de Uberaba (MG).



Fonte: Malhas censitárias do IBGE (2010). Elaborado pelo autor, 2018.

Figura 2 – Mapa de localização da área estudada.



Fonte: Google Earth Pro. Elaboração: do Autor (2018)

Os solos da bacia do Rio Uberaba são classificados, em ordem decrescente de predominância, em Latossolo Vermelho Distróférico (LVdf), Latossolo Vermelho Distrófico Típico (LVdt), Argissolo Vermelho-Amarelo (PVAd), Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (LVAd), Gleissolos Melânicos Distrófico (GMd) e Neossolos Quartzênicos Hidromórficos (RQg); sendo, assim, de forma geral Latossolos de variável fertilidade e textura média, dispostos mormente em relevo suave ondulado (VALLE JUNIOR, 2008).

O substrato rochoso do município de Uberaba (MG) é composto pelos arenitos do Cretáceo Superior do Grupo Bauru, representados pelas Formações Marília, Uberaba e Adamantina, e pelos derrames basálticos do Cretáceo Inferior do Grupo São Bento, envolvendo a Formação Serra Geral (CPRM, 2003).

Em relação ao relevo, o município está disposto no Domínio Morfoclimático dos Chapadões Recobertos por Cerrados e Penetrados por Florestas-Galeria (AB'SÁBER, 2008). Em estudo mais recente e, em diferente escala, foi formulado por Baccaro (1991 apud BATEZELLI, 2003) que, a área estudada se insere no Domínio Morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná, na unidade geomorfológica de Área de Relevo Medianamente Dissecado, com topos nivelados entre 750 e 900 m, formas convexas e vertentes de 3° a 15° de declividade.

O tipo fitofisionômico observado em campo pode ser identificado como mata galeria, a qual é típica do Cerrado. As matas galerias são descritas como vegetação florestal que acompanha os rios de pequeno porte e córregos do domínio dos Cerrados, apresentando altura média do estrato arbóreo de 20 a 30 metros, superposição de copas, com cobertura arbórea de 70 a 95% e alta umidade relativa (RIBEIRO & WALTER, 1998).

O clima de Uberaba (MG) é classificado como clima Tropical Úmido, conforme Novais (2011): quente o ano todo, com temperatura média anual entre 22 °C e 26 °C, pluviosidade média anual entre 1250 mm e 1800 mm, concentrada de novembro a março, em oposição à estação seca, de junho a agosto, apresentando déficit hídrico anual entre 100 mm e 400 mm e excedente hídrico anual entre 250 mm e 800 mm.

Em estudo mais recente, Novais et al. (2018) enquadra o município de Uberaba (MG) na unidade climática do Tropical

semisecco meridional dos patamares do chapadão Uberlândia-Uberaba e do planalto de Araxá. Essa unidade caracteriza-se pela influência das Zonas de Convergência de Umidade e da Zona de Convergência do Atlântico Sul no período chuvoso (de novembro a março); por incursões de frentes frias periódicas ao longo dos seis meses secos, de abril a setembro e; por possuir precipitação pluviométrica anual de 1350 a 1600 mm.

Metodologia

A precipitação (P), em mm, é monitorada pela estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, Uberaba (A568), localizada nas coordenadas $19^{\circ}42'36.101''S$ e $47^{\circ}57'42.8''O$ (Figura 2). Para o monitoramento da precipitação interna (T_f), em mm, foi utilizado um pluviômetro no interior da parcela, mantido fixo sob um indivíduo representativo da vegetação local (Figura 3 e Figura 4) ao longo do período de estudo (Figura 5,).

O escoamento por tronco (S_f), em mm, foi monitorado em uma árvore representativa simultaneamente ao monitoramento da precipitação interna. Para a coleta desse dado, fixou-se uma mangueira seccionada em U em espiral descendente, levando a água escoada a um coletor, que teve a sua quantidade mensurada manualmente (Figura 6), em 14 coletas, entre 09 de Fevereiro a 01 de Novembro de 2018.

O valor de S_f (em mm) é obtido pela equação (SHINZATO et al., 2011):

$$Sf = \left(\frac{V}{A}\right) (1)$$

em que V = volume total escoado pelo tronco (em L) e; A = área estimada da copa (em m²).

A interceptação - I (em mm) e a precipitação efetiva – Pe (em mm) foram calculadas com base nas seguintes fórmulas propostas por Tucci (2012):

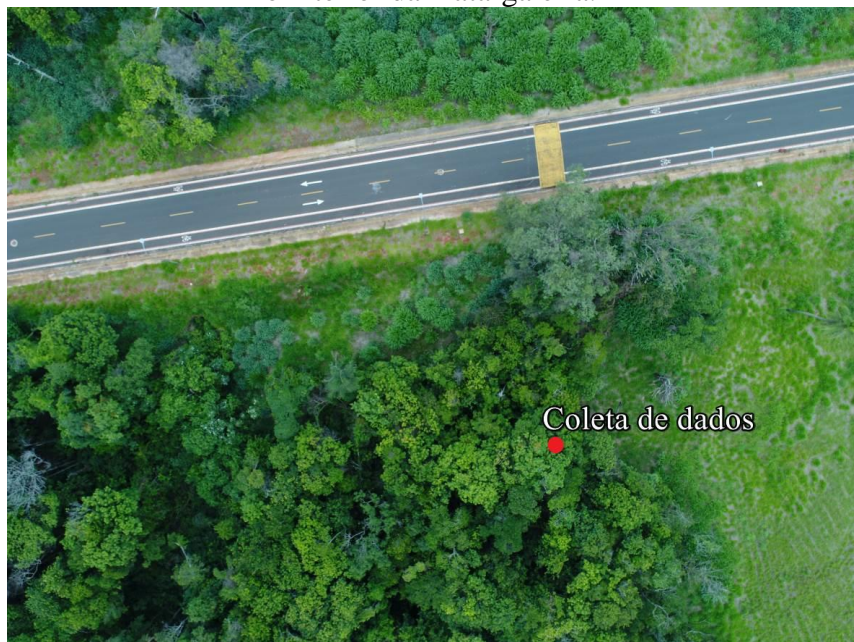
$$I = P - Sf - Tf (2)$$

$$Pe = Sf + Tf (3)$$

Com o intuito de verificar a existência de correlação linear entre os dados, , os valores de precipitação interna (Tf), escoamento por tronco (Sf), interceptação (I) e precipitação efetiva (Pe) foram plotados em gráficos de dispersão em função dos valores de precipitação total (P) no ambiente do software Microsoft Excel.

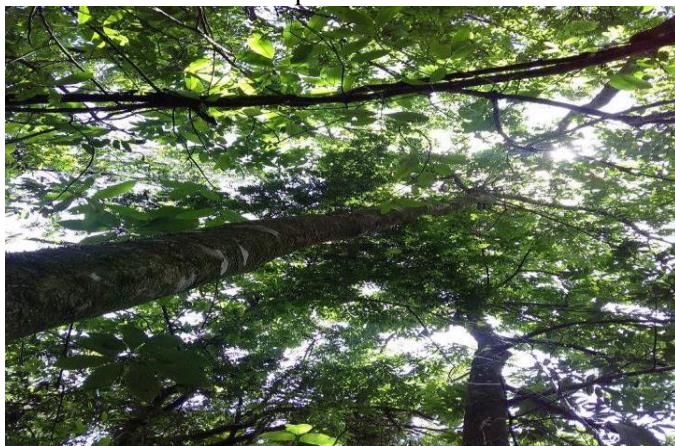
Através do valor de R^2 , que varia de 0 a 1, foi possível avaliar o poder explicativo das variáveis conforme sua aproximação a 1, indicando melhor qualidade do ajuste, ou atribuição a causas aleatórias, conforme o distanciamento do valor de R^2 de 1 (GONÇALVES, 2002).

Figura 3 – Fotografia aérea do local de coleta de dados no interior da mata-galeria.



Fonte: Ricardo Vicente Ferreira (2018), via Drone Phantom 4.

Figura 4 – Vista parcial inferior do dossel da árvore do experimento.



Fonte: do Autor, 2018.

Figura 5 – Pluviômetro para coleta de Precipitação Interna.



Fonte: do Autor, 2018.

Figura 6 – Coletor de Escoamento por Tronco na árvore representativa.

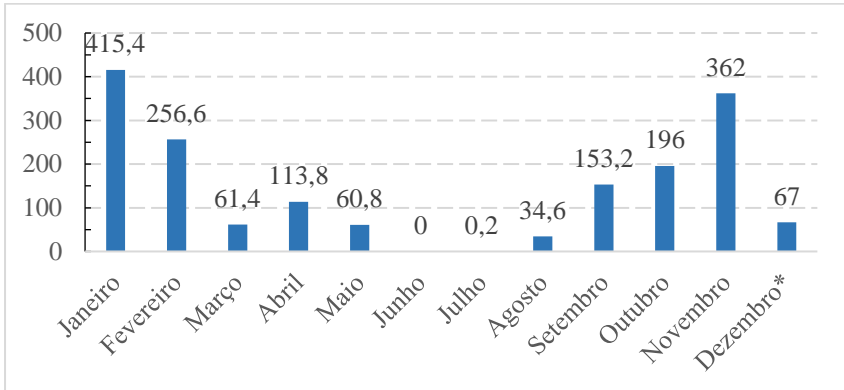


Fonte: do Autor, 2018.

Resultados e Discussão

No ano de 2018, a Estação Automática Uberaba (A568) registrou um acumulado de 1.721 mm de Precipitação. Destaca-se a concentração dos volumes acumulados de chuva nos meses de janeiro, fevereiro e novembro, e o período de menor pluviosidade nos meses de junho, julho e agosto (Figura 7).

Figura 7 – Gráfico da chuva acumulada mensal (em mm) no ano de 2018.



Para o mês de Dezembro, em razão do momento de conclusão do trabalho, foram coletados os dados apenas do dia 01/12/2018.

Fonte: INMET (2018), organizado pelo autor, 2018.

No total, as 14 coletas de precipitação em aberto (P), dos dias 09 de Fevereiro a 01 de Novembro, resultaram no valor de 709,8 mm. Desse total, no interior da parcela, 514 mm (72,41 % de P) foi redistribuído como precipitação interna (Tf) e 1,61 mm (0,23 % de P) como escoamento por tronco (Sf), levando a um valor de precipitação efetiva (Pe) de 515,61 mm (72,64% de P), e a um total de precipitação interceptada (I) foi de 194,19 mm (27,36% de P) (Tabela 1).

Tabela 1 – Valores em mm e % da Precipitação em aberto (P), Precipitação Interna (Tf), Escoamento por Tronco (Sf), Interceptação (I) e Precipitação Efetiva (Pe) no fragmento de Mata Galeria na bacia do Córrego Modelo, Uberaba (MG), 2018.

Coleta	Período	P		Tf		Sf		I		Pe	
		mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
1	09/02-16/02	38	100	24	63%	0,080	0,21%	13,92	36,63%	24,08	63,37%
2	16/02-23/02	48,2	100	35	73%	0,170	0,35%	13,03	27,03%	35,17	72,97%
3	23/02-05/03	30,4	100	22	72%	0,120	0,39%	8,28	27,24%	22,12	72,76%
4	05/03-12/03	20,2	100	17	84%	0,040	0,20%	3,16	15,64%	17,04	84,36%
5	12/03-23/03	33,2	100	10	30%	0,001	0,00%	23,20	69,88%	10,00	30,12%
6	23/03-06/04	92,4	100	86	93%	0,040	0,04%	6,36	6,88%	86,04	93,12%
7	06/04-13/04	16,2	100	11	68%	0,003	0,02%	5,20	32,08%	11,00	67,92%
8	13/04-23/04	12,6	100	7	56%	0,000	0,00%	5,60	44,44%	7,00	55,56%
9	23/04-30/04	0	-	0	-	0,000	-	0,00	-	0,00	-
10	01/05-14/05	19	100	18	95%	0,007	0,04%	0,99	5,23%	18,01	94,77%
11	01/08-11/08	23,8	100	18	76%	0,064	0,27%	5,74	24,10%	18,06	75,90%
12	11/08-26/09	73	100	48,5	66%	0,258	0,35%	24,24	33,21%	48,76	66,79%
13	26/09-09/10	150,4	100	114,5	76%	0,413	0,27%	35,49	23,60%	114,91	76,40%
14	09/10-01/11	152,4	100	103	68%	0,413	0,27%	48,99	32,14%	103,41	67,86%
Total	09/02-01/11	709,8	100	514	72,41%	1,609	0,23%	194,19	27,36%	515,61	72,64%

Org.: do Autor, 2018.

Os maiores valores relativos de Interceptação ocorreram nos períodos de 12/03 a 23/03, aproximando-se a 70% de P, e de 13/04 a 23/04, com 44,44% de P nesse intervalo de tempo. Os menores valores relativos, por outro lado, se deram nos períodos

de 23/03 a 06/04, com 6,88%, e de 01/05 a 14/05, com 5,23% da precipitação.

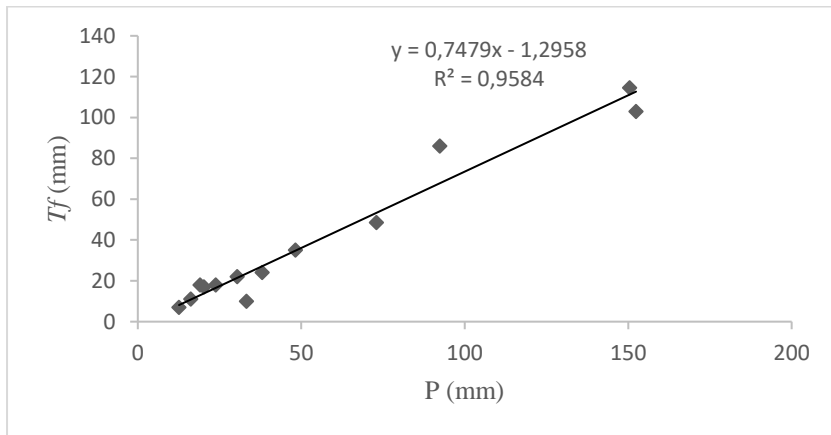
Os valores relativos de S_f apresentaram diferenças significativas conforme os meses do ano. Verifica-se que os períodos de 09/02 a 12/03, e entre 01/08 e 01/11, resultaram em média 0,27% de P , enquanto no período de 12/03 a 14/05, resultou-se em média de 0,01% de S_f em relação à P . Nos meses de Junho e Julho, a precipitação total resultou em 0,2 mm, não havendo nesse momento volume acumulado por escoamento por tronco.

Nesse sentido, a porcentagem dos valores de precipitação interna, interceptação e precipitação efetiva tiveram importantes variações no interior de uma mesma estação, não demonstrando ainda uma variação intersazonal. O escoamento por tronco, por outro lado, apresentou diferenças entre os valores no fim e no início da estação chuvosa em relação ao período da estação seca.

Os dados de precipitação interna (T_f) e de precipitação efetiva (P_e) apresentaram forte correlação linear com os dados de precipitação (P), com valores de R^2 de 0,9584 (Figura 8) e 0,9591 (Figura 9), respectivamente. O escoamento por tronco (S_f) e a interceptação (I), por outro lado, apresentaram correlação moderada com a precipitação - 0,7860 (Figura 10) e 0,7212 (Figura 11), respectivamente.

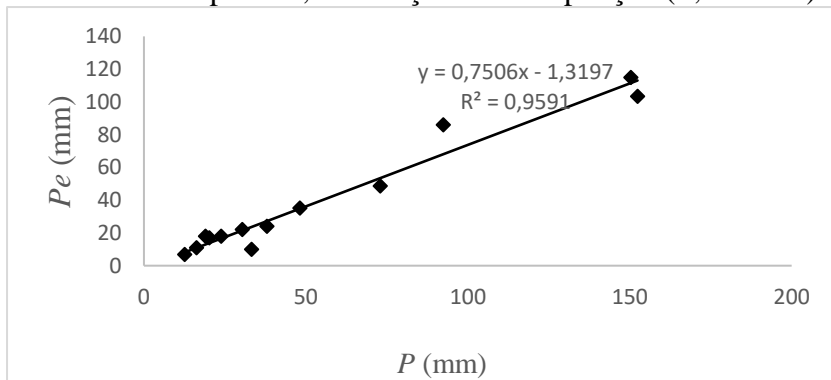
Essa relação permite inferir que os valores de precipitação interna e de precipitação efetiva se dão, principalmente, em função dos valores de precipitação total. Quanto ao escoamento por tronco e à interceptação, o menor valor de R^2 indica a necessidade de futura avaliação de outras variáveis em seus estudos, corroborando a revisão de Giglio e Kobiyama (2013).

Figura 8 – Gráfico de correlação linear dos valores de Precipitação Interna - T_f (mm) da parcela em função da Precipitação - P (mm).



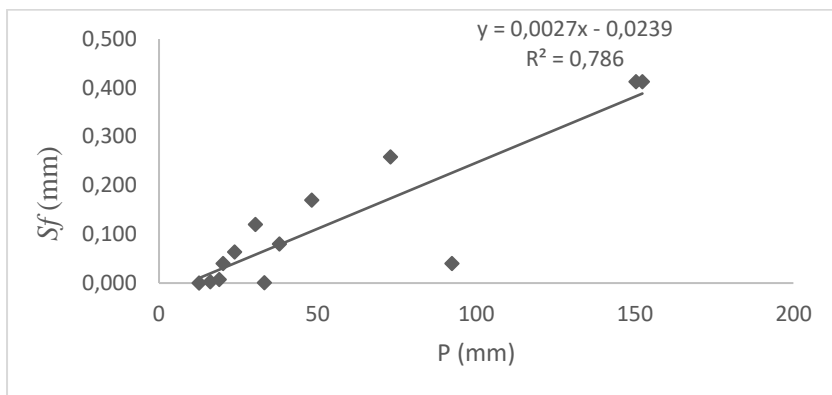
Org.: dos Autores (2018).

Figura 9 – Valores de Precipitação Efetiva (Pe , em mm), observados na parcela, em função da Precipitação (P , em mm).



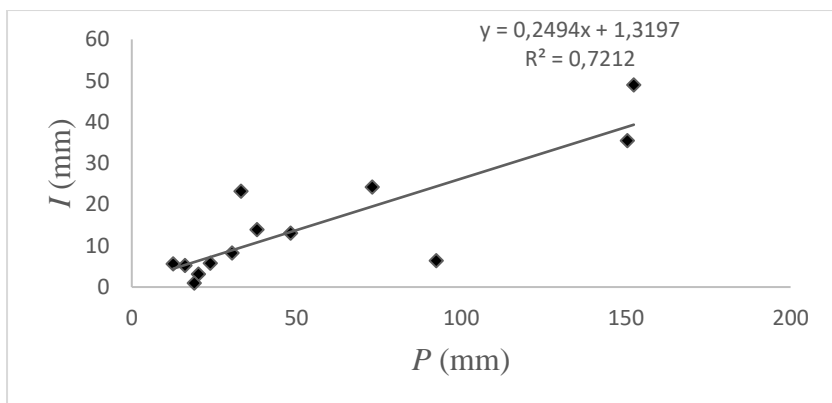
Org.: dos Autores (2018).

Figura 10 – Valores de Escoamento por Tronco (S_f , em mm), observados na parcela, em função da Precipitação (P , em mm).



Org.: dos Autores (2018).

Figura 11 – Valores de Interceptação (I , em mm), observados na parcela, em função da Precipitação (P , em mm).



Org.: dos Autores (2018).

Conclusão

Os valores relativos de precipitação efetiva, precipitação interna e interceptação não apresentaram variações intrassazonais. Em contrapartida, os valores relativos de escoamento por tronco, diminuíram significativamente durante a estação seca. A análise estatística demonstrou maiores correlações lineares entre a precipitação efetiva e precipitação interna com a precipitação total.

De modo geral, admite-se que os valores de Interceptação são significativos na compreensão dos ciclos hidrológicos em áreas de vegetação nativa, como no fragmento de mata galeria aqui analisado. Portanto, avaliar a interceptação e a precipitação efetiva se torna fundamental para a compreensão dos geossistemas.

No entanto, os resultados obtidos não permitem realizar generalizações sobre o comportamento dessa dinâmica. Assim, verifica-se a necessidade do desenvolvimento de futuras pesquisas que considerem outros fatores, tais como a frequência e a intensidade da chuva, a influência do vento, a sazonalidade, a variabilidade entre as espécies (estrutura da copa e características da casca), as variações intraespecíficas de escoamento de tronco e a cobertura de um maior número de indivíduos no interior da bacia.

Referências

AB'SABER, A. N. *Os domínios da natureza no Brasil: potencialidades paisagistas*. 5. ed. São Paulo (SP): Ateliê Editorial, 2008. 159 p.

ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V.; ROCHA, P. A. B. Precipitação efetiva e interceptação das chuvas por floresta de mata atlântica em uma microbacia experimental em Cunha – São Paulo. In: *Revista Árvore*, v. 27, n. 2, 2003, p. 257-262.

BATEZELLI, A. *Análise da sedimentação cretácea no Triângulo Mineiro e sua correlação com áreas adjacentes*. Tese (Doutorado em Geociências). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 183 p., 2003.

BERTRAND, G. Paysage et géographie physique globale. Esquisse méthodologique. In: *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, v. 39, n. 3, 1968. p. 249-272.

BOTELHO, R. G. M. ; SILVA, A. S. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (orgs.). *Reflexões sobre a Geografia Física Brasileira*. 7 ed. Rio de Janeiro (RJ): Bertrand Brasil, 2014, p. 153-192.

CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia*. 2. ed. São Paulo (SP): Edgard Blücher, 1980, 188p.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. *Mapa geológico do estado de Minas Gerais*. Belo Horizonte: CPRM, 2003. Escala 1:1.000.000.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro, 1979. 271p.

GÊNOVA, K. B.; HONDA, E. A.; DURIGAN, G. Processos hidrológicos em diferentes modelos de plantio de restauração de mata ciliar em região de Cerrado. In: *Revista do Instituto Florestal*, v. 19, n. 2, 2007, p. 189-200.

GIGLIO, J. N.; KOBAYAMA, M. Intercepção da chuva: Uma revisão com ênfase no monitoramento em florestas brasileiras. In: *Revista Brasileira dos Recursos Hídricos*, v. 18, n. 2, 2013, p. 297-317.

GONÇALVES, C. F. F. *Estatística*. Londrina (PR): Ed. UEL, 2002, 304 p.

HONDA, E. A.; MENDONÇA, A. H.; DURIGAN, G. Factors affecting the stemflow of trees in the Brazilian Cerrado. In: *Ecohydrology*, v. 8, 2014, p. 1351-1362.

LIMA, W. P.; NICOCIELO, N. Precipitação efetiva e intercepção em florestas de pinheiros tropicais e em reserve de cerradão. In: *IPEF*, n. 24, 1983, 43-46.

LIMA, W. P. Soil Moisture in Tropical Pine Plantation and in "Cerrado" Vegetation in the State of São Paulo, Brazil. In: *IPEF*, n. 23, 1983, p. 5-10.

NOVAIS, G. T. *Caracterização climática da mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e do entorno da Serra da Canastra (MG)*. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 175 p., 2011.

NOVAIS, G. T.; BRITO, J. L. S.; SANCHES, F. O. Unidades Climáticas do Triângulo Mineiro. In: *Revista Brasileira de Climatologia*, n. 14, v. 23, p. 223-243, 2018.

OLIVEIRA, L. L.; COSTA, R. F.; SOUSA, F. A. S.; COSTA, A. C. L.; BRAGA, A. P. Precipitação efetiva e intercepção em Caxiuana, na Amazônia Oriental. In: *Acta Amaz.*, v. 38, n. 4, p. 723-732, Dez. 2008.

OLIVEIRA, P.T.S., NEARING, M.A., WENDLAND, E. Orders of magnitude increase in soil erosion associated with land use change from native to cultivated vegetation in a Brazilian savannah environment. In: *Earth Surface Processes and Landforms*, v. 40, 2015a 1524-1532.

OLIVEIRA, P. T. S., WENDLAND, E., NEARING, M. A., SCOTT, R. L., ROSOLEM, R., da ROCHA, H. R. The water balance

components of undisturbed tropical woodlands in the Brazilian cerrado. In: *Hydrology and Earth System Sciences*, v. 19, 2015b, p. 2899-2910.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de (Ed.). *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina (DF): EMBRAPA-CPAC, 1998, p. 87-166.

ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. In: *Revista do Departamento de Geografia*, v. 8, p. 63-74, 1994.

SÁ, J. H. M.; CHAFFE, P. L. B.; QUILLER, M. J. J. The influence of the interception process on the precipitation quality in a catchment covered by subtropical Atlantic Forest. In: *Revista Brasileira dos Recursos Hídricos*, v. 21, n. 4, 2016, p. 742-751.

SÁ JUNIOR, A. *Aplicação da classificação de Köppen para o Zoneamento Climático do Estado de Minas Gerais*. 101f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Lavras (UFV), Lavras. 2009.

SHINZATO, E. T.; TONELLO, K. C.; GASPAROTO, E. A. G.; VALENTE, R. O. A. Escoamento pelo tronco em diferentes povoamentos florestais na Floresta Nacional de Ipanema em Iperó, Brasil. In: *Scientia Florestalis*, v. 39, n. 92, p. 395-402, 2011.

STEVANUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. *Geomorfologia fluvial*. São Paulo (SP): Oficina de Textos, 2017, 336 p.

TRICART, J. *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro (RJ): IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977. 91 p.

TUCCI, C. E. M. (Org.). *Hidrologia: ciência e aplicação*. 4. ed. Porto Alegre (RS) : Ed. da UFRGS, 2012. 943 p.

TUCCI, C. E. M.; CLARKE, R. J. Impacto das mudanças na cobertura vegetal no escoamento: revisão. In: *Revista Brasileira dos Recursos Hídricos*, v. 2, n. 1, 1997, p. 135-152.

QUESADA, C. A. et al. Seasonal variations in soil water in two woodland savanas of Central Brazil with diferente fire stories. In: *TreePhysiology*, v. 28, n. 3, 2008, p. 405-415.

VALLE JUNIOR, R. F. *Diagnóstico de áreas de risco de erosão e conflito de uso dos solos na bacia do rio Uberaba*. Tese (Doutorado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, 220 p., 2008.

VIEIRA, C. P.; PALMIERI, L. R. Medida e modelagem da interceptação da chuva em uma área florestada na Região Metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais. In: *Revista Brasileira dos Recursos Hídricos*, v. 2, n. 1, 1997, p. 135-152.

AS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NO BRASIL NOS 20 ANOS DO SNUC: DA GÊNESE DO IDEAL AOS DESAFIOS DO REAL

*Márcio Balbino Cavalcante
Eduardo Rodrigues Viana de Lima*

Introdução

A criação de Áreas Naturais Protegidas, entre elas as Unidades de Conservação (UCs), tem emergido, mundialmente, como um dos principais instrumentos de planejamento para a conservação de ecossistemas e recursos naturais ameaçados pelas atividades humanas (GODOY e LEUZINGER, 2009; VALLEJO, 2012; GUERRA e COELHO, 2015; MORSELLO, 2016). Além disso, várias políticas internacionais reconhecem sua importância, tais como: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas (ONU), a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) e a Convenção de Áreas Úmidas (Convenção de Ramsar) (UNEPWCMC, IUCN e NGS, 2018).

Segundo a *International Union for Conservation of Nature* (IUCN), uma área protegida é definida como sendo “um espaço geográfico claramente definido, reconhecido, dedicado e gerenciado, por meios legais ou outros meios efetivos, para alcançar a conservação de longo prazo da natureza com serviços ecossistêmicos associados e valores culturais” (LEWIS et al, 2017, p. 2). De acordo com o banco de dados mundial de áreas

protegidas da IUCN (2019), houve um aumento na expansão de áreas protegidas, tanto terrestres, de 14,7% em 2016 para 15% em 2019, quanto em cobertura marinha, de 10,2% em 2016 para 17,9% em 2019. Nesse caso, houve o alcance da 11ª meta de Aichi para áreas marinhas sob jurisdição nacional.

Dudley et al. (2017), em relação à Agenda 2030, destacam a oportunidade para o reconhecimento do valor e contribuição das áreas protegidas para as diversas metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Embora estejam diretamente relacionados aos objetivos 14 (Vida na Água) e 15 (Vida na Terra), os espaços protegidos contribuem, sobremaneira para as demais metas dos ODS, podendo-se citar: diminuição da pobreza, segurança alimentar e hídrica, saúde e bem-estar, redução de risco de desastres, cidades sustentáveis e estratégias de mudanças climáticas. Entretanto, um dos maiores desafios mundiais e brasileiros está em garantir que a contribuição dessas áreas seja reconhecida efetivamente no planejamento, nas políticas públicas e nos relatórios dos diversos níveis de governo (GATTO, 2020).

Ademais, estudos comprovam que as UCs cumprem diversos serviços ecossistêmicos no ambiente, levando em consideração, principalmente, a seguinte tríade: Em relação ao meio físico, quando protege a fragilidade geoambiental da área ou sua suscetibilidade a processos geológico-geomorfológicos; em relação ao meio biótico, seu desempenho pode ser medido pela integridade da biodiversidade da área protegida; e quanto ao meio antrópico, as UCs têm maior ou menor desempenho, de acordo com esses serviços ambientais que proporcionam às populações humanas. As áreas protegidas, quando bem

implementadas e geridas, são importantes ferramentas de gestão que contribuem na busca pela conservação da biodiversidade, como também, na minimização do processo de perda da (bio)geodiversidade ao redor do globo (GATTO, 2020).

No Brasil, a criação de parques, sejam eles nacionais, estaduais ou municipais, tem como objetivo primordial a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica ou beleza cênica. Atualmente as Unidades de Conservação (UC's) brasileiras são regulamentadas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), instituído pela Lei nº 9. 985, de 18 de julho de 2000, e regulamentada pelo Decreto nº. 4.340, de 22 de agosto de 2002 (BRASIL, 2002). Segundo esta Lei, entende-se por UCs:

Espaços territoriais e seus componentes, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, de domínio público ou privado, legalmente instituídos pelo Poder Público, com objetivos de conservação e de limites definidos, sob-regime especial de administração, às quais se aplicam garantias adequadas de proteção (BRASIL, 2000, p. 1).

Nesse contexto, o presente trabalho se ocupa de alguns aspectos da relação sociedade-natureza para pontuar elementos que levaram à institucionalização das UCs. Em seguida, aborda aspectos das relações povos/parques, e, por fim, discute os avanços e desafios nos 20 anos do SNUC para a conservação da natureza no Brasil.

O advento da categoria de Unidade de Conservação “Parque”

A criação do *Parque Nacional de Yellowstone*, nos Estados Unidos, em 1872, converteu-se no marco inicial do processo de criação de áreas protegidas no mundo. A institucionalização do *Yellowstone* tratou-se da demarcação de uma área onde os recursos naturais seriam protegidos da ação depredadora do homem, no qual os povos indígenas já existentes e integrados à natureza foram completamente desconsiderados no processo de desenho de reserva natural. Serrano (2016) entende que essa iniciativa, apesar de inédita em termos de relação homem-natureza, não aconteceu isoladamente:

[...] ela se dá em meio a um amplo questionamento do antropocentrismo que, ao longo de toda a história da cultura ocidental, tem predominado como orientador de representações e práticas humanas em relação à natureza. No período entre os séculos XVI e XIX, durante a transição que leva ao estabelecimento da economia capitalista, tal questionamento e a conseqüente mutação de posturas que ele desencadeia vão levar a novas relações dos homens com os animais e plantas e à idealização da vida no campo e sua imagem. Esse período inventa também a *paisagem* como forma dominante de representação da natureza, principalmente por intermédio da pintura (SERRANO, 2016, p. 104).

Certamente, as raízes dessa (re)valorização do mundo natural e da paisagem visual de contemplação não se restringiram à conjuntura norte-americana. Na Europa, por conta da Revolução Industrial, a vida nas cidades passa a ser criticada e a

vida no campo idealizada, sobretudo, por aquelas classes não diretamente envolvidas na produção agrícola. Thomas (2012) sugere que o crescimento populacional e a insalubridade do ambiente urbano (fabril) teriam suscitado um sentimento anti-agregativo e, por conseguinte, uma nova sensibilidade e uma atitude de contemplação da natureza selvagem.

Para isso contribuíram também o avanço da História Natural e o advento do Romantismo, quando o ambiente selvagem passou a ser o lugar para onde fugir de uma sociedade artificial e corrupta e desfrutar dos misteriosos e belos atributos da natureza. Acrescenta-se que, a partir do século XIX, a experiência com o ambiente selvagem tornou-se assunto em voga nas conversas, da mesma forma que na literatura e na pintura, mudando rapidamente a atitude das pessoas com relação à natureza.

Nos Estados Unidos, enquanto esses padrões sociais ganhavam importância, a expansão da fronteira para o oeste implicava o domínio do ambiente natural por uma agricultura moderna e por uma urbanização e industrialização acelerada e expansiva. No final do período, os custos socioambientais desse acelerado processo tornaram-se evidentes e as celebrações foram também acompanhadas pela preocupação crescente com a proteção ambiental (CAVALCANTE, 2012).

Em termos teóricos, havia duas visões de conservação: se por um lado, a visão “preservacionista”, encabeçada por John Muir, enfatizava a reverência à natureza no sentido da apreciação estética e espiritual da vida selvagem, por outro, haviam teóricos que, a partir de uma visão “conservacionista”, defendida por Gifford Pinchot, pregavam o uso adequado e criterioso dos recursos naturais (DIEGUES, 2008).

Muito influenciada pelos escritos de Henry David Thoreau, a perspectiva preservacionista, representada pela noção de *wilderness* (vida natural/selvagem), vai permanecer subjacente à criação de parques como grandes áreas não habitadas, principalmente após a expulsão ou extermínio das populações indígenas.

Em outras palavras, foram essas ideias, sobretudo a dos românticos, que influenciaram a concepção de áreas naturais protegidas enquanto “ilhas” de grande valor estético e que proporcionam ao ser humano as maravilhas da natureza intocada. Por esse viés, a noção de mundo natural subjacente reflete uma percepção das populações urbanas e envolve a construção de mitos. Segundo Diegues (2008), através da concepção de áreas naturais protegidas opera-se uma simbiose entre o pensamento empírico racional (através de conceitos como ecossistema, biodiversidade) e o mitológico (presente nas ideias de paraíso perdido, ilha, beleza primitiva ou original da natureza, evocação do belo e do harmonioso).

O “*mito moderno da natureza intocada*”, para Diegues (2008), diz respeito a uma representação simbólica pela qual existiriam áreas naturais intocadas e intocáveis pelo homem, apresentando componentes num estado “puro” ou selvagem, anterior ao seu aparecimento. Entretanto, essa condição praticamente inexistente, pois as regiões naturais usualmente correspondem às áreas que foram ou são manipuladas de forma extensiva. Por esse viés, entende-se que a biodiversidade – comumente atribuída aos fatores unicamente “naturais” – decorre também da manipulação do meio natural por parte de certas populações humanas.

Desse modo, o “*modelo Yellowstone*” resultou de uma ideologia preservacionista que vê nos parques a única forma de

salvar pedaços da natureza. Serrano (2016) argumenta que a criação desse tipo de unidade de conservação suscita um paradoxo ao vincular a proteção ambiental, implicando o afastamento de qualquer atividade de exploração dos recursos, ao usufruto para o lazer e, por extensão, para o turismo. Daí, mais do que uma estratégia governamental de conservação, o modelo traduz, de forma emblemática, um tipo de relação homem-natureza.

A problemática povos/parques

A necessidade de proteger os ecossistemas naturais é também uma expressão de profundos valores humanos. Não vivemos em regiões selvagens, mas necessitamos delas para nosso bem-estar biológico e psicológico. Ademais, a experiência dentro do ambiente selvagem ajuda-nos a reconsiderar nosso próprio primitivismo, contribuindo para o nosso autoconhecimento e para a revelação de potencialidades latentes.

Por outro lado, os problemas e conflitos decorrem quando tais necessidades traduzem-se em ideologias e instituições que se sobrepõem àquelas pertinentes a outros grupos humanos (indígenas, extrativistas, caçadores de subsistência, pescadores artesanais, agricultores itinerantes, etc.) que vivem nesses locais por sucessivas gerações, violentando seus direitos e modos de vida (SERRANO, 2016).

Politicamente, a institucionalização do espaço público (parque) sobre o espaço comunitário deixa subentendido que as populações locais deveriam “sacrificar-se” para dotar as populações urbanas de espaços de lazer e de contato com a natureza “selvagem”, ou ainda para proteger a biodiversidade.

Desse modo, acrescenta-se que aquelas comunidades se tornam duplamente destituídas: Juridicamente, pela afirmação generalizada dos direitos sobre a natureza, com a qual, nos lugares determinados, turistas e comunidades tradicionais, que não têm o mesmo vínculo, possam ter os mesmos direitos. E, economicamente, na afirmação da sua pobreza, o que significa que a riqueza natural desses lugares não é riqueza para as populações, mas para o turista.

Desse modo, ao ter sido exportado, o “modelo *Yellowstone*” recriou a dicotomia “povos/parques”. Nos países do Terceiro Mundo, em virtude da existência de populações tradicionais no interior ou no entorno das extensas áreas abrangidas pelos parques e reservas (cerca de 86% dos parques da América do Sul contêm populações tradicionais), desencadearam-se inúmeros conflitos de ordem social, econômica, política, territorial e cultural. Os problemas incluíam desde as restrições de acesso e uso dos recursos naturais – impostos pelo poder público – até a retirada forçada dos moradores de seus territórios ancestrais (DIEGUES, 2008).

Convém explicitar ainda que, ao longo do tempo, o conceito de parque nacional foi se transformando e adquirindo matrizes que levaram à definição de outras categorias de unidade de conservação. Atualmente, em nível internacional, vigoram as seguintes categorias: Parque Nacional, Reserva Biológica, Monumento Natural, Floresta Nacional, Santuário da Vida Silvestre, Reserva da Fauna, Monumento Cultural, Estrada Parque, Reserva de Recursos, Área de Uso Limitado, Reserva do Patrimônio Mundial, Reserva da Biosfera (AMARAL, 2004 apud CAVALCANTE, 2019).

Convém lembrar que, além da preocupação com a destruição da natureza, outros fatores contribuíram para esse

processo: o desenvolvimento científico, especialmente através da ecologia como ciência; a busca do contato com a natureza e o retorno econômico pelo (eco)turismo; as críticas e denúncias dos movimentos sociais e ambientalistas em relação à inadequação do modelo norte-americano aos países do Terceiro Mundo, que apresentam uma grande diversidade cultural (CAVALCANTE, 2012).

Assim é que, de uma categoria única e com objetivos, por vezes conflitantes, passa-se a uma multiplicidade de modalidades de unidades de conservação, que buscam compatibilizar usos e contemplam, não apenas a proteção da natureza, mas também de culturas tradicionais, como é o caso das reservas indígenas e extrativistas. A evolução dessa última questão culmina com o entendimento por parte das agências internacionais (*International Union for Conservation of Nature - UICN, World Wildlife Fund - WWF, Banco Mundial, etc.*), de que as unidades de conservação devem servir à proteção da diversidade biológica, geológica e cultural.

A gestão das Unidades de Conservação

A criação das Unidades de Conservação no mundo e no Brasil tem se configurado em uma das principais formas de intervenção do Estado na proteção de consideráveis e representativas áreas territoriais dos biomas no país, frente ao acelerado processo de apropriação e exploração do meio ambiente, imposto pelo sistema capitalista (CASTRO JÚNIOR et al., 2015). Paradoxalmente, tem sido esse mesmo Estado que vem agindo de modo a fomentar a expansão desse sistema. Portanto, as UC's podem constituir objeto privilegiado de investigação

sobre as relações entre Estado, sociedade e meio ambiente no país (CAVALCANTE, 2018).

No caso do Brasil, o Estado sempre foi o condutor da política de implantação e gestão de áreas protegidas, mesmo quando marcadas por processos de mobilização popular. Até fins da década de 1980, “esse papel era fruto de uma visão de apropriação de recursos naturais e controle territorial”. Desde então, esses autores argumentam que a perspectiva do Estado brasileiro viria se alterando ao incorporar a “noção estratégica de meio ambiente”, na qual a biodiversidade passa a ser o conceito central na política de conservação (CASTRO JÚNIOR et al., 2015, p. 47).

Contudo, para esses autores, subjacente aos modelos de desenvolvimento atuantes, o Estado não tem conseguido equacionar justiça social, proteção e conservação dessa biodiversidade, sendo o desafio posto nesse novo século como “a construção social de modelos que expressem outra racionalidade produtiva que não a da instrumentalização da natureza pelo capital” (p. 62).

Diante desse contexto, a preocupação com a conservação ambiental e com a criação de áreas naturais protegidas, no caso do Brasil, só acontece tardiamente. De acordo com Serrano (2018), embora desde o final do século XIX algumas personalidades preocupadas com a questão florestal viessem propondo a criação de parques nacionais, foi somente com a instituição do primeiro Código Florestal brasileiro, em 1934, que se abriram perspectivas objetivas para o surgimento de unidades de conservação mais abrangentes do que as antigas reservas e hortos florestais.

Esse documento assegurava a proteção de florestas em quatro categorias: protetoras, remanescentes, modelo, e de rendimento. Os parques nacionais, estaduais e municipais foram classificados como florestas remanescentes, também considerados monumentos públicos naturais, que conservam sua composição florística primitiva (LIMA, 2019).

Posteriormente, a Constituição de 1937 reafirma a legitimidade dos parques nacionais, e, no mesmo ano, é criado o Parque Nacional de Itatiaia (RJ), tornando-se a primeira área protegida do Brasil. Por sucessivas décadas, a expansão do número de parques e reservas foi bastante lenta. Apenas no final da década de 1970 são colocadas em discussão as áreas prioritárias para conservação da natureza legalmente protegidas.

Desse modo, Diegues (2008), ao avaliar a criação de Unidades de Conservação no Brasil no período de 1970 a 1986, em pleno regime militar, observa que a criação era feita de cima para baixo, em uma época de grande endividamento do país e onde as organizações financeiras internacionais exigiam cláusulas de conservação ambiental para grandes projetos. Além disso, segundo o autor, coube aos órgãos federais (Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal – IBDF em 1965, e a Secretaria de Meio Ambiente – SEMA em 1973), a implantação e gestão das unidades. Em parte, esse quadro explica o porquê de a questão ambiental ter sido tratada dentro de uma visão conservadora e muito aquém do que se debatia no âmbito internacional.

De um modo geral, observa-se que no caso das unidades de conservação, assim como em relação à política ambiental de um modo geral, as práticas e os discursos denunciam uma atitude, no mínimo, ambígua: se de um lado as riquezas naturais são enaltecidas, de outro assiste-se a um descaso significativo em

relação à implementação das medidas de proteção regulamentadas (CAVALCANTE, 2012).

Embora muitos autores afirmem que o aparato legal esteja bem desenvolvido, falhando apenas os meios técnico-administrativos para cumprir e fazer cumprir tal legislação, o que se observa é que a regulamentação das unidades de conservação não constitui um conjunto harmônico, estando fragmentada em diversas leis e decretos e com inúmeros pontos imprecisos e ambíguos. Entretanto, com a implantação do SNUC houve um significativo avanço na legislação para as Unidades de Conservação brasileiras.

Ainda no âmbito relativo aos parques, somente em 1979, através do Decreto 84.017, é definido o Regulamento dos Parques Nacionais Brasileiros. Outra evidência de descaso pode ser lida na demora na elaboração dos planos de manejo das unidades já existentes – o primeiro, o do Parque Nacional de Itatiaia, surge 40 anos após sua criação (SERRANO, 2016).

O Plano do SNUC, elaborado pelo IBDF em duas etapas, em 1979 e 1982, transformou-se em Projeto de Lei em 1992. Após uma ampla discussão pelo Congresso Nacional, foi aprovado na Câmara Federal no ano de 1999, recebendo a sanção presidencial em 18 de julho de 2000, transformando-se na Lei nº 9.985 (BRASIL, 2000).

O SNUC estabelece critérios e normas para criação, implantação e gestão das UCs nos âmbitos federal, estadual e municipal. Diante de seus treze objetivos elencados nessa lei, pode-se afirmar que o principal objetivo é a promoção do desenvolvimento sustentável a partir dos recursos naturais.

Compete ao SNUC estabelecer os critérios e as normas para a criação, implantação e gestão das UCs, cujos objetivos principais dessa Lei estão descritos nos artigos 3 e 4:

- Proteger as espécies ameaçadas de extinção no âmbito regional e nacional, contribuir para a preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas naturais;
- Proteger paisagens naturais pouco alteradas de notável beleza cênica;
- Proteger as características relevantes de natureza geológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural;
- Proporcionar meios e incentivos para atividades de pesquisa científica, estudos e monitoramento ambiental;
- Favorecer condições e promover a educação e interpretação ambiental, a recreação em contato com a natureza e com o turismo ecológico (BRASIL, 2000).

O SNUC classifica as UCs brasileiras em duas categorias de manejo: o primeiro grupo abrange as “Unidades de Proteção Integral” ou de uso indireto dos recursos naturais (Parque Nacional, Reserva Biológica, Estação Ecológica, Monumento Natural e Refúgio da Vida Silvestre); e o segundo abrange o grupo de unidades constituído pelas “Unidades de Uso Sustentável” ou de uso direto dos recursos (Área de Proteção Ambiental - APA, Reserva Extrativista – RESEX, e Floresta Nacional – FLONA, Área de Relevante Interesse Ecológico, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável, Reserva Particular do Patrimônio Natural - RPPN).

Com base na definição do SNUC, artigo 11, os Parques Nacionais (PARNA) são entendidos como:

Espaços próprios para a preservação de ecossistemas de naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação com o contato com a natureza e de turismo ecológico (BRASIL, 2000).

No caso específico dos parques, o arcabouço legal estabelece que são espaços territoriais de domínio da união, dos estados ou municípios, criados por ato administrativo e destinados ao uso comum da sociedade. Se a área abrangida é pública, o decreto de criação configura a destinação do bem público, tornando-o inalienável e indisponível. Se o domínio é privado, o poder público deve promover a desapropriação.

20 anos do SNUC: avanços e desafios

Considerado uma conquista da legislação ambiental brasileira, o SNUC, Lei nº 9.985, completou 20 anos em 18 de agosto de 2020, como um modelo inovador, complexo e desafiante para a política brasileira de conservação da natureza.

Para Souza et al. (2011), o SNUC contribui para os avanços na política de expansão e gestão das áreas protegidas nas três esferas de governo (federal, estadual e municipal) e oferece uma visão integrada do conjunto de unidades no território brasileiro, mesmo que sua espacialização seja de forma desigual.

Ademais, a relação entre o Estado, os cidadãos e o meio ambiente ganham força com a criação de mecanismos que ampliam a participação da sociedade na gestão do Sistema.

O Brasil é o quinto maior país em território do mundo, com seus 8.516.000 km². Desse total, com base no Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC) do Ministério do Meio Ambiente (MMA), em 2020, o SNUC é composto por 2.446 UCs, sendo 1.004 unidades federais, 1.052 estaduais, 390 municipais, correspondendo a 18% do território brasileiro coberto por UCs. Soma aproximadamente cerca de 2.552.196,72 km², sendo 1.588.498,11 km² de Área Continental Protegida, e 963.698,62 km² de Área Marinha Protegida. Do total, 1.717.875,48 km² pertencem à esfera federal, 773.002,03 km² à estadual e 61.319,22 km² à municipal (MMA, 2020).

No entanto, apenas 777 unidades, representando 6% da área do país, são da categoria de proteção integral, ou seja, aquelas que permitem apenas o uso indireto dos recursos naturais e atividades como educação, pesquisa científica e turismo.

Um dos pontos detectados durante a presente pesquisa, é que a região Norte, mais precisamente nos estados do Amapá e Pará, não existe nenhuma UC nas seguintes categorias de manejo: Monumento Natural e Refúgio da Vida Silvestre (Proteção Integral); Área de Relevante Interesse Ecológico e Reserva Particular do Patrimônio Natural (Uso Sustentável).

A região Nordeste não possui nenhuma Estação Ecológica, mas como a costa nordestina é habitada por inúmeras comunidades que dependem da pesca e do turismo, talvez a presença de uma ESEC na região poderia gerar conflitos, não sendo uma opção eficaz para o cumprimento de objetivos de conservação. A região Sudeste é a única região que possui

representação de todas as categorias de UC. Já a região Sul não possui as categorias: Reservas Extrativistas, Reservas de Desenvolvimento Sustentável, Áreas de Relevante Interesse Ecológico e Reservas Particulares do Patrimônio Natural, todas pertencentes ao grupo de uso sustentável.

Independentemente de sua extensão territorial, as UCs, quando geridas de acordo com as diretrizes do SNUC, são fundamentais para várias atividades produtivas de forma ecologicamente correta, e seu estabelecimento, no âmbito do SNUC, pode maximizar a produtividade levando em consideração a sustentabilidade ambiental, social e econômica nesses territórios. Entretanto, o modelo de planejamento e gestão das unidades de conservação brasileiras é ainda um importante desafio, pois apresenta caráter mais administrativo do que de manejo da conservação.

Uma parcela significativa das UCs, seja no âmbito federal, estadual e municipal, defronta-se com sérios problemas fundiários, tanto no que toca à regulamentação de áreas protegidas sobre áreas anteriormente ocupadas, quanto da ocupação por posseiros após a criação das UCs.

A falta de planos de manejo, em cerca de 80,95 % das UCs, é uma clara limitação para a efetiva implementação dessas áreas. Soma-se a isso, a ausência de Conselho Gestor em 70,85 das UCs (MMA, 2020). Embora a existência do plano de manejo e do conselho gestor não seja, por si só, garantia de ausência de conflitos (FONTES e GUERRA, 2016), a ausência desses dois importantes instrumentos impacta diretamente na gestão da UC e seu relacionamento com a população local, fazendo com que a unidade não possua sua importância reconhecida nas atividades socioeconômicas nos espaços territoriais que esteja inserida (GATTO, 2020).

Entretanto, foi somente com advento do SNUC, no ano 2000, que os conselhos gestores, entendidos como espaços democráticos, passaram a ser obrigatórios na gestão de uma UC, seja qual for sua categoria de manejo. A lei em tela considera a importância da gestão participativa; recomendando a criação do conselho gestor, o qual deve ser constituído por representantes de órgãos públicos, organizações da sociedade civil, da população local, entre outros atores que estejam envolvidos de alguma forma com a UC. Além desse instrumento, o SNUC define que seja elaborado o plano de manejo e o zoneamento.

Para a consolidação do planejamento e administração das UCs, Vallejo (2012) afirma que a “forma de organização institucional dos governos é fundamental”. Desse modo, o autor acrescenta:

A administração de muitas UCs envolve diversos setores institucionais de forma direta e indireta (meio ambiente, turismo, agricultura, mineração, urbanismo, etc) e a adequada comunicação interinstitucional é condição essencial. Além disso, deve-se considerar a organização intrainstitucional para se evitar, por exemplo, a excessiva centralização das agências gestoras das UCs (VALLEJO, 2012, p. 10).

Assim, embora evidenciados os avanços na gestão das UCs brasileiras no momento que a Lei completa 20 anos de sua criação, ainda se fazem necessários estudos que atestem a ampliação de novas unidades em todos os biomas brasileiros, principalmente na Caatinga, o único bioma exclusivamente brasileiro, o menos estudado e, conseqüentemente, um dos menos

protegidos, com apenas 2,23% de UCs de Proteção Integral (MMA, 2020).

A criação de espaços que não admitem a presença de populações tradicionais residentes, como ocorre no Brasil, em especial com as UCs de proteção integral e de domínio público (estações ecológicas, reservas biológicas e parques nacionais), vem gerando conflitos entre as duas categorias de direito fundamentais, expressamente previstas pela Constituição Federal de 1988: o direito fundamental ao meio ambiente equilibrado e os direitos fundamentais, dentre os quais se insere o direito à identidade cultural, que depende para sua função, da continuidade de existência de grupos tradicionais e das condições de reprodução de suas práticas culturais.

Por outro lado, os problemas e conflitos decorrem quando tais necessidades traduzem-se em ideologias e instituições que se sobrepõem àquelas pertinentes a outros grupos humanos (indígenas, extrativistas, caçadores de subsistência, pescadores artesanais, agricultores itinerantes, etc.), que vivem nesses locais por sucessivas gerações, violentando seus direitos e modos de vida.

Diante do exposto, um dos grandes desafios é fortalecer a participação social nesse processo de gestão das UCs, de forma que a população local e setores envolvidos compreendam os serviços e benefícios ambientais, sociais e econômicos potenciais dessas unidades e contribuam para aperfeiçoá-los. Além disso, as UCs se relacionam com as populações presentes nos outros domínios, tais como o espacial (questões relativas ao uso e ocupação do território), organizacional (envolvimento de órgãos gestores locais e organizações da sociedade civil) e cultural (influência da presença da UC nas manifestações culturais das populações) (ALVES e HANAZAKI, 2015).

Dessa forma, a amplitude do conjunto de domínios aos quais as UCs se relacionam, demonstra a necessidade de inclusão da população local no processo de gestão das UCs, seja através da construção e implementação efetiva do plano de manejo, seja através da composição e participação em reuniões do conselho gestor, ou até na inclusão nas atividades das UCs. É certo que se esses espaços são geridos de forma realmente participativa, os conselhos gestores tendem a colaborar com a resolução dos conflitos e com a própria eficácia das UCs dentro dos objetivos para os quais foram criadas.

Considerações finais

O buscou refletir sobre importantes contribuições para a políticas e ações democráticas capazes de superar o falso dilema entre conservação da natureza e desenvolvimento e, de permitir que finalmente a população brasileira se beneficie de seu rico patrimônio natural de maneira ecologicamente correta, de acordo com as diretrizes do SNUC e demais dispositivos legais ambientais vigentes no país.

No que se refere ao planejamento e gestão das UCs brasileiras, é perceptível o avanço através da criação do SNUC potencializando o papel das UCs, de modo a permitir que sejam planejadas e administradas de forma integrada, objetivando assegurar que amostras significativas e ecologicamente viáveis dos diferentes biomas e ecossistemas brasileiros estejam representados com parcelas protegidas ao longo do território nacional e nas águas jurisdicionais, mesmo que de forma desigual em número e no tamanho das áreas.

Soma-se a isso, a visão estratégica que o SNUC pode oferecer na tomada de decisão quanto a conservação da biodiversidade, na geração de emprego e renda, na perspectiva de uma melhora efetiva na qualidade de vida das populações locais nas áreas de uso sustentável e da população do entorno das UCs de proteção integral.

Conclui-se, ainda, que é fundamental a implementação de um planejamento territorial pautado em ferramentas e instrumentos de gestão que procurem conciliar conservação ambiental e uso dessas áreas, levando também em consideração os anseios das comunidades locais. Dentre os instrumentos de gestão recomendados no SNUC, destaca-se: criação de Conselho Gestor, elaboração do plano de manejo; elaboração do zoneamento ambiental; pesquisas científicas; projetos de educação e interpretação ambiental, com o objetivo de maximizar os serviços ecossistêmicos oferecidos pelo ambiente a população.

Referências

ALVES, R. P.; HANAZAKI, N. Áreas protegidas marinho-costeiras de Santa Catarina sob a perspectiva das populações locais. *Ambiente & Sociedade*. São Paulo, v. 18, n. 4, out/dez. 2015, p. 97-118.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. *Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC*. Brasília: Planalto, 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/civil_03/LEIS/L9985.htm. Acesso em: 10 ago. 2020.

CASTRO JÚNIOR, E. et al. Gestão da Biodiversidade e Áreas Protegidas. In: GUERRA, A. J. T.; COELHO, M. C. N. (orgs.). *Unidades de Conservação: abordagens e características geográficas*. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2015.

CAVALCANTE, M. B. *Parque Estadual da Pedra da Boca (Araruna-PB): uma avaliação sobre as atividades turísticas e as ações de gestão territorial*. 146 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.

CAVALCANTE, M. B. Unidades de Conservação: Abordagens e características geográficas. *Revista de Geografia (Recife)*, v. 35, p. 371-375, 2018.

CAVALCANTE, M. B. As faces do (eco)turismo e o planejamento ambiental nas Unidades de Conservação do Brasil. In: PORTUGUEZ, A. P.; ARAÚJO SOBRINHO, F. L. A. (orgs.). *Inquietações geográficas: natureza, sociedade e turismo no Brasil contemporâneo*. Ituiutaba: Barlavento, 2019, p. 368-387.

DIEGUES, A. C. *O mito moderno da natureza intocada*. 6. ed. São Paulo: Hucitec/NUPAUB-USP/CEC, 2008.

DUDLEY, N.; ALI, N.; KETTUNEN, M.; MACKINNON, K. Editorial Essay: Protected Areas and The Sustainable Development Goals. *PARKS: The International Journal of Protected Areas and Conservation*, v. 23, n. 2, nov. 2017. p. 96.

FONTES, C. F. L.; GUERRA, A. J. T. Conflitos socioambientais na APA de Cairuçu (ParatyRJ) à luz da sobreposição com unidades de conservação de diferentes categorias. *Geosp – Espaço e Tempo (Online)*, v. 20, n. 1, 2016, p. 178-193.

GATTO, D. B. Áreas protegidas marinhas e costeiras no Brasil: um diagnóstico a partir das categorias de manejo. In: SOUTO, R. D. (org.). *Gestão ambiental e sustentabilidade em áreas costeiras e marinhas: conceitos e práticas*. v. 1. Rio de Janeiro: Instituto Virtual para o Desenvolvimento Sustentável - IVIDES.org, 2020. p. 78-108.

GODOY, L. R. C.; LEUZINGER, M. D. O Financiamento do Sistema Nacional de Unidades de Conservação no Brasil. Características e tendências. *Revista de Informação Legislativa*, v. 52, n. 206, p. 223-243, 2015.

GUERRA, A. J. T.; COELHO, M. C. N. (orgs.). *Unidades de Conservação: abordagens e características geográficas*. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2015.

IUCN (INTERNACIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE). World Database Protected Areas (WDPA). Disponível em: <https://www.protectedplanet.net/c/world-database-on-protected-areas>. Acesso em ago. 2019.

LEWIS, N., DAY, J.C., WILHELM, A., WAGNER, D., GAYMER, C., PARKS, J., FRIEDLANDER, A., WHITE, S., SHEPPARD, C., SPALDING, M., SAN MARTIN, G., SKEAT, A., TAEI, S., TEROROKO, T., EVANS, J. LargeScale Marine Protected Areas: Guidelines for design and management. *Best Practice Protected Area Guidelines Series*, v. xxviii, n. 26. Gland, Switzerland: IUCN, 2017. p. 120.

LIMA, V. T. A. Unidades de conservação no Amazonas: território, comunidade e poder. In: SHIRAISHI NETO, J. et. al. (orgs.). *Problema ambiental: naturezas e sujeitos em conflitos*. São Luís: edufma, 2019, p. 2011-228.

MMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE). *Cadastro Nacional de Unidades de Conservação – CNUC*. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/areasprotegidas/cadastronacionaldeucs>. Acesso em ago de 2020.

MORSELLO, C. *Áreas Protegidas públicas e privadas: seleção e manejo*. 3. ed. São Paulo: Fapesp, Annablume, 2016.

SERRANO, C. M. T. A vida e os parques: proteção ambiental, turismo e conflitos de legitimidade em unidades de conservação. In: SERRANO, C. M. T.; BRUHNS, H. T. (org.). *Viagens à natureza: turismo, cultura e ambiente*. 3. ed. São Paulo: 2016.

SOUTO, R. D. (org.). *Gestão ambiental e sustentabilidade em áreas costeiras e marinhas: conceitos e práticas*. Rio de Janeiro: Instituto Virtual para o Desenvolvimento Sustentável IVIDES.org, 2020, p. 259.

SOUZA et al. Dez anos de história: avanços e desafios do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. In: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. *Dez anos do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza: lições do passado, realizações presentes e perspectivas para o futuro*. Brasília: MMA, 2011.

UNEPWCMC (UN ENVIRONMENT WORLD CONSERVATION MONITORING CENTRE); IUCN (INTERNACIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE); NGS (NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY). *Protected Planet Report 2018*. Tracking progress towards global targets for protected areas. UNEPWCMC, IUCN and NGS: Cambridge UK; Gland, Switzerland; and Washington, D.C., USA, 2018. Disponível em: https://livereport.protectedplanet.net/pdf/Protected_Planet_Report_2018.pdf. Acesso em jun. 2020.

VALLEJO, L. R. Os parques e reservas como instrumentos do ordenamento territorial. In: ALMEIDA, F. G.; SOARES, L. A. A. (orgs.) *Ordenamento territorial: coletânea de textos com diferentes abordagens no contexto brasileiro*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

THOMAS, K. *O homem e o mundo natural: mudanças de atitude em relação às plantas e aos animais (1500-1800)*. São Paulo: Companhia das Letras, 2012.

**PAISAGEM, NATUREZA, DINÂMICA
SOCIOAMBIENTAL E VINHEDOS: UM
RETRATO DO UNIVERSO VITÍCOLA NO
MUNICÍPIO DE COTIPORÃ, ESTADO DO RIO
GRANDE DO SUL, BRASIL.**

Vinício Luís Pierozan

Vanessa Manfio

Introdução

A paisagem é uma categoria de análise significativamente importante dentro do escopo de estudo da Geografia. Sua trajetória, no âmbito da ciência, percorreu longos caminhos em busca de enriquecimento teórico e metodológico. Ela foi ligada aos aspectos naturais, às formas visíveis ou à arte e, mais tarde, por meio do aprofundamento conceitual, ganhou visibilidade para além do visível e do material, ou seja, sendo também expressão da concepção, percepção e memória inerente ao olhar do observador.

Nesse contexto, a paisagem é o chão, a base de sustentação para os estudos que envolvem as dinâmicas socioambientais. Por meio dela se observam as formas, a integração sociedade-natureza e, ainda, as transformações espaciais materializadas por meio da relação espaço-tempo.

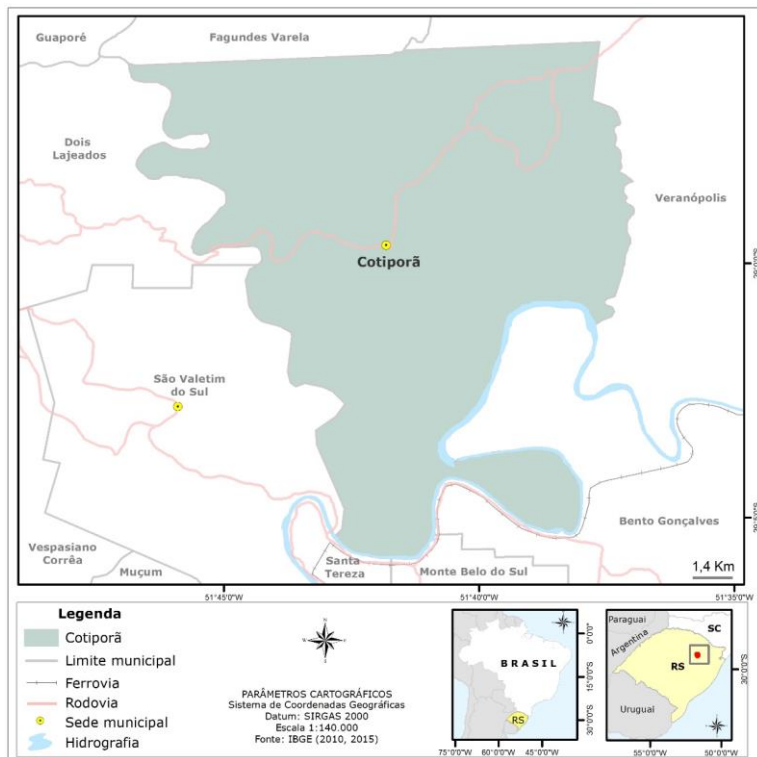
Quando se toma a paisagem vitícola como objeto de análise, a partir da perspectiva da Geografia, tem-se o retrato da vitivinicultura e da articulação dos sistemas natureza, cultura, economia, sociedade, política e tempo. Nessa conjuntura, pensar a paisagem como um sistema integrado é como se fosse um rio que se inunda por elementos e é relacional ao todo espacial. Nessa perspectiva, quando se analisa suas partes, se chega a uma complexa integração que se apresenta sob a forma de uma realidade específica.

A paisagem vitícola é, dessa forma, um todo expresso em partes. Na contemporaneidade, contribuir com estudos direcionados a essas paisagens é avaliar a preservação de seus patrimônios como bens adquiridos e construídos e, na mesma vertente, ter a compreensão da sustentabilidade como um elo colaborativo para a natureza dos vinhedos e das suas paisagens evocativas. Não é possível supor a paisagem vitícola sem natureza, sem dinâmicas sociais e sem estabelecer uma relação com um lugar onde ela se materializa. Tudo é relacional, ou seja, é composição da paisagem.

Nesse sentido, este trabalho busca discutir a paisagem vitícola presente no município de Cotiporã (Figura 1), localizado na região da Serra Gaúcha⁴, tradicional região produtora de vinhos e principal polo vitivinícola brasileiro (PIEROZAN, 2018).

⁴ Situada “[...] na porção nordeste do estado do Rio Grande do Sul, aproximadamente entre as latitudes 28°30’S e 29°30’S e longitudes 50°40’W e 52°05’W” (WEBER; FONTANA, 2009, n.p.).

Figura 1: Localização do município de Cotiporã, RS.



Fonte: Elaborado por Pierozan, 2020.

Para esta discussão, são trazidos os elementos da natureza, da sociedade, do fabrico de vinhos e da paisagem como um todo. Neste trabalho também serão abordados aspectos referentes ao processo em curso de "modernização" da viticultura em Cotiporã e da vitivinicultura integrada para o diagnóstico da paisagem atual

num sistema articulado. Com isso, buscamos compreender o sistema da paisagem e dialogar com a sustentabilidade.

Para dar conta da realização deste estudo, foi utilizado o método sistêmico, onde se relaciona a paisagem vitícola aos demais aspectos locais. De acordo com Capra (2006, p. 260), o pensamento sistêmico vê o mundo a partir de termos verificados entre relações e integração, pois as partes do todo são estudadas com suas integrações. Nesse sentido, Miguel (2009, p. 13) nos diz que “[...] em decorrência de fluxos e interações internas, a abordagem sistêmica considera que o comportamento de um objeto pode ser diferente da soma dos comportamentos dos elementos que compõem esse objeto”, sendo então possível entender as transformações históricas e a diferenciação geográfica do espaço rural e das paisagens (MIGUEL, 2009). Em síntese, podemos dizer que a abordagem sistêmica estabelece relações do fenômeno com o ambiente e com a sociedade.

Contudo, este trabalho articula-se em três partes fundamentais: a primeira contempla a fundamentação teórica com relação ao conceito de paisagem e de sua afinidade com o meio ambiente; a segunda aborda uma breve discussão do meio, da paisagem e dos vinhedos; e, por fim, na terceira parte está a discussão sobre a paisagem, o meio e as dinâmicas existentes no município de Cotiporã, ligadas ao contexto vitícola. Essas partes fundamentam a construção das considerações finais. Com este trabalho, esperamos contribuir com os estudos já feitos e com os posteriores que venham a contemplar a temática que envolve a paisagem vitícola e a compreensão do meio e sua relação com a sociedade.

Paisagem: uma reflexão a respeito do conceito e das relações com o contexto socioambiental no âmbito da ciência geográfica

A Geografia se ocupa em estudar/analisar o espaço geográfico, tendo alguns conceitos como fundamentais para realizar essa tarefa. Entre eles, encontra-se o conceito de paisagem. Para Corrêa e Rosendahl (1998, p. 7), “[...] a paisagem tem-se constituído em um conceito chave da geografia”. A paisagem aparece como reflexo de uma imagem a partir do visível, reflexo da intersecção do ambiental com a ação antrópica que se visualiza (imagina/sente) nas múltiplas formas observadas pelo indivíduo através do olhar, do ruído, do cheiro e dos diferentes sons que caracterizam um determinado lugar/ambiente. Mas a paisagem é um conceito bastante amplo e estudado também por muitos pesquisadores de outras áreas, numa construção secular.

A paisagem tem sua origem associada à controvérsia, ora associada à noção de *pays*, encontrada no século X, que significava “região habitada”, e presente na obra *A vida de Saint Léger*, escrita em 980, ora associada à palavra italiana *paese* (PIMENTA, 2016). Todavia, somente no século XV os franceses abordam a paisagem referindo-se a pinturas dentro dos “cultivadores das artes pictórias” (PASSOS, 1998). Ainda, Besse (2006) afirma que a paisagem, antes de adquirir uma dimensão estética ligada à pintura, a partir do século XVI, estava ligada ao termo *paese*, de sentido territorial e jurídico-político, ou seja, de representação de província, pátria ou região. Indo rumo ao século XIX, o conceito de paisagem passa a ser utilizado na Geografia. Nessa esfera do saber é concebida como o conjunto de formas que

caracterizam a Terra (PASSOS, 1998). Essa é a trajetória inicial que remete à formulação do conceito de paisagem.

No século XIX, na Alemanha, a paisagem passa a adentrar a ciência geográfica e começa a ganhar corpo teórico e científico. Assim, por meio de grandes autores, que se constituem como os modernos da Geografia no século XIX, como Alexander Von Humboldt, Carl Ritter, Paul Vidal de La Blache, Friedrich Ratzel e Carl Troll, que o conhecimento geográfico sobre a paisagem atinge seu *status* de conhecimento científico (PUNTEL, 2007). Nas obras *Cosmos*, de Humboldt, *Geografia comparada*, de Ritter, e *Antropogeografia*, de Ratzel, foi utilizado o conceito de paisagem como método e transcrição de dados, surgindo o termo alemão *Landschaft* para designar paisagem (SCHIER, 2003).

Segundo Schier (2003), Humboldt manteve uma visão um tanto holística da paisagem, isto é, associada aos diversos elementos presentes na natureza e aos materializados no espaço pela ação humana, levando à sistematização da ciência geográfica e às contribuições do termo “paisagem”. Em contrapartida, Ratzel, diferentemente de Humboldt, utilizou o conceito de paisagem por meio da concepção antropogênica, tratando-a como o resultado do distanciamento do espírito humano do seu meio natural (SCHIER, 2003). Ratzel abre um novo caminho para o pensamento sobre o conceito de paisagem que, em seguida, é aprimorado por outros pesquisadores, principalmente com La Blache e Paul Claval, que estendem a paisagem ao contexto cultural.

No entanto, a Geografia Quantitativa traz um novo legado ao termo “paisagem” numa concepção da visão sistêmica. Dessa forma, predominou nas discussões que envolvem a paisagem as perspectivas de análise espacial e a procura por modelos preditivos e por métodos quantitativos (SALGUEIRO, 2001).

Para Christofolletti (1998), a paisagem possibilitou a compreensão do espaço como um sistema ambiental, físico e socioeconômico, com estruturação, funcionamento e dinâmica dos elementos físicos, biogeográficos, sociais e econômicos. Essa definição orienta-se pela visão sistêmica da paisagem. Logo, devemos conceber a paisagem enquanto forma (formação) e funcionalidade (organização) (SUERTEGARAY, 2001).

A Geografia Humanista, que vem num momento posterior, trata da paisagem associada à percepção e à concepção do espaço, como reflexo da cultura e da visão do observador. Assim, Dardel (1990) coloca que a paisagem não é considerada apenas a essência, mas a inserção do homem no mundo, a sua manifestação, a sua integridade social, ou seja, envolve as dimensões dos sentimentos e a cultura. A paisagem vai além do aspecto do visível. Ela agrega a imaterialidade, as memórias, a história e os outros sentidos humanos, para além do que a visão percebe. Portanto, “[...] a paisagem deve ser encarada não apenas como um objeto de estudo, refletido e interpretado intelectualmente, mas como uma forma de vivência na sua plena positividade do cotidiano das pessoas” (SCHIER, 2003, p. 85). Complementando o que foi posto,

Paisagem, portanto, não é um dado da empiria, mas a condição do sujeito de perceber o mundo pelo viés de suas formas, cores, distribuição e, portanto, o processo pelo qual o sujeito é capaz de transformar o sensorio em sensorio pensado (SANTOS, 2018, p. 38).

Okido (2016, p. 35) acrescenta que “[...] a paisagem também não remete a uma simples descrição da fisionomia, ela é

produto de um aprofundamento reflexivo dos elementos que compõem um espaço geográfico”. Logo, a paisagem é síntese e adição; ela é o visível e o intangível.

Nesse mesmo limiar, Berque (1998) argumenta que a paisagem é marca e matriz; marca, porque expressa uma civilização pelas formas, manifestações concretas, objetos e matriz, pois nessas manifestações existe uma carga cultural, ou seja, percepções, concepções e ações. Para Verdum (2012), o termo “paisagem” pode ser compreendido de duas maneiras: como umas ideias objetivas e como uma representação e, nessas maneiras, estão articuladas também as categorias: forma, estrutura, temporalidade e funcionalidade. Assim, quando olhamos para o espaço em constante processo de transformação, percebemos ambas as maneiras e podemos tecer contribuições espaciais.

Nessa trajetória da constituição do conceito de paisagem foram incrementados vários sentidos e concepções metodológicas, mas todas elas trazem uma importante contribuição ao pensamento da Geografia, entendendo as formas resultantes da integração socioespacial e ambiental. Ainda, a paisagem se relaciona com a natureza e as dinâmicas que, interligadas, produzem o sistema de observação, a imagem do espaço transformado pelo trabalho do homem e habitado. Desse modo, a paisagem revela as dinâmicas socioambientais e os seus impactos, à luz da transformação da natureza pelas mudanças e permanências impostas pela construção humana. A transformação da paisagem precisa ser compreendida para se instigar a questão da conservação ambiental e dos patrimônios naturais-culturais. Nesse ponto de vista,

A paisagem é, assim, a expressão da relação entre a sociedade e natureza, já que, de um lado, ela expressa a estrutura dos elementos materiais, abióticos e bióticos que, articulados sistemicamente, garantem a realização da funcionalidade ecológica, ao mesmo tempo em que se revestem de inegável valor científico ao conservar os indícios da história natural do planeta (FIGUEIRÓ; VIEIRA; CUNHA, 2013, p. 58).

Diante disso, a paisagem é uma construção multitemporal, formada inicialmente pela dinâmica biótica e depois pelo trabalho humano, que esculpirá os detalhes finais da paisagem, que marcam um determinado tempo no espaço. O ritmo da natureza aliado aos interesses e necessidades da sociedade provoca as diferentes transformações paisagísticas. Como acrescenta Ab'Sáber (2003, p. 9), “As paisagens têm sempre o caráter de herança de processos (fisiográficos e biológicos), de atuação antiga, remodelados e modificados por processos de atuação recente”. E quando se fala em paisagem vitícola, a questão ambiental e social é realçada, vista a herança produzida por distintas dinâmicas como as culturais, naturais, econômicas e políticas.

A paisagem, a natureza e os vinhedos.

A paisagem dos ambientes que comportam os vinhedos é formada essencialmente pela paisagem da natureza que compõe o espaço, juntamente com as videiras e os demais equipamentos vitícolas que foram inseridos pelo homem. Esses ambientes eram, originalmente, paisagens naturais que foram, aos poucos, sendo transformadas pelo homem em uma paisagem cultural, vitícola. Nessa paisagem estão impressos elementos bióticos, como o clima, a forma do relevo, o solo, as rochas e as diferentes interações ambientais que se processam e continuam em constante movimento no tempo-espaço. Todos eles conferem uma tipicidade singular ao vinho e à paisagem. Em muitos casos, o vinho é associado a uma determinada região e/ou paisagem de um lugar específico; é estabelecido um vínculo entre o produto e a imagem local. A conservação desses elementos é de suma importância para a composição da paisagem e para a sua vitalidade.

Segundo Wilson (1998), os aspectos físicos de uma vinha, agregados à litologia, aos padrões de fluxo de ar, à declividade do terreno, às propriedades térmicas e à disponibilidade de água influenciam diretamente no crescimento e desenvolvimento da videira. Dessa forma, o ambiente é intrinsecamente importante para a vitivinicultura, assim como esta transforma a natureza primitiva e/ou modificada pelo ser humano. Portanto, a paisagem, os vinhedos, a natureza e os aspectos socioambientais são importantes ao considerar o entendimento das diferentes dinâmicas presentes numa paisagem vitícola e se relacionam de maneira interligada, nunca de forma isolada.

Se fizermos uma interpretação sobre as paisagens vitícolas e sua natureza, veremos diferentes questões e transformações ambientais. No Douro, em Portugal, país de grande tradição vitivinícola, os vales íngremes foram transformados em terraços de videiras, como pode ser visto na Figura 2.

Figura 2: Vinhedos no Douro, em Portugal.



Fonte: Manfio, 2018.

Em países do Novo Mundo, como Chile e Argentina, a Cordilheira do Andes ganha um cenário diferenciado e/ou confere um com a paisagem dos vinhedos cultivados na sua proximidade, onde a água do degelo da Cordilheira é usada na irrigação de modernos vinhedos. A Figura 3 apresenta um vinhedo na região de Mendoza, na Argentina. “No Brasil, a abordagem da paisagem da vitivinicultura é muito recente” (MELLO; ZANESCO, 2017,

p. 77) e existem poucos estudos que envolvem essa temática, mas já temos no país algumas regiões vitivinícolas importantes e que possuem uma paisagem muito particular.

Figura 3: Vinhedos nos Andes argentinos.



Fonte: Sphere Estates, 2020.

A Serra Gaúcha, localizada na encosta superior do planalto gaúcho e coberta originalmente por mata nativa do bioma Mata Atlântica foi, aos poucos, tendo a sua paisagem natural transformada pelo plantio (inserção) dos vinhedos, que começaram a ganhar vulto na região a partir do processo de colonização pela etnia italiana. O ofício vitivinícola se disseminou também para os seus descendentes e hoje a Serra Gaúcha pode ser considerada hoje o maior exemplo da paisagem vitícola no cenário nacional (PIEROZAN, 2018).

Posteriormente, em meados da década de 1970, na porção mais meridional do estado do Rio Grande do Sul, na região da Campanha Gaúcha, começa a ocorrer a transformação ambiental

do bioma Pampa e das atividades econômicas com a entrada das videiras e da proliferação dos vinhedos em escala comercial, que atualmente se constitui na principal fronteira de expansão da produção de vinhos finos do país (MANFIO; PIEROZAN, 2019). Na Campanha, a paisagem das vinhas contrasta no espaço com as fazendas de criação de gado e com as plantações de arroz, atividades agropecuárias de fundamental importância para a economia da região.

No clima semiárido do Sertão Nordestino, observa-se o incremento do ambiente pela instalação de empresas vitivinícolas e, principalmente, pela produção comercial de uva de mesa, que tem como destino básico o consumo *in natura* da fruta.

As grandes paisagens vitícolas anteriormente eram paisagens naturais, ou mesmo culturais, que foram aos poucos sendo transformadas em paisagens repletas de vinhedos. Mas a questão ambiental permaneceu com grande impacto na paisagem e, na atualidade, vem ganhando cada vez mais relevância devido à sustentabilidade.

No entanto, as constantes transformações espaciais verificadas na natureza por meio da inserção de paisagens vitícolas, cada vez mais modernas, têm levado a uma série de discussões em prol da sustentabilidade e da conservação do patrimônio natural e cultural formado. Para Medeiros, Valduga e Lindner (2017), o uso da paisagem não pode ser distorcido, ser descaracterizado pela sociedade porque senão ocorre uma perda do patrimônio material presente nas paisagens vitícolas. Nessa linha de raciocínio, a temática que contempla a sustentabilidade entra na abordagem da paisagem vitícola, buscando trazer uma contribuição no âmbito do patrimônio e do ambiente no universo do vinho.

Em suma, a paisagem vitícola é o diagnóstico da natureza, dos vinhedos, das dinâmicas e da produção espacial, fruto de uma herança cultural que vai se constituindo pelo tempo na condição sociedade-espaço. Preservar e conservar essas paisagens torna-se um ponto imprescindível no contexto evolutivo e vivo desses ambientes, reforçando o elo entre o bem material e o imaterial, expressos nas múltiplas formas/tipos de paisagens, nos mais variados lugares/regiões vitivinícolas.

Natureza, dinâmicas e a paisagem vitícola de Cotiporã, no Rio Grande do Sul.

O município de Cotiporã tem na colonização italiana e na agricultura familiar uma das suas principais particularidades. A produção de uva no município é uma atividade essencialmente familiar e realizada na pequena propriedade rural (PIEROZAN, 2018). Essa característica pode ser facilmente percebida na paisagem dos vinhedos, que cobrem uma área total de 1.241,88 hectares do terreno de relevo bastante íngreme do município, colocando-o entre os 10 municípios que mais possuem videiras plantadas no estado (MELLO et al., 2017). “As áreas acidentadas com a presença de vinhedos e com áreas de preservação são características dessa região” (MELLO; ZANESCO, 2017, p. 78) e em Cotiporã essa particularidade é bem visível na paisagem do espaço agrário.

Nas propriedades rurais, as videiras contrastam com espaços remanescentes de vegetação da Mata Atlântica, que foi sendo severamente devastada desde o processo inicial de ocupação/colonização do território. Nesse sentido,

A paisagem se apresenta como uma marca que o grupo imprime [...] e cuja grafia, ao mesmo tempo, o reflete; e se apresenta como matriz, porque participa dos esquemas de percepção, concepção e ação, ou seja, da cultura que canalizam, em certo sentido, a relação de uma sociedade com o espaço e com a natureza (BERQUE, 1998, citado por COSTA, 2010, p. 115).

As vinhas, que no município marcam a cultura do povo italiano que ali se instalou com a chegada dos primeiros imigrantes do Velho Continente, e depois as atividades ligadas ao vinho, se disseminaram também por entre as gerações dos descendentes que os sucederam. O trabalho vitivinícola na paisagem dos vinhedos foi sustentado pela forma de condução em latada⁵ (Figura 4 e 5), sua principal marca na paisagem vitícola presente no espaço rural do município (PIEROZAN, 2018). Esse sistema de sustentação da videira é o mais utilizado nos parreirais plantados em Cotiporã. Esse atributo da vitivinicultura local/regional tem origem.

⁵ Também chamado de pérgola. “A videira é sustentada horizontalmente sobre um pergolado aproximadamente dois metros acima do solo. Isso permite que o viticultor aproveite melhor pequenas áreas, possibilitando o cultivo de outras frutas e legumes à sombra das videiras, melhorando a produtividade das pequenas propriedades. Permite também que os frutos se mantenham distantes do solo e bastante protegidos da radiação solar direta. As colheitas têm rendimento abundante, porém requerem grande emprego de mão-de-obra” (CÉSARO, 2019, *on-line*). É o sistema mais utilizado na Serra Gaúcha.

[...] na produção de vinhos de mesa, o qual, sendo produzido a partir de variedades de uvas americanas e híbridas nos porões das casas dos imigrantes e sob condições sanitárias pouco adequadas, sempre foi considerado como de ‘baixa qualidade’ (RODRIGUES, 2007, citado por NIEDERLE; VITROLLES, 2010, p. 12).

Esse tipo de paisagem dos vinhedos remete aos municípios que fazem parte da Serra Gaúcha. É um atributo muito particular e se difere das demais regiões vitivinícolas encontradas nos demais países produtores de uva e vinho espalhados pelo mundo. Essa paisagem foi, por muito tempo, atrelada principalmente a cultivar Isabel, pois os vinhedos em latada permitem uma produção superior aos demais sistemas de sustentação; e foi a partir dessa uva que a vitivinicultura se desenvolveu e ganhou relevância na região e no país.

Porém, nos últimos anos, com a modernização em curso do setor vitivinícola no município e em toda a região, essa paisagem encontra-se “ameaçada”, pois aos poucos os vinhedos em latada estão sendo convertidos para o sistema de sustentação em espaldeira⁶. Nas Figuras 6 e 7 é possível ver as novas videiras plantadas em Cotiporã em um sistema de sustentação em espaldeira.

Figura 4: Parreirais em latada durante a fase de brotação na primavera.

⁶ “Sistema mais moderno e mundialmente difundido. Nele, a videira assume o formato de uma pequena cerca, geralmente com até dois metros de altura. [...] Esse sistema é bastante prático, facilita o manejo e permite até mesmo mecanizar todo o cultivo. Também permite que uma maior superfície foliar nutra os cachos, favorecendo assim rendimentos equilibrados e qualitativos” (CÉSARO, 2019, *on-line*).



Fonte: Pierozan, 2019.

Figura 5: Vinhedos com uva em estágio de amadurecimento.



Fonte: Pierozan, 2019.

Figura 6: Vinhas em espaldeira durante a estação de outono.



Fonte: Pierozan, 2020.

Figura 7: Vinhedos da variedade *Cabernet Sauvignon*, outono de 2020.



Fonte: Pierozan, 2020.

A mudança do sistema de sustentação da videira não altera somente a paisagem cultural, que se consagrou como uma marca do lugar ao longo do tempo. Ela inaugura uma nova fase do setor vitivinícola local, que é o da modernização, que almeja uma maior/melhor competitividade no concorrido mercado de vinhos. Assim, a produção vitícola passa a incorporar novas variedades de uva. Começa a ocorrer um processo de mecanização do trabalho nos parreirais, passando a ocorrer também a inserção de novas técnicas de cultivo, visando a elaboração de vinhos finos e, principalmente, de espumantes (PIEROZAN, 2019).

Esse movimento verificado no meio rural também repercute diretamente na dinâmica da natureza, pois a utilização de agrotóxicos e demais produtos químicos nos vinhedos também aumenta consideravelmente, tendo em vista que os vinhedos em espaldeira tem como uvas cultivadas as variedades europeias da espécie *Vitis vinífera*, como *Chardonnay*, *Prosecco*, *Merlot* e *Cabernet Sauvignon*, que são mais sensíveis às intempéries climáticas da região e ao ataque de pragas, fato que ocasiona um uso mais intensivo de agrotóxicos (PIEROZAN, 2019).

Porém, entre as mudanças e as permanências verificadas na produção de uvas em Cotiporã podemos assinalar iniciativas que ajudam a preservar a paisagem tradicional em latada e que, ao mesmo tempo, buscam causar menor impacto ambiental como, por exemplo, a produção de uva orgânica realizada pelos agricultores da Associação dos Agricultores Ecologistas de Cotiporã (Ecovêneto) e a produção sustentável de uva de mesa, por meio do Programa de Produção Integrada de Sistemas Agropecuários em Cooperativismo e Associação Rural (Pisacoop), que fornece assessoria técnica aos agricultores e estimula a viticultura sustentável e a agricultura familiar “[...] utilizando sistemas menos agressivos ao Meio Ambiente, redução

de agrotóxicos, cobertura de solo e outros meios naturais para o cultivo na propriedade” (PREFEITURA MUNICIPAL DE COTIPORÃ, 2020, *on-line*).

As duas iniciativas citadas acima têm como foco a produção de uvas para o consumo *in natura* e não a produção de uvas para processamento, que se constituem como matéria-prima para a elaboração de vinhos por parte da indústria. Essa particularidade faz com que a produção se diferencie no município, pois é voltada a produzir a fruta de uma forma mais sustentável do ponto de vista ambiental e, ao mesmo tempo, repercute na dinâmica cultural, pois a paisagem dos vinhedos em latada é preservada.

Considerações Finais

Neste estudo procuramos analisar a paisagem vitícola existente no município de Cotiporã, que se apresenta sob duas formas: a primeira é a tradicional latada que foi fortemente difundida pelos imigrantes italianos a partir da colonização da região e constituição do município, e que se mantém (resiste) até os dias atuais; a segunda se constitui na paisagem vitícola expressa em espaldeira que inaugura uma nova fase da viticultura no município, bem como na região, que consiste na produção de uvas para a elaboração de vinhos finos e espumantes.

A dinâmica ambiental está presente nas duas paisagens vitícolas, inicialmente com a substituição da vegetação original da Mata Atlântica pela cultura vitivinícola trazida pelos italianos e que atualmente ganha mais importância em virtude da implementação de cultivos de vinhedos que buscam agregar,

causar um dano ambiental menor ao ambiente, primando pela sustentabilidade ambiental.

As formas da paisagem vitícola em Cotiporã se materializam no espaço em mudanças e permanências, mas o que não se altera é a paisagem cultural dos parreirais que cobrem as encostas de relevo acidentado do planalto basáltico que formou a região.

Referências

AB'SÁBER, A. N. *Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas*. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

BERQUE, A. Paisagem-marca, Paisagem-matriz: elementos da problemática para a Geografia Cultural. In: CORREA, R. L.; ROSENDAHL, Z. *Paisagem, tempo e cultura*. Rio de Janeiro: Editora da UERJ, 1998.

BESSE, J. *Ver a terra: seis ensaios sobre paisagem e a Geografia*. São Paulo: Editora Perspectiva, 2006.

CAPRA, F. *O Ponto de Mutação: a ciência, a sociedade e a cultura emergente*, Trad. Álvaro Cabral, São Paulo: Editora Cultrix, 2006.

CÉSARO, A. de. Como funcionam os métodos de condução da videira. *Revista ADEGA*, 2019. Disponível em: <https://revistaadega.uol.com.br/artigo/como-funcionam-os-metodos-de-conducao-de-videira_10420.html>. Acesso em: 4 out. 2020.

CHRISTOFOLETTI, A. *Perspectivas da Geografia*. São Paulo: Editora Difel, 1998.

CORRÊA, L. R.; ROSENDAHL, Z. (Orgs.). *Paisagem, Tempo e Cultura*. Rio de Janeiro: Editora da UERJ, 1998.

COSTA, L. de C. N. Enoturismo e paisagem cultural: a vitivinicultura em nova proposta. *Rosa dos Ventos*, Caxias do Sul, v. 2, n. 2, p. 112-124, 2010.

DARDEL, E. *L'Homme et la terre: nature de la réalité géographique*. Paris: CTHS, 1990.

FIGUEIRÓ, A. S.; VIEIRA, A. A. B.; CUNHA, L. Patrimônio geomorfológico e paisagem como base para o geoturismo e o desenvolvimento local sustentável. *CLIMEP - Climatologia e Estudos da Paisagem*, Rio Claro, v. 8, n. 1, p. 49-81, 2013.

MANFIO, V.; PIEROZAN, V. L. O desenvolvimento dos territórios do vinho no estado do Rio Grande do Sul: uma discussão sobre o Vale dos Vinhedos e a Campanha Gaúcha. *Revista Política e Planejamento Regional*, Rio de Janeiro, v. 6, n. 3, p. 287-305, 2019.

MEDEIROS, R. M. V.; VALDUGA, V.; LINDNER, M. Território, identidade e turismo: a Borgonha turística e o Vale dos Vinhedos. In: X CONGRESSO BRASILEIRO DE TURISMO RURAL - CBTR, 10., 2017, Santa Maria, Rio Grande do Sul. *Anais...* Santa Maria, Rio Grande do Sul: UFSM, 2017. 5p. Disponível em: <https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/471/2019/05/Anais_Congresso_CBTR_2017.pdf>. Acesso em: 3 set. 2020.

MELLO, L. M. R. de et al. *Cadastro Vitícola do Rio Grande do Sul - 2013 a 2015*. Dados Cadastrais do Município de Cotiporã. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2017. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/cadastro-viticola/rs-2013-2015/dados/dc_totais_de_vinhedos_no_estado.html>. Acesso em: 4 out. 2020.

MELLO, L. M. R. de; ZANESCO, R. Paisagens das regiões vitícolas do Rio Grande do Sul. In: MELLO, L. M. R. de et al. *Cadastro Vitícola do Rio Grande do Sul - 2013 a 2015*. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2017. p. 75-85.

MIGUEL, L. de A. Da abordagem cartesiana à abordagem sistêmica. In: MIGUEL, L. de A. (org.). *Dinâmica e diferenciação de sistemas agrários*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

NIEDERLE, P. A.; VITROLLES, D. Indicações Geográficas e qualificação no setor vitivinícola brasileiro. *Estudos Sociedade e Agricultura*, Rio de Janeiro, v. 18, n. 1, p. 5-55, 2010.

OKIDO, R. H. *Paisagens em transformação: da técnica à percepção*. Estudo sobre o avanço da lavoura de grãos nos municípios de São Francisco de Assis e Manoel Viana. 162f. 2016. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

PASSOS, M. M. dos. *Biogeografia e paisagem*. Maringá: Editora da UEM, 1998.

PIEROZAN, V. L. A produção de uva orgânica na Serra Gaúcha: o caso dos agricultores orgânicos de Cotiporã/RS. *Geographia Meridionalis*, Pelotas, v. 4, n. 2, p. 168-184, 2018.

PIEROZAN, V. L. A produção de uva orgânica no estado do Rio Grande do Sul: as experiências dos viticultores de Cotiporã, RS. *Revista Geonorte*, Manaus, v. 10, n. 36, p. 17-35, 2019.

PIMENTA, M. A. Em busca do sentimento da paisagem. *Cadernos Metrópole*, São Paulo, v. 18, n. 37, p. 863-877, 2016.

PREFEITURA MUNICIPAL DE COTIPORÃ. *Propriedade cotiporanense é reconhecida por sua produção integrada*. Cotiporã/RS, jan. 2020. Disponível em: <<https://cotipora.rs.gov.br/noticia/view/385/propriedade-cotiporanense-e-reconhecida-por-sua-producao-integrada>>. Acesso em: 17 out. 2020.

SALGUEIRO, T. B. Paisagem e Geografia. *Finisterra*, Lisboa, v. 36, n. 72, p. 37-53, 2001.

SANTOS, D. As leituras geográficas sobre paisagem. In: RIBEIRO, M. A.; MORETTI, E. C. (Org.). *Olhares Geográficos Sobre Paisagem e Natureza*. Tupã: ANAP, 2018. p. 35-50.

SCHIER, R. A. Trajetórias do conceito de paisagem na geografia. *Revista RA'E GA*, Curitiba, n. 7, p. 79-85, 2003.

SUERTEGARAY, D. M. A. Espaço Geográfico Uno e Múltiplo. *Scripta Nova: Revista Eletrônica de Geografia y Ciencias Sociales*. Universidad de Barcelona, n. 93, 2001.

VERDUM, R.; VIEIRA, L. F. S.; PINTO, B. F.; SILVA, L. A. P. (Orgs.). *Paisagem: leituras, significados e transformações*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2012.

WEBER, E. J.; FONTANA, D. C. Estimativa de insolação potencial decendial em superfícies inclinadas na Serra Gaúcha. In: XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA - CBAGRO, 16., 2009, Belo Horizonte, Minas Gerais. *Anais...* Belo Horizonte, Minas Gerais: UFV, 2009, 5 p. Disponível em: <<http://www.sbagro.org/index.php?page=biblioteca&q=ESTIMATIVA%20DE%20INSOLA%C7%C3O%20POTENCIAL%20DECENDIAL%20EM%20SUPERF%C3%9CDIES%20INCLINADAS%20NA%20SERRA%20GA%DACHA>>. Acesso em: 15 out. 2020.

WILSON, J. E. *Terroir: the role of geology, climate, and culture in the making of french wines*. University of California Press, Berkeley, 1998, 336p.

MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS COMO BIOINDICADORES DA QUALIDADE DA ÁGUA NO CÓRREGO PIPOCA EM MORRINHOS/GO

*Dhyallax Cândido de Freitas
Mara Lucia Lemke de Castro
Ana Paula Augusta de Oliveira*

Introdução

O diagnóstico eficiente da saúde de um corpo d'água é um poderoso auxílio na gestão dos recursos hídricos (BUSS *et al.*, 2003). Os parâmetros utilizados para realização do monitoramento da qualidade de água atualmente são parâmetros físicos e químicos (pH, condutividade, temperatura da água, demanda bioquímica de oxigênio (DBO5), demanda química de oxigênio (DQO), dentre outros), estes parâmetros embora possam detectar diretamente poluentes, demonstram apenas a situação da água no momento da coleta (METCALFE, 1989; ALBATERCEDOR, 1996), porém existem também diagnósticos feitos com representantes da biota aquática (macroinvertebrados bentônicos, peixes, algas, entre outros), que é um espelho fiel das condições ambientais por estar continuamente exposta no ambiente (ROSENBERG & RESH, 1996).

As alterações na qualidade de água, resultantes dos processos evolutivos e de ação do homem, se caracteriza pela queda da biodiversidade aquática, em função da desestruturação do ambiente físico, químico e alterações na dinâmica e estrutura

das comunidades biológicas, sendo que o uso de bioindicadores permite uma avaliação integrada dos efeitos ecológicos causados por múltiplas fontes de poluição (CALLISTO *et al.*, 2001).

Os macroinvertebrados bentônicos passam a ser bioindicadores quando apresentam certas características como: abundância em todos os ambientes aquáticos; capacidade de locomoção limitada ou nula; presença de espécies com ciclo de vida longo, além de estarem presentes antes e após eventos impactantes (MODDE & DREWES, 1990). Os bioindicadores podem ser espécies, grupos de espécies ou comunidades biológicas cuja presença, quantidade e distribuição indicam a magnitude de impactos ambientais em um ecossistema aquático e sua bacia de drenagem (CALLISTO & GONÇALVES, 2002).

A comunidade de macroinvertebrados bentônicos de água doce é composta por organismos com tamanho superior a 0,5 mm, portanto, visíveis a olho nu (PÉREZ, 1996). Os organismos bentônicos possuem grande diversidade de espécie, diversas formas e modos de vida, podendo habitar fundos de corredeiras, riachos, rios, lagos e represas (SILVEIRA *et al.*, 2004). Em geral se situam numa posição intermediária na cadeia alimentar, tendo como principal alimentação algas e microorganismos, sendo os peixes e outros vertebrados seus principais predadores (SILVEIRA, 2004). Os grupos de macroinvertebrados dominantes em riachos são as formas juvenis de insetos, principalmente Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera e Diptera, este último representado pelas famílias Chironomidae e Simuliidae (GILLER & MALMQVIST, 2004).

Segundo Hauer & Resh (1996), várias espécies estão relacionadas com a superfície do fundo do canal, sendo denominada fauna bentônica. A comunidade de macroinvertebrados pode ser representada por diversos filos, como os artrópodes, moluscos,

anelídeos, nematóides e platelmintos (RIBEIRO & UIEDA, 2005). Exibem alta riqueza de espécies, larga distribuição e compreendem espécies representantes de diversos grupos funcionais, destacando-se os filtradores, herbívoros, predadores, fragmentadores e coletores (CALLISTO *et al.*, 1996).

Os macroinvertebrados agrupam-se em diferentes níveis de sensibilidade e tolerância às modificações no ambiente, dividindo-se em três grupos de organismos. Entre eles destacam-se: Organismos com grande sensibilidade a alterações no ambiente: Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera, que forma o grupo EPT, conhecidos pela sensibilidade particular à redução de oxigênio na água em decorrência do enriquecimento orgânico. Organismos com médio grau de tolerância: Organismo da ordem Coleoptera e da ordem Odonata. Algumas famílias de Diptera, e principalmente por representantes das ordens Heteroptera, Odonata e Coleoptera, embora algumas espécies destes grupos sejam habitantes típicos de ambientes não poluídos, e organismos tolerantes: organismo da família Syrphidae e organismo da família Chironimidae sendo os dois da ordem Díptera (CÂMARA & FONSECA-GESSNER 2006).

Este último grupo desenvolveu mecanismos fisiológicos para sobreviverem em ambientes com baixas taxas de oxigênio dissolvido. Goulart & Callisto (2003), enfatizam que estes organismos são capazes de viver em condição de total falta de oxigênio (anóxia) por várias horas, além de serem organismos detritívoros, se alimentando de matéria orgânica depositada no sedimento, favorecendo sua adaptação aos mais diversos ambientes. Tanto os Oligochaeta quanto os Chironomidae são organismos de hábito fossorial, não possuindo nenhum tipo de exigência quanto à diversidade de habitats e micro habitats.

O Córrego Pipoca, localizado no município de Morrinhos-GO, é o principal responsável pelo abastecimento de água do município, desta maneira torna-se necessário análises da qualidade da água durante o seu percurso, identificando assim possíveis impactos ambientais que possam degradar este essencial elemento indispensável a vida. Neste contexto o presente trabalho teve o objetivo de caracterizar e quantificar os macroinvertebrados bentônicos do Córrego Pipoca nas estações de seca e de chuva e avaliar a qualidade da água através de indicadores biológicos.

Área de estudo

O município de Morrinhos (17°43'54"S, 49°06'03"W) localiza-se na região Centro-Sul do Estado de Goiás Ocupa uma área de 2.846,191 km². Sua população é estimada em 41.457 habitantes, segundo o Censo do IBGE de 2010. O município apresenta mais de 50% de sua área destinada ao seu grande potencial, as lavouras (agricultura) e a pecuária (COSTA & SOUZA, 2002).

Segundo a classificação climática de Köppen, o município enquadra-se no tipo AW, regime pluvial tropical semi-úmido. A temperatura média anual é da ordem de 20°C e a menor sendo na faixa de 13°C. O regime pluvial é bem definido, com verão chuvoso de outubro a abril e inverno seco de maio a setembro. A média anual da precipitação pluvial é de 1.500mm (ARANTES, 2001).

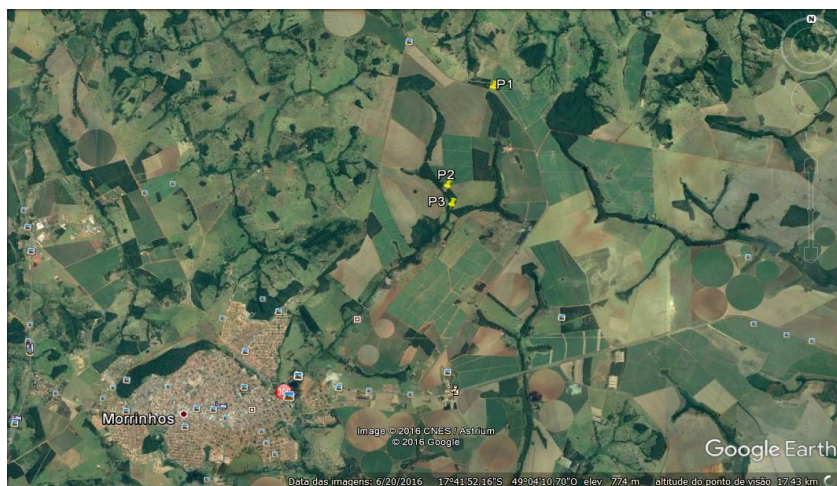
A microbacia do Córrego Pipoca, local da área de estudo, compreende o perímetro urbano do município de Morrinhos sendo o único meio superficial de água que abastece o município

em 85%, e sua utilização ocorre desde a década de 70. Possui como principais afluentes o Córrego da Galinha (17°43'16"S, 49°05'13"W) e o Córrego do Paulinho (17°40'28"S, 49°04'06"W). Compreende uma área de aproximadamente 9 km, e encontra-se situado em meio a propriedades rurais privadas, sendo que no trecho entre a Estação de Captação e a nascente do Córrego Pipoca, existe a presença de represas e pivôs centrais para a irrigação de lavouras (LEMKE-DE-CASTRO & GERRA, 2010).

Coleta de material

Foram realizadas duas coletas de amostras de sedimentos em três pontos do Córrego Pipoca, denominados Ponto 1 (17°39.755 S / 49°03.370 W), Ponto 2 (17°41.084 S / 49°03.942 W) e Ponto 3 (17°41.331 S / 49°03.881 W) (Figura 1), sendo uma coleta no período da seca e outra no período chuvoso nos meses de setembro e outubro de 2010 e fevereiro de 2011, respectivamente nas seguintes datas: 22/09/2010, 01/10/2010 e 27/02/2011. Em cada coleta foram retiradas três amostras de sedimentos em cada ponto.

Figura 1: Imagem de satélite evidenciando os pontos de coleta.



Fonte: Google Earth (2016)

O Ponto 1 localiza-se na nascente Estrela do Norte, este ponto encontra-se em propriedade particular e fica próximo a GO-147, contendo mata ciliar em ambos os lados, o substrato desta nascente é argiloso com a presença de matéria orgânica (galhos e folhas) (Figura 2a). Durante a coleta observou-se que apesar de estar em uma área de preservação havia sinais de animais (gado), possivelmente estes iam ao local beber água, além disto, há uma extensa área de lavouras ao redor.

O Ponto 2 também é uma nascente chamada de Hercílio de Melo, está situada em uma propriedade rural, possui ainda pequenas porções de vegetação ciliar. Neste ponto se encontram algumas chácaras onde existe uma área destinada à agricultura (plantações de soja, milho e outros) além de criações de gado, aves e suínos, onde os seus dejetos escoam diretamente para o

córrego. Apresenta sedimento bem diversificado com folhas, galhos, areia (Figura 2b).

E o Ponto 3 é a junção das duas nascentes dando início ao Córrego Pipoca. Situa-se também em uma propriedade particular, apresenta uma pequena faixa de mata ciliar nas bordas do córrego, rodeado por áreas de agricultura e criação de gado. Sendo encontrado sedimento bem diversificado tais como pedras, areia e folhas (Figura 2c).

Figura 2: Características gerais dos pontos de coleta. ■



a

b

c

Fonte: FREITAS, D. A. C. (2010).

As coletas foram feitas com o amostrador do tipo Surber, com malha de 0,250 mm. O material coletado foi acondicionado em potes de vidro e garrafas PET contendo água do local e formalina. Foram triados posteriormente em placas de Petri, utilizando-se lupas estereoscópicas. Em seguida foram acondicionados em Eppendorfs 1,5 ml contendo álcool etílico hidratado 70% para rápida fixação e conservação dos mesmos.

Os organismos triados foram transportados ao Laboratório de Biologia da Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Morrinhos-GO, onde foram identificados ao nível de família com o auxílio de chaves de identificação específicas (NIESER & MELO, 1997; MUGNAI *et al.*, 2010), literaturas específicas e com a colaboração de profissionais especializados na área.

Análise dos dados

A estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos foi avaliada através de cálculo dos índices de diversidade de Shannon-Wiener (H') (KREBS, 1989) e de equidade de Pielou (J'), que foram calculados utilizando o software Dives 2.0. Também foram estimadas a abundância total de indivíduos, a proporção dos grupos predominantes (% de indivíduos) e a riqueza taxonômica (número total de *taxa*), que foram tabulados e transformados em gráficos utilizando o programa Excel 2010.

A diversidade de Shannon-Wiener (H') foi medida de acordo com a fórmula apresentada abaixo:

$$H' = -\sum (P_i \cdot \ln P_i)$$

Sendo:

P_i – abundância relativa de cada táxon identificado na amostra, sendo que $P_i = n_i/N$

n_i – número de indivíduos de um determinado táxon

N – número total de indivíduos na amostra

Os valores obtidos neste índice demonstrarão a diversidade de macroinvertebrados expressando a riqueza e uniformidade, deste modo quanto maior for o valor de H' , maior será a diversidade da comunidade em estudo.

O índice de equidade pertence ao intervalo [0-1], onde 1 representa a máxima diversidade, ou seja, todas as espécies são igualmente abundantes no ambiente estudado. Para o cálculo da equidade de Pielou (J'), utilizou-se a seguinte fórmula:

$$J' = H' / H' \text{ max}$$

Sendo:

$H' \text{ max}$ – máximo H' , sendo que $H' \text{ max} = \ln S$, onde S é o número total de taxa identificados na amostra

Para avaliação e classificação da qualidade da água com relação à fauna de macroinvertebrados bentônicos foi aplicado em cada ponto de amostragem o índice biológico BMWP' (Biological Monitoring Working Party), segundo Alba-Tercedor (1996) e Junqueira & Campos (1998). Os escores atribuídos a cada família são apresentados na (Quadro 1). O somatório dos escores de cada táxon conduz ao enquadramento dos ecossistemas aquáticos em diferentes classes de qualidade (Tabela 1):

Quadro 1 – Escores atribuídos às famílias de macroinvertebrados bentônicos para a determinação do índice BMWP.

Taxa	Escore
Gripopterygidae, Helicopsychidae, Odontoceridae	10
Aeshnidae, Calopterygidae, Dixidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Perlidae, Philopotamidae, Psephenidae	8
Leptoceridae, Leptohephidae, Polycentropodidae, Veliidae	7
Coenagrionidae, Glossosomatidae, Gyrinidae, Hydroptilidae	6
Belostomatidae, Corydalidae, Dytiscidae, Gerridae, Gomphidae, Hydropsychidae, Libellulidae, Naucoridae, Nepidae, Notonectidae, Planariidae, Simuliidae	5
Baetidae, Elmidae, Empididae, Hydrophilidae, Tabanidae	4
Ceratopogonidae, Culicidae, Hirudinea, Tipulidae	3
Chironomidae, Psychodidae	2
Oligochaeta	1

Fonte: Alba-Tercedor (1996) e Junqueira & Campos (1998).

Tabela 1 – Classes de qualidade da água segundo o somatório dos escores de BMWP.

Classe da água	Pontuação do BMWP	Significado	Qualidade da água
I	≥ 86	Águas muito limpas, sem contaminação	Ótima
II	64-85	Alguma contaminação	Boa
III	37-63	Águas contaminadas	Satisfatória
IV	17-36	Águas muito contaminadas	Ruim
V	≤ 16	Águas fortemente contaminadas	Péssima

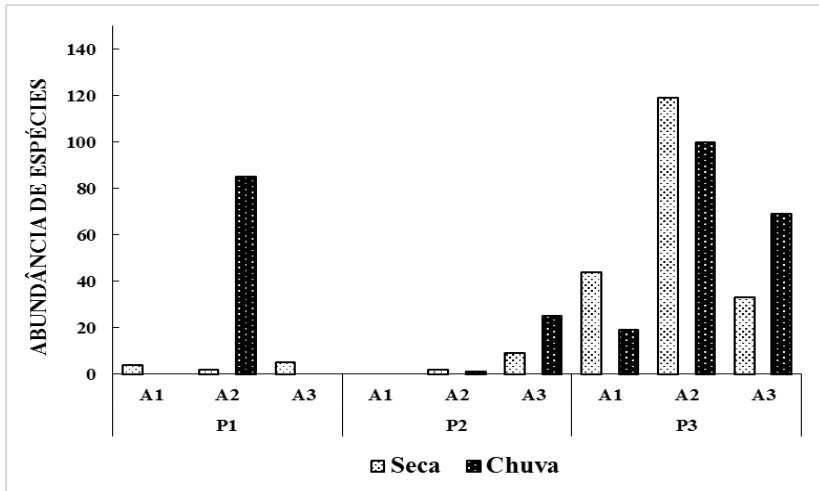
Fonte: Alba-Tercedor (1996) e Junqueira & Campos (1998)

Resultados e discussões

A amostragem realizada no Córrego Pipoca mostrou-se bastante representativa. Dos três pontos coletados nas estações seca e chuvosa foram amostrados 517 indivíduos, distribuídos em 8 ordens sendo elas Coleoptera, Diptera, Ephemeroptera, Hemiptera, Lepidoptera, Odonata, Plecoptera e Trichoptera, e Oligochaeta. Dentro destas ordens foram encontradas 19 famílias. A subclasse Oligochaeta foi quem teve maior abundância de indivíduos (179), em segundo a ordem Diptera (165) e posteriormente com menor abundância Coleoptera (84), Ephemeroptera (56), Trichoptera (13), Odonata (11), Hemiptera (5) e Lepidoptera (4). A estação chuvosa foi a que apresentou maiores valores de abundância de indivíduos sendo que do total encontrado (517), 299 foram encontradas neste período e 218 foram no período de seca. Essa diferença de abundância em relação aos períodos de chuva e seca, deve-se a maior vazão do córrego durante as chuvas que traz consigo organismos provenientes de outros pontos os quais não foram amostrados.

A abundância de espécies de macroinvertebrados encontrada no Córrego Pipoca distribuiu-se da seguinte maneira: 106 (20,5%) indivíduos encontrados no ponto 1; 37 (7,1%) no ponto 2 e 384 (74,2%) no ponto 3, sendo este o mais abundante (Figura 3).

Figura 3 – Abundância de macroinvertebrados bentônicos coletados no Córrego Pipoca, Morrinhos-GO, nas estações de seca e chuva de setembro e outubro de 2010 e fevereiro de 2011.



Fonte: FREITAS, D. A. C. (2017).

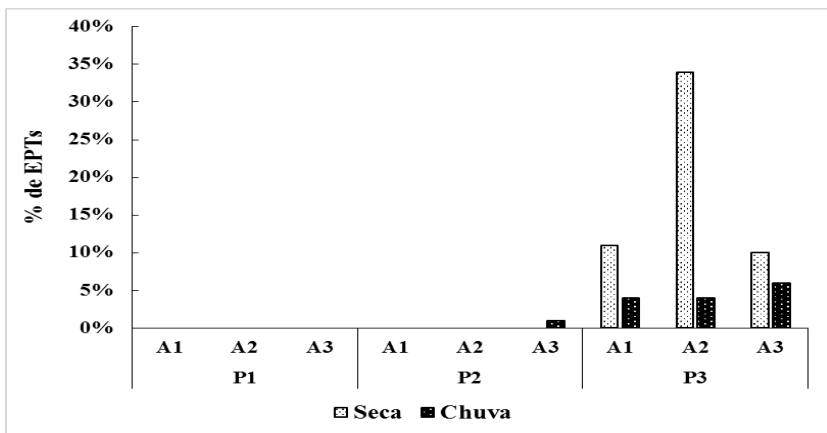
Os indivíduos das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPTs) foram encontrados com maior abundância no ponto 3, como demonstrado na figura 4. Estas três ordens juntas constituem um dos principais grupos entre os macroinvertebrados bentônicos usados em avaliações ambientais e de qualidade da água. São considerados bioindicadores de boa qualidade da água por serem sensíveis a poluição (MUGNAI *et al.*, 2010).

De acordo com Callisto *et al.*, (2001), os insetos estão entre os macroinvertebrados bentônicos mais predominantes. As ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPTs) são os

organismos mais comuns em córregos e riachos que apresentam florestas em bom estado de conservação (BISPO & OLIVEIRA, 2007).

A família Chironomidae foi encontrada em todos os pontos, apresentando maior abundância nos pontos 2 e 3, no período chuvoso, como demonstrado na figura 5. Esta família geralmente é o grupo mais rico e abundante dentre os encontrados em riachos. Seus representantes ocorrem em todos os tipos de habitats e em diversas condições ambientais, possuindo grande habilidade fisiológica para tolerar ambientes poluídos (ARMITAGE *et al.*, 1995).

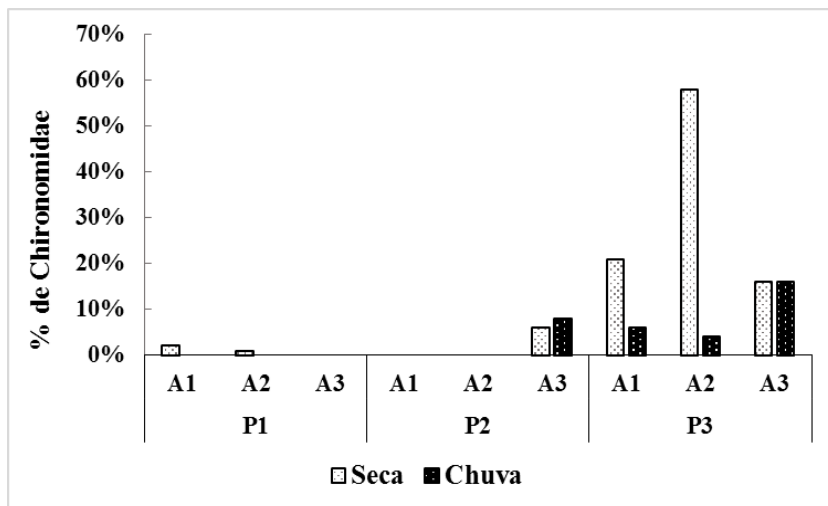
Figura 4 – Abundância das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPTs) coletados no Córrego Pipoca, Morrinhos-GO, nas estações de seca e chuva de setembro e outubro de 2010 e fevereiro de 2011.



Fonte: FREITAS, D. A. C. (2017).

Bueno *et al.* (2003), estudando a fauna bentônica presente em dois cursos d'água de altitudes diferentes no Rio Grande do Sul, identificou 40 famílias da classe insecta. A Família Chironomidae também foi a mais abundante nos dois ambientes. Ao analisar a diversidade e distribuição de macroinvertebrados em folhiços de um córrego do sudeste brasileiro, Uieda & Gajardo (1996) observaram que dentre os invertebrados, a Classe Insecta representou 95% do total de organismos coletados. Callisto *et al.* (2001), avaliando a diversidade de habitats lóticos (rios e riachos) em quatro parques no município de Belo Horizonte, em diferentes níveis de preservação, também encontraram uma fauna abundante de insetos, sendo Chironomidae a família mais significativa. Carvalho & Uieda (2004) e Ribeiro & Uieda (2005), analisando a comunidade de macroinvertebrados bentônicos do mesmo riacho, mas em diferentes estações do ano (seca e chuvosa), também observaram uma alta dominância de Chironomidae.

Figura 5 – Porcentagem de Chironomidae coletados no Córrego Pipoca, Morrinhos-GO, nas estações de seca e chuva de setembro e outubro de 2010 e fevereiro de 2011.



Fonte: FREITAS, D. A. C. (2017).

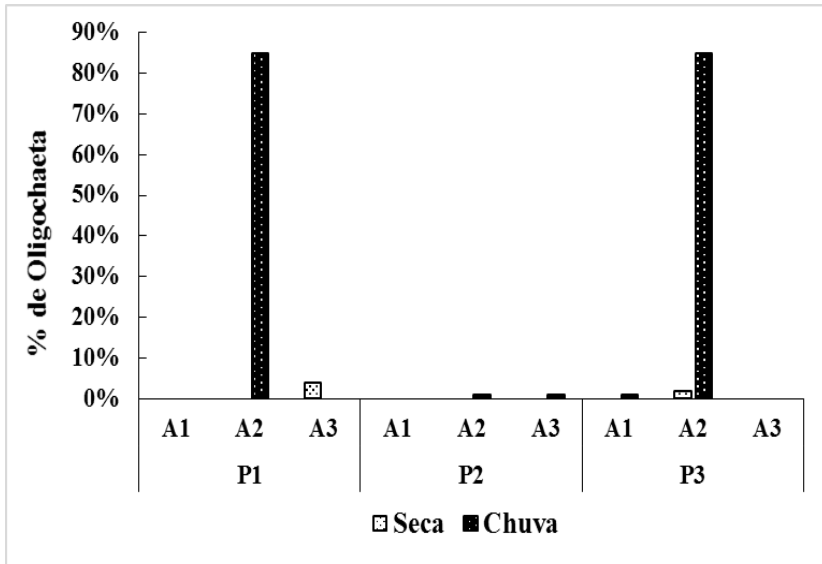
A subclasse Oligochaeta também foi encontrada em todos os pontos de coleta, como se vê na figura 6, apresentando maior abundância nos pontos 1 e 3, principalmente no período chuvoso. Para Ruppert e Barnes (1996), a presença em grandes quantidades de Oligochaeta aquáticos está relacionada principalmente a poluição da água, pois são classificados como invertebrados bentônicos mais tolerantes a mudanças ambientais no ambiente, conseguindo sobreviver em locais altamente poluídos.

Piedras *et al.*, (2006), analisou a qualidade da água na barragem Santa Bárbara em Pelotas-RS também encontrou alta abundância de organismos da subclasse Oligochaeta e da família

Chironomidae, o autor afirma que a alta abundância destes organismos ocorre devido ao aumento da deposição de matéria orgânica originada da decomposição de macrófitos aquáticos, que é incrementada através dos afluentes da barragem. De acordo com Matsumura-Tundisi (1999), a alta densidade de organismo como os Chironomides e Oligochaetos estão relacionados a grande quantidade de matéria orgânica depositada em cursos d'água, causando assim a eutrofização do ambiente. Ele afirma ainda que, dentre os bioindicadores, existem algumas espécies fortemente ligadas a determinados agentes poluidores.

O índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') e a riqueza demonstrada nas Figuras 7 e 8, respectivamente, apresentaram maiores valores no período de seca quando comparados aos do período de chuva. Os menores valores de riqueza e diversidade foram encontrados no ponto 1 no período de chuva, e os maiores no ponto 3 tanto no período de chuva quanto no de seca. A maior diversidade e riqueza de espécies no ponto 3 pode estar relacionada ao fato dele receber as águas dos outros pontos de coleta, além disto o volume de água neste local é bem maior que nos outros pontos.

Figura 6 – Porcentagem de Oligochaeta coletados no Córrego Pipoca, Morrinhos-GO, nas estações de seca e chuva de setembro e outubro de 2010 e fevereiro de 2011.



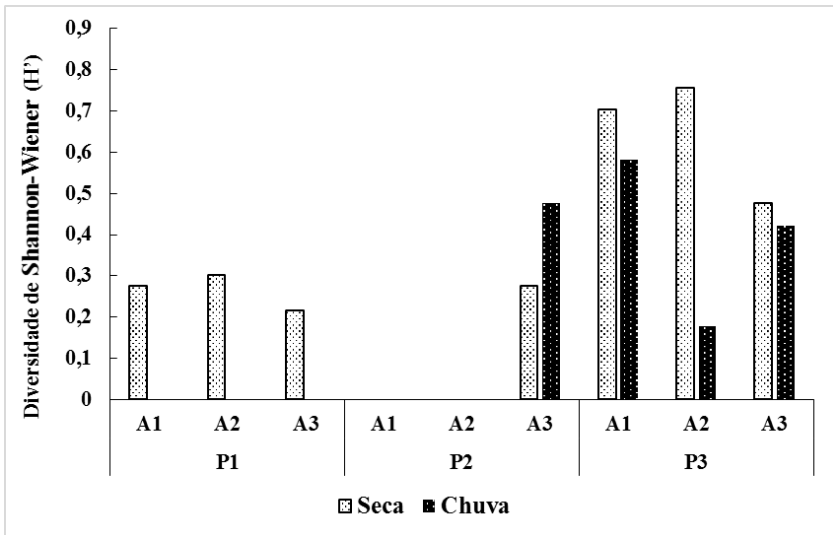
Fonte: FREITAS, D. A. C. (2017).

O fato de ter maior diversidade e riqueza de espécies no período de seca pode estar relacionado à estabilidade dos fatores ambientais neste período que favorece o desenvolvimento dos organismos. Alguns autores afirmam que o aumento da pluviosidade causa alterações químicas na água e na quantidade de sedimento, alterando a qualidade do hábitat desestruturando a comunidade de macrobentos (RIBEIRO & UIEDA, 2005).

Os fatores que podem estar influenciando a baixa diversidade de organismos no ponto 1 são possivelmente, a presença de gado que vai ao local em busca de água, este fator foi

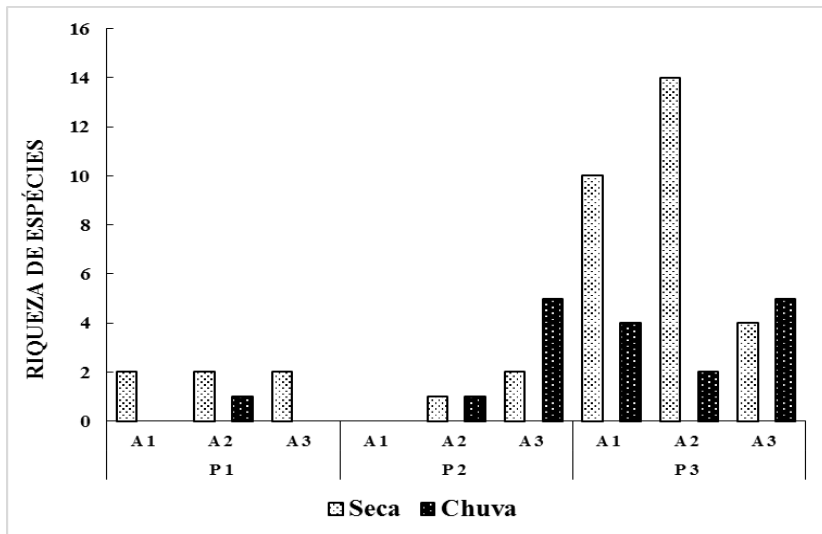
observado durante a coleta, notou-se que a nascente estava bastante pisoteada por estes animais, outro fator pode ser a presença de lavouras na região a qual está localizada em uma altitude superior à nascente, recebendo, provavelmente junto com as águas da chuva, fertilizantes e pesticidas. Além de evidentes erosões e de seu substrato pobre de sedimentos. A distribuição dos macroinvertebrados está diretamente relacionada à disponibilidade de alimento e quantidade, tipo de sedimento (orgânica, areia, argila) e substrato (pedra, madeira, macrófitas aquáticas) (CALLISTO, 2000).

Figura 7 – Índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') no Córrego Pipoca, Morrinhos-GO, nas estações de seca e chuva de setembro e outubro de 2010 e fevereiro de 2011.



Fonte: FREITAS, D. A. C. (2017).

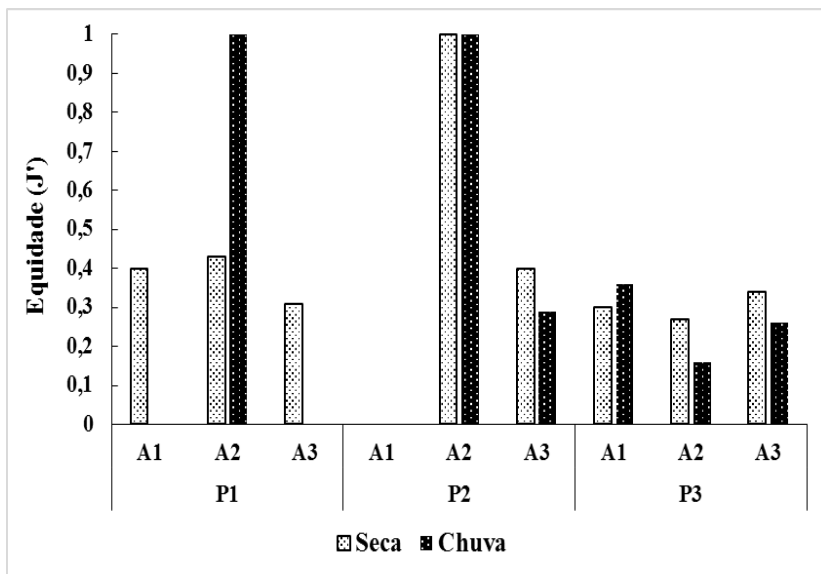
Figura 8 – Riqueza de espécies encontrada no Córrego Pipoca, Morrinhos-GO, nas estações de seca e chuva de setembro e outubro de 2010 e fevereiro de 2011.



Fonte: FREITAS, D. A. C. (2017).

Foram encontradas diferenças significativas entre os pontos em relação à equidade (Figura 9) sendo os maiores valores de equidade observados no ponto 2 tanto na seca quanto na chuva e no ponto 1 na estação chuvosa, já no ponto 3 esses valores não se diferenciaram muito em nenhuma das estações.

Figura 9 – Equidade de Pielou (J') das espécies coletadas no Córrego Pipoca, Morrinhos-GO, nas estações de seca e chuva de setembro e outubro de 2010 e fevereiro de 2011.



Fonte: FREITAS, D. A. C. (2017).

Esses valores estão relacionados a baixa diversidade, sendo que nestes dois pontos em algumas amostras foi encontrado apenas organismos da família Chironomidae e da subclasse Oligochaeta. Segundo Martins et al., (2008), estes organismos tolerantes substituem outros macroinvertebrados bentônicos que são mais sensíveis a condições de poluição, assim não houve homogeneidade nas amostras.

Em relação aos valores do BMWP adaptado por Alba-Tercedor (1996) e Junqueira & Campos (1998) (Quadro2) observa-se que a qualidade da água se apresentou ruim (classe IV)

no ponto 1 (seca), ponto 2 (seca e chuva) e ponto 3 (chuva). Péssima qualidade (classe V) no ponto 1 no período chuvoso. E ótima qualidade (classe I) no ponto 3 em período de seca.

Quadro 2 - Valores do índice BMWP no Córrego Pipoca Morrinhos-GO, nas estações seca e chuvosa, no ano de 2011. Qualidade da água baseada em Junqueira & Campos (1998)

Pontos de coleta	Período	Classe da água	Pontuação obtida no BMWP	Qualidade da água
Ponto 1	Seca	IV	23	Ruim
	Chuva	V	01	Péssima
Ponto 2	Seca	IV	19	Ruim
	Chuva	IV	17	Ruim
Ponto 3	Seca	I	96	Ótima
	Chuva	IV	29	Ruim

Fonte: FREITAS, D. A. C. (2017).

Os resultados apresentados pelo índice BMWP nos pontos 1 e 2 nos dois períodos de coleta estão relacionados a baixa diversidade, riqueza de espécies e pela má conservação do ambiente, possivelmente ocasionada pela ação antrópica.

Já no ponto 3 na coleta do período de seca apresentou um score que o classifica com ótima qualidade, essa classificação pode ser atribuída a maior quantidade e diversidade de espécies em função deste ponto receber a contribuição dos pontos 1 e 2,

ou seja, aumento de vazão de água e recebimento de espécies de duas áreas de nascentes, aumentando assim a riqueza e diversidade neste ponto. No período de chuva a qualidade ruim pode ter sido influenciada também pelo aumento da vazão do córrego, porém com resíduos da drenagem superficial do terreno.

O escoamento superficial da chuva pode trazer para o córrego grande quantidade de substâncias como agrotóxicos, pesticidas, fertilizantes e fezes de gado, pois este ponto fica em meio a lavouras e pastagens. A presença de substâncias tóxicas na água altera a quantidade de macroinvertebrados sensíveis a alterações no ambiente. Em todos os pontos observa-se melhora da qualidade no período de seca, indicando que a drenagem superficial nesta microbacia, influencia negativamente.

Considerações finais

Os resultados obtidos neste estudo mostraram que os pontos avaliados da microbacia do Córrego Pipoca encontram-se em estado ruim de qualidade de suas águas, pois apenas o ponto 3 no período de seca teve um score acima de 85, considerado como classe I de ótima qualidade. O ponto 1 (nascente) apresentou o menor índice de BMWP, riqueza e diversidade, mostrando que necessita de um cuidado maior em relação aos outros pontos. Esses resultados podem estar relacionados com as densidades dos organismos amostrados, pois Oligochaeta e Chironomidae representaram juntos 61,31% da fauna amostrada. Estes organismos são considerados tolerantes a poluição, e, portanto, servem como indicadores de má qualidade da água do ecossistema em estudo.

O protocolo BWMP' mostrou ser uma ferramenta útil, simples e relativamente pouco trabalhoso para avaliação de qualidade de água, porém segundo o autor, a sua utilização requer cuidado, uma vez que o índice leva em consideração apenas a presença ou a ausência dos organismos para a atribuição da pontuação. Para se obter um resultado mais confiante sobre a qualidade da água do córrego em estudo seria necessário um levantamento minucioso ao longo de todo o trecho, assim como análises físico-químicas e microbiológicas.

Esses resultados indicam que os ambientes estão sujeitos a diferentes tipos de pressão. Por essa razão, existe a necessidade da implantação de medidas mitigadoras diferentes nos ambientes estudados. Para minimização dos impactos sofridos pelo corpo hídrico estudado poderiam ser realizadas intervenções, principalmente, de saneamento básico e de recuperação da vegetação ciliar.

Referências

ALBA-TERCEDOR, Javier. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. In: *IV Simposio del agua en Andalucía (SIAGA)*. Almería. p. 203-213.

1996.

ARANTES, L. A. *Aspectos geoambientais do município de Morrinhos – GO*. apostila – UEG, 2001.

ARMITAGE, P. D.; CRANSTON, P. S.; PINDER, L. C. V. *The Chironomidae: biology and ecology of non-biting midges*. London: Chapman & Hall. 1995.

BISPO, P. C.; OLIVEIRA, L. G. Diversity and structure of Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera (Insecta) assemblages from riffles in mountain streams of Central Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 24, n.2, p.283–293, 2007.

BUENO, A.A.P.; BOND-BUCKUP, G.; FERREIRA, B. D. P. Estrutura da Comunidade de Invertebrados Bentônicos em dois Cursos d'água do Rio Grande do Sul, Brasil, *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba 20(1), p.115 . 125, 2003.

BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F.; NESSIMIAN, J. L. Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. *Caderno de Saúde Pública*, v. 19, n. 2, p. 465-473, 2003.

CALLISTO, M. Macroinvertebrados bentônicos. In: R. L. Bozelli, F. A. Esteves e F. Roland (ed.), *Impacto e recuperação de um ecossistema amazônico*. Ed. UFRJ, Rio de Janeiro, p. 141-151, 2000.

CALLISTO, M.; GONCALVES, J. A vida nas águas das montanhas. *Ciência Hoje*, v. 31, n. 182, p. 68-71, 2002.

CALLISTO, M. et al. Chironomids on leaves of *Typhadomingensis* in a lagoon of Rio de Janeiro State (Brazil). *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, v. 31, n. 1, p. 51-53, 1996.

CALLISTO, M. et al. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 6, n. 1, p. 71-82, 2001.

CÂMARA, C. D.; FONSECA-GESSNER, A. A. Macroinvertebrados bentônicos como indicadores biológicos para o monitoramento de florestas plantadas. Lima, W. de P. e Zakia, MJB *As florestas plantadas e a água: implementando o conceito da microbacia hidrográfica como unidade de planejamento*, RiMa, São Carlos, p. 141-156, 2006.

CARVALHO, E.M.; UIEDA, V.S. Colonização por Macroinvertebrados Bentônicos em Substrato Artificial e Natural em

um Riacho da Serra de Itatinga, São Paulo, Brasil. Curitiba, PR. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 21, n.2, p. 287-294, 2004.

COSTA, R. A.; SOUZA, M. O. DE. *A Geomorfologia Ambiental Aplicada ao Ordenamento Territorial do Município de Morrinhos – GO: Contribuição ao estudo da Paisagem*. Projeto de Pesquisa. Relatório Final das atividades. UEG Morrinhos. 2002.

GILLER, P. S. & MALMQVIST, B. *The biology of streams and rivers*. Oxford University Press, 296p. 2004.

GOOGLE-EARTH. *Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO, 2016*. Disponível em: <<http://earth.google.com/intl/pt/>>. Acesso em: 23 de abril de 2017.

GOULART, M. D.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. *Revista da FAPAM*, v. 2, n. 1, p. 156-164, 2003.

HAUER, F. Richard; RESH, Vincent H. Benthic macroinvertebrates. *Methods in stream ecology*, p. 339-369, 1996.

JUNQUEIRA, V.M.; CAMPOS, S.C.M. Adaptação do "BMWP" método para a avaliação da qualidade das bacias hidrográficas para o Rio das Velhas (Minas Gerais, Brasil). *Acta Limnol. Bras.*, V.10, p.125-135, 1998.

KREBS, C. J. *Ecological Methodology*. New York: Harper-Collins Publ. 370p. 1989.

LEMKE-DE-CASTRO, M. L.; GUERRA, J. Avaliação da cobertura vegetal "mata ripária" e a sua influência sobre a temperatura das águas do córrego pipoca – morrinhos – Goiás. *Global science and technology*. Rio Verde, v. 03, n. 03, p.84– 93, 2010.

MARTINS, R. T.; STEPHAN, N. N. C.; ALVES, R. G. *Tubificidae (Annelida: Oligochaeta) as an indicator of water quality in an urban stream in southeast Brazil*. *Acta Limnologica Brasiliensia*, São Paulo, v. 20, n. 3, p. 221-226, 2008.

MATSUMURA-TUNDISI, T. Diversidade de zooplâncton em represas do Brasil. In: HENRY, R. *Ecologia de reservatórios*. São Paulo: FAPESP/FUNDIBIO, 1999. p.41-54.

METCALFE, J. L. Biological water quality assessment of running Waters based on macroinvertebrate communities: history and present status in: *Europe Environmental pollution*, v. 60, n. 1, p. 101-139, 1989.

MODDE T; DREWES HG.; *Comparison of biotic index values for invertebrate collections from natural and artificial substrates*. Fresh water Biology 23:171-180. 1990.

MUGNAI, R; NESSIMIAN, J. L.; BAPTISTA, D. F.. *Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro: para atividades técnicas, de ensino e treinamento em programas de avaliação da qualidade ecológica dos ecossistemas lóticos*. Technical Books Editora, 2010.

NIESER, N.; A. L. de Melo. *Os heterópteros aquáticos de Minas Gerais*. Editora UFMG. Belo Horizonte. 1997.

PÉREZ, G. R. *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. Universidad de Antioquia, 1996.

PIEDRAS, S. R. N., et al. "Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de qualidade de água na Barragem Santa Bárbara, Pelotas, RS, Brasil." *Ciência Rural* 36.2 (2006): 494-500.

RIBEIRO, O.L.; UIEDA, V.S. *Estrutura da Comunidade de Macroinvertebrados Bentônicos de um Riacho de Serra em Itatinga, São Paulo, Brasil*. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 22, n. 3, p. 613-618, 2005.

ROSENBERG, D. M. e RESH, V. H., *Fresh water biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. Chapman & Hall, New York. 1996.

RUPPERT, E.E. ; BARNES, R. *Zoologia dos invertebrados*. São Paulo: Roca, 1996. 1125p.

SILVEIRA, M. P.; DE QUEIROZ, J. F.; BOEIRA, R. C. *Protocolo de coleta e preparação de amostras de macroinvertebrados bentônicos em riachos*. Embrapa Meio Ambiente. Comunicado Técnico, 2004.

SILVEIRA, Mariana Pinheiro. *Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios*. Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 2004.

UIEDA, V. S.; GAJARDO, I. C. S. M. *Macroinvertebrados perifíticos encontrados em poções e corredeiras de um riacho*. *Naturalia*, v. 21, p. 31-47, 1996.

UTILIZAÇÃO DAS FORMAS DE RELEVO E DISSECAÇÃO DE RELEVO PAR OBTENÇÃO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DE AMBIENTES URBANOS, ESTUDO DE CASO DA BACIA DO RIBEIRÃO ANICUNS NO MUNICÍPIO DE GOIÂNIA (GO)

Gustavo Rodrigues Barbosa

Introdução

A ocupação desordenada e o consumo exorbitante dos recursos naturais promovem significativas modificações no território. Essa alteração do espaço territorial muitas vezes acontece sem se levar em consideração os impedimentos relativos aos ambientes de maior fragilidade ambiental, desencadeando, assim, problemas ambientais. Essa problemática deixou em evidência a questão que envolve algumas variáveis ambientais (solos, precipitação, uso, ocupação da terra e outros) e suas interações com a sociedade moderna (SPÖRL, 1982). Essa temática da ocupação desenfreada abriu caminho para a elaboração de estudos ambientais, de tal modo que levou à compreensão da complexidade das inter-relações entre sociedade e meio natural.

Essa inter-relação entre a sociedade e o meio natural é determinante de uma maior ou menor vulnerabilidade à fragilidade dos sistemas ambientais, em função de suas características naturais. Qualquer modificação nos elementos naturais (relevo, solo, vegetação, clima e recursos hídricos)

resultará no desequilíbrio da funcionalidade do sistema, quebrando o seu estado de equilíbrio dinâmico (BIGARELLA; BECKER; SANTOS, 2007).

É necessário, portanto, que as ações antrópicas sejam totalmente compatíveis com a potencialidade dos recursos naturais, o que torna imprescindível o planejamento físico territorial não só com a perspectiva econômica-social, mas também para a implementação de controle ambiental.

Nesta perspectiva, a análise da fragilidade dos ambientes naturais possui uma relevância significativa, tendo em vista que seu mapeamento possibilita identificar as áreas vulneráveis à ação antrópica e suas potencialidades, a fragilidade ambiental dentro da visão sistêmica, facilitando, assim, a definição das áreas que apresentam susceptibilidades de risco, proporcionando, portanto, melhores diretrizes e ações a serem adotadas e fornecendo subsídios à gestão territorial (SPÖRL, 2013).

O crescente aumento das pressões da sociedade sobre o espaço natural torna cada vez mais necessário um processo contínuo de planejamento territorial e gestão ambiental, cujo objetivo primordial é o ordenamento do território, devendo se considerar tanto a dinâmica ambiental como a complexidade e a gestão do território, e que necessita ser analisado sem deixar nenhum aspecto de lado (SANTOS; ROSS, 2012).

Entretanto, os procedimentos empregados para a organização do espaço territorial, principalmente referentes aos métodos para a determinação da fragilidade ambiental, nem sempre são realizados considerando-se as relações complexas entre as variáveis que compõem o meio natural, sendo este um dos fatores responsáveis por resultados que não condizem com as situações encontradas na realidade (CEREDA JUNIOR, 2011).

Valeriano (2003) apresenta em seus estudos as derivações geomorfométricas locais, em que propõe uma análise de elementos geomorfológicos ligados às formas de relevo de curvaturas verticais e horizontais, dando, assim, um aspecto de especificidade para a paisagem local, pois o autor atrela as formas de vertentes ligadas às curvaturas horizontais (côncavas, convexas e retilintas) e as formas de vertentes no aspecto das curvaturas verticais (convergente, planar e convergente). Observa-se então que a fragilidade ambiental leva à temática de índice de dissecação de relevo, que comporá os graus de fragilidade junto com a declividade, os solos e o tipo de cobertura vegetal, e à declividade posteriormente, como temas prioritários.

Porém, ao considerar a proposta de Valeriano (2008), com a inserção das formas de relevo (curvaturas horizontal e vertical), e o HAND proposto por Rennó et al. (2008) e atualizado por Nobre et al. (2010), referenciando a dissecação vertical do relevo, observa-se a possibilidade de melhora significativa nos resultados da modelagem da fragilidade ambiental, pois trará a possibilidade de correlacionar de forma mais assertiva os processos erosivos lineares e laminares dentro de uma bacia hidrográfica.

Então, o objetivo geral desta pesquisa é propor uma variação metodológica de mapeamento da fragilidade ambiental, substituindo-se os dados de “declividade” pelos parâmetros “formas de relevo” (cruzamento das curvaturas plana e horizontal) e “dissecação vertical do relevo” (obtida com o HAND - *Height Above the Nearest Drainage*).

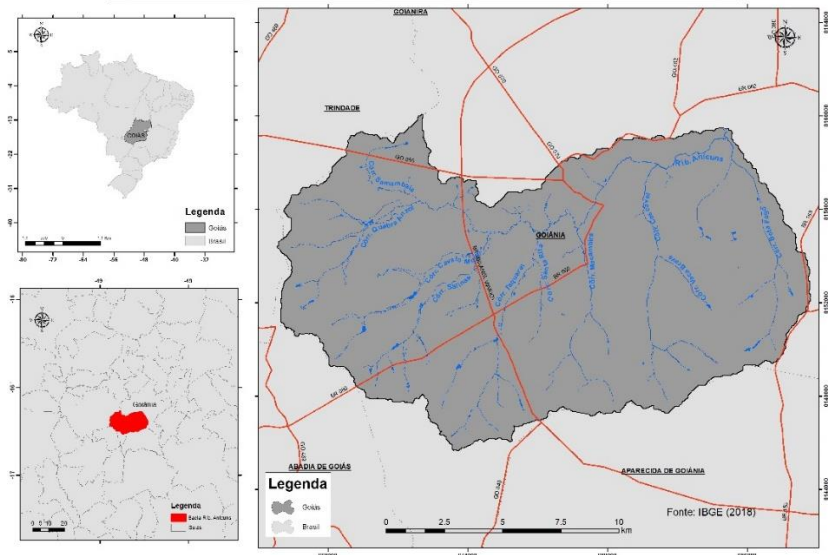
Metodologia

O recorte espacial escolhido para este estudo é a bacia do ribeirão Anicuns, está situada do estado de Goiás, na região centro-oeste do Brasil, inserida na porção sudoeste do município de Goiânia, totalizando 231,7 Km² de área e aproximadamente 95km de perímetro (Figura 1). Trata-se de uma região altamente antropizada, com poucos fragmentos vegetativos ao longo das drenagens e, eventualmente, maciços de floresta estacional nos interflúvios, além de grande variabilidade do relevo e variedade de litologias e classes pedológicas. Como todos esses fatores supracitados são aspectos utilizados pelas metodologias adotadas nesta Tese de doutoramento para predição de fragilidade ambiental e novas considerações vinculadas a 34 análise de vertentes, considera-se ser uma área interessante para a aplicação dos modelos empíricos. A bacia em questão possui localização geográfica entre as coordenadas UTM 668.000m E a 8.164.000m S e 684.000m E a 8.143.000m S, abarcadas pelo fuso 22.

O Anicuns tem como principais afluentes os córregos Cavalo Morto, Taquaral, Macambira, Cascavel e Botafogo, pela margem direita; e pela margem esquerda os córregos da Cruz e Samambaia, “que drenam toda a área central de Goiânia e parte das regiões oeste, sul e leste”. Estima-se que 70% da população da capital estejam nestas sub-bacias (CAIXETA, 2009).

Figura 1 - Mapa de Localização do Ribeirão Anicuns
– Goiânia (GO)

Mapa de Localização do Rib. Anicuns, município de Goiânia - GO, Brasil



Fonte: Elaborado pelo autor

Processamentos dos dados

Para dar início a elaboração da base cartográfica, foi necessário elaborar a classificação dos atributos (clima, solos e uso do solo) vinculados aos pesos, e também estipular os intervalos das formas e dissecação de relevo para a bacia do Ribeirão Anicuns. As classificações foram realizadas conforme o grau de fragilidade proposto por Santos e Ross (2012) para os atributos de clima, solos e uso do solo em conjuntos com as adaptações das ideias de Salomão, Canil e Rodrigues (2012),

Rennó et al., (2008) e Nobre et al. (2011) em relação HAND (dissecação de relevo) e as ideias de Valeriano (2008) para as formas de relevo.

Em relação à variável de solos, considerando o escoamento superficial difuso e concentrado das águas, Santos e Ross (2012) determinou as seguintes classes de fragilidade (Quadro 1).

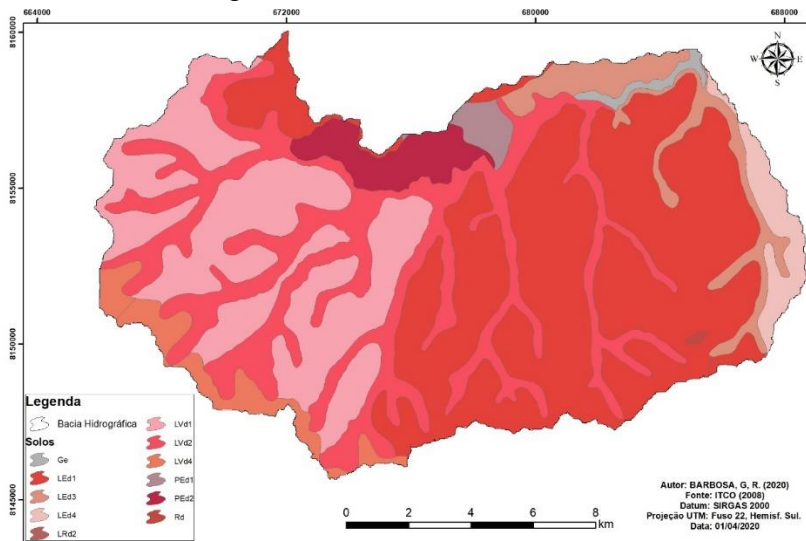
Quadro 1 - Classificação da fragilidade relacionada ao tipo de solo

Grau de Fragilidade	Classe de Fragilidade	Tipos de Solos	Código adaptado
1	Muito Baixo	Latossolos de estrutura argilosa com textura média/argilosa (conforme classes 1 e 2 da proposta original); Nitossolo, Latossolos vermelho-amarelo em áreas dotadas de infraestrutura urbana;	0,1
2	Baixo	Argissolos vermelho-amarelo com textura média/argilosa em áreas urbanas dotadas de boas condições de infraestrutura;	0,3
3	Médio	Argissolos de textura média/arenosa em áreas urbanas dotadas de boas condições de infraestrutura;	0,5
4	Alto	Argissolos vermelho-amarelo de textura média/arenosa; Neossolos quartzarênicos em áreas com infraestrutura urbana;	0,7
5	Muito Alto	Argissolos com carvalho; Gleissolos; Neossolos Flúvicos e Neossolos Quartzarênicos.	0,9

Fonte: Santos e Ross (2012)

A partir das ponderações propostas por Santos e Ross (2012) e após ponderações averiguadas em campo, foi elaborado a ponderação e obtenção do mapa de solos, tal carta foi adaptada usado como referência a carta de solos elaborada o diagnóstico ambiental de Goiânia (Figura 2).

Figura 2 - Carta de Solos



Fonte: Elaborado pelo autor

Para os critérios de hierarquização do comportamento pluviométrico, esta variável foi classificada por Santos e Ross (2012) conforme os graus de fragilidade apresentados na no quadro 2.

Quadro 2- Classificação da fragilidade relacionada a precipitação

Grau de Fragilidade	Classe de Fragilidade	Classes Pluviométricas
1	Muito Baixo	Situação pluviométrica com distribuição regular ao longo do ano, com volumes anuais não muito superiores a 1000 mm/ano;
2	Baixo	Situação pluviométrica com distribuição regular ao longo do ano, com volumes anuais não muito superiores a 2000 mm/ano;
3	Médio	Situação pluviométrica com distribuição anual desigual, com períodos secos entre 2 e 3 meses no inverno e, no verão, com maiores intensidades de dezembro a março;
4	Alto	Situação pluviométrica com distribuição anual desigual, com período seco entre 3 e 6 meses, e alta concentração das chuvas no verão entre novembro e abril, quando ocorrem de 70 a 80% do total das chuvas;
5	Muito Alto	Situação pluviométrica com distribuição regular, ou não, ao longo do ano, com grandes volumes anuais ultrapassando 2500mm/ano; ou ainda, comportamentos pluviométricos irregulares ao longo do ano, com episódios de chuvas de alta intensidade e volumes anuais baixos, geralmente abaixo de 900mm/ano (semiárido).

Fonte: Santos e Ross (2012)

As informações pluviométricas referentes a uma série histórica de 20 anos foram obtidas a partir de dados do sensor TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*). Tal produto é fruto de uma parceria entre a NASA e a Agência Japonesa de Exploração Aeroespacial (JAXA). Na atualidade, é o radar com melhor equipamento para análises e estimativas de precipitação; este apresenta estimativas com maior precisão comparado a técnicas indiretas (CAMPAROTTO et al., 2013).

Assim, foram organizados para possibilitar as somatórias mensais, gerando médias mensais e, conseqüentemente, medias anuais. Após elaborado o processo de somatória das imagens, foi gerado um centroide para cada célula, pois cada elemento concentrava um valor de precipitação específico e, após a etapa de criação dos centroides, foi utilizada a função de vetorização dos pontos, transformando-os, assim, em elementos vetoriais. Tal processo trouxe a possibilidade de gerar uma tabela de atributos (Tabela 1) com um valor de precipitação médio anual (1998-2018) vinculado a uma coordenada (XY).

Tabela 1 – Exemplo de tabela de atributos gerados a partir dos centroides

Numero	Latitude	Longitude	Precipitação
1	-16.40	-49.15	1322
2	-16.39	-49.29	1301
3	-16.30	-49.01	1298

Fonte: Elaborado pelo autor

Foram selecionados 54 centroides, isso levando em consideração um raio de 50km em relação ao ponto central da bacia hidrográfica, buscando abranger toda a área de influência interna e externa do ribeirão Anicuns (Figura 3), assim, gerando uma malha de pontos com valores de precipitação médios.

Figura 3 - Exemplificação da aquisição dos centroides do pixel

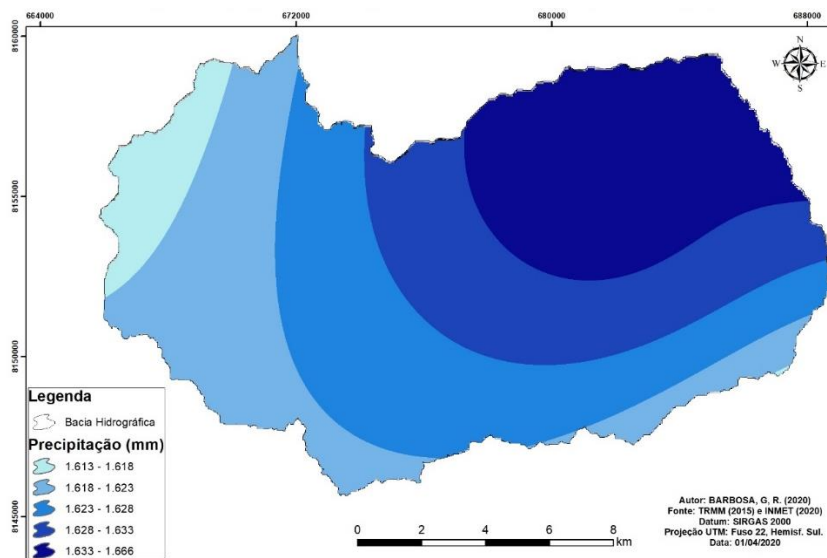


Fonte: Elaborado pelo autor

O próximo passo para a elaboração da carta de precipitação foi a interpolação dos mesmos dados a partir do método da krigagem em processamento computacional. Camparotto et al. (2013) comentam também em um de seus trabalhos que os dados de precipitação obtidos pelo satélite

TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) possuem similaridades com os dados coletados em estações automáticas e convencionais na bacia do alto São Francisco, o autor utilizou vários dados de estações automáticas para trabalhar a comparação entre as duas tipologias de dados; também é ressaltado que tal método pode auxiliar na correção de erros ou falhas encontradas em dados coletados de estações pluviométricas, trazendo maior consistência aos de pluviometria (Figura 4).

Figura 4 - Mapa de Isolinhas (precipitação)



Fonte: Elaborado pelo autor

Ao comparar as médias de precipitação das estações automáticas e convencionais com os dados obtidos por meio do sensor PR do satélite TRMM, não há uma variabilidade discrepâncias em termos estatísticos, tal afirmativa demonstra a possibilidade de utilização desses dados para obtenção da precipitação (DOS REIS; RENNÓ; LOPES, 2017).

Para a obtenção da carta de uso e ocupação da terra (urbanização) utilizou-se do mosaico de imagens do satélite CBERS 4 (órbita/ponto – 159/119) do mês de setembro de 2018, tais dados foram obtidos no site do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e os mesmos processados no *software ArcGis 10.3*.

Carta de uso e cobertura do solo foi obtida, tendo como base uma imagem CBERS 4 referenciada na projeção UTM e sistema SIRGAS 2000 no fuso 22k. o método utilizado para gerar a carta de uso do solo foi classificação segmentada, onde a imagem é processada através de fatiamentos de classes, que foram: Área urbanizada/pavimentada, áreas descobertas e áreas verdes (vegetação), como representa a quadro 4.

Quadro 4 - Classes de nível de urbanização

Código	Fragilidade	Categorias Hierárquicas	Código adaptado
1	1-Muito Baixo	Predomínio de condições naturais com um estrato vegetal bem desenvolvido e/ou em estágio avançado de regeneração que favorece a infiltração, minimizando o escoamento pluvial. Setores de média	0,1

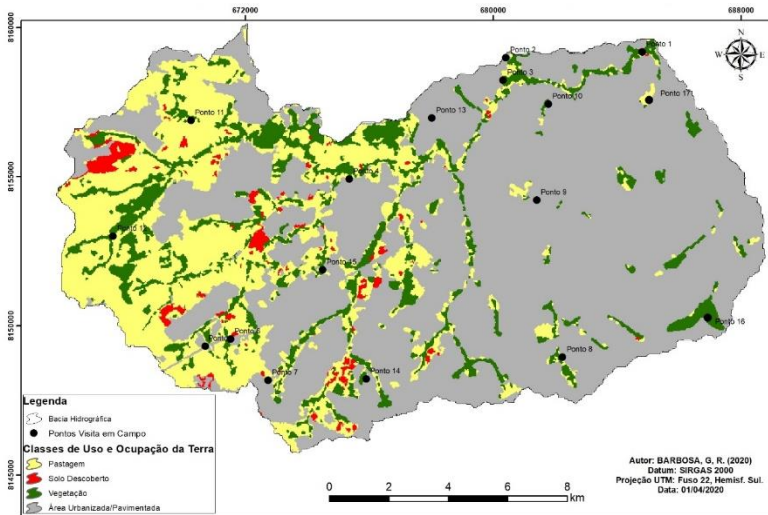
		urbanização situados em área mais elevadas que apresentam baixa declividade e contam com medidas estruturais e não estruturais para o controle de cheias, como caixas de sumidouro, canteiros permeáveis, obstáculos para redução de velocidade do escoamento, reservatório para coleta de água da chuva;	
2	2- Baixo	Áreas urbanas com drenagem eficiente, baixa declividade presença de ações para controle de cheias, infiltração e redução de escoamento nas vias de circulação, nos lotes e nas construções.	0,3
3	3- Médio	Área urbanizadas predominantemente impermeabilizadas com problema de drenagem e constante alagamentos e inundações. Ambiente com declividade praticamente nula precariamente incorporadas a drenagem, suscetíveis a inundações sazonais, que podem ter constituído antigas planícies de inundações de corpos hídricos e lacustres	0,5

		afetados ou não por atividades antrópicas.	
4	4- Forte	Locais urbanizados e/ou semi-urbanizados com precariedade nas construções e na infraestrutura para eventos pluviométricos média/baixa intensidade. Áreas de inundação natural, como planícies lacustres e setores mais abrigados das planícies fluviais e fluviomarinhas;	0,7
5	5- Muito Forte	Área críticas que deveriam ser destinadas à manutenção de sua funcionalidade sistêmica original. Ausência de infraestrutura e total precariedade das construções humanas, fruto do uso e ocupação desordenado da terra. Ambientes naturalmente favoráveis à inundação, tais como corpos hídricos e planícies de inundação. Setores com grande declividade susceptíveis a movimentos de massa.	0,9

Fonte: Santos e Ross (2012)

Na etapa subsequente, foi elaborado o treinamento a partir da coleta de amostras dos respectivos usos da terra para que o software *ArcGis 10.3* de tratamento pudesse gerar uma imagem raster, balizada pela classificação segmentada (fatiamento de classes) para a obtenção da base cartográfica de uso e cobertura do solo (Figura 5).

Figura 5 – Carta de Uso e Ocupação do Solo



Fonte: Elaborado pelo autor

De acordo com Valeriano (2008) as vertentes são compartimentos geomorfológicos que possui características variadas, contudo, é admissível classificá-la conforme a sua curvatura, que pode ser avaliada no plano, sendo caracterizada como uma curvatura horizontal, e também analisada como curvatura vertical, com uma perspectiva de perfil de relevo.

Os dados trabalhados neste estudo foram obtidos por meio do MUBDG (2010), e elaborados a partir de plantas e cartas topográficas existentes na escala de 1:5.000. Este produto auxiliou a elaboração dos mapas temáticos de curvaturas e dissecação vertical do relevo, realizados com a utilização dos softwares *Arcgis* 10.3 e *TerraView* 5.2.2.

Após a execução dos padrões de curvatura horizontal e vertical estipulados por Valeriano (2008), o Modelo Numérico do Terreno (MNT) foi inserido no ambiente de SIG (Sistemas de Informações Geográficas) e fatiado em classes temáticas. O Fatiamento consiste na conversão de um Modelo Numérico em um Modelo Temático.

O processo de implementação do plano de informações correlacionado à Forma do Terreno derivou da combinação das curvaturas Vertical e Horizontal que, por meio do da linguagem de programação espacial do SIG (Álgebra de Mapas) no *Arcgis*, permitiu a implementação da lógica Fuzzy.

A resultante da operação de *fuzzyização* são os atributos adquiridos a partir da comparação entre valores locais de outros campos quantitativos ou qualitativos, baseada em relações de ordem ou igualdade (CORDEIRO et al., 2003).

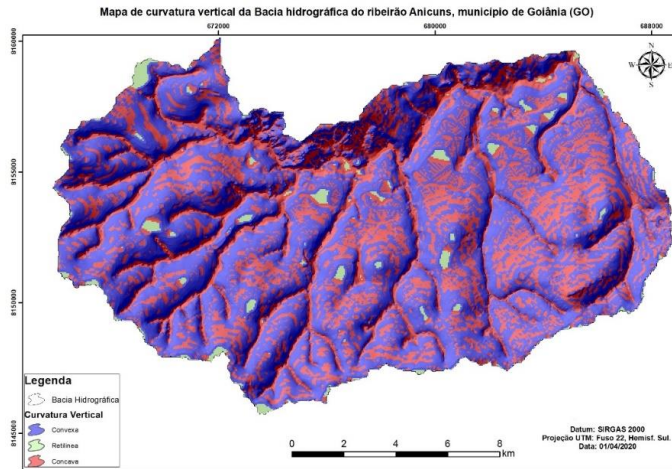
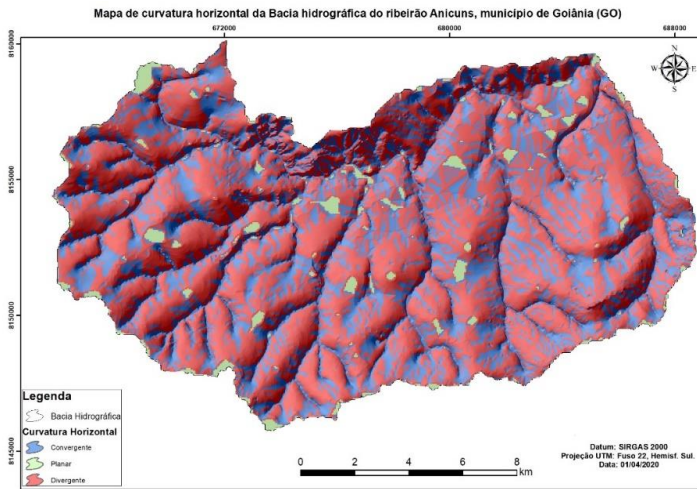
A curvatura é representada em uma equação derivada de segunda ordem, onde é responsável por uma representação média das formas de relevo; após o alcance do resultado de cada pixel para aquisição dos valores das curvaturas, é possível chegar nas respectivas curvaturas horizontais e verticais do relevo. Para este resultado, deve-se relacionar células vizinhas a partir da seguinte Equação 1:

$$\text{Curvature} = -2(D + E) * 100$$

(1)

Valeriano (2008) demonstra que os testes comparativos com traços geomorfológicos induziram a estabelecer uma faixa entre $-0,0000000001^\circ/\text{m}$ e $0,0000000001^\circ/\text{m}$ como índices de curvatura característicos de vertentes apresentadas como retilíneas. Valores menores a este intervalo foram estimados como áreas côncavas e valores maiores equivaleram como áreas convexas. Do mesmo modo, é imprescindível estabelecer uma faixa de valores aceitáveis como nulos sempre tendendo a 0, para originar a classificação das vertentes planas e curvaturas verticais e horizontais. Norteado pelos testes feitos, o mesmo autor ponderou que o intervalo de $-0,00000000038^\circ$ a $0,00000000051^\circ/\text{m}$ tende a determinar superfícies planares e, ao ocorrer valores menores que esse intervalo, considera-se que o terreno é convergente e os valores maiores indicam intervalo divergente (Figura 6).

Figura 6 – Cartas de Curvatura Horizontal e Vertical



Fonte: Elaborado pelo autor

As formas do terreno são alcançadas a partir do cruzamento entre as curvaturas horizontais e verticais. Valeriano (2008) explica que as classificações de forma de relevo podem ser rearranjadas em função de sua paridade entre os aspectos físicos do terreno. Existe a ocorrência de casos extremos de cruzamentos, tais casos podem ser representados pela forma côncavo-convergente, que caracteriza a máxima concentração e acúmulo do escoamento, e pela forma convexa-divergente, que possibilita a análise de máxima dispersão do escoamento.

Após o cruzamento das cartas de formas do relevo horizontal e vertical com o auxílio do método de álgebra cartográfica, consegue-se produzir as formas do relevo. Propondo valores para cada curvatura, a somatória desses valores simula uma determinada forma, conforme indicado na Tabela 4.

Tabela 2 - Índices estipulados para curvatura para representar os tipos de formas de relevo

•	• Convergente (10)	• Planar (20)	Divergente (30)
Convexo (1)	11	21	31
Retilíneo (2)	12	22	32
Côncavo (3)	13	23	33

Fonte: Silva Neto (2013) Adaptado de Valeriano (2008).

Agrupou-se a cada pixel, de curvatura horizontal e vertical, valores prefixados determinados para cada classe de

curvatura, com isso, cada célula matricial foi representada e especializada com os devidos valores.

Com o intuito de validar as informações quanto à classificação das formas de relevo, foi utilizada a classificação proposta por Valeriano (2008) em conjunto com as adaptações feita por Silva Neto (2013), onde ele classifica as formas de relevo quanto ao seu impacto em relação à concentração do fluxo de escoamento superficial (Tabela 5).

Tabela 3 – Classificação de formas de relevo

Formas de Relevo	Classe de Fragilidade	Grau
Retilíneo-Planar	Muito Baixo	1
Côncavo-Divergente/Convexo-Planar Convexo-Divergente	Baixo	2
Côncavo-Planar	Médio	3
Convexo-Convergente	Alto	4
Retilíneo-Convergente Côncavo-Convergente	Muito Alto	5

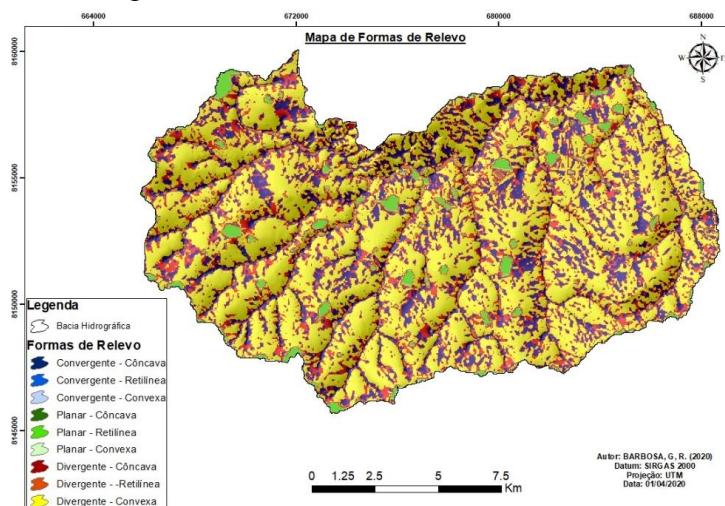
Fonte: Adaptado de Valeriano (2008) e Silva Neto (2013)

As regras das curvaturas quanto à forma do terreno, propostas por Valeriano (2008) e Silva Neto (2013), são pautadas na sua fragilidade a processos erosivos lineares, ou seja, que sofram convergência de fluxo, sendo a côncavo-convergente e a

retilíneo-convergente as classes com maior fragilidade; a côncava-convergente é classificada como Fragilidade Alta; a côncavo-planar e classificada como média, sendo considerada uma zona de transição; a convexa-planar, a convexa-divergente e a convexa-divergente consideradas como fragilidade baixa, e, por último, a retilínea-divergente sendo consideradas as formas de relevo com menor fragilidade ao escoamento superficial.

Após a associação dos valores dos pixels, a somatória das células permitiu a identificação dos tipos de forma de relevo de acordo com o seu padrão de concentração ou dispersão do escoamento superficial (Figura 8).

Figura 7 – Carta de Formas de Relevo



Fonte: Elaborado pelo autor

Para a obtenção do HAND, primeiramente foram manipulados os dados *MUBDG* cedidos pela prefeitura de Goiânia, e através desta informação foi elaborado o modelo digital e elevação (MDE), o qual permitiu os processamentos iniciais para gerar o modelo do HAND. Para este processo foi utilizado o programa *TerraViewHidro 5.2.2*, um software de autoria do INPE, em conjunto com o *plug-in* TerraHidro, que possibilitam modelagens hidrológicas por meio do emprego de dados *raster* (matricial). Iniciando o processo, é necessário gerar um arquivo que indique a direção de fluxo (indicado pela função *Local Drain Direction*); também é importante gerar um arquivo que demonstre as áreas acumuladas de drenagem, criadas a partir da *Local Drain Direction*, utilizando a ferramenta *Basic Tools*. A criação destes arquivos em formato matricial deu a origem automática da rede de drenagem, o que possibilitou a indicação de um parâmetro limiar de área de contribuição mínima, para avaliar uma célula do MDE como pertencente à rede de drenagem.

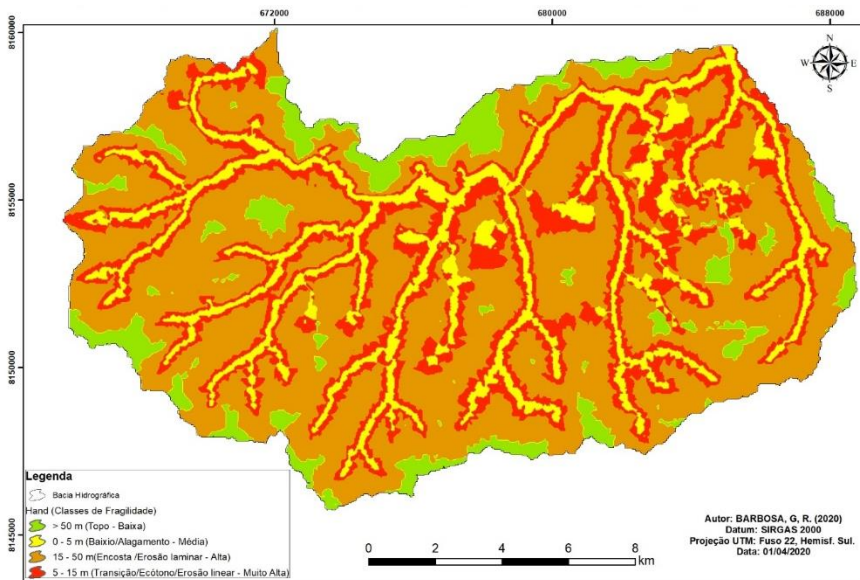
O HAND regulariza o MDT de acordo com a diferença entre a altitude do terreno e a altitude do canal de drenagem mais próximo. Quando um canal é próximo a uma determinada localidade (Figura 9), a sua altimetria influencia diretamente na sua suscetibilidade a concentração do escoamento superficial, estando, assim, passível de ocorrer inundação e processos erosivos (RENNÓ et al., 2008).

A etapa seguinte para a obtenção do HAND é a correção da altimetria com base nas cotas da drenagem. Assim, o MDT é reclassificado com base na diferença entre a cota do canal mais próximo e as cotas da planície de inundação e/ ou das encostas adjacentes a este canal.

Após a correção da altimetria, é possível estabelecer qual limiar será usado, assim minimizando erros contidos na representação na rede de drenagem e em suas possíveis direções de fluxo de água. Um dos erros possíveis é a não representação de fragmentos da drenagem real, pois, ao escolher um limiar muito alto, existe a possibilidade de se superestimar a representação e/ou criar trechos que não existem na realidade. No presente estudo, a decisão do limiar foi feita através (limiar 1000) da comparação visual da sobreposição da rede de drenagem gerada pelo HAND com os dados da hidrografia real do ribeirão.

Levando em consideração que o HAND trabalha com a distância vertical entre o corpo d'água e o ponto mais alto da vertente, vinculada à quantidade de água no solo, buscou-se compor o quadro de classificação do HAND com base nos estudos de Salomão, Canil e Rodrigues (2012), que estudaram a influência da suscetibilidade à erosão linear dos compartimentos morfopedológicos, de Rennó et al., (2008), que propuseram um fatiamento de classes do HAND, e de Nobre et al. (2011), que posteriormente atualizaram esse fatiamento com a proposta de 4 classes, trabalhando com: Alagamento (até 5 metros), Ecótono (de 5 a 15 metros), Encostas (de 15 m a 50 m), e Topos de morro (maior que 50 m) (Figura 8).

Figura 8 - Carta de HAND



Fonte: Elaborado pelo autor

Para a elaboração das cartas de fragilidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Anicuns, baseou-se na ponderação dos planos de informação gerados nos modelos empíricos, detalhados anteriormente, com pesos resultantes de cálculos matemáticos ao se adotar a Análise Hierárquica Processual (AHP) como método multicritério, cuja técnica foi proposta por Saaty (1980)

A partir de uma base matemática, a aplicação da AHP possibilita a organização e avaliação da importância entre critérios e pondera os julgamentos. O método fundamenta-se na lógica da comparação pareada que envolve estruturação da

hierarquia de decisão, construção da matriz de comparação pareada e priorização das alternativas e definição das classes de vulnerabilidade.

Primeiramente, para obtenção dos pesos, determinou-se a relação de importância entre as variáveis selecionadas, ou seja, definiu-se a estrutura de hierarquia que representou a ordem de contribuição relativa para cada componente envolvida nos modelos de fragilidade aplicados. Neste procedimento de determinação da hierarquização, diferentes fatores que influenciam a tomada de decisão são comparados dois-a-dois e um critério de importância relativa é atribuído ao relacionamento entre estes fatores.

Esta comparação foi realizada por meio da matriz de comparação pareada de ordem n , sendo n o número de fatores em que as variáveis foram dispostas, tanto nas linhas como nas colunas, na mesma ordem.

Após o preenchimento da matriz de comparação, foi calculado o vetor de pesos AHP (w) e, para cada fator n , foi obtido um peso w_i . A Equação 2 abaixo refere-se ao modo em que estes pesos são obtidos.

$$w_i = \frac{(\prod_{j=1}^n a_{ij})^{\frac{1}{n}}}{\sum_{k=1}^n [(\prod_{j=1}^n a_{kj})^{\frac{1}{n}}]}$$

(2)

Após aplicação da técnica AHP, os pesos obtidos foram multiplicados aos planos de informação referentes às variáveis de cada modelo empírico de fragilidade ambiental abordado neste

estudo, resultando, assim, em dois novos mapas-síntese de fragilidade.

Após esta etapa, os três mapas intermediários (declividade, tipo de solo e precipitação) foram correlacionados por meio da álgebra de mapas, que consiste na sobreposição dos mapas utilizando uma escala comum e pesos para cada classe conforme sua importância gerando a carta de fragilidade potencial. O geoprocessamento foi utilizado para a técnica de álgebra dos mapas na geração do mapa síntese de fragilidade ambiental potencial, utilizando a extensão Spatial Analyst (Reclassify e Raster Calculator) no ArcGis. A aplicação da técnica de Análise Hierárquica de Ponderação para se obter os pesos necessários para a elaboração da álgebra cartográfica foi realizada segundo a Equação 3:

$$FAP = De * Pw1 + Pe * Pw2 + Plu * Pw3$$

(3)

Onde,

FAP = Fragilidade Ambiental Potencial

Pw = Pesos

De = Declividade

Pe = Pedologia

Plu = Pluviometria

Após a elaboração da carta de fragilidade ambiental potencial foi elaborada a interseção com a carta de uso do solo no intuito de chegar na carta de fragilidade ambiental emergente explicado a Equação 4 (demostrando a interferência que a ação antrópica tem sobre o meio natural).

$$APE = FAP + (Us * Pw4)$$

(4)

Onde,

FAE = Fragilidade Ambiental Emergente

FAP = Fragilidade Ambiental Potencial

Pw = Pesos

Us = Uso do Solo/Urbanização

O produto de fragilidade ambiental emergente é representado por um código de quatro algarismos: o 1º dígito corresponde ao relevo, o 2º representa o uso do solo, o 3º Tipo de Solos e o 4º refere-se à pluviosidade.

Resultados e discussões

O mapeamento de fragilidade ambiental potencial, foi determinada pelo cruzamento dos dados de formas de relevo, *HAND*, solos e precipitação. E é apresentado na tabela 4 as classes de fragilidade ambiental juntamente com suas áreas e classificações.

Tabela 4 - Classes de Fragilidade Ambiental

Classes de Fragilidade Ambiental	Categoria	Área (km²)	Área (%)	Código Adapt. (AHP)
Forma de Relevo				
Muito Baixo	Retilíneo-Planar	6,39	2,90	0,1
Baixo	Côncavo-Divergente/Convexo-Planar Convexo-Divergente	134,74	61,16	0,3
Médio	Retilíneo-Planar/Côncavo-Planar	4,84	2,20	0,5
Alto	Convexo-Convergente	38,89	17,66	0,7
Muito Alto	Retilíneo-Convergente Côncavo-Convergente	35,44	16,09	0,9
Dissecação de Relevo (comprimento de rampa)				
Muito Baixo	-	-	-	-
Baixo	> 50 metros	18,82	8,52	0,3
Médio	0 a 5 metros	29,95	13,56	0,5
Alto	15 a 50 metros	122,98	55,68	0,7
Muito Alto	5 s 15 metros	49,13	22,24	0,9
Precipitação				
Muito Baixo	-	-	-	-
Baixo	-	-	-	-
Médio	-	-	-	-
Alto	Pluviométrica com distribuição anual desigual, com período seco entre 3 e 6 meses,	21,24	00,00	0,5

	alta concentração das chuvas no verão, entre novembro e abril, quando ocorrem de 70 a 80% dos chuvas.			
Muito Alto	-	-	-	-

Solos

Muito Baixo	LEd3/LEd1/LEd4	94,20	42,57	0,1
Baixo	LVd1/LVd4/LRd2/LVd2	74,92	33,86	0,3
Médio	PEd2/PEd1	49,68	22,45	0,5
Alto	-	-	-	
Muito Alto	Ge/Rd	2,44	1,12	0,9

Uso e Ocupação do Solo

Muito Baixo	-	-	-	-
Baixo	Vegetação (APP e Parques)	22,89	10,36	0,3
Médio	Pastagem	51,07	23,12	0,5
Alto	Solo Descoberto	3,24	1,46	0,7
Muito Alto	Área Urbanizada	143,63	22,24	0,9

Fonte: Próprio Autor (2020)

Ao executar a álgebra de mapas para as variáveis, foi possível observar modificações significativas na espacialização da fragilidade ambiental potencial, pois, ao analisar as formas de relevo em conjunto com a dissecação do relevo, verificou-se que a generalização motivada pelo uso da declividade foi amenizada para a classificação da fragilidade potencial. Desta forma, obtivemos um destaque para as classes “muito baixa” e “baixa”, totalizando 166,32km² (75,94 %) da área total da bacia hidrográfica. Essa classe de fragilidade ficou em destaque porque

grande parte da área de estudo está representada pelas formas de relevo convexo-divergente, côncavo-divergente e convexo-planar, representando 134,74km² (61,16%) em conjunto com o predomínio da classe de Latossolos, que representa 169,12km² (76,45%), deixando em evidência que essas áreas possuem a característica de dispersão do escoamento do fluxo superficial em conjunto com características pedológicas de solos estáveis, estando passível de sofrer processos erosivos laminares.

As classes “alta” e “muito alta” também ficaram evidenciadas na espacialização, sendo representadas por 35,97km² (16,42%) da área do Ribeirão Anicuns. Essa representatividade foi observada em áreas que apresentaram a predominância da forma de relevo côncava-convergente, retilíneo-convergente e convexo-Convergente, que, ao se apresentar em conjunto com a classe quatro do HAND (fator de maior vulnerabilidade a processos erosivos, pois é caracterizados por áreas de encostas), traz um alto destaque para a fragilidade ambiental potencial. Sendo assim, existe a probabilidade de ocorrer processos erosivos lineares, devido ao fato de serem áreas de concentração de fluxo.

A área de classificação “média” aparece em quantidade menores no mapeamento da fragilidade potencial, sendo representada por 16,71 km² (7,63%) da área total da bacia (Tabela 5).

Tabela 5 - Área fragilidade ambiental potencial
(formas de relevo)

Classes F. Emergentes	Área (km²)	Área (%)
Muito Baixo	60,84	27,78
Baixo	105,47	48,15
Médio	16,71	7,63
Alto	12,42	5,67
Muito Alto	23,55	10,75
TOTAL	221,24	100,00

Fonte: Próprio Autor (2020)

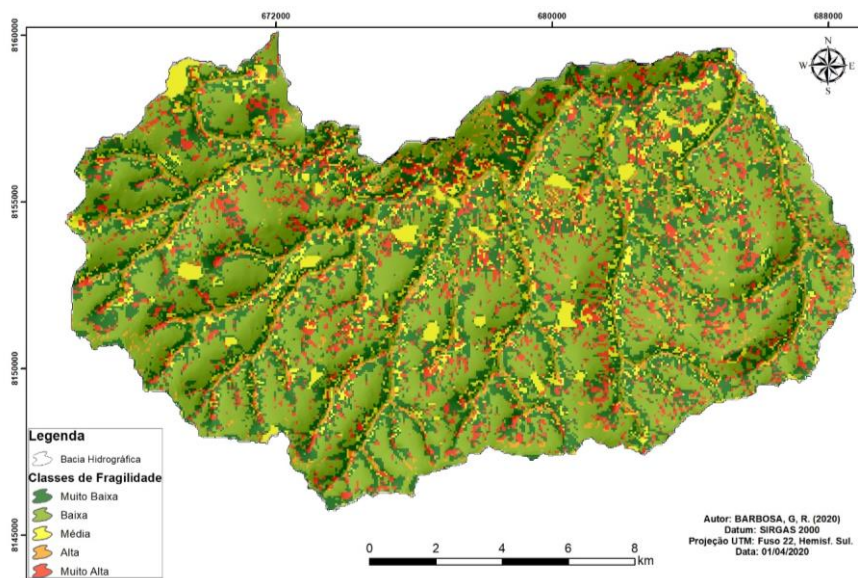
Os resultados obtidos demonstram a predominância das classes “muito baixa” e “baixa”, que pode ser justificada ao se observar as características que a bacia apresenta na Figura 9 onde é possível observar que a forma e o comprimento de rampa afetam também o comportamento da fragilidade.

O procedimento seguinte foi a utilização da Equação 5 no ambiente SIG, para a elaboração da carta de fragilidade ambiental Potencial (forma de relevo):

$$FPfr = FR * 0,2602 + H * 0,1344 + TS * 0,0678 + P * 0,0348$$

(5)

Figura 9 - Carta de fragilidade ambiental potêncial (formas de relevo)



Fonte: Elaborado pelo autor

Após a elaboração da carta de fragilidade potencial, foi realizada a definição de classes de fragilidade dos solos com base na proposta de Santos e Ross (2012), segundo a qual os diferentes estágios de urbanização interferem na classificação da fragilidade intrínseca aos solos e seus usos. Estes autores justificam esta

proposição tendo em vista que em áreas urbanizadas a maioria dos solos tiveram suas características originais modificadas por efeitos como compactação e impermeabilização asfáltica.

Tendo em vista as especificidades listadas anteriormente, foi elaborada uma proposta de adequação à realidade encontrada na bacia hidrográfica do Ribeirão Anicuns, alocada na mancha urbana da cidade de Goiânia. Após a reclassificação e as ponderações diante das formas de relevo e do HAND, em analogia aos processos erosivos lineares e laminares, foi gerado o Figura 12 e a Tabela 6. Após a reclassificação de acordo com as ideias de Salomão, Canil e Rodrigues (2012), que estudaram a influência da suscetibilidade à erosão linear dos compartimentos morfopedológicos, de Rennó et al., (2008) e Nobre et al., (2013), foi possível a utilização da Equação 6 no ambiente SIG, para elaboração da carta de fragilidade ambiental emergente para o relevo.

$$FEfr = (US * 0,5579) + FPfr$$

(6)

Tabela 6 - Área fragilidade ambiental emergente
(formas de relevo)

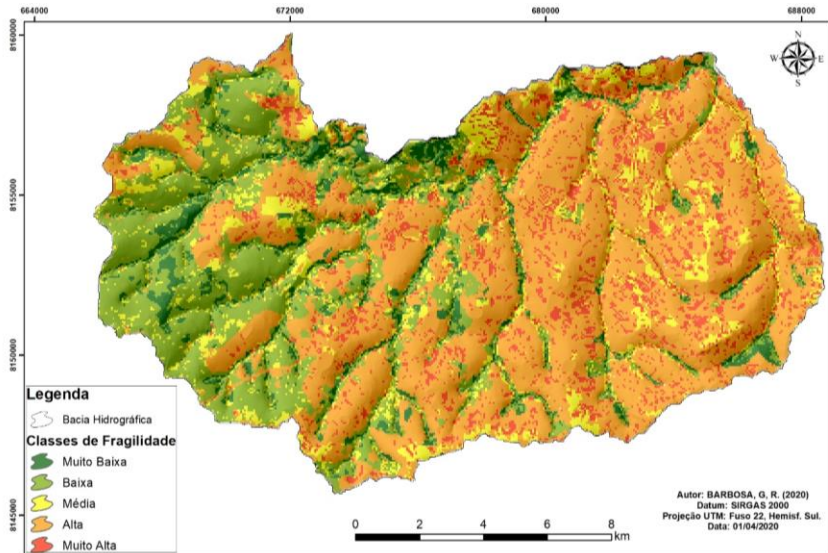
Classes F. Emergentes	Área (km²)	Área (%)
Muito Baixa	14,83	6,77
Baixa	51,12	23,34
Média	20,03	9,15
Alta	110,63	50,51
Muito Alta	22,32	10,19
TOTAL	221,24	100,00

Fonte: Próprio Autor (2020)

Ao observar a Figura 10 em conjunto com os dados apresentados na Tabela 6, é possível notar que a classe “baixa” ainda apresentaram um destaque considerável em comparação a carta de fragilidade ambiental potencial, porém as classes ficaram com uma espacialização mais homogênea. Para a espacialização da fragilidade emergente, a classe “baixa” foi retratada com áreas de 51,12km² (23,34%), demonstrando que a variável de uso do solo afetou o mapeamento da fragilidade ambiental, pois também foi possível observar que a classe “alta” passou a representar 110,63km² (50,51%); esse aumento ficou nítido nas áreas com grande adensamento urbano. Outro fator que ficou em destaque foi a redução das áreas de fragilidade

de classe “muito baixa”, que tiveram uma redução de aproximadamente de 24,81%.

Figura 10 - Carta de fragilidade ambiental emergente formas de relevo

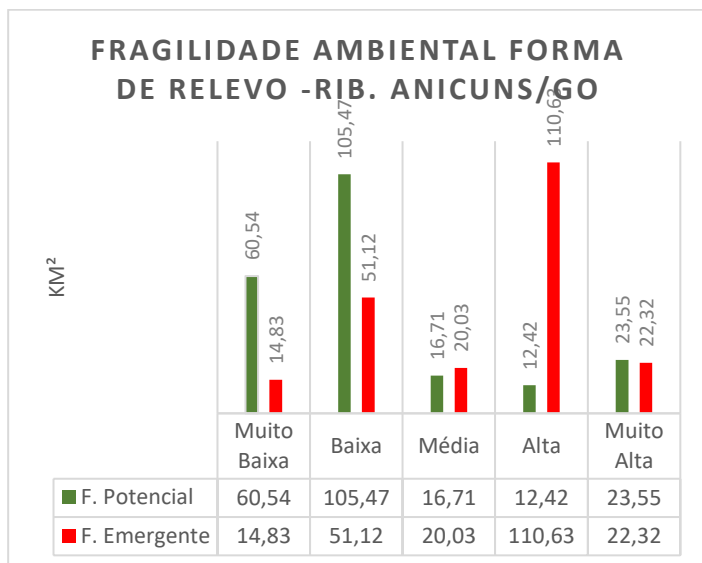


Fonte: Próprio Autor (2020)

O processo de urbanização afeta diretamente o escoamento superficial, devido à impermeabilização do solo, e conseqüentemente concentrando o fluxo hídrico para as calhas dos rios. Como observado por Filizola et al. (2011), na norma técnica da EMBRAPA de controle dos processos erosivos em vertentes, a urbanização pode afetar o escoamento superficial através de processos erosivos lineares. Diferentemente da carta de

fragilidade ambiental potencial, prevalecem as formas de relevo, que, em conjunto com o HAND, destacam a prevalência dos processos erosivos laminares para a bacia do Ribeirão Anicuns.

Figura 11 - Gráfico de comparação de áreas fragilidade ambiental formas de terreno.



Fonte: Próprio Autor (2020)

A espacialização da fragilidade ambiental emergente, vinculada às formas de relevo, apresentou resultados significativos quanto à representação da realidade da bacia do Ribeirão Anicuns no município de Goiânia, como pode ser observado no Figura 11. A urbanização evidenciou as classes “média” e “alta”, tirando a predominância das curvaturas e

associando os fatores de vulnerabilidade como o uso e ocupação do solo dentro da bacia.

Conclusão

A elaboração de um novo modelo para estudos de fragilidade ambiental, que integra informações de subsuperfície (HAND), resistência mecânica a erosão laminares e lineares das unidades topográficas, mostrou-se complementar e eficiente na caracterização de zonas mais instáveis à instalação e/ou evolução de processos erosivos no terreno.

A caracterização dos fluxos resultantes, de acordo com a forma do terreno e a correlação com classes e graus de fragilidade, mostrou-se eficiente na identificação de áreas sujeitas à instalação de processos erosivos lineares, e ao implementar a classificação proposta no HAND, em associação com o método proposto por Salomão, Canil e Rodrigues (2012), também foi possível identificar variações de áreas vulneráveis a perdas de solo por erosão laminar.

As adaptações implantadas pela correlação dos níveis de urbanização e graus de proteção e cobertura do solo configuraram elementos mais precisos na caracterização do uso do solo do Ribeirão Anicuns, tendo em vista que este apresenta atributos predominantemente urbanos. O uso de imagem de satélite de média-alta resolução, CBERS-4 do ano corrente, foi importante na distinção de alvos, contribuindo para a análise das fragilidades que operam no terreno atualmente.

As fragilidades potenciais muito baixa e baixa, em áreas do Ribeirão Anicuns, estão condicionadas principalmente às

curvaturas de relevo e à classificação de distanciamento proposta no HAND. Mais especificamente, essa classificação está ligada às formas de relevo convexa-divergente e a cônica-convergente, e também está associada à classe 3 do HAND (0 a 5 metros), que está ligada a áreas de dissipação dos fluxos de água, bem drenadas e com elevadas permeabilidades até grandes profundidades, facilitando a rápida infiltração da água de chuva. Entretanto, a cobertura pedológica constituída por solos pouco coesos permite uma fácil remoção das partículas por escoamento das águas superficiais. E também a classe 4 HAND (15 – 50 metros), que ocupa grande parte da bacia, está ligada a áreas favoráveis à concentração de fluxos de água por escoamento superficial e subsuperficial, em geral situadas em terrenos com certa declividade, associados a solos muito erodíveis, apresentando alto gradiente textural, como observado nos Argissolos.

Nas fragilidades emergentes, as classes predominantes são as médias e altas, e estão associadas à forma como a bacia hidrográfica foi ocupada/urbanizada, com presença de áreas com solos expostos em conjunto com as áreas urbanizadas, nas periferias da malha urbana efetivamente consolidada, nos setores industriais com elevada circulação de veículos de grande porte e nas áreas a oeste do perímetro onde se desenvolvem atividades agroindustriais.

Agradecimentos

Agradeço imensamente a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás pelo financiamento desta pesquisa.

Referencia

BIGARELLA, J.J., BECKER, R.D. & SANTOS, G. F. *Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais*. Editora da ed. Florianópolis: [s.n.].

CAIXETA, D. M. Mapeamento, Identificação e Monitoramento das Áreas de Proteção Permanente ao longo do Ribeirão Anicuns no Município de Goiânia - Go. *Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, v. 53, n. 9, p. 617–622, 2009.

CAMPAROTTO, L. B. et al. Validação de dados termopluviométricos obtidos via sensoriamento remoto para o Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 17, n. 6, p. 665–671, 2013.

CEREDA JUNIOR, A. Análise de Fragilidade Ambiental com Métodos Multicritério - críticas e proposta metodológica. p. 149, 2011.

DOS REIS, J. B. C.; RENNÓ, C. D.; LOPES, E. S. S. Validation of satellite rainfall products over a mountainous watershed in a humid subtropical climate region of Brazil. *Remote Sensing*, v. 9, n. 12, 2017.

FILIZOLA, H. F. et al. Controle dos processos erosivos lineares (ravinas e voçorocas) em áreas de solos arenosos. *Circular Técnica da Embrapa*, v. 22, p. 7, 2011.

NOBRE, A. C. et al. Vulnerabilidades das Megacidades Brasileiras às Mudanças Climáticas. p. 32, 2010.

RENNÓ, C. D. et al. HAND, a new terrain descriptor using SRTM-DEM: Mapping terra-firme rainforest environments in Amazonia. *Remote Sensing of Environment*, v. 112, n. 9, p. 3469–3481, 2008a.

RENNÓ, C. D. . et al. a new terrain descriptor using SRTM-DEM: Mapping terra-firme rainforest environments in Amazonia. *Remote Sensing of Environment*, v. 112, n. 9, p. 3469–3481, 2008b.

SALOMÃO, F. X. DE T.; CANIL, K.; RODRIGUES, S. P. Exemplo de aplicação da geologia de engenharia no controle preventivo e corretivo dos processos erosivos. *Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental*, v. 2, n. 2, p. 39–56, 2012.

SANTOS, J. DE O.; ROSS, J. FRAGILIDADE AMBIENTAL URBANA. *Revista da ANPEGE*, v. 8, p. 127–144, 2012.

SPÖRL, C. METODOLOGIA PARA ELABORAÇÃO DE MODELOS DE FRAGILIDADE AMBIENTAL UTILIZANDO REDES NEURAIS Tese. *Acta Radiologica. Oncology Radiation Therapy Physics and Biology*, v. 21, n. 1, p. 39–43, 1982.

SPÖRL, C. METODOLOGIA PARA ELABORAÇÃO DE MODELOS DE FRAGILIDADE AMBIENTAL UTILIZANDO REDES NEURAIS. [s.l: s.n.]. v. 53

VALERIANO, M. D. M. Topodata : Guia Para Utilização De Dados. *Inpe*, v. 8, p. 73, 2008.

VALERIANO, M. DE M. Curvatura vertical de vertentes em microbacias pela análise de modelos digitais de elevação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 7, n. 3, p. 539–546, 2003.

ANÁLISES ESPACIAL NAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NO RIBEIRÃO CARRANCAS, MINAS GERAIS

Jimmy Edwin Pavon Rodriguez

Marco Aurélio Leite Fontes

Wanderley Jorge da Silveira Junior

Introdução

O uso da terra tem um alto impacto nas bacias hidrográficas, neste sentido, a falta de controle nas atividades antrópicas no uso da terra é uma ameaça permanente para os ecossistemas hídricos e as populações que moram nas suas beiras que diariamente vem-se afetadas muitas vezes pela degradação da qualidade e quantidade d'água, fenômenos naturais, baixa produtividade agropecuária, poluição difusa ou lançamentos de esgoto, os quais precisam de uma abordagem científica para entender os processos decorrentes dos fatores que produzem essa degradação na qualidade de vida humana, conjuntamente com políticas institucionais coerentes, comunicação e educação ambiental e cobrança da população para alcançar um desenvolvimento sustentável.

Por outra parte, autores como Tucci (2004) e Tundisi (2014), apontam que vários conflitos e problemas têm sido gerados como produto da alta concentração urbana, a degradação ambiental dos mananciais, os eventos climáticos extremos, o aumento do risco das áreas de abastecimento, a contaminação dos rios por esgoto doméstico, industrial e pluvial, enchentes urbanas geradas pela inadequada ocupação do espaço e pelo

gerenciamento inadequado da drenagem e falta de coleta e disposição do lixo, fazem do atual cenário de aumento da demanda por água ser uma necessidade, este fator não deve consistir em apenas manter o potencial das paisagens em prover recursos hídricos, mas também é fundamental aumentar esse potencial e assegurar uma regularidade nessa oferta (TAMBOSI et al. 2015) às demandas de uma crescente população.

As mudanças no uso da terra afetam os recursos hídricos com diferente intensidade e magnitude pelo que é necessário compreender sua dinâmica para requer uma abordagem em diferentes níveis em escalas espaço-temporais, tendo em conta vários fatores (econômicos, sociais e ambientais), por esta razão é importante identificar como os processos e fatores que causam as mudanças na quantidade e qualidade dos recursos hídricos. Todo isso requer uma abordagem interdisciplinar é importante identificar como o processo e fatores que causam mudanças na quantidade e qualidade dos recursos hídricos. Isso requer uma abordagem interdisciplinar (WANG et al. 2008; CINDERBY et al. 2011; MELLO et al. 2012) que deve considerar a abordagem em múltiplas escalas para fornecer os métodos de integração, análise e acompanhamento dos processos de mudança nos sistemas ecológicos e sociais (TURNER et al. 1990, YOUNG, 1994; GUNDERSON; HOLLING, 2002; CASH et al. 2006; VANWEY et al. 2009, ALLEN et al. 2014), dentro da perspectiva do manejo integrado dos recursos hídricos. Neste contexto, a redução da disponibilidade qualitativa e quantitativa da água é um tema de discussões nos meios científicos e políticos, estando associada ao usos e ocupação do território e aos processos produtivos, dentre outros fatores (PELLIZZARO et al. 2008), sendo que a segurança hídrica é um reto maior tanto para a ciência e à própria sociedade (ORLOVE; CATON, 2010; GARRICK; HALL, 2014).

Nesse contexto, FERNANDES et al., (2011) apontam que o monitoramento ambiental em bacias hidrográficas pretende caracterizar aspectos relevantes que permitam diagnosticar as mudanças que ocorrem no uso e ocupação do solo, tornando possível avaliar os efeitos das atividades humanas exercidas nas bacias hidrográficas sobre os ecossistemas, por esta razão é importante realizar um monitoramento ambiental que possa considerar múltiplas variáveis com o fim de quantificar os efeitos sensíveis das mudanças que podem ocorrer. O conhecimento sobre a qualidade dos cursos de água de uma bacia é de extrema importância, uma vez que a partir dessas informações é possível inferir sobre as condições da bacia hidrográfica como um todo (QUEIROZ et al., 2010).

De acordo com a Resolução 369/06 do CONAMA, as Áreas de Preservação Permanente- (APP), localizadas em cada posse ou propriedade, são bens de interesse nacional e espaços territoriais especialmente protegidos, cobertos ou não por vegetação, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas, segundo esta definição, autores como NASCIMENTO et al. (2005), destacam o uso de geotecnologias como alternativa viável de se apurar com rigor as agressões ao meio ambiente e a importância das funções ambientais das áreas de preservação permanente (APP), as quais são justificadas por serem ambientes voltados à preservação da paisagem, fluxo gênico da fauna e da flora e por atuar como dissipador de energia erosiva das águas de chuva. Assim, a identificação de impactos agrícolas e ambientais deve ser caracterizada dentro do contexto das características e particularidade de uma região (ZALIDIS et al. 2002; SANTOS; HERNANDEZ, 2012).

A aplicação de protocolos de avaliação de ecossistemas para o monitoramento da qualidade da água vem sendo discutida na literatura abordando diferentes metodologias tais como no Córrego Caveirinha, Goiânia-GO (Rodrigues et al., 2012), avaliação de locais de amostragens no Irã (Mohammad et al., 2009), no monitoramento do pH no Brasil (Cruz et al. (2016), cálculo das variáveis de qualidade d'água no México (Rizo-Deceli, Pardo-Igúzquiza e Andreo, 2017), neste sentido, existe uma grande demanda por informação e estudos sobre os efeitos da poluição que afetam a qualidade da água no Brasil. Neste sentido, o objetivo deste trabalho é a caracterização espacial das nove variáveis que influenciam o WQI, com intuito de propor uma metodologia geoestatística para estimar as estruturas espaciais destas variáveis e a sua influência nas áreas de preservação permanente que estão estabelecidas na Lei 12.651 (BRASIL, 2012), ressaltando a importância na conservação dos recursos hídricos e o seu monitoramento na bacia do Ribeirão Carrancas, Minas Gerais, Brasil.

Área de estudo

O município de Carrancas está na região sul do estado de Minas Gerais, na mesorregião de Campo das Vertentes, a 286 km da cidade de Belo Horizonte, com uma área de 727,89 km², tendo como municípios limítrofes, Itutinga, São Vicente de Minas, Minduri, Cruzília, Luminárias, Nazareno e São João del Rei. A população do município no ano de 2010 era de 3.948 habitantes com uma densidade populacional de 5,42 hab./km² e Taxa de urbanização de 66,2% (IBGE, 2015). O município é banhado pelos rios Grande e Capivari, a barragem de Camargos e vários ribeirões e córregos, entre eles o ribeirão Carrancas, que faz parte da bacia do rio Capivari (LOPES; MAGALHÃES, 2010).

A bacia do rio Carrancas está no município de Carrancas, entre as coordenadas 21 ° 28'00", 21 ° 28'35" N e 44 ° 42'00 " , 44 ° 37'15" W dentro de uma área de aproximadamente 6.397 hectares e 20 km de comprimento.

A bacia do rio Carrancas, além de seu principal afluente, que tem as nascentes localizadas nas montanhas Carrancas e Bicas, é composta por vários afluentes com a presença de várias corredeiras e cachoeiras e poços, utilizados para a recreação de contato primário. Entre essas áreas, destaca-se a Cachoeira da Fumaça, como uma das mais frequentadas pelos turistas, devido ao fácil acesso e localização, pois está em uma área pública, onde não tem restrições para visitação (LOPES; MAGALHÃES, 2010).

Aplica o do PAR

Foram selecionados e distribuídos na bacia um total de 17 pontos de para realizar o Protocolo de Avalia o Rápida (PAR), considerando sua importância, acesso e impacto pelas atividades antrópicas como podem ser mostrados na Figura 1 e na Tabela 1.

Figura 1. Localização dos pontos de coleta e avaliados no PAR na bacia do Rio Carrancas.

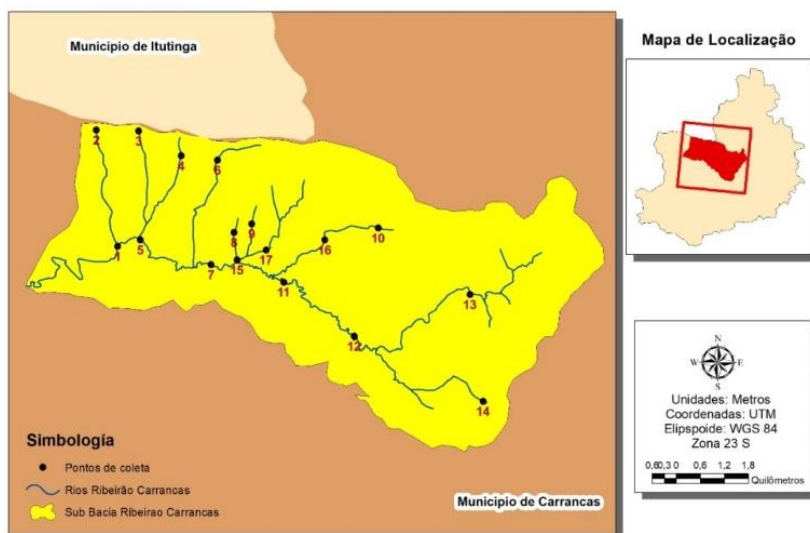


Tabela 1 - Localização dos pontos de coleta e de avaliação ecológica

Ponto	Latitude	Longitude
1	21°28'23.19"S	44°41'8.55"O
2	21°26'48.01"S	44°41'26.72"O
3	21°26'49.31"S	44°40'50.17"O
4	21°27'10.04"S	44°40'13.71"O
5	21°28'17.59"S	44°40'48.28"O
6	21°27'13.09"S	44°39'41.43"O
7	21°28'37.95"S	44°39'47.16"O
8	21°28'11.72"S	44°39'27.11"O
9	21°28'4.27"S	44°39'11.38"O
10	21°28'8.01"S	44°37'22.03"O
11	21°28'51.65"S	44°38'43.94"O
12	21°29'35.46"S	44°37'42.15"O
13	21°29'1.67"S	44°36'1.78"O
14	21°30'28.13"S	44°35'50.20"O
15	21°28'34.24"S	44°39'24.37"O
16	21°28'17.56"S	44°38'7.94"O
17	21°28'25.30"S	44°38'59.14"O

Avaliação ecológica

Para fazer a avaliação dos habitats aquáticos nos 17 pontos de coleta foi aplicado um protocolo (PAR) no intuito de avaliar as características de trechos da drenagem e nível de impactos ambientais decorrentes de atividades antrópicas, dando maior ênfase à qualidade da água e do substrato, e atribuindo menor peso a erosão e à cobertura vegetal das margens (BIZZO; MENEZES; ANDRADE, 2014). Foi considerada a importância do habitat ciliar e as características físicas, assim como os prejuízos biológicos que podem estar relacionados às mudanças na qualidade da água, e também às mudanças na morfologia do rio (BARQUIN et al. 2011). O protocolo foi levantado na primeira semana de maio de 2016.

Para a aplicação do PAR, buscou-se uma área para controle dos resultados (ponto 9) que apresentou baixas interferências antrópicas ou ecossistemas considerados em condições naturais (MINATTI-FERREIRA; BEAUMORD, 2004; RODRIGUES et al., 2010). O valor obtido na aplicação do PAR nessa área serviu como um limite de referência na aplicação do PAR na área estudada. A partir desse ponto de referência é que foram feitas as análises da qualidade ambiental dos outros pontos. Considerando o do protocolo adaptado de HANNAFORD et al. (1997), avaliou-se a complexidade do habitat e o seu nível de conservação, atribuindo maior importância às características do curso d'água e ao tipo de substrato para o estabelecimento de comunidades aquáticas, e menor pontuação à estabilidade das margens e à presença da mata ciliar e plantas aquáticas. (MORAES; BRIGANTE, 2010; VARGAS; FERREIRA, 2012), os valores e as suas condições ecológicas são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Intervalo de pontos somados em avaliações genéricas de habitats aquáticos e as condições ecológicas do trecho em estudo.

Intervalo de pontos	Condições ecológicas
0 a 40	Trechos impactados
41 a 60	Trechos alterados
Acima de 61	Trechos naturais

Fonte: Moraes e Brigante (2010).

Análises espaciais

O método de ponderação de distância inversa (IDW) estima valores em pontos não amostrados, calculando a média ponderada de dados observados em pontos circundantes. Conseqüentemente, isso pode ser descrito como uma função do inverso da distância de cada ponto do vizinho mais próximo (TEEGAVARAPU; CHANDRAMOULI, 2005; MIR et al., 2017). Isso significa que os valores em pontos não amostrados podem ser computados usando uma combinação linear de valores num ponto amostrado conhecido. O método do IDW é baseado na teoria de que o valor desconhecido de um ponto é afetado por pontos mais próximos do que por pontos que estão mais longe. O peso pode ser obtido por meio da Eq. (1) (NUSRET; ĐUG, 2012):

$$\lambda_i = \frac{\frac{1}{|D_i|^d}}{\sum_{i=1}^{ns} \frac{1}{|D_i|^d}} \mathbf{d} > \mathbf{0} \quad (1)$$

Onde D_i indica a distância entre os pontos amostrados e não amostrados. O parâmetro d é descrito como uma forma geométrica para o peso, enquanto outras descrições são possíveis. Esta descrição indica que se a potência d for maior do que 1, o efeito pepita à distância é mais do que proporcional a um aumento da distância e vice-versa. Conseqüentemente, a potência de d tende a fornecer estimações tais como médias de Z_{si} na vizinhança, enquanto maior, a potência d tende a oferecer pesos maiores aos pontos mais próximos e cada vez mais decrescendo os pontos mais afastados (RAZIE; SAGHAFIYAN, 2004). A opção pelo interpolador IDW foi devido que o semi variograma produz um efeito pepita puro, inviabilizando assim o uso da krigagem. Mesmo sabendo que o método do IDW não possui as propriedades ótimas da krigagem, este interpolador foi usado para que o mapa fosse obtido.

Avaliação ecológica

Os resultados obtidos na pontuação no roteiro da avaliação ecológica proposto por MORAES; BRIGANTE, (2010) e VARGAS; FERREIRA, (2012) se apresentam na Tabela 3.

Um total de 8 pontos apresentaram um estado ecológico alterado com um valor médio de 49,5 enquanto os outros 9 pontos apresentaram um estado ecológico natural com um valor médio de 73,3. Estes resultados apontam que não necessariamente um estado ecológico natural garante água de boa qualidade.

Tabela 3 – Resultados da avaliação ecológica.

Ponto	Aval. Ecol.	Estado
1	55	Alterado
2	62	Natural
3	52	Alterado
4	81	Natural
5	64	Natural
6	52	Alterado
7	41	Alterado
8	70	Natural
9	88	Natural
10	77	Natural
11	51	Alterado
12	48	Alterado
13	53	Alterado
14	66	Natural
15	44	Alterado
16	76	Natural
17	76	Natural

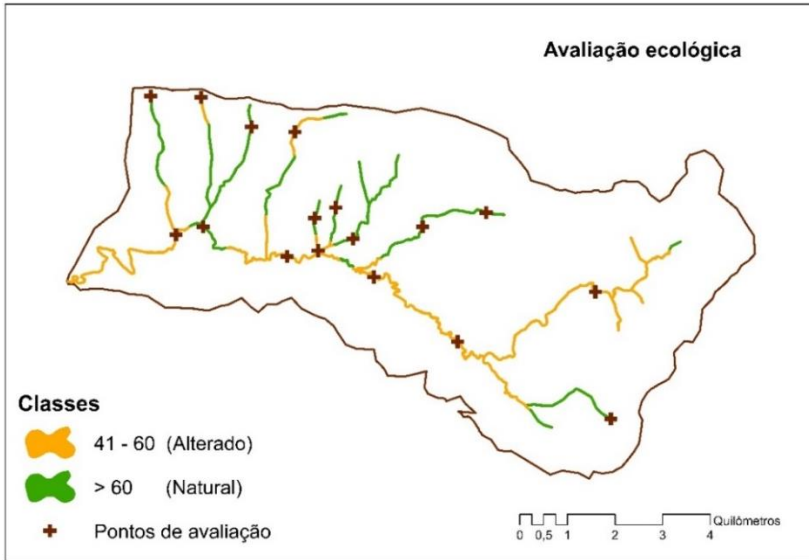
Análises espaciais

Neste trabalho foi usado o ArcGis, o qual oferece uma ampla gama de ferramentas na exploração de dados geográficos enlaçando a geoestatística e os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), permitindo modelar fenômenos geoespaciais, avaliar riscos e prever com grande precisão os valores dentro das áreas de estudo, fazendo possível analisar todos os dados da amostra, avaliar as incertezas, produzir visões únicas e criar superfícies interpoladas, para fomentar melhores tomadas de decisão (ESRI, 2014). Neste sentido, no processamento dos dados obtidos no com o roteiro de avaliação foi o método de interpolação por IDW com 2 intervalos de classe considerando os intervalos da avaliação ecológica propostos por Moraes e Brigante (2010), na elaboração do mapa final onde foi considerando o exposto no Artigo 4º do “Novo Código Florestal” (Lei 12.651, Brasil, 2012). Neste sentido, o cálculo das áreas de influência e porcentagem à avaliação ecológica, estão expressadas na Tabela 4.

Tabela 4 – Resultados das áreas de preservação permanente na avaliação ecológica

Classes	Intervalos	Área (há)	%	Estado
I	41,00 – 60,00	169,65	55,59	Alterado
II	> 60,00	135,51	44,41	Natural
Total (há)		305,16	100,00	

Figura 2. Mapa resultante da interpolação por IDW na avaliação ecológica proposta por Moraes e Brigante (2010).



Conclusões

As análises feitas demonstraram que o Ribeirão Carrancas está seriamente impactado em grande parte (55,59%) pelas atividades antrópicas devido às próprias configurações fisiográficas da bacia. Na parte alta e seus afluentes, a agricultura extensiva e a cria de gado tem influenciado no deterioro dos ecossistemas, já no caso dos afluentes da parte media e baixa, o relevo ajuda a preservar os mesmos.

O município de Carrancas é de vocação turística pelo que é importante que a prefeitura tenha políticas claras e aplique a Lei

do Código Florestal (Lei 12.651 de 2012 sobre atividades permitidas e não permitidas na bacia).

O tratamento de esgoto é um ponto importante que deve ser tratado pelas autoridades do Município de Carrancas devido que a Cidade está localizada numa das beiras do Ribeirão Carrancas pelo que a qualidade das águas também se vê afetada por este fator, por isso são necessárias pesquisas mais profundas sobre o tema.

A quantidade de informação sobre a qualidade e conservação dos ecossistemas é muito limitada no Brasil e especificamente por Município pelo que também é necessário que Municípios de vocação turística como Carrancas tenham maior compromisso com valor paisagístico de seus recursos naturais.

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Lucas Gomide, Prof. Dr. Jose Marcio de Mello, Thiago Meirelles, Kalil Pascua do Laboratório de Estudos em Manejo de Florestas (LEMAF) do Departamento de Engenharia Florestal (DCF), a Ravi Fernandes Mariano da equipe da Ecologia do Departamento de Engenharia Florestal e a equipe do Laboratório de Qualidade da Água do Núcleo de Engenharia Ambiental do Departamento de Engenharia Sanitária (LAADEG) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), a CAPES e ao Projeto CEMIG GT- 456 pelo apoio na realização deste trabalho.

Referências

- ALLEN, C.R.; ANGELER, D. G.; GARMESTANI, A. S.; GUNDERSON, L. H.; HOLLING, C. S. Panarchy: Theory and Application. *Ecosystems*, Vol. 17, n.4, pp. 578-589, 2014.
- BARQUÏN, J; FERNANDEZ, D; J MARIO ALVAREZ-CABRIA, J.M; FRANCISCO, P. Riparian quality and habitat heterogeneity assessment in Cantabrian rivers. *Limnetica*, no. 30, vol. 2, pag. 329-346, 2011.
- BIZZO, M. R. DE O.; MENEZES, J.; ANDRADE, S. F. DE. Protocolos de avaliação rápida de rios (PAR). *Caderno de Estudos Geoambientais*, v. 04, n. 01, pp. 05-13, 2014.
- BRASIL. Novo Código Florestal. Lei 12,651 do 25 de maio de 2012. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso em: out. 2017.
- _____. Resolução do CONAMA nº 369, de 28 de março de 2006. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=489>> Acesso em: nov./ 2017.
- CARRANCAS. Informação sobre o Município de Carrancas, 2015. Disponível em: <<http://carrancas.com.br/>> Acesso em: out./2017.
- CASH, D. W.; NEIL ADGER, W.; BERKES, F.; GARDEN, P.; LEBEL, L.; OLSSON, P.; PRITCHARD, L.; ORAN YOUNG, O. Scale and cross-scale dynamics: governance and information in a multilevel world. *Ecology and Society*, v.11, n.2, 2006.
- CINDERBY, S.; BRUIN, A.; MBILINYI, B.; KONGO, V.; BARRON, J., 2011. Participatory geographic information systems for agricultural water management scenario development: A Tanzanian case study. *Physics and Chemistry of the Earth*, v.36, p.1093–1102, 2011.
- ESRI. *ArcGIS Desktop*: Release 10.4. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute, 2014.
- FERNANDES, M. M.; CEDDIA, M. B.; MONTEIRO, G. R.; GASPAR, A; RODRIGUES, M. R. Influência do uso do solo na

qualidade de água na microbacia Glória, Macaé, Rio de Janeiro. *Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia*, v. 8, n. 2, 2011.

GARRICK, D.; HALL, J. M. Water Security and Society: Risks, Metrics, and Pathways. *Annual Review Environmental Resources*, no. 39, pp. 611-639, 2014.

GUNDERSON, L. H.; HOLLING, C.S. *Panarchy: Understanding transformations in human and natural systems*. Washington, DC: Island Press, 2002.

HANNAFORD, M.J; BARBOUR, M.T.; RESH, V.H. Training reduces observer variability in visual-based assessments of stream habitat. *Journal North American Benthological Society*, n. 16, v. 4, p. 853 860, 1997.

IBGE. Informação sobre o Município de Carrancas, Minas Gerais. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br>> Acesso em: setembro/ 2017.

LOPES A. F. W., MAGALHÃES Jr., A. P. Influência das condições naturais de pH sobre o índice de qualidade das águas (IQA) na bacia do Ribeirão de Carrancas. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*: Belo Horizonte, v. 06, n. 2, pp. 134-147, 2010.

MELLO, A. Y. I.; VALLEJOS, M.; PRADO, R. B.; CERONI, M. B.; LUI, G. H. Cambios en el Uso de la Tierra y Recursos Hídricos: Mapas Conceptuales para la Gestión Territorial. In_____: Congreso Argentina y Ambiente, Mar Del Plata, 2012. *Anais...* Mar Del Plata: CONICET, 2012.

MINATTI-FERREIRA, D. D.; BEAUMORD, A.C. Adequação de um protocolo de avaliação rápida de integridade ambiental para ecossistemas de rios e riachos: Aspectos físicos. *Revista Saúde e Ambiente*, Joinville (SC), v.7, n.1, 2006. p. 39-47.

MIR, A., PIRI, J. KISI, O. Spatial monitoring and zoning water quality of Sistan River in the wet and dry years using GIS and geostatistics. *Computers and Electronics in Agriculture*. 135, 38–50, 2017.

MORAES, A. J de.; BRIGANTE, J. *Manual para Diagnostico da qualidade dos recursos hídricos*. Centro de Recursos Hidricos e Ecologia, EESC-USP, 2010, 82 pag.

NASCIMENTO, M. C. DO; SOARES, V. P.; RIBEIRO, C. A. A. S.; SILVA, E. Uso do geoprocessamento na identificação de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do Rio Alegre, Espírito Santo. *Ciência Florestal*, v.15, p.207-220, 2005.

NUSRET, D., DUG, S. Application of the Inverse Distance Weighting and Krigagem Methods of the Spatial Interpolation on the Mapping the Annual Amount of Precipitation in Bosnia and Herzegovina. *International Environmental Modelling and Software Society (iEMSs)*, Leipzig, Germany, 2012.

ORLOVE, B.; CATON, S. C. Water Security and Society: Risks, Metrics, and Pathways. *Annual Review Anthropology*, n. 39, pp. 401–415, 2010.

PELLIZZARO, P. C.; ANTUNES, L. P.; BOLLMAN, H. A.; HARDT, C. Urbanização em áreas de mananciais hídricos: estudo de caso em Piraquara, Paraná [S. l.: s. n.] *Cadernos metrópole*, n. 19, p. 221-243, 2008.

QUEIROZ, M.M.F.; IOST, C.; GOMES, S.D.; VILAS BOAS, M.A. Influência do uso do solo na qualidade da água de uma microbacia hidrográfica rural. *Revista Verde*, Mossoró, v.5, n.4, p.200-210, Out/Dez, 2010.

RAZIE, T., SAGHAFIYAN, B. Evaluating the trend of drought in Sistan plain. *Conference on Water Resources Management*, 2004.

RODRIGUES, A. S. L. Adequação de um Protocolo de Avaliação Rápida para o Monitoramento e Avaliação Ambiental de Cursos D'Água Inseridos em Campos Rupestres. Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto, 2008. 104p.

SANTOS, G. O.; HERNANDEZ, B. T. F. Uso do solo e monitoramento dos recursos hídricos no córrego do Ipê, Ilha Solteira, SP. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.17, n.1, p.60–68, 2013.

TAMBOSI, L. R.; VIDAL, M. M.; BARROS FERRAZ, S. F DE.; METZGER, J. P. Funções eco-hidrológicas das florestas nativas e o Código Florestal. *Estudos avançados*, n. 29 v. 84, 2015.

- TEEGAVARAPU, R., CHANDRAMOULI, V. Improved weighting methods, deterministic and stochastic data-driven models for estimation of missing precipitation records. *J. Hydrol.* 312, 191–206, 2005.
- TUCCI, C.E.M. (Org.). Hidrologia: Ciência e Aplicação, terceira edição, Porto Alegre, *Editora da UFRGS/ABRH*, 2004.
- TUNDISI, J. G. *Recursos hídricos no Brasil: problemas, desafios e estratégias para o futuro*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2014.
- TURNER, B. L.; KASPERSON, R. E.; MEYER, W. B.; DOW, K. M.; GOLDING, D.; KASPERSON, J. X.; MITCHELL, R. C.; RATICK, S. J. Two types of global environmental change: Definitional and spatial scale issues in their human dimensions. *Global Environmental Change*, v.1, 1990, p.14–22.
- VANWEY, L.K; OSTROM, E.; MERETSKY, V. Teorias subjacentes ao estudo de interações homem-ambiente. In_____: Ecosistemas florestais: interação homem-ambiente. OSTROM, E.; MORAN, E. F. (Org.). ALVES, D. S.; BATISTELLA, M. (Trad.). Editora Senac: São Paulo, 2009.
- VARGAS, J. R. A.; FERREIRA JÚNIOR, P. D. F. Aplicação de um Protocolo de Avaliação Rápida na Caracterização da Qualidade Ambiental de Duas Microbacias do Rio Guandu, Afonso Cláudio, ES. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Espírito Santo, volume 17, nº 1, 2012. p. 161-168.
- WANG, X; YUA, Z.; CINDERBY, S.; FORRESTER, J. Enhancing participation: Experiences of participatory geographic information systems in Shanxi province, China. *Applied Geography*, v. 28, pp. 96–109, 2008.
- YOUNG, O. R. The problem of scale in human/environment relationships. *Journal of Theoretical Politics*, v.6, p.429–447, 1994.
- ZALIDIS, G.; STAMATIADIS, S.; TAKAVAKOGLU, V.; ESKRIDGE, K.; MISOPOLINOS, N. Impacts of agricultural practices on soil and water quality in the Mediterranean region and proposed assessment methodology. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.88, p.137-146, 2002.

**PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL: USO PÓ DE
ROCHA E RECIPIENTE ALTERNATIVO NA
PRODUÇÃO DE MUDAS DE IPÊ ROXO
Handroanthus impetiginosus (Mart. ex DC.) Matos.**

*João Paulo de Jesus Alves
Tadeu Robson Melo Cavalcante
Kelly Pereira de Lima*

Introdução

O Ipê Roxo *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Matos, pertence à família *Bignoniaceae* e apresenta distribuição fitogeográfica nos biomas Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal, apesar de ser árvore nativa não é endêmica no Brasil (LOHMANN, 2019). A espécie é popularmente conhecida como ipê-roxo, pau-d'arco-roxo e pode atingir até 30 metros de altura, suas inflorescências são panículas roxas e seus frutos são do tipo cápsulas septícidas grossas em uma vargem deisciente, cuja suas sementes são membranáceas dispersas por anemocoria (LORENZI, 2008).

A árvore possui florescimento exuberante que ocorre nos meses de Junho a Agosto, esta espécie por sua vez, apresenta grande potencial para o paisagismo urbano e também recuperação de ecossistemas (SAMBUICHI, et al., 2009). Suas flores são de grande valia a insetos polinizadores, com relação às suas características melíferas e fonte de pólen nos meses secos do ano (PEREIRA, 2012). A espécie fornece madeira durável e de alta

densidade apresentando resistência ao intemperismo. É indicada para construções civis, aplicações externas e fabricação de instrumentos musicais (LORENZI, 2008; SILVA, et al., 2006).

Diversos autores apontam a espécie em inúmeras aplicações na medicina popular, tais como o uso da sua entrecasca em tratamentos caseiros odontológicos, melhoria do apetite, limpeza do organismo, alergias, tumores, cicatrizações e inflamações (BORBA; MACEDO, 2006; GONÇALVES; PASSA, 2015; SHANLEY; MEDINA, 2005).

O ipê roxo é a primeira árvore do Cerrado a ter seu genoma sequenciado graças a importância ecológica no bioma. Dessa forma, futuramente será possível plantios comerciais dessa espécie, evitando a sua exploração predatória (EMBRAPA, 2019). A propagação de *H. impestiginosus* é através de sementes em substratos comerciais ou elaborados (ALVES; FREIRE, 2017; GEMAQUE, et. al., 2002).

O sistema produtivo de mudas nativas em sentido amplo, é um processo oneroso em função do custo de aquisição de insumos na produção de substratos, materiais e estrutura, empregados no processo produtivo, como os adubos industrializados, tubetes e sacolas de polietileno (LEITE, et al., 2005; LORENZI, 2008; SILVA, et al., 2010).

Um dos fatores importantes no contexto produtivo de mudas é a qualidade do substrato empregado, devendo ir além da função de suporte para as raízes das plantas, e este deve apresentar baixo custo, ser de fácil manejo, alta disponibilidade e ter longa durabilidade (EMBRAPA, 2006). Existem várias fontes de componentes que podem ser empregados para a geração de um

composto rico em nutrientes visando a geração de mudas de qualidade. Dentre eles, o aproveitamento de resíduos como fonte alternativa de nutrientes é algo promissor (KHAUSE, et al., 2017).

A adição de pó de rocha na composição de substratos para a formação de mudas em viveiros configura uma fonte alternativa aos insumos químicos sintéticos (WELTER, et al., 2011; WOLSCHICK, et al., 2016). Nesse contexto, a utilização de pó de rocha, subproduto da atividade mineradora, tem sido difundido como artifício sustentável para suprir ou mesmo reforçar as demandas nutricionais, sendo este material de liberação lenta que disponibiliza os elementos de maneira gradativa. Esse fato é interessante do ponto de vista da nutrição mineral, pois as plantas só se utilizam dos nutrientes de acordo com o necessário (THEODORO; LEONARDOS, 2006; THEODORO, et. al., 2011).

O pó residual da britagem de rochas, é uma fonte rica em macronutrientes e micronutrientes essenciais ao crescimento e desenvolvimento vegetal. Entretanto, seu custo é reduzido em comparação aos tradicionais insumos sintéticos, dado que o produto pode ser encontrado em todas as regiões do país pela abundância de rochas utilizadas no processo de mineração e extração de aglomerados, enquanto que os adubos convencionais são importados.

A rochagem é o nome da técnica que tem sido descrita por vários autores nas últimas décadas, como uma proposta alternativa que busca os preceitos ecológicos de equilíbrio, dado que o pó de rocha não agride o meio ambiente, além de ser potencializador da atividade microbiológica presente no solo (THEODOROS;

LEONARDOS, 2006; LOUREIRO, et al., 2009; THEODORO, et al., 2011).

Muito além da qualidade do substrato, vale destacar que o fator recipiente interfere diretamente nas características agrônômicas das mudas e este deve atender alguns critérios como: alta durabilidade, facilidade no manuseio e lavagem, propiciar o desenvolvimento do sistema radicular de qualidade, favorecer maior percentagem de pegamento de mudas após transplante, permitir rapidez na formação de mudas, além de racionalizar o espaço interno do ambiente protegido e ter baixo custo de aquisição (NUNES; SANTOS, 2007).

Portanto, visando dar um melhor destino ao tubo de linha, resíduo sólido gerado nas empresas de confecções e reduzir o impacto no meio ambiente que esse resíduo possa gerar, a produção de mudas neste recipiente alternativo pode ser uma opção na redução de custos de produção, gerando plantas iguais em comparação aos recipientes tradicionais tubete e sacolas de polietileno (LAUREANO, et al., 2017).

Além disso, o cone plástico é adquirido de forma gratuita nas empresas têxteis, já que o mesmo é considerado lixo industrial não aproveitado pelo setor. A reutilização do material caracteriza um ponto positivo na destinação ambientalmente correta em cumprimento da lei de resíduos sólidos do Brasil, pois quando descartados em lixões poluem o solo e a atmosfera, quando incinerados (RODRIGUES, et al., 2015).

Silva (2010) aponta que a reutilização de resíduos em sentido amplo é defendida dado que a revolução do setor industrial e o crescimento do setor agropecuário proveram uma intensa

produção destes materiais, dado que esses resíduos, quando bem manejados, podem ser empregados como matéria-prima para o setor agrícola. Assim, materiais que possibilitem reduzir custo de produção e ao mesmo tempo gerar mudas de qualidade e de maneira sustentável, devem ser pesquisados.

Objetivou-se com este trabalho avaliar o método de adubação com base em pó de rocha e a utilização de recipiente alternativo na produção de mudas de ipê roxo.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no Instituto Federal Goiano - Campus Avançado de Hidrolândia (17° 00' 57.17''S, 49° 12'04.37''O) entre os meses de Setembro de 2017 a Abril de 2018, em ambiente de viveiro coberto com malha sombrite de 50% no retardo de luz. A irrigação utilizada foi a microaspersão suspensa, de acionamento manual por registro, com o manejo da quantidade da lâmina de água aplicada realizado através da verificação diária da umidade do substrato.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC), com doze tratamentos e quatro repetições, em esquema fatorial (2 x 5+1), sendo dois recipientes: tubo de linha (TL) e o tubete (TB) cinco doses de pó de rocha (D1: 1 ; D2:5; D3:10; D4:15 e D5:20 g/L de solo) e uma testemunha. Cada tratamento possui 6 unidades experimentais compostas, totalizando 288 unidades experimentais totais.

O recipiente tubo de linha (TL), possui forma cônica com diâmetro superior interno de 6,25 cm e na sua extremidade afilada diâmetro interno de 3,25 cm, e comprimento de 17,4 cm com capacidade volumétrica de 400 mL. O recipiente tubete (TB) possui na parte superior 5,6 cm de diâmetro interno, 1,47 cm de diâmetro interno na parte basal e 200 cm de comprimento com capacidade volumétrica de 300 mL.

A coleta das sementes foi realizada em matrizes localizadas no município de Piracanjuba, Goiás (17°17'25.04''S; 49°01'27.74''O) dos quais, foram selecionadas sementes de boa qualidade. No dia 25 de setembro as sementes foram alocadas em leito de germinação contendo areia. O pó de rocha utilizado foi obtido da rocha micaxisto proveniente da pedreira Araguaia, no município de Aparecida de Goiânia, Goiás.

O solo utilizado no preparo do substrato é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo, coletado no próprio campus a uma profundidade média de 20 a 40 cm. Adicionou-se o pó de Micaxisto (PMX) ao solo extraído, nas dosagens descritas para cada tratamento. Ambos os materiais utilizados na mistura (Solo e PMX) foram encaminhados à laboratório para análise (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Características químicas do solo na profundidade de 20-40 cm.

pH	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC	P	K	M.O	SB	Argila	Silte	Areia
CaCl2			cmolc/dm ³								%	
4.7	0.5	0.3	0.10	2.1	3.08	1	72	2.0	32	29	15	56

Tabela 2. Resultados analíticos do Pó de Micaxisto.

N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Fe	Cu	Mn	Zn	Co
			g/kg						g/kg		
0,0	1,5	23,2	7,7	19,0	5,0	5,5	56700,0	78,0	474,0	165,0	28,0

O solo acrescido das doses do PMX foi acondicionado nos recipientes. Adotou-se como padrão de referência o volume do tubete para enchimento do tubo de linha, dado que este último apresenta maior volume. Assim as quantidades de substrato empregadas foram as mesmas para ambos.

As unidades experimentais foram rotuladas com etiquetas adesivas coloridas contendo número do tratamento e repetição. Após o processo de identificação, estas foram dispostas em bancadas de metal confeccionadas em material de descarte proveniente do próprio campus.

As plântulas emergidas dos leitos de germinação foram transplantadas aos 35 dias após semeio (DAS), para os recipientes tubo linha (TL) e tubete (T) contendo o substrato: terra de subsolo e PMX. Ao final de 139 dias da instalação do experimento, foram coletados os dados alométricos.

A coleta das variáveis diâmetro de colo (DC), comprimento de raiz (CR), altura de plantas (AP) foram realizadas com paquímetro digital e régua graduada e o número de folhas (NF) por contagem. Posteriormente, separou-se com

alicate de poda a parte área da raiz, sendo ambos acondicionados em sacos de papel previamente identificados conforme os tratamentos e levados à estufa com circulação forçada de ar a 70°C por 72 horas. Em seguida determinou-se a matéria seca de parte aérea (MSPA), matéria seca de raiz (MSR), em balança analítica.

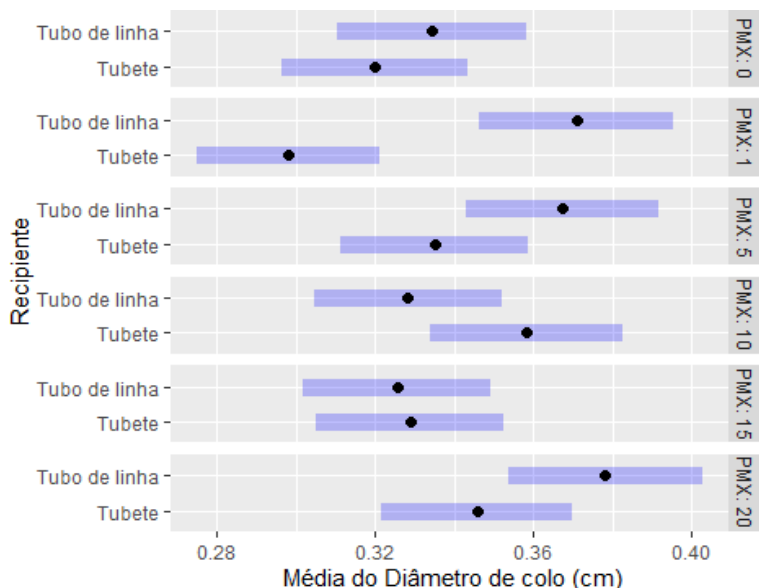
Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste F ao nível de 5% de significância, utilizando o *software* R.

Resultados e discussões

A análise de variância com os dados médios da variável diâmetro de colo (DC) e recipientes (Tubo de linha e Tubete) apresentaram interação ($P < 0,05$). O desdobramento da interação (figura. 1) revela que os diâmetros de colo foram influenciados na dose de PMX 1g/L de solo para o recipiente tubo de linha ($P < 0,05$).

Welter et al. (2011), estudando a resposta do pó de rocha em substratos para plântulas de camu-camu (*Myrciaria dúbia*), resultaram em incremento radial do colo. Plantas que apresentam diâmetros de colo consideráveis, podem suplantam as adversidades à campo, possibilitando melhor crescimento inicial da muda, maior suporte no solo, diminuído assim as chances de tombamento e conseqüentemente menores taxas de mortalidade à campo (GOMES; PAIVA, 2004; ROSSI *apud* THOMPSON, 1985).

Figura 1. Relação do diâmetro de caule nas concentrações de PMX e recipientes.



Pezzutti e Caldato (2011) constatou que mudas de *Pinnus taeda* com maior diâmetro de colo entre 4 mm e 5 mm apresentam melhor sobrevivência à campo, superiores àquelas com diâmetros de 3 mm. Nota-se que o diâmetro de colo no fator recipiente (figura 1), o tubo de linha mostrou-se promissor em relação ao tubete. Segundo Laureano et al. (2017) em experimento realizado com jatobá do cerrado (*Hymenaea stilbocarpa*), a utilização de tubo de linha evidenciou resultados iguais ao tubete convencional na variável diâmetro de colo.

Quando analisamos a variável número de folhas (NF), estas resultaram em interação ($P < 0.05$) entre os tratamentos (fig. 2). O desdobramento do fator PMX e recipientes indicam que a dose 0 g/L e 1g/L de solo, dentro do fator tubete, resultam em mudas com maior quantidade de folhas ($P < 0,05$). Observa-se que há maior produção de folhas de ipê roxo no tratamento com tubete de polietileno.

O incremento no número de folhas infere diretamente no aumento da área foliar específica. Logo há melhorias na capacidade fotossintética promovendo o crescimento e desenvolvimento vegetal (KERBAUY, 2004; TAIZ; ZAIGUER, 2004).

Os resultados obtidos para variável altura de plantas (AP), não resultaram em interação entre os tratamentos pelo teste F ($P > 0,05$). As doses de PMX não apresentaram resposta para a variável (AP) para ambos os recipientes. Entretanto, o fator tubete isoladamente apresentou significância ($P < 0,05$), diferindo assim do recipiente tubo linha observado na (figura 3) que produziu mudas de menor comprimento.

Figura 2. Relação entre o número de folhas entre as concentrações de PMX e recipientes.

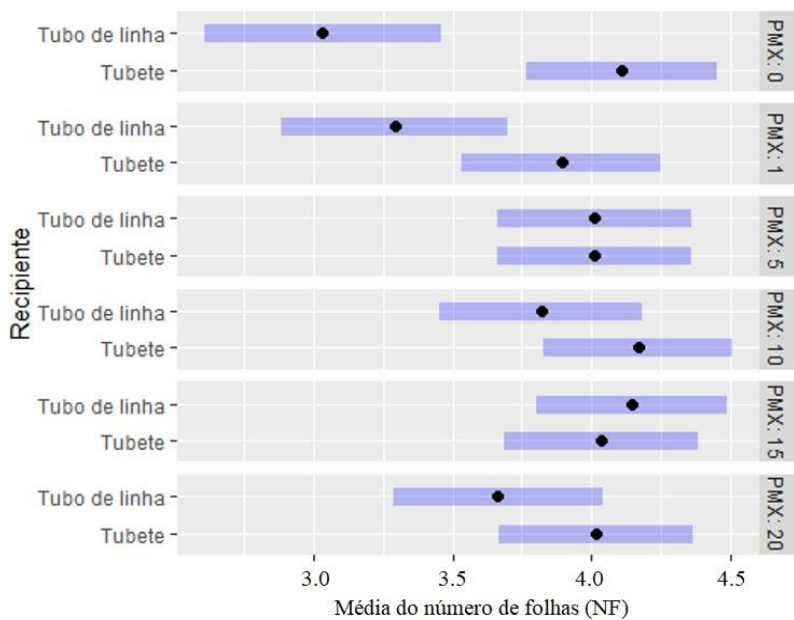
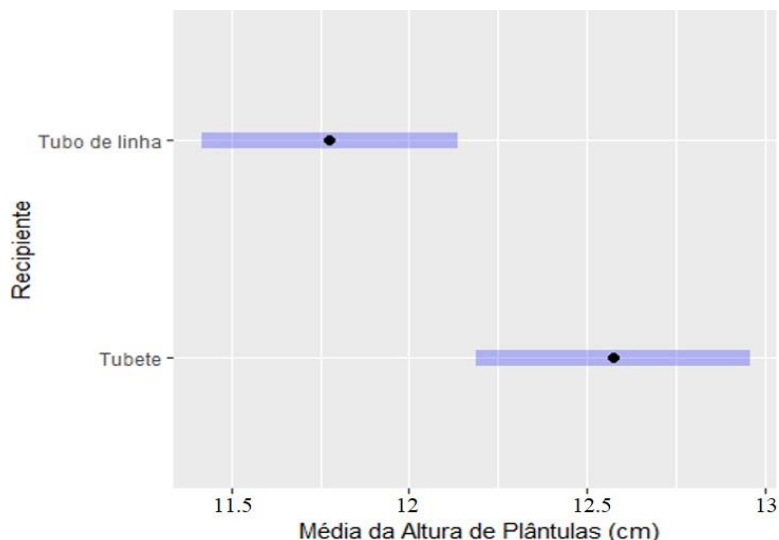


Figura 3. Altura de plantas nos recipientes tubo de linha e tubete (cm).

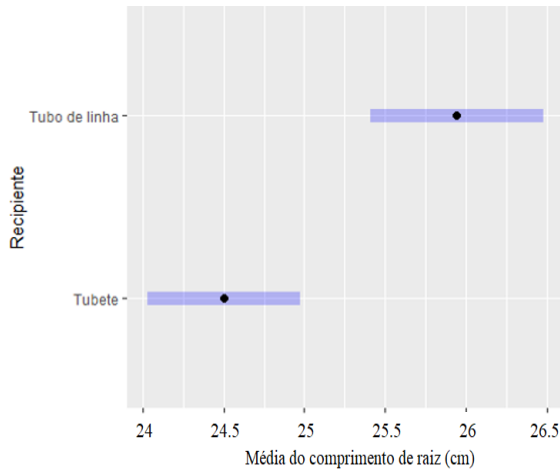


O tubete é um dos recipientes mais adequados e indicados na maioria dos sistemas de produção de mudas, dado que o mesmo interfere em mudas com melhores atributos qualitativos morfológicos, como podemos citar a variável altura de plântulas e entre outras (DOBNER JÚNIOR et al., 2013; IBF, 2019).

Para comprimento de raiz (CR) as plântulas de *H. impetiginosus* dentro do recipiente, tubo de linha obtiveram raízes de maior comprimento pelo teste F ($P < 0,05$) (figura 4). Para as doses de PMX e o recipiente tubete dentro da variável, não apresentaram resultados satisfatórios. Os dados médios desta variável não apresentaram normalidade e homocedasticidade

portanto, sofreram transformação direta pela média da raiz quadrada para aplicação do teste estatístico paramétrico.

Figura 4. Comprimento da raiz em tubo de linha e tubete (cm).



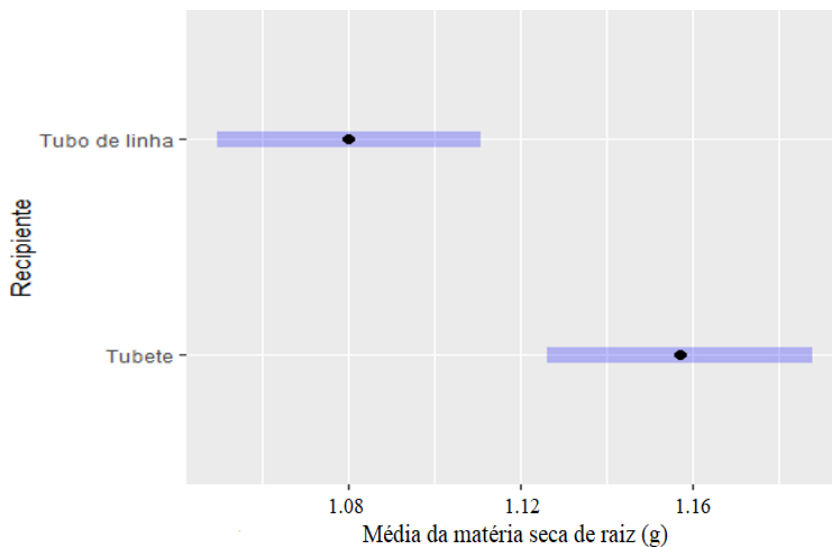
Entretanto, o recipiente tubo de linha não apresenta características estruturais iguais ao tubete como a presença de linhas verticais que direcionam as raízes para a base, favorecendo a poda aérea das raízes. O fato de tubo de linha não possuir tais linhas na face interna favorece o enovelamento das raízes fazendo com que as mesmas cresçam mais internamente sem que haja a poda aérea. Explicando assim, o maior comprimento de raiz no recipiente alternativo. Salienta-se também que as raízes desenvolvidas dentro do recipiente tubo linha são maiores e de menor diâmetro.

Para a variável matéria seca de raiz (MSR) o efeito simples (figura 5) o tubete apresentou significância ($P < 0,05$). Os dados desta variável não apresentaram normalidade e homocedasticidade, portanto, sofreram transformação direta pela média da raiz quadrada para aplicação do teste estatístico paramétrico.

Observou-se que as raízes dentro do recipiente são de maior diâmetro e menor comprimento, das quais inferiram no parâmetro MSR. Em contrariedade das características observadas no comprimento de raiz (figura 4), influenciado pelo tubo de linha que produziu raízes de maior tamanho, porém de menor diâmetro.

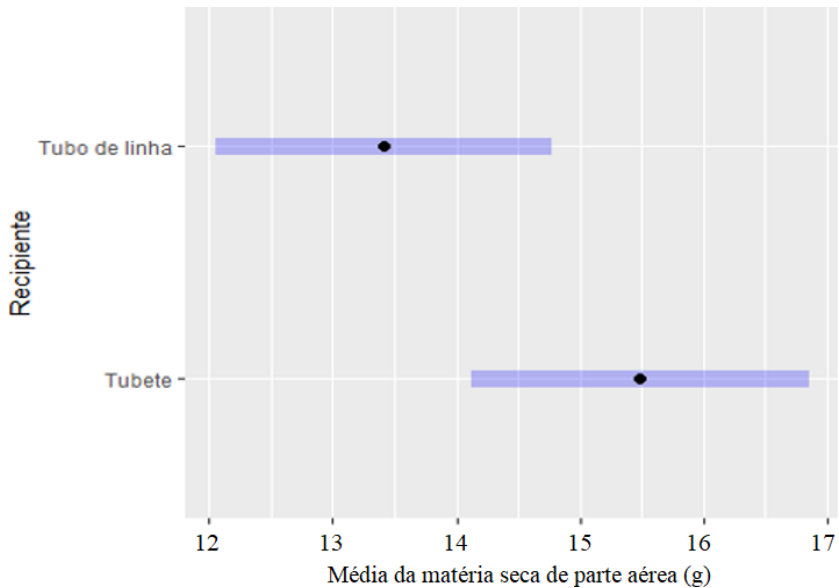
O fato do tubete ser um dos mais adequados e indicados segundo a literatura para a produção de mudas, este pode interferir nas variáveis alométricas, como no caso da matéria seca de raiz (MSR). O recipiente tubete possui estrias internas que direcionam o fluxo radicular para a sua extremidade afilada na base, promovendo a poda área das raízes quando em contato com o ar atmosférico (IBF, 2019).

Figura 5. Matéria seca de raiz nos recipientes tubo de linha tubete (g).



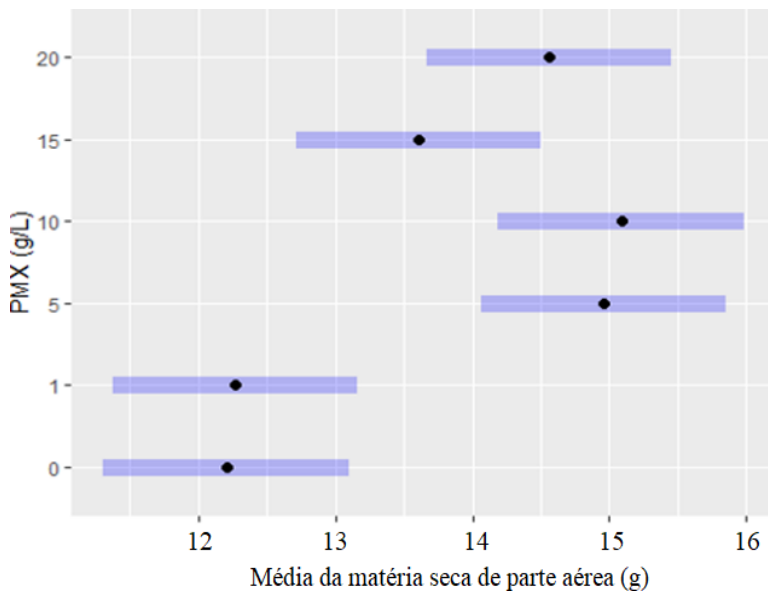
Em relação ao atributo matéria seca de parte aérea (MSPA), verificou-se diferença significativa para o recipiente tubete pelo teste F ($P < 0,05$), não havendo assim interação entre os tratamentos (figura. 6).

Figura 6. Matéria seca de parte aérea dentro do fator tubete (g).



Porém, dentro fator tubete as doses de 5 g/L e 10 g/L de PMX para MSPA apresentaram significância pelo teste F ($P < 0,05$), como mostra a figura 7. Os valores encontrados, resultante da adição de PMX corroboram com dados de Welter (2011), cujo o estudo aponta que as maiores taxas de matéria seca da parte aérea de camu-camu (*Myrciaria dúbia*), é influenciada pela adição de doses de pó de rocha.

Figura 7. Matéria seca de parte aérea entre as doses de PMX no fator recipiente tubete (g).



Observa-se que o grau de resposta para maioria das variáveis está atrelada a baixas dosagens de PMX. Esse fato é constatado em Ehlers et al. (2014), o qual em experimento realizado com espécie *eucalyptus grandis*, relata que altas concentrações da adubação alternativa resultam em menor aeração do substrato causado pelo efeito cimentante devido à granulometria, interferindo assim na disponibilidade de oxigênio para o sistema radicular.

Uma das explicações para o incremento de MSPA está associada a presença de micronutrientes e macronutrientes encontrados no PMX (Tabela 02). Muitos destes elementos são

constituintes estruturais de tecidos, participam diretamente de rotas metabólicas, atuantes no processo fotossintético, ativadores enzimáticos, promotores do crescimento radicular, além de serem essenciais ao crescimento e desenvolvimento vegetal, resultando assim, no aumento e eficiência dos processos fisiológicos. Como também, cofatores enzimáticos ligados a proliferação de microrganismos benéficos associados a zona rizosfera das plântulas, dos quais aumentam a área específica de absorção radicular (SILVEIRA; FREITAS, 2007; KERBAUY, 2004; TAIZ; ZAIGUEUR, 2004).

Conclusões

A partir dos resultados encontrados, conclui-se que a administração das doses do pó de micaxisto foram superiores em 1 g/L no diâmetro de colo, para o número de folhas as doses de 0 e 1 g/L e as doses de 5 e 10 g/L para a variável matéria seca de parte aérea. Concretizando assim, uma hipótese alternativa na suplementação de nutrientes para formação de mudas de *Handroanthus impestiginosus* devido à alta diversidade de minerais encontrados em sua composição.

Já o recipiente tubete apresentou melhores resultados nas variáveis, altura de plantas, número de folhas, matéria seca de parte aérea e matéria seca de raiz. O tubo linha apresentou resultados no diâmetro de colo e comprimento de raiz, porém as mudas produzidas são inferiores em termos qualitativos, devido o envelhecimento das raízes ligado diretamente a ausência do mecanismo de poda aérea.

Vale ressaltar que o uso do pó de rocha e do recipiente tubo de linha na produção de mudas de espécies nativas carece de maiores estudos.

Referências

ALVES, F. J. B.; FREIRE, A. L. O. Crescimento inicial e qualidade de mudas de ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC) Mattos) produzidas em diferentes substratos. *Revista Agropecuária Científica no Semiárido*, Patos-PB, v.13, n.3, p.195-202, 2017.

ALMEIDA, D. S. Produção de sementes e mudas florestais. In: Recuperação ambiental da Mata Atlântica. 3. ed. *Rev. and enl.* Ilhéus-BA: *Editus*, pp. 170-182, 2016.

BORBA, A. M.; MACEDO, M. Plantas medicinais usadas para a saúde bucal pela comunidade do bairro Santa Cruz dos Guimarães, MT, Brasil. *Acta Botânica Brasílica*. v. 20, n. 4, p. 771- 782. 2006.

EHLES, T.; ARRUDA, G. O. S. F. Utilização do Pó de Basalto em Substratos para mudas de

Eucalyptus grandis. *Floresta e Ambiente*. n.1, vol.21, pp. 37-44. 2014.

DOBNER JR, M.; TRAZZI, P. A. ; HIGA, A. R. ; SEITZ, R. A. Influência do volume do tubete e do método de plantio no crescimento de um povoamento de *Pinus taeda* com nove anos de idade. *Scientia Forestalis* (IPEF), v. 41, p. 07-14, 2013.

ELOY, E.; CARON, B. O. ; SCHMIDT, D. ; BEHLING, A. ; SCHWERS, L. ; ELLI, E. F.

Avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* utilizando parâmetros morfológicos.

Revista Floresta. Curitiba, PR. v. 43, p. 373-384, 2013.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Ipê-roxo é primeira árvore do cerrado a ter genoma sequenciado*. 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/31225132/ipe-roxo-e-primeira-arvore-do-cerrado-a-ter-genoma-sequenciado>>. Acesso em: 04 mai. 2019.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Produção de morangos em sistema semi-hidropônico*. 2006. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/MorangoSemiHidroponico/substratos.htm>>. Acesso em: 20 de jan. 2020.

FABIANO, M. P.; TEIXEIRA, P. C.; ROCHA, R. N. C.; CUNHA, R. N. V.; LOPES, R.

Crescimento e Produção de Matéria Seca de Mudanças de Dendezeiro em Função do Tempo de Pré-viveiro e da Percentagem de Ocupação da Bandeja pelos Tubetes. *Anais da III Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Ocidental*. pp. 80, 81. 2008.

GEMAQUE, R. C. R.; DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. Indicadores de maturidade fisiológica de sementes de ipê roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl.). *Cerne*, Lavras, v. 8, n. 2, p.84- 91, 2002.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. *Viveiros florestais: Propagação sexuada*. 3d. Viçosa, MG. UFV, 2004. 116p.

GONÇALVES, K. G.; PASA, M. C. A etnobotânica e as plantas medicinais na Comunidade Sucuri, Cuiabá, MT, Brasil. **Interações**, Campo Grande-MT, v. 16, n. 2, p. 245-256. 2015.

IBF, Instituto Brasileiro de Florestas. *Tubetes para mudas: menor custo e mais produtividade*. 2017. Disponível em :<<https://www.ibflorestas.org.br/conteudo/o-uso-de-materiais-plasticos-confere-o-reducao-de-custo-operacional-e-aumento-de-produtividade>>. Acesso em: 18 de Nov. de 2019.

KERBAUY, G. B. Fisiologia Vegetal. Rio de Janeiro: *Guanabara Koogan*, 2004. 452 p. KRAUSE, MARCELO R; MONACO, PAOLA A.V. L.; HADDADE, ISMAIL R.;

MENEGHELLI, LORENA A.M.; SOUZA, TAMARA D. Aproveitamento de resíduos agrícolas na composição de substratos para produção de mudas de tomateiro. *Horticultura Brasileira*, v. 35, p. 305-310, 2017.

LAUREANO, B. C. R; CAVALCANTE, T. R. M.; LIMA, N. H. R. Produção de mudas em recipiente alternativo. *In: Anais do Congresso Estadual de Iniciação Científica e Tecnológica*

Do Instituto Federal Goiano Campus Urutaí.

2017. Disponível em:

<<http://www.even3.com.br/anais/6thceictifgoiano>>. Acesso em: 10 de Dez. 2019.

LEITE, H. G.; JACOVINE, L. A. ; SILVA, C. A. B. ; PAULA, R. A. ; PIRES, I. E. ; SILVA,

M. L. Determinação dos custos da qualidade em produção de mudas de eucalipto. *Revista Árvore*, Viçosa, Minas Gerais, v. 29, n.6, p. 955-964, 2005.

LOHMANN, L. G. Bignoniaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB114086>>. Acesso em: 03 de Set. 2019.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas Nativas do Brasil. 5 ed. Nova Odessa-SP: *Instituto Plantarum de Estudos da Flora LTDA*, 2008. 384 p.

LOUREIRO, F. E. L.; MELAMED, R. G.; FIGUEIREDO NETO, J. Fertilizantes agroindústria e sustentabilidade. Rio de Janeiro-RJ: *CETEM/MCT*, 2009. 645p.

NUNES, M. U. C.; SANTOS, J. R. Tecnologia para produção de mudas de hortaliças e plantas medicinais em sistema orgânico. Aracaju-SE: *Embrapa Tabuleiros Costeiros*, 2007. 8 p. (Embrapa Solos. Circular técnica, 48).

PEREIRA, M. S. Manual técnico Conhecendo e produzindo sementes e mudas da caatinga Fortaleza. *Associação Caatinga*, 2012. 60 p.

PEZZUTTI, R. V.; CALDATO, S. L. Sobrevivência e crescimento inicial de mudas de *Pinus taeda* L. com diferentes diâmetros de colo. *Ciência Florestal*, Santa Maria-RS, v. 21, n. 2, p. 355-362, 2011.

RODRIGUES, M. K.; SILVA, A.V.; ABREU, C.G.G.; PEREIRA, L.Q. Sustentabilidade na

indústria têxtil: aproveitamento de resíduos têxteis no desenvolvimento de materiais compósitos. In: *Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, 2015. Disponível em:[http://abes.locaweb.com.br/XP/XP-EasyArtigos/Site/Uploads/Evento29/Tra balhosCompletoPDF/III-513.pdf](http://abes.locaweb.com.br/XP/XP-EasyArtigos/Site/Uploads/Evento29/Tra%20balhosCompletoPDF/III-513.pdf). Acesso em: 05 de Jan. de 2020.

ROSSI, V. L. *Quality and growth of Pinus taeda L. seedlings submitted to roots pruning with cupper and ethefon*. 2005. 50 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2005.

SAMBUICHI, R. H. R.; MIELKE, M. S.; PEREIRA, C. E. Nossas árvores: conservação, uso e manejo de árvores nativas no sul da Bahia: conservação, uso e manejo de árvores nativas no sul da Bahia. 1 ed. Ilhéus-BA : *Editus* , 2009. 296 p.

SILVA, J. O. E.; PASTORE, T. C. M.; PASTORE JUNIOR, F. Resistência ao intemperismo artificial de cinco madeiras tropicais e de dois produtos de acabamento. *Ciência florestal*, Santa Maria-RS, v. 20, n. 1, p. 17-23, 2006.

SILVA, R. R.; FREITAS, G. A. ; MELLO, A. V. ; PEREIRA, M. A. B. ; SANTOS, A. C. M.;

ROCHA, J. S.; PELÚZIO, J. M. Aumento no desenvolvimento de plantas de ipê roxo (*Tabebuia impetiginosa*) em função da adubação foliar com urina de vaca na região sudoeste da Amazônia Legal. *Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia*, v. 3, p. 143-147, 2010.

SILVEIRA, A. P. D.; FREITAS, S. S. Microbiota do solo e qualidade ambiental. *Instituto Agrônomo de Campinas (IAC)*. Campinas-SP. 1 ed. vol. 1. p. 317, 2007.

SHANLEY, P.; MEDINA, G. Frutíferas e plantas úteis na vida amazônica. 1 ed. Belém-PA: CIFOR, *Imazon*, 2005. 300 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 4.ed. Porto Alegre: *Artmed Editora*, 2009. 848 p. THEODORO, S. H.; TCHOUANKOUE, J. P.; GONCALVES, A. O.; LEONARDOS, O. H.;

HARPER, J. A. Importância de uma Rede Tecnológica de Rochagem para a Sustentabilidade

em Países Tropicais. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 5, p. 1390-1407, 2012.

THEODORO, S. H.; LEONARDOS, O. H. The use of rocks to improve family agriculture in Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 4, p. 721-730, 2006.

WELTER, M. K.; MELO, V. F. ; BRUCKNER, C. H. ; GOES, H. T. P. ; CHAGAS, E. A.;

UCHOA, S. C. P. Efeito da aplicação de pó de basalto no desenvolvimento inicial de mudas de camu-camu (*Myrciaria dubia*). *Revista brasileira de fruticultura*, Jaboticabal-SP, v.33, n.3, p.922-931, 2011.

WOLSCHICK, P. R. D. ; SCHUCH, F. S. ; GERBER, T. ; SARTORETTO, L. M. . Efeito do

pó de rocha basáltica sobre a germinação de *Cedrela fissilis*. *Revista Agropecuária Catarinense*, v. 29, p. 76-80, 2016.

CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DA AREIA, MICRORREGIÃO MEIA PONTE, GOIÁS.

Leonardo Batista Pedroso

Introdução

A expansão do agronegócio em áreas do Brasil central favorece a instalação de formas de uso e ocupação pautadas em atividades econômicas que podem gerar prejuízos ambientais significativos, se não levadas em considerações ações pautadas na gestão ambiental. As bacias hidrográficas, entendidas como unidade de gestão e planejamento das ações pautadas na preservação dos recursos hídricos correm sério risco de degradação, tendo suas águas e a biodiversidade diretamente afetadas.

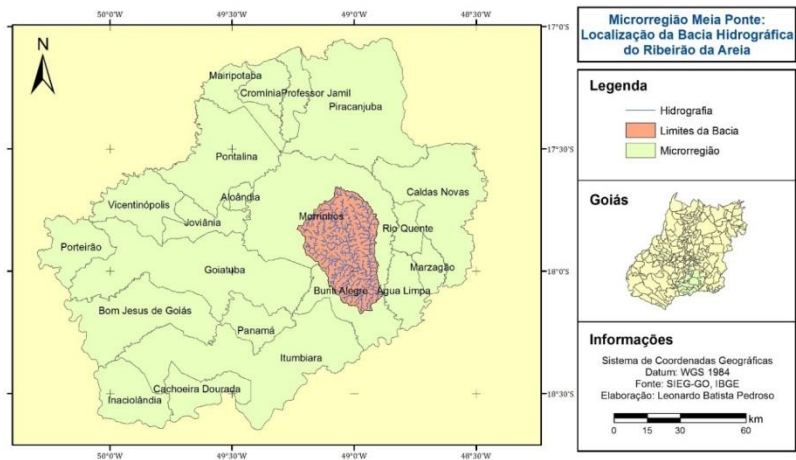
Esta realidade não é unicamente brasileira. Conforme alerta relatório das Nações Unidas GEO-5 (UNEP, 2012), verifica-se a ocorrência de um acelerado processo de desmatamento no mundo, resultando em perdas globais da cobertura florestal, em detrimento de atividades econômicas e da expansão urbana. Os dados apontam uma perda de 13 milhões de ha/ano. Na década de 2000 e nas anteriores, os valores ainda eram maiores; mesmo com relativa queda, acredita-se que estes valores ainda são exorbitantes e não asseguram a manutenção das áreas florestais, uma vez que projetos de reflorestamento são incipientes, também apresentando falhas no que tange o não

acompanhamento da dinâmica ecossistêmica natural, ou desuso de espécies nativas e/ou pioneiras.

A região deste trabalho em questão caracteriza-se por ser a maior bacia leiteira do Estado de Goiás, sendo este o terceiro maior produtor de leite do Brasil, com cerca de 11% da produção nacional (NOTÍCIAS AGRÍCOLAS, 2015). Destaca-se também na produção agrícola, com as culturas de cana-de-açúcar, soja, milho, feijão, além de algodão, abacaxi, banana, tomate e mandioca, bem como com a presença de indústrias no setor alimentício. O município de Morrinhos, onde situam-se as nascentes do Ribeirão da Areia e de seus principais afluentes, concentra também agroindústrias e empreendimentos no setor alimentício, empregando uma significativa parcela da mão-de-obra local em tais atividades. Possui população estimada em 44.204 habitantes conforme estimativa do IBGE (2018) e dispõe de uma área de 2.846,199 km².

A bacia hidrográfica do Ribeirão da Areia insere-se predominantemente nos limites territoriais de dois municípios, sendo eles, Morrinhos e Buriti Alegre (Mapa 1), ambos presentes na Microrregião Meia Ponte, localizada ao sul do Estado de Goiás.

Mapa 1 – Microrregião Meia Ponte, Goiás: Localização da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Areia



Fonte: SIEG-GO, 2010; IBGE, 2018.

Compreendendo a importância das águas para as referidas atividades, bem como para a região na qual a bacia se insere, faz-se de suma importância o desenvolvimento de atividades de pesquisa, caracterização e monitoramento ambiental, sobretudo quanto aos recursos hídricos do respectivo município e de seus vizinhos. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi caracterizar geograficamente a bacia hidrográfica em questão, fornecendo subsídios básicos para que outros trabalhos empreendam análise específicas acerca de seus recursos e segmentos passíveis de estudo.

Metodologia

Foram levantados dados e informações que permitiram a caracterização do meio natural, como aspectos geológicos, pedológicos, geomorfológicos e, sobretudo climatológicos e hidrológicos. Dentre estes dados, faz-se de grande relevância a caracterização do regime pluviométrico local, realizada por meio do cálculo de médias de alturas pluviométricas locais.

Tais registros foram obtidos mediante acesso ao banco de dados da Agência Nacional de Águas - ANA e no Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, respectivamente. A respectiva estação tem registro de número 01749003 na ANA, estando localizada nas coordenadas de 17°43'58" de latitude sul e 49°6'55" de longitude oeste, com altitude local de 792 m. O trabalho estatístico com dados de pluviosidade foi realizado com auxílio de *software Hidro 1.2*, onde as médias foram estipuladas, com período de amostragem que compreende o intervalo entre os anos de 1973 e 2015.

A temperatura, por sua vez, foi obtida mediante cálculo de estimativa por regressão múltipla linear (NOVAIS, 2011), baseada em dados de temperatura em estações locais, calibrada para as coordenadas e latitude locais. A estimativa foi desenvolvida a partir de duas funções relacionadas a análise de regressão presentes no *software Excel 2013*: PROJ.LIN: regressão linear e PROJ.LOG: ajuste de curva exponencial. Elas “trabalham com pontos de coordenadas (x1, x2, x3 ... y), resolvendo diferentes sistemas lineares pelo método dos mínimos quadrados” (NOVAIS, 2011, p. 86).

Dados socioeconômicos para caracterização da microrregião onde, se insere a bacia hidrográfica, foram obtidos

junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2015), bem como do Observatório do Mundo do Trabalho (2013).

Os dados para a caracterização do meio natural foram obtidos por leitura de material da área e também pela análise de produtos do Macrozoneamento Agroecológico e Econômico do Estado de Goiás – MacroZAEE (GOIÁS, 2009).

Geoprocessamento das Informações

Para compreender a dimensão espacial dos fenômenos, foi necessária a utilização constante de técnicas de espacialização e análise espacial, como o Geoprocessamento, que se constituiu enquanto uma ferramenta indispensável ao longo do desenvolvimento do trabalho.

Inicialmente, foram levantadas distintas bases cartográficas junto ao Sistema Estadual de Geoinformação do Estado de Goiás – SIEG-GO. Para a elaboração do mapa de substrato rochoso, foram obtidos arquivos no formato *shapefile* (camada com informações) da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, das Superintendências de Indústria e Comércio – SIC e de Geologia e Mineração – SGM de Goiás e Fundo de Fomento à Mineração – FUNMINERAL, datadas de 2008 (MOREIRA, 2008).

Em relação ao mapa de solos, foram obtidas camadas relativas ao mapeamento pedológico do projeto RadamBrasil e classificados de acordo com agrupamento de classes gerais de solos. O *shapefile* (camada) de hidrografia também foi obtido mediante acesso ao SIEG, sendo a fonte responsável pela

elaboração a SGM. Contudo, também foi elaborada base hidrográfica própria, a partir de técnicas aplicadas à imagem *Shuttle Radar Topography Mission – SRTM*, apresentada em sequência.

Ainda junto ao SIEG, foi obtido também a base da malha viária do Estado de Goiás, cuja fonte da informação, segundo consta no sistema, é da Agência Goiana de Transportes e Obras – AGETOP.

Para o mapa hipsométrico da bacia, foram utilizadas imagens *Interferometric Synthetic Aperture Radar – IFSAR*, programa SRTM da NASA - *National Aeronautics and Space Administration*, sendo estas compreendidas como Modelos Digitais de Elevação – MDE, com resolução espacial de 30 m, projetadas em Sistema de Coordenadas Geográficas e Datum WGS – *World Geodetic System 1984*. Essas imagens foram disponibilizadas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Foi necessária obtenção das folhas SE-22-X-D e SE-22-Z-D, conforme apresenta o mosaico da Figura 3.

Todo o trabalho de modelagem da bacia hidrográfica foi realizado mediante uso dos Sistemas de Informação Geográfica – SIGs *Quantum GIS – QGis 2.8* e *ArcGIS 10.1*, versões 64 bits. As duas imagens foram acopladas (mosaico) mediante uso de ferramentas específicas dos programas. Foi instalada junto ao QGis um conjunto de trabalho de análises de dados hidrológicos e de bacias hidrográficas, com base em MDE⁷.

⁷ Conforme Jenson e Domingue (1988), os dados obtidos por meio do uso de modelos numéricos de terreno (como os modelos digitais de elevação) comparam-se em termos de acurácia à aqueles obtidos manualmente, cujo

Foi criada uma camada para delimitação da foz da bacia. Posteriormente, procedeu-se a uma série de procedimentos e uso de algoritmos do programa conforme metodologia adotada por Santos (2015).

O primeiro passo foi o uso de um algoritmo que busca remover buracos presentes na imagem. Então, procedeu-se ao processamento do algoritmo responsável pela geração da direção do fluxo dos canais e também sobre a declividade. Em seguida, a delimitação da área de contribuição da bacia mediante a indicação da foz da bacia. Por fim, gerou-se o *raster* (camada matricial) da rede de drenagem local, utilizando-se do limiar (*threshold*) com valor específico para drenagens densas.

Nesta etapa, já havia sido obtida toda a área da bacia, a drenagem e grande parte dos valores e parâmetros utilizados para modelagem ambiental da mesma, restando apenas etapas e procedimentos relacionados à hierarquização da drenagem e a quantificação de parâmetros.

Essa quantificação foi realizada por meio de programação e cálculos que permitiram a identificação de informações importantes, como a extensão total dos cursos d'água de toda a rede de drenagem, bem como a identificação (com auxílio de imagens orbitais) das nascentes dos cursos d'água da bacia.

trabalho se caracteriza por longos períodos de tempo para o processamento de informações.

Caracterização geográfica da bacia hidrográfica do Ribeirão da Areia

A microrregião dispõe de uma área total de 21.165,24 km² e uma população estimada de 387.992 habitantes, tendo, portando, uma densidade demográfica de 18,33 habitantes por km².

Tabela 7 – Microrregião Meia Ponte, Goiás: Dados socioeconômicos, 2014.

Município	Área (KM ²)	População Est 2014	Urbana	Rural	PIB (1000) - 2011	IDH M 2010
Água Limpa	452,858	2007	70,83%	29,17%	24.790	0,722
Aloândia	102,16	2084	86,30%	13,70%	17.409	0,697
Bom Jesus de Goiás	1405,119	22872	92,89%	7,11%	283.611	0,701
Buriti Alegre	895,456	9431	92,91%	7,09%	141.374	0,710
Cachoeira Dourada	521,134	8399	64,93%	35,07%	338.236	0,698

Caldas Novas	1595, 965	79705	96,07%	3,93%	790.987	0,733
Cromínia	364,1 05	3622	75,25%	24,75%	36.729	0,706
Goiatuba	2475, 112	33902	92,16%	7,84%	708.513	0,725
Inaciolândia	688,4 04	6023	84,50%	15,50%	78.616	0,692
Itumbiara	2462, 93	99526	95,76%	4,24%	2.151.44 7	0,752
Joviânia	445,4 87	7398	90,91%	9,09%	82.714	0,706
Mairipotaba	467,4 28	2433	66,15%	33,85%	29.754	0,745
Marzagão	222,4 28	2184	87,07%	12,93%	21.822	0,699
Morrinhos	2846, 198	44204	86,73%	13,27%	634.495	0,734
Panamá	433,7 61	2728	76,05%	23,95%	49.950	0,686
Piracanjuba	2405, 12	24768	73,04%	26,96%	362.218	0,721
Pontalina	1436, 954	17811	81,17%	18,83%	172.800	0,687

Porteirão	603,9 41	3624	87,51%	12,49%	144.555	0,684
Professor Jamil	347,4 65	3390	69,76%	30,24%	23.559	0,684
Rio Quente	255,9 61	3828	85,71%	14,29%	49.452	0,731
Vicentinópolis	737,2 55	8053	73,03%	26,97%	135.125	0,684

Fonte: IBGE, 2018.

Organização: PEDROSO, L. B., 2018.

A região insere-se no Estado de Goiás, região Centro-Oeste do País, caracterizada pelo potencial de desenvolvimento constatado a partir da década de 1950, com a mudança da Capital Federal para a região do Planalto Central. A área total da microrregião é de 21.165,24 km², sendo o município de Morrinhos o de maior unidade territorial, com 2.846,19 km², o que equivale a 13,4% da área da microrregião. Somando-se a área municipal do referido município com o de Buriti Alegre, tem-se 3.741,64 km², ou 17,6% do total regional. Tais valores representam a notoriedade da bacia hidrográfica do Ribeirão da Areia para os municípios citados e para toda a região. Ressalta-se que a área da bacia é de 1.278,12 km², 6% da área da Microrregião Meia Ponte. Em contrapartida, os municípios de Aloândia e Marzagão são os menores, com áreas de 102,16 km² e 222,428 km², respectivamente.

Sobre o processo de constituição histórica da região, Mattos (2002, p. 2) afirma que:

O processo de ocupação dessa porção do Estado de Goiás iniciou-se a partir da 2ª metade do século XIX através da pecuária extensiva e lavoura de subsistência. Sua ocupação foi incrementada principalmente, a partir da 2ª metade da 2ª década do século XX com a chegada da estrada de ferro oriunda de São Paulo principal centro econômico do país na época. O desenvolvimento econômico desta região, ligado principalmente à agropecuária, foi bastante dinamizado com implantação de Goiânia, atual capital do Estado de Goiás, a partir da década de 1930 e de Brasília, atual capital do país, a partir da década de 1960. [...] Nas décadas de 1970, 1980 e 1990 com o avanço da industrialização no campo, com grandes extensões do cerrado incorporadas a cultura de grãos, soja principalmente, a região apresentará um grande crescimento econômico, um acentuado crescimento populacional e um alto índice de urbanização.

A dinâmica do processo de urbanização tornou-se um aspecto relevante na região, contudo, com intensas e constantes relações cidade-campo. A população urbana atualmente é de 82,3%, enquanto a rural é de 17,7%. Todas as cidades enquadram-se na categoria de pequenas cidades.

A soma das populações dos 21 municípios inseridos na microrregião indica um total de 387.992 habitantes, dos quais, a média geral para o sexo masculino é de 50,9% e para o sexo feminino de 49,1%. Levando-se em consideração valores relacionados à educação, longevidade e renda, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM regional varia entre 0,684 e 0,752, sendo o município de Itumbiara o que

apresenta o maior índice. O menor índice é representado pelos municípios de Porteirão, Professor Jamil e Vicentinópolis. Morrinhos e Buriti Alegre apresentam 0,734 e 0,710, respectivamente. O IDHM médio (regional) é de 0,709, considerado médio segundo padrão internacional desenvolvido pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD.

Já em relação aos dados econômicos, faz-se importante uma análise simples do PIB – Produto Interno Bruto regional, o qual, na soma de todos os municípios, responde por mais de seis bilhões de reais anuais, com destaque para o município de Itumbiara que, sozinho, teve um PIB de R\$2.151.447.000; cerca de 1/3 do total regional, que é de R\$ 6.278.156.000.

Segundo o Observatório do Mundo do Trabalho (2013), o setor com maior participação do PIB regional foi o de Serviços, com 48,99%. Já o setor agropecuário representou 22,29%, o que não desqualifica a notoriedade da atividade rural para os municípios do entorno. Ressalta-se que muitos destes serviços e produtos comercializados, bem como uma significativa quantidade de indústrias na região, relacionam-se com a produção de alimentos. Ainda segundo o Observatório, os municípios que apresentaram melhor PIB per capita foram Porteirão, Vicentinópolis e Goiatuba. A melhor remuneração na região concentra-se no setor da Indústria, enquanto a pior está no setor de Comércio. O setor de Serviços, além da maior participação do PIB, também foi responsável pelo maior percentual de empregos, com 45,7%.

Os dados demonstram que a região apresenta índices relativamente elevados se comparados a outras regiões do Estado de Goiás. O setor de serviços e, em especial aqueles no ramo

rural, foram e são de suma importância para o desenvolvimento regional desta área.

De acordo com Abdala e Castro (2010), houve um aumento significativo de área colhida para culturas selecionadas no Estado de Goiás, com especial atenção para as culturas de soja, milho e cana-de-açúcar, o que indica também alterações nos padrões das formas de uso e ocupação do solo, bem como da possibilidade potencial de prejuízos aos ecossistemas locais em detrimento de tais atividades. Outra forma de uso do solo responsável por 42,4% da área total da microrregião em 2009, segundo os autores, são as pastagens, cujo manejo inadequado pode também ofertar riscos ambientais e impactar cursos d'água.

Todo este quadro pode ser associado ao avanço da fronteira agrícola sobre a região Centro-Oeste do Brasil nas últimas décadas, que estimulou o uso da água e, por consequência, um aumento considerável da demanda hídrica para as atividades recorrentes, normalmente no ramo da agropecuária.

Caracterização Geológica

A região sul e sudoeste do Estado de Goiás encontra-se em uma zona de ocorrência de um cinturão orogênico neoproterozóico, denominado de Faixa Brasília, que estende-se do sul de Minas Gerais até o Tocantins, cortando grande parte do Estado de Goiás, sendo resultado da convergência dos Crátons Amazônico a oeste, São Francisco a leste e Paranapanema a sul (NAVARRO, ZANARDO, CONCEIÇÃO, 2013).

Neste sentido, a Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Areia encontra-se em uma área de transição de distintas feições

geológicas, das quais, se constata o Grupo Araxá, unidade tectono-metamórfica da porção interna da Faixa Brasília (COSTA, 2008), que inicia-se por uma sequência de gnaisses sobrepostos por uma sequência de rochas de caráter *flyschoides* de muscovita e biotita xistos de caráter feldspático e granadíferos (FUCK, MARINI, 1981; COSTA, 2008). Na região em si, apresenta rochas de caráter xistoso, como xisto, clorita xisto e muscovita/biotita xisto.

Intercalando-se com o Grupo Araxá, encontra-se uma sequência intrusiva de rochas máficas e ultramáficas constituídas por serpentinitos e talco xisto. Segundo Costa (2008), tais corpos têm sido interpretados pela maioria dos autores como representantes de basaltos toleíticos gerados em dorsais meso-oceânicas, cujas dimensões podem ultrapassar centenas de metros quadrados.

Os afloramentos do Grupo Araxá – Unidade B supracitados limitam-se também com rochas do Arco Magmático de Goiás, constituído por terrenos ortognaisses, originados de rochas plutônicas de origem intraoceânicos e cordilherianos, e granitos associados às sequências metavulcanossedimentares. Ao longo de sua extensão, ocorrem também corpos intrusivos de composição granítica (NAVARRO, 2006).

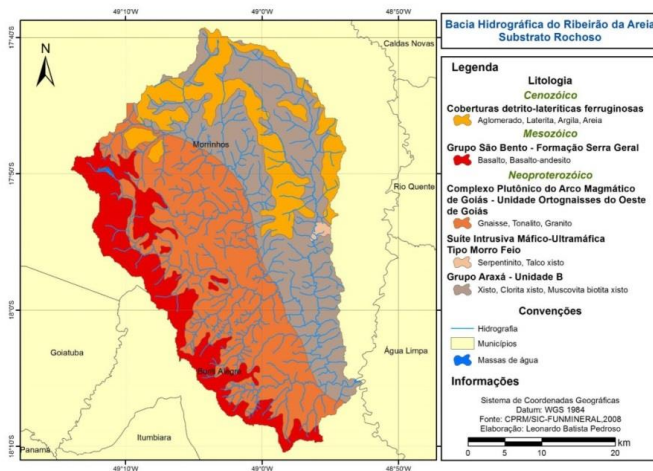
O Arco Magmático de Goiás, Unidade Ortognaisses do oeste de Goiás, explicitada anteriormente é sobreposto no limite oeste da bacia, por corpos basálticos e basalto-andesíticos da Formação Serra Geral, Grupo São Bento, originados por derramamentos vulcânicos datados do Mesozóico.

Constata-se também a ocorrência de rochas sedimentares cenozoicas de composição detrito-lateríticas ferruginosas, como lateritas, argila e areia. Caracterizadas pela presença de latossolos

vermelhos de textura areno-argilosa com grande concentração de hidróxido de ferro (NAVARRO, 2006).

A espacialização da litologia local é melhor apreendida mediante análise do mapa de substrato rochoso, conforme Mapa 2. O mapa demonstra que grande parte da porção leste da bacia concentra-se sobre o substrato rochoso do Grupo Araxá, em rochas xistosas, tendo, grande parte das nascentes, em áreas sedimentares de textura areno-argilosas em altitudes mais elevadas na região. Na porção oeste, grande parte dos cursos assentam-se sobre gnaisses e granitos do Arco Magmático de Goiás, tendo, parte de suas nascentes nesta formação e também em áreas mais elevadas onde houve sobreposição por derramamento basáltico da Formação Serra Geral.

Mapa 2 – Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Areia, Goiás: Mapa do Substrato Rochoso



Fonte: CPRM/SIC-FUNMINERAL (MOREIRA, 2008).

Caracterizações Geomorfológicas

A análise da modelagem do relevo relaciona-se com a atuação de processos endogenéticos e constituição geológica, bem como para com a conjuntura dos fenômenos associados à oscilação paleoclimática, onde é possível identificar a variação de processos de intemperismo de diferentes ordens atuantes em uma determinada região.

A relação processo-forma na modelagem do relevo depende veemente da constituição litológica, isto é, da morfoestrutura do relevo, correspondente ao Unidades Morfoestruturais (1º táxon) conforme metodologia de Ross (1992). No caso específico de Goiás, associa-se aos escudos antigos associados aos dobramentos arqueanos e proterozóicos, como o Maciço Goiano e as faixas tectônicas brasileiras.

Em relação à Unidade Morfoescultural, relaciona-se à compartimentação do relevo a eventos climáticos atuais e/ou do passado. Caseti (2005) afirma que os processos morfogenéticos associados ao aplainamento da região Centro-Oeste do Brasil estão relacionados aos climas secos do Terciário Médio.

No terceiro nível – Unidades Morfológicas –, cuja metodologia adotada pelo IBGE (2009) é denominada de Unidade Geomorfológica, apresenta variações da compartimentação em uma mesma unidade, sendo o Planalto Central de Goiano o foco desta abordagem. Trata-se de um dos mais importantes e salientes blocos do maciço antigo do território brasileiro, com dobramentos e rejuvenescimentos Brasileiros do complexo estrutural datado do pré-cambriano. Apresenta grande diversidade de rochas metamórficas, diferentes formas de relevo

e altimetria que varia entre 400 e 1200 metros (NASCIMENTO, 2001).

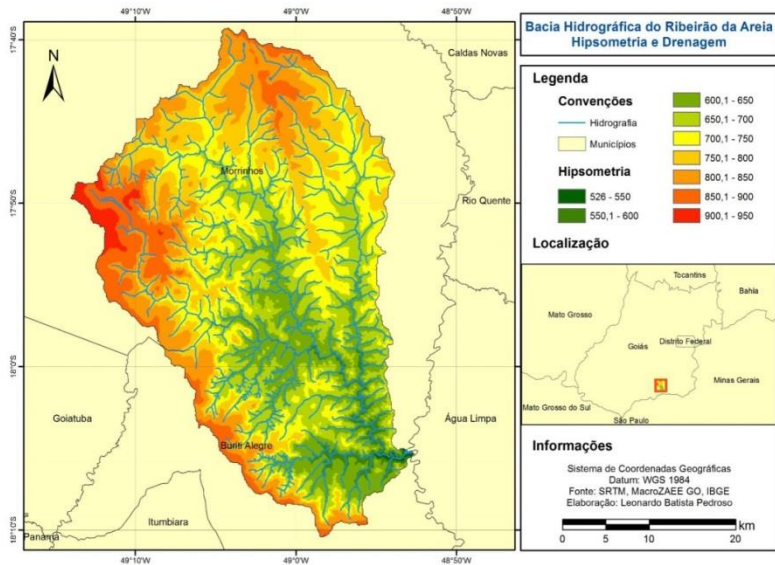
A subunidade deste grupo a qual se enquadra a região da bacia hidrográfica do Ribeirão da Areia é o Planalto Rebaixado de Goiânia, cuja característica principal é presença de um vasto planalto dissecado, com variações altimétricas entre 650 e 850 metros de altitude. Coalesce com as unidades Depressões Intermontanas e com a parte mais baixa Planalto Setentrional da Bacia do Paraná (NASCIMENTO, 2001). A unidade Planalto Rebaixado de Goiânia apresenta o Rio Paranaíba como principal bacia hidrográfica, tendo afluentes como Corumbá, Meia Ponte, dos Bois, Turvo e Piracanjuba (onde deságua o Ribeirão da Areia, cuja variação altimétrica se verifica no mapa hipsométrico a seguir).

A geomorfologia da bacia do Ribeirão da Areia apresenta dois grupos oriundos de processos mais atuantes nas zonas, sendo eles a superfície regional de aplainamento e a zona de erosão recuante, com subdivisões, cuja classificação geomorfológica de Goiás (2005) aponta superfícies de aplainamento e zonas de erosão recuante, com diferentes intensidades.

A classificação se ramifica em: Superfície Regional de Aplainamento IIA com cotas entre 900 e 1100 m (SRAIIA - m), com dissecação media, desenvolvida sobre rochas pré-cambrianas; Zona de Erosão Recuante com dissecação muito forte (ZER/IIA - mfo), erosionando predominantemente a SRAIIA; Superfície Regional de Aplainamento IIA com cotas entre 900 e 1100 m (SRAIIA - fr), com dissecação fraca, desenvolvida sobre rochas pré-cambrianas; Superfície Regional de Aplainamento IIA com cotas entre 900 e 1100 m (SRAIIA - m), com dissecação media, desenvolvida sobre rochas pré-cambrianas; Superfície Regional de Aplainamento IIB com cotas entre 800 e 1000 m

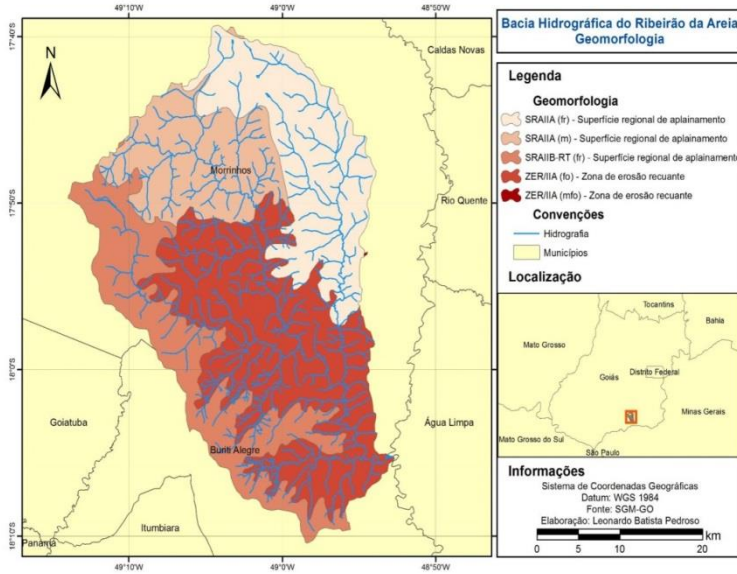
(SRAIIB-RT - fr), com dissecação fraca e associada a relevos tabulares na Bacia do Paraná; e Zona de Erosão Recuante com dissecação forte (ZER/IIA - fo), erosionando predominantemente a SRAIIA. A espacialização destes padrões se verifica no Mapa 4, assim como a hipsometria pode ser observada no Mapa 3.

Mapa 3 – Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Areia, Goiás: Hipsometria e Drenagem



Fonte: SRTM, 2000; MacroZAE GO, 2009; IBGE, 2010.

Mapa 4 – Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Areia, Goiás: Geomorfologia



Fonte: SGM-GO (MacroZAEE GO, 2009).

A metodologia do Estado de Goiás para a respectiva classificação leva em consideração a classificação por sistemas agradacionais e denudacionais, empregada também em outros Estados. No caso da bacia, predominam sistemas denudacionais, onde o mais expressivo é ZER/IIA (fo), com uma área total de 472,95km² na bacia, enquanto o ZER/IIA (mfo) é o menos expressivo, com 0,11km².

Caracterização Pedológica

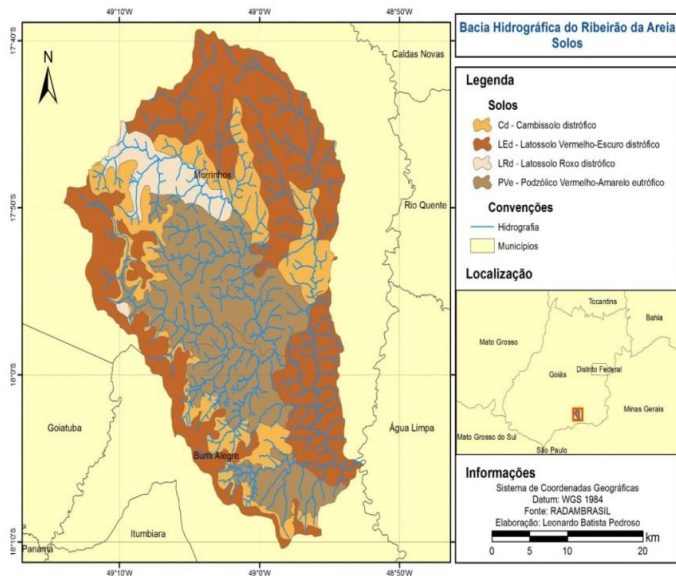
A bacia hidrográfica do Ribeirão da Areia apresenta três classes de solos, sendo elas o cambissolo, latossolo e podzólico, conforme distribuição no Mapa 6, disposto a seguir. Os dois latossolos encontrados são o vermelho-escuro distrófico e o roxo distrófico, ambos associados à cobertura detritico laterítica assentada sobre micaxistos do Grupo Araxá, ambos favoráveis ao desenvolvimento de espécies nativas do cerrado na região.

Os latossolos são solos que normalmente apresentam o horizonte B bem desenvolvido, com avançados estágios de intemperização, evidenciados pela alteração quase completa de minerais primários presentes. Apresentam espessura mínima de 50cm no horizonte B, com textura franco-arenosa e frações de silte maiores que as de argila (EMBRAPA, 2006).

A lixiviação de suas bases se deu de maneira intensa, formando, como consequência, minerais secundários como a caulinita e a retenção de óxidos, acidificando o meio (RESENDE et al., 2007). Suas características são indicadoras de solos extremamente bem drenados.

Nos latossolos, os agregados são muito compactos e estáveis, e estão arranjados de modo tal que deixam entre eles um grande espaço poroso, o que proporciona uma alta permeabilidade, mesmo quando são muito argilosos. A maioria dos latossolos é muito pobre em nutrientes para os vegetais; grande parte deles pode estar “em trânsito” nos tecidos vegetais da sua vegetação natural. Quando em regiões com longa estação seca, comumente estão sob vegetação pouco densa, com arbustos de tronco tortuoso, conhecida como cerrado ou “savanas edáficas” (LEPSCH, 2011).

Mapa 5 – Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Areia,
Goiás: Solos



Fonte: RADAMBRASIL, 1983. Elaboração:
PEDROSO, L. B., 2016.

Sua localização próxima ao interflúvio da bacia, ou seja, nas áreas de maior altimetria e com relevo mais movimentado, traz indícios de inversão de relevo, pois, atualmente, essas condições não são propícias ao seu desenvolvimento.

Os cambissolos possuem pedogênese pouco avançada, em que não houve atuação marcante de um processo pedogenético específico. Estes são solos constituídos por material mineral com horizonte B incipiente, o qual sofreu alteração física e química em grau não muito avançado, porém suficiente para o desenvolvimento de cor ou de unidades estruturais, possui ausência da estrutura original da rocha em 50% ou mais de seu volume e textura francoarenosa ou mais fina (EMBRAPA, 2013).

Os perfis mais típicos dos Cambissolos ocorrem em áreas de relevo acidentado, são pouco profundos e possuem discreta variação de textura, quantidades relativamente elevadas de minerais primários facilmente intemperizáveis e frequentes fragmentos de rocha (LEPSCH, 2011).

Uma grande parte dos cambissolos está sob vegetação natural, pois se localiza em áreas acidentadas de difícil manejo. Outros encontram-se sob uma grande variedade de usos agrícolas; contudo, a pouca espessura do solo, a pedregosidade e a baixa saturação por bases colocam restrições para a agricultura. Em áreas com declives mais acentuados, muitos são utilizados para pastagens.

Os solos que possuem esse horizonte ocupam, geralmente, as partes jovens da paisagem. Assim, nota-se que essa classe encontra-se em altitudes médias (conforme se atesta no mapa da hipsometria) e em área de transição entre os compartimentos geomorfológicos. Este fato pode demonstrar uma inversão no relevo, em que os latossolos tendem a se desgastar por processos

erosivos e perder as características que anteriormente o classificariam como tal, inserindo-se na classe dos cambissolos. Na porção central e leste da bacia, encontra-se assentado sobre xistos e na porção oeste sobre gnaisses.

Conforme EMBRAPA (2013), na classe dos argissolos estão inclusos solos classificados anteriormente como Podzólico Vermelho-Amarelo. São solos de evolução avançada, com evidente incremento no teor de argila do horizonte superficial para o horizonte B (B textural). O Podzólico Vermelho-Amarelo é o solo com B textural mais comum no Brasil. Conforme Lepsch (2011), depois dos latossolos, os argissolos constituem a ordem mais extensa no Brasil e talvez mais heterogênea no sentido das condições em que ocorre e suas características.

A vegetação natural mais encontrada nos argissolos é a de florestas. Boa parte destes solos se prestam para a agricultura, desde que não estejam situados em relevos com encostas muito declivosas, uma vez que nessas condições, são muito susceptíveis a erosão hídrica devido a essa diferença textural entre os horizontes A ou E e B (LEPSCH, 2011).

Eles formam uma classe bastante heterogênea e compreendem muitos solos intermediários para outras ordens, principalmente os latossolos, com os quais muitos ocorrem associados, uma vez que também se desenvolvem em condições de um ambiente tropical úmido.

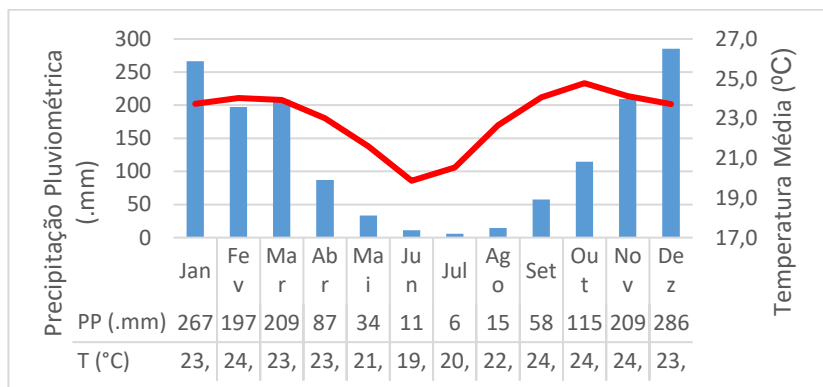
Caracterização Climática

A caracterização climática, contempla-se enquanto uma ferramenta de especial importância, na medida em que possibilita a apreensão da realidade do quadro climático regional, o que permite o delineamento de diretrizes de planejamento e gestão de atividades econômicas locais, assegurando produtividade e qualidade ambiental dos recursos (OLIVEIRA, 2009). No recorte dos municípios, essa caracterização também se faz essencial, na medida em que um dos maiores impactos sobre o clima é gerado nas cidades (MENDES, 2001).

Com base na escala taxonômica de Ayoade (1996), no campo da mesoclimatologia; e também na ordem de grandeza de Ribeiro (1993), na perspectiva do clima regional, as condições climáticas que se restringem à Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Areia, permitem caracterizar o clima da bacia conforme aspectos regionais, uma vez que dispõe de uma área total de 1.266,82 km².

Conforme a classificação de Köppen-Geiger e com base nos dados do INMET, o clima de Morrinhos e por consequência da bacia, pode ser classificado como “Aw” – tropical quente e úmido, com chuvas mais concentradas no verão, tendo o inverno como um período de estiagem e temperaturas mais brandas, conforme se observa no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Morrinhos, Goiás: Climograma local (médias no período 1973-2015)



Fonte: INMET, 1973-2015.

A precipitação pluviométrica anual para a região varia entre 1300 e 1600 mm, tendo a média computada entre o período de 1973 e 2015 com 1489,5 mm. O período chuvoso corresponde ao intervalo entre os meses de outubro a março, estando todos com médias superiores a 100 mm mensais. O trimestre chuvoso corresponde aos meses de novembro, dezembro e janeiro, cujas médias somadas ultrapassam 760 mm, mais que a metade do total anual. Em contrapartida, os meses entre abril e setembro correspondem ao período de estiagem, sendo junho, julho e agosto o trimestre seco, cuja soma das médias corresponde a cerca de 31,6 mm. Tem-se uma média de 116 dias com chuva por ano, sendo os meses de dezembro, janeiro e março com maior número, apresentando 20, 19 e 16 dias, respectivamente.

Os eventos pluviométricos locais estão associados a alguns sistemas que atuam na região, como a ZCAS – Zona de

Convergência do Atlântico Sul, caracterizado por um intenso processo de deslocamento de umidade na baixa troposfera durante o verão, no sentido noroeste–sudeste. É observado a partir da movimentação da nebulosidade e das chuvas oriundas da região da Amazônia brasileira rumo à região Sudeste, podendo alcançar o Oceano Atlântico, em sua porção subtropical. Esse fenômeno, por si só, é o que ocasiona o início das chuvas na segunda quinzena de outubro, convencendo a característica de grandes alturas pluviométricas durante o verão no Centro-Oeste e Sudeste brasileiro (NOVAIS, 2011; CAVALCANTI et al., 2009).

O padrão deste sistema está associado ao sistema convectivo da Amazônia, responsável também pela atividade convectiva na porção central do Brasil. Em consonância com as ZCAS, constata-se também a existência de um sistema de origem no flanco oriental dos Andes, que flui para latitudes subtropicais, denominados de JST – Jatos Subtropicais. A associação entre os dois sistemas contribui de forma significativa para o surgimento de tempestades e fortes convecções na região central do Brasil (MARENGO et al., 2004; LIEBMANN, MECHOSO, 2011).

A temperatura média regional, por sua vez, corresponde à estimativa por método de regressão múltipla linear calibrado para a respectiva região. As oscilações acompanham a variação do regime pluviométrico. Ou seja, nos períodos chuvosos, as temperaturas médias são mais elevadas e, nos períodos de estiagem, as temperaturas são mais baixas. A temperatura média oscila entre 19,9°C e 24,8°C. Desta forma, pode-se inferir duas estações bem definidas: um verão quente e chuvoso, e um inverno seco e ameno.

Caracterização Hidrográfica

A bacia hidrográfica, definida e delimitada topograficamente como uma área que drena água para seu interior, tendo seus limites denominados de divisores de água, como discutido em itens anteriores, é uma unidade de planejamento de suma importância.

Para compreender melhor a formatação de uma bacia, é necessário compreender diferentes fatores que se relacionam em um sistema ambiental, estejam eles relacionados a aspectos de solo, vegetação, geologia e relevo, bem como climáticos e hidrológicos. Reconhece-se também a importância da influência antrópica sobre as bacias, de modo a identificar potenciais efeitos negativos decorrentes das distintas formas de uso e ocupação das mesmas.

A bacia pode apresentar diferentes tamanhos, algumas apresentando milhões de quilômetros como a grande bacia do Amazonas, outras, de tamanho bem menos representativo (SILVA; SCHULZ; CAMARGO, 2004), como as bacias presentes no sistema da bacia do Ribeirão da Areia.

Por apresentarem grande complexidade, é necessária a tipificação e/ou adoção de padrões que facilitam seu estudo. Um padrão de grande relevância adotado em estudos do segmento é a classificação da rede de drenagem das bacias, que visa estabelecer níveis de importância a partir da definição de cursos d'água maiores e seus respectivos afluentes, até se chegar ao curso principal. Toda bacia finda em seu respectivo exutório, isto é, a principal saída de água do principal curso d'água da mesma.

O desmembramento de cursos menores facilita a delimitação de bacias menores, entendidas como sub-bacias, também de grande importância para o desenvolvimento de estudos e pesquisas que visam o manejo dos solos de das águas.

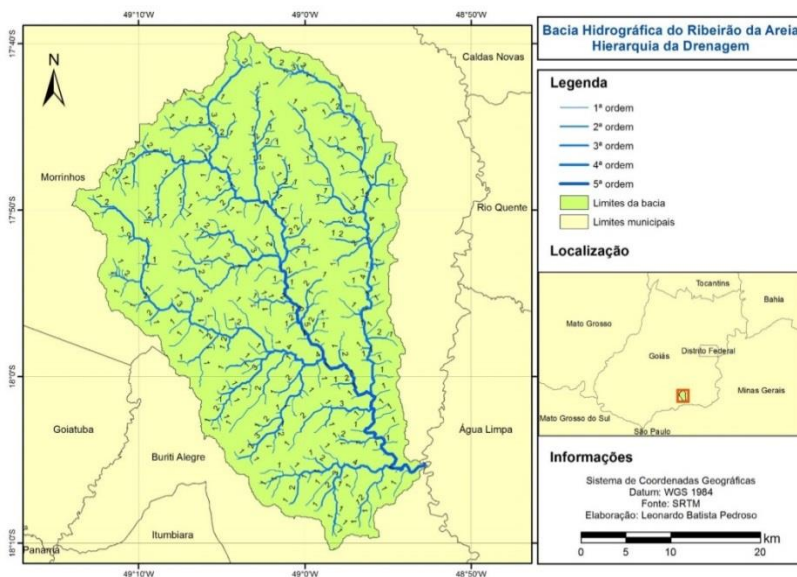
Por se tratar de um sistema, prevê a entrada e saída de água, por meio de mecanismos como – e dentre outros – a precipitação e o escoamento, respectivamente. A distribuição temporal entre o volume de entrada e saída de água da bacia é o que caracteriza a resposta hidrológica. Diferentes formas de uso e ocupação na área de uma bacia podem interferir negativamente na resposta hidrológica, podendo ocasionar desequilíbrios ambientais e prejuízos ao meio.

A quantificação de elementos como o fluxo de água subterrânea, o escoamento superficial e a infiltração (apresentados na figura anterior) e toda a morfometria da drenagem são algumas das atribuições da hidrologia e da geomorfologia fluvial (CHRISTOFOLETTI, 1980). A quantidade de água que atinge os cursos d'água, desta forma, depende, além destes fatores, do tamanho da bacia e da precipitação pluviométrica total incidida sobre ela.

Outro elemento importante de análise morfométrica de uma bacia é a hierarquia fluvial, que corresponde a ordenação de canais fluviais dentro de uma bacia hidrográfica. Um dos métodos mais utilizados é de Strahler (1952), cujos canais de primeira ordem são aqueles que não apresentam tributários e, apresentando em suas cabeceiras nascentes. Os canais de segunda ordem resultam da confluência (encontro) entre dois canais de primeira ordem e assim sucessivamente. Quando canais de diferentes ordens se confluem, prevalece o de maior ordem (CHRISTOFOLETTI, 1980).

A classificação proposta por Strahler permite a melhoria no trabalho dos dados de morfometria de uma bacia, identificando cursos d'água mais significativos em termos de número de tributários e, indiretamente, outros elementos como a vazão. Em relação à bacia hidrográfica do Ribeirão da Areia, a hierarquização se apresenta conforme Mapa 6.

Mapa 6 – Bacia hidrográfica do Ribeirão da Areia: Hierarquia da drenagem conforme Strahler (1952)



Fonte: SRTM, 2000.

A classificação aponta que o Ribeirão da Areia é o curso de 5ª ordem. Há também a presença de três tributários de 4ª ordem: Ribeirão das Araras, Ribeirão Mimoso e Ribeirão do Barreiro, estando este último inserido predominantemente no município de Buriti Alegre.

A maior parte dos cursos d'água correm sentido norte-sul, com leve tendência para sudeste. O Ribeirão das Araras (situado a leste da bacia) encontra-se com o Ribeirão da Areia nas proximidades de seu baixo curso. O Ribeirão do Mimoso (situado a oeste), por sua vez, encontra-se com o Areia em seu médio curso. O Ribeirão do Barreiro (ao sul) fará a interseção também em seu baixo curso.

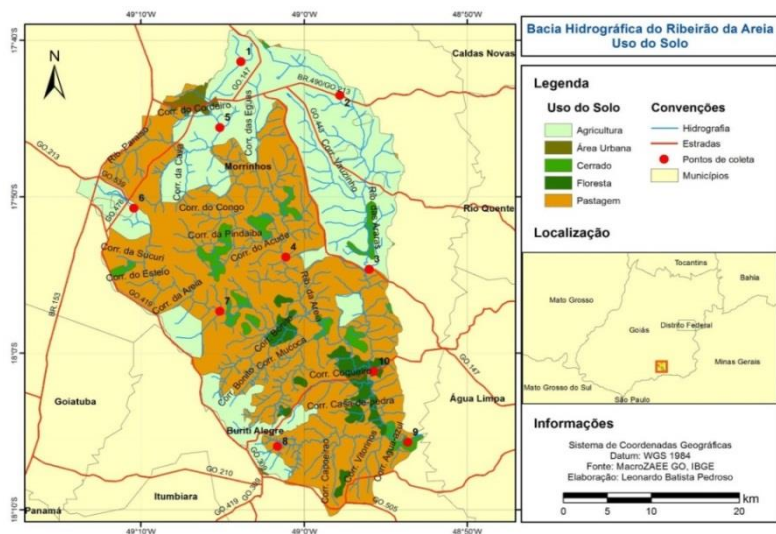
O Ribeirão da Areia desagua no Rio Piracanjuba, afluente do Rio Corumbá, braço importante do Rio Paranaíba.

Uso do Solo

O uso do solo na área total da bacia destaca-se pela área ocupada para atividades agropecuárias. Do total de 1.278,12 km² da bacia, as áreas de pastagem respondem por 714,49 km², o que equivale a 55,90% da bacia, e as de agricultura por 461,47km², correspondente a 36,11%.

O mapa a seguir apresenta a síntese dessa categorização do uso e ocupação na bacia. Aspectos da relação da forma de uso e ocupação com as áreas de preservação serão apresentados nos capítulos em sequência.

Mapa 7 – Bacia hidrográfica do Ribeirão da Areia: Uso do Solo



Fonte: MacroZAEZ (GOIÁS), 2009; IBGE, 2010.

A vegetação de cerrado encontrada na área, segundo o Macrozoneamento promovido pelo Estado de Goiás, pode ser subdividida nas categorias: savana arborizada com e sem floresta de galeria, savana arborizada com floresta estacional decidual submontana e semidecidual submontana. Tais fitofisionomias somadas representam 3,98% da área da bacia, com uma área total de 50,84 km².

As demais áreas de vegetação remanescente enquadram-se na categoria floresta, com as duas subdivisões: floresta estacional semidecidual montana e floresta estacional semidecidual submontana. Somadas, representam 3,18% da área da bacia, com 40,71 km².

De todas as categorias, a área urbana é a menos expressiva na totalidade da bacia, representando apenas 0,83% da área, com 10,6 km² calculados, estando a maior parte concentrada ao norte da bacia, região onde se encontra eixos de cruzamentos de rodovias locais e a BR-153.

Considerações finais

Esta pesquisa pautou-se em uma análise geográfica geral acerca da realidade da bacia, não sendo possível afirmar com exatidão aspectos de grande especificidade ou que exijam conteúdo técnico para sustentação de hipóteses mais complexas. Para pesquisas de cunho governamental, com maior disponibilidade de recursos e mão-de-obra, recomenda-se o emprego de pontos de análise, com vistas à verificação e conclusões específicas. O desenvolvimento de planilhas e *softwares* que viabilizem a organização destes dados é um aspecto a ser observado com maior atenção.

É necessário que pesquisas de cunho de monitoramento ambiental sejam realizadas periodicamente, como forma de monitoramento das múltiplas facetas da bacia, como qualidade das águas e preservação das áreas de preservação, aspectos esses não abordados neste estudo. Assim, é possível avaliar e identificar fragilidades ambientais, possibilitando maior eficácia na atuação do poder público face aos problemas recorrentes.

Acredita-se que essa abordagem geral facilitará a apreensão de aspectos gerais relevantes sobre a identidade desta importante bacia no contexto do Sul de Goiás, constituindo-se enquanto uma ferramenta para embasamento de pesquisas de maior especificidade e complexidade.

Referências

ABDALA, K. O.; CASTRO, S. S. Dinâmica de uso do solo da expansão sucroalcooleira na Microrregião Meia Ponte, Estado de Goiás, Brasil. *Revista Brasileira de Cartografia*, Rio de Janeiro, v. 62, n. 4, p. 661-674, 2010.

AYOADE, John O. *Introdução a climatologia para os trópicos*. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 332 p.

CASSETI, V. *Geomorfologia*. [S.I.]: 2005.

CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia*. São Paulo: Edgard Blücher, 1980. 186 p.

COSTA, R. A. *Zoneamento ambiental da área de expansão urbana da Caldas Novas – GO: procedimentos e aplicações*. 2008. 204 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA (Brasil). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 306 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA (Brasil). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 3. ed. Brasília: EMBRAPA, 2013. 353 p.

FUCK, R. A.; MARINI, O. J. O Grupo Araxá e Unidades Homataxiais. In: Simpósio sobre o Cráton do São Francisco e suas Faixas Marginais, Salvador, 1981. *Anais...* Salvador, 1981.

GOIÁS. *Macrozoneamento Agroecológico e Econômico do Estado de Goiás*: Produto V: Elaboração do termo de referência do zoneamento

agroecológico e econômico do Estado de Goiás. Goiânia: SEGPLAN, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE (Brasil). *Bases Cartográficas*. [S.I.]: 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE (Brasil). Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. *Manual técnico de geomorfologia*. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 182 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE (Brasil). *Dados censitários de Municípios de Goiás*. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em: 27 ago. 2018.

LEPSCH, I. F. *19 Lições de Pedologia*. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 456p.

LIEBMANN, Brant; MECHOSO, Carlos R. *The global monsoon system: research and forecast*. 2. ed. World Scientific Publishing Co, 2011.

MARENGO J. A. et al. Climatology of the low level jet east of the Andes as derived from the NCEP-NCAR reanalyses: characteristics and temporal variability. *Journal of Climate*. v. 17, p. 2261-2280, jun. 2004. Disponível em: <<http://journals.ametsoc.org/doi/abs/10.1175/1520-0442%282004%29017%3C2261%3ACOTLJE%3E2.0.CO%3B2>>.

MATTOS, S. C. Planejamento, Gestão Territorial Regional e Desenvolvimento Sustentável da Microrregião Meia Ponte, Estado de Goiás, Brasil. In: Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 28, 2002, Cancún, México, *Anais...* Cancún, 2002.

MENDES, P. C. *Gênese e estrutura espacial das chuvas na cidade de Uberlândia – MG*. 2001. 258 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2001.

MOREIRA, Maria Luiza Osório et al (Orgs.). *Geologia do estado de Goiás e Distrito Federal: texto explicativo do mapa geológico do estado de Goiás e Distrito Federal*. Goiânia: CPRM; SIC - FUNMINERAL, 2008. Escala 1:500.000. Programa Geologia do Brasil (PGB); Programa Geologia e Mineração do Estado de Goiás.

NASCIMENTO, M. A. L. S. Geomorfologia do Estado de Goiás. *Boletim Goiano de Geografia*, Goiânia, v. 12, n. 1., jan./dez. 2001.

ROSS, J. S. Registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. *Revista Geografia*, São Paulo, v. 6, n. 1, 1992.

NAVARRO, G. R. B.; ZANARDO, A.; CONCEICAO, F. T. O Grupo Araxá na região sul-sudoeste do Estado de Goiás. *Geologia USP, Série científica*, São Paulo, v.13, n.2, p.5-28, jun. 2013.

NAVARRO, G. R. B. *Geologia da região de Pontalina (GO)*. 2006. 125 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Programa de Pós-Graduação Geociências, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

NOTÍCIAS AGRÍCOLAS. *Leite: produção em queda nas principais bacias leiteiras do país sustentam os preços*. São Paulo. Disponível em: <http://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/granjeiros/118173-leite-producao-em-queda-nas-principais-bacias-leiteiras-do-pais-sustentam-os-precos.html#.VVuhG6m_XCs>. Acesso em: 19 mai. 2017.

NOVAIS, G. T. *Caracterização climática da mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e do entorno da Serra da Canastra (MG)*. 2011. 175 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

OBSERVATÓRIO DO MUNDO DO TRABALHO. *Estudos Microrregionais: Estudos e pesquisas econômicas, sociais e educacionais sobre as microrregiões do Estado de Goiás – Microrregião do Meia Ponte*. Goiânia: IFG, 2013. 51 p.

RADAMBRASIL. *Geologia*. Rio de Janeiro, Min. das Minas e Energia; Secretaria Geral, 1982.

RESENDE, M.; CURTI, N.; REZENDE, S.B. & CORRÊA, G.F. *Pedologia: Base para distinção de ambientes*. 5. ed. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2007. 322 p.

RIBEIRO, A. G. As Escalas do Clima. *Boletim de Geografia Teorética*, v. 23, n. 46, p. 288-294, 1993.

SILVA, A. M.; SCHULZ, H. E.; CAMARGO, P. B. *Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas*. São Carlos: RiMa, 2004. 140 p

SRTM – SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHY MISSION. *Interferometric Synthetic Aperture Radar Images*. [S.I.]: 2000.

STRAHLER, A. N. Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology. *Transactions American Geophysical Union*, Washington, v. 38, p. 913-920, 1952.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME – UNEP. *Global environment outlook (GEO 5): environment for the future we want*. Malta: UNEP, 2012. 486 p.

O MERCADO VOLUNTÁRIO DE CRÉDITO DE CARBONO: ESTUDO DE CASO EM UMA CERÂMICA, MUNICÍPIO DE ITUIUTABA-MG.

*Mauro Caetano Buiatti
Jussara Goulart da Silva
Fernanda Pereira Martins*

Introdução

Na atmosfera existe uma camada natural de gases chamada de camada de ozônio, que possui a importante função de filtrar os raios ultravioletas, impedindo que estes entrem em contato direto com a superfície terrestre. Os gases que compõem esta camada de ozônio, porém, possuem a característica de reagir-se com alguns outros gases presentes na atmosfera, fazendo com que esta camada se reduza continuamente, deixando a superfície terrestre mais vulnerável a radiações solares e tornando o clima mais instável e prejudicial à saúde das pessoas e ao meio ambiente em geral. Além disso, quando existe uma alta concentração de poluição no ar, esses gases poluentes formam uma camada que aprisiona o calor na superfície, impedindo que o ar quente suba. Este fenômeno é conhecido como efeito estufa (ROCHA, 2003).

A partir do final da década de 60, descobriu-se que as emissões de dióxido de carbono (CO₂), assim como outros gases, como metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O), tinham a característica de reagir-se com os gases da camada de ozônio, fazendo com que a concentração destes gases filtradores diminua

(CAIT, 2003). Contudo, os níveis de emissões desses gases poluentes já vinham se intensificando em larga escala a partir da Revolução Industrial por volta do século XVIII. Entretanto, as preocupações sobre os impactos ambientais provocados pelos gases formadores de efeito estufa só foram amplamente discutidas a partir de outubro de 1988 durante a *Toronto Conference on the Changing Atmosphere*, intensificando-se a partir de junho de 1992, durante a Cúpula sobre Meio Ambiente no Rio de Janeiro (ECO 92) (IPCC, 2007), no qual foram firmados compromissos de redução de emissões de gases formadores de efeito estufa por parte dos países que assinaram a convenção, mas os compromissos só se tornaram obrigação a partir de 2005, quando entrou em vigor o Protocolo de Kyoto, assinado no Japão em 1997, que determinou que os países assinantes deveriam reduzir suas emissões em pelo menos 5,2 % até 2008 em relação a 1990 (SOUZA; AZEVEDO, 2005).

Em 2012, na Rio+20, um dos objetivos referia-se à renovação dos compromissos firmados na ECO 92, além disso o Protocolo de Kyoto foi prorrogado até 2017. Nesta conferência os países que são os maiores emissores de gases formadores de efeito estufa não demonstraram grande interesse pelas questões climáticas. Ao contrário, alguns acordos foram firmados, dentre os quais se destaca o compromisso feito pelos prefeitos das maiores metrópoles mundiais de diminuir as emissões de gases de efeito estufa em 12% até 2016, e em 1,3 bilhão de toneladas até 2030 (OFICIAL RIO+20, 2012).

A cada ano, o ser humano emite aproximadamente 35,5 bilhões de toneladas de dióxido de carbono, portanto as preocupações estão cada vez maiores por parte de especialistas sobre a redução de emissões de gases formadores de efeito estufa, principalmente sobre a quantidade de emissões por parte dos

países desenvolvidos. Estas preocupações crescentes quanto à redução da emissão de gases poluentes fez surgir o mercado de créditos de carbono, que visa a geração de renda a partir da captura e comercialização de dióxido de carbono (CO₂) (ICB, 2009).

Com base no exposto, o objetivo geral deste trabalho é, através de um estudo de caso, analisar o mercado de créditos de carbono do ponto de vista de uma cerâmica, localizada na região do Pontal do Triângulo Mineiro, que atua no mercado voluntário como vendedora de créditos. Além disso, o estudo possui os seguintes objetivos específicos: Analisar o processo de implementação do projeto na empresa estudada; Pesquisar como se estabelecem as negociações dos créditos de carbono da cerâmica no mercado voluntário; Observar os impactos do projeto de créditos de carbono da empresa para suas receitas financeiras e para o meio ambiente.

Este estudo se justifica pela importância que o mercado de créditos de carbono possui atualmente no processo de redução do aquecimento global, além do pouco conhecimento existente no Brasil em relação a este mercado, principalmente a respeito das regras existentes e possibilidades de retorno financeiro. Ainda mais desconhecido é o mercado voluntário de créditos de carbono, pois há lacunas em aberto quanto à sua discussão, sendo este o mercado em que atua a empresa eleita para o referido estudo de caso.

As cerâmicas

No Brasil o setor ceramista é composto por aproximadamente 7.000 empresas e possui um faturamento anual de cerca de 18 bilhões de reais, gerando mais de 1 milhão de empregos diretos e indiretos (ANICER, 2012).

Em relação ao mercado voluntário de créditos de carbono, o setor ceramista é responsável por 29% dos projetos brasileiros, ocupando a segunda posição entre os setores que mais possuem projetos nesse mercado. Este setor é um dos que mais emitem gases de efeito estufa devido ao processo de queima necessário para produzir telhas, tijolos e outros produtos. Ao mesmo tempo, porém, este setor também oferece uma das maiores oportunidades para o comércio voluntário de créditos de carbono devido à possibilidade de substituição do combustível proveniente da mata nativa por biomassa renovável obtida através de atividades de reflorestamento. Todos os projetos do setor de cerâmica brasileiros foram desenvolvidos com o apoio da consultoria *Sustainable Carbon*, assim como o projeto chamado Substituição de Combustível da Cerâmica Maracá, que será analisado neste estudo de caso (PAIVA; ANDRADE, 2014; CERÂMICA MARACÁ, 2015).

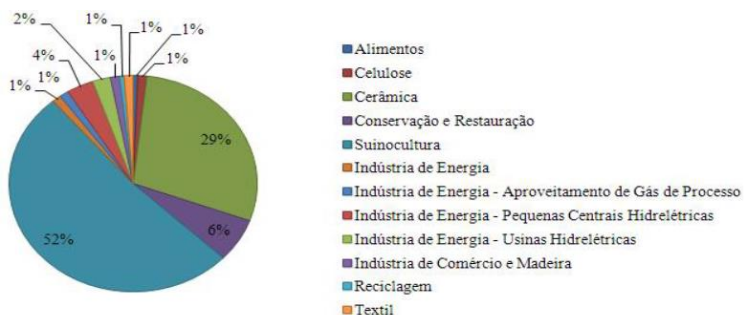


Figura 1 – Mercado Voluntário por atividade no Brasil
 Fonte: PAIVA; ANDRADE (2014)

Metodologia

Esta pesquisa anseia investigar o ponto de vista da empresa Maracá sobre o mercado de créditos de carbono, bem como discutir o funcionamento deste mercado no contexto de uma organização específica.

Em relação aos meios, a pesquisa é bibliográfica, pois sua realização é sustentada pela busca de informações em livros, artigos, periódicos, dissertações, entre outros. Também será realizada uma entrevista com um representante de uma cerâmica que atua no setor de créditos de carbono (GODOI, 2006).

O método utilizado, de estudo de caso, é considerado por Yin (2015) como um tipo de análise qualitativa.

Toda a entrevista foi gravada, transcrita e codificada. Segundo Yin (2015, p. 114) “O áudio registrado certamente fornece uma interpretação mais precisa do que qualquer entrevista do que fazer suas próprias anotações.” Tendo em vista

a importância frisada por Yin de buscar uma análise precisa da entrevista, foi decidido o uso de um gravador para registrar todo o áudio da entrevista (YIN, 2015).

A entrevista foi realizada com a analista de Qualidade/Meio ambiente/Sustentabilidade da empresa, que participou do processo de implementação do projeto de comercialização de créditos de carbono e que possui bastante conhecimento sobre a empresa e sobre esse mercado, de forma a tornar confiáveis as informações que se pretendia obter com a entrevista.

A entrevista foi realizada na Cerâmica Maracá com a funcionária Valciene Soares Santana, que trabalha na empresa desde dezembro de 2005. Ela já era colaboradora da empresa quando ocorreu o processo de implementação do projeto, que foi conduzido pela empresa *Sustainable Carbon*, a qual é especializada no mercado voluntário de créditos de carbono.

Após a transcrição da entrevista, o arquivo de texto foi revisado para garantir sua total conformidade com o áudio captado. A entrevista durou aproximadamente 30 minutos.

É importante ressaltar que o proprietário da Cerâmica Maracá autorizou que os dados obtidos com a entrevista e com a pesquisa documental fossem divulgados neste estudo, assim como o nome da empresa.

Para que os objetivos da entrevista fossem atendidos de forma satisfatória, o constructo da pesquisa foi elaborado de forma a analisar separadamente os objetivos específicos determinados inicialmente para o estudo.

Etapas da pesquisa	Variáveis analisadas	Método para obtenção dos dados
Analisar o processo de implementação do projeto de créditos de carbono na empresa estudada	<p>Obtenção de conhecimentos sobre este mercado;</p> <p>Processo de substituição da biomassa;</p> <p>Custo do projeto;</p> <p>Prazo do projeto;</p> <p>Processo de automatização da queima vinculada à implementação do projeto;</p> <p>Processo de medição.</p>	<p>Entrevista com a Analista de Qualidade/Meio ambiente/Sustentabilidade da empresa;</p> <p>Pesquisa nos sites da Cerâmica Maracá e da Consultoria <i>Sustainable Carbon</i>;</p> <p>Observação direta.</p>
Pesquisar como se estabelecem as negociações dos créditos de carbono da cerâmica no mercado voluntário	<p>Processo de negociação;</p> <p>Crítérios de compra dos clientes;</p> <p>Países com que a empresa mais negocia.</p>	Entrevista com a Analista de Qualidade/Meio ambiente/Sustentabilidade;
Observar os impactos do projeto de créditos	Potencial de geração de receitas a partir do projeto;	Entrevista com a Analista de Qualidade/Meio ambiente/Sustentabilidade;

de carbono da empresa para suas receitas financeiras e para o meio ambiente	Auditorias e participação dos funcionários no projeto. Benefício ambiental do projeto; Perspectivas futuras para a empresa neste mercado e projetos sociais financiados pela renda obtida com a venda dos créditos; Opinião da empresa sobre o projeto.	Site da Cerâmica Maracá; Observação direta.
---	--	--

Área de pesquisa - Cerâmica Macará

A Cerâmica Maracá localiza-se no município de Ituiutaba-MG e foi fundada no ano de 1980. A gestão atual é formada por Mário Eugênio e Ivan Abrão Filho, que assumiram a empresa em 02/04/86. Com essa administração foram feitos novos investimentos e a produção foi ampliada com os próprios recursos da cerâmica; foram ampliados barracões, fornos e diversificada a produção consequentemente aumentando o número de funcionários com o passar do tempo. Os atuais gestores se preocuparam juntos em melhoria de qualidade e valorização e treinamento de seus colaboradores. Entre os benefícios disponibilizados atualmente para os funcionários estão

convênios com plano de saúde, drogarias e supermercados, facilitando o bem estar de todos juntamente com suas famílias.

Em relação ao meio ambiente a Cerâmica Maracá é a única no seguimento a comprar argila de fornecedor legalizado, cumprindo assim as normas legais e Ambientais de extração de argila. A localização da empresa é favorável por ser distante de residências.

A Cerâmica Maracá atua no mercado voluntário de créditos de carbono desde fevereiro de 2008, quando começou o período creditício do projeto denominado: Substituição de Combustível da Cerâmica Maracá. O projeto foi criado em 2007 com um processo de adaptação de tecnológica na estrutura de produção da empresa, que possibilitou a partir de dezembro de 2007 a substituição do combustível utilizado para a queima nos fornos. Antes disso o combustível utilizado para a queima das peças de cerâmica era biomassa nativa, que foi então substituída por biomassa comprovadamente derivada de atividades de reflorestamento. Através do projeto, pretende-se reduzir uma quantidade de gases de efeito estufa equivalente a 129.910 créditos de carbono durante o período de 10 anos (CERÂMICA MARACÁ, 2015).

O projeto foi desenvolvido com o apoio da consultoria *Sustainable Carbon*, que é uma empresa especialista no desenvolvimento de projetos de reduções de emissões e de soluções ligadas ao gerenciamento de Gases de Efeito Estufa. A empresa é líder na América Latina neste setor e possui mais de 50 projetos validados atualmente, além de ser pioneira no desenvolvimento de melhores práticas sustentáveis. O projeto da Cerâmica Maracá segue a metodologia do Carbono Social oferecido pela *Sustainable Carbon*, que visa garantir que os projetos desenvolvidos contribuam para o desenvolvimento

sustentável através de práticas que proporcionam benefícios revertidos para as partes envolvidas e para o meio ambiente (SUSTAINABLE CARBON, 2015).

Processo de Implementação do projeto

O primeiro objetivo específico da pesquisa é analisar o processo de implementação do projeto de créditos de carbono na empresa Maracá.

Diante disto, a primeira questão que se buscou compreender no contexto deste estudo de caso foi a forma que a empresa tomou conhecimento pela primeira vez sobre o mercado de créditos de carbono. A entrevistada ilustrou da seguinte forma o momento em que a empresa descobriu este mercado:

“Foi durante uma feira em Goiânia. Tem uma pessoa que foi idealizadora no Brasil, chama Stefano, um italiano, e ele estava na feira procurando possíveis vendedores de créditos de carbono e ele colocou a ideia.”

Foi possível observar na entrevista que todo o processo de implementação foi realizado em parceria com uma empresa de consultoria especializada no desenvolvimento de projetos de redução de emissões de gases de efeito estufa. A empresa, chamada *Sustainable Carbon*, pertence ao italiano Stefano Merlin e é pioneira e líder desse setor na América Latina. Assim, a empresa tomou conhecimento sobre esse mercado em encontro direto com o dono dessa empresa de consultoria. Desta forma, a *Sustainable Carbon* cuidou de todo o processo de implementação do projeto de créditos de carbono na cerâmica.

Os termos dessa parceria firmada entre a Cerâmica Maracá e a *Sustainable Carbon*, assim como os valores definidos no acordo, podem ser observados a partir do seguinte relato:

A proposta deles era: A gente pagava x, eu acredito que na época 60 mil reais. A gente pagava isso, acho que era mais ou menos esse valor, não lembro direitinho. Eles vinham instalar e fazer o que tivesse que ser feito. Nós ficamos inseguros, porque é um assunto novo, né. Aqui não se tinha ainda, não se tinha ouvido falar, então ficamos inseguros e não concordamos. Então fizemos um acordo o seguinte no nosso contrato: 50% dos créditos que a gente vende são deles [...] nós não quisemos pagar os 60 mil e fizemos esse acordo de 50%.

A proposta inicial oferecida pela *Sustainable Carbon* era a terceirização de todo o processo de implementação do projeto, e esse serviço teria um custo total de aproximadamente R\$60.000,00. Devido ao pouco conhecimento sobre esse mercado, porém, a Maracá ficou insegura a respeito dessa proposta de investimento. Então, a empresa de consultoria ofereceu uma nova proposta, na qual as duas empresas estabeleceriam uma parceria em relação aos créditos de carbono. De acordo com essa parceria, a *Sustainable Carbon* arcaria sozinha com todas as despesas referentes à implementação do projeto, mas em compensação ela teria direito a metade de todos os créditos que a Cerâmica Maracá gerasse dali em diante.

Como a Cerâmica Maracá aceitou esse acordo, a *Sustainable Carbon* ficou responsável por todo o processo de preparação da estrutura da empresa para a substituição da biomassa não renovável por biomassa renovável, além dos diversos documentos e processos necessários para a obtenção de uma Verificação de Redução de Emissões, que é o documento que permite a comercialização de créditos de carbono no mercado

voluntário. De acordo com a entrevistada, a implementação do projeto teve o seguinte prazo de duração:

12 meses, média de 12 meses até receber, porque aí vem pra receber a documentação, até contratar a empresa, até contratar a certificadora, até eles virem aqui validar esses créditos. Então uma coisa é você ter créditos, outra coisa é você vender créditos.

A ação que permitiu a redução de emissões de gases de efeito estufa por parte da empresa e, conseqüentemente, a geração de créditos de carbono, foi a substituição do combustível utilizado para alimentar o processo de queima das peças de cerâmica. Conforme podemos evidenciar no próximo trecho da entrevista, a empresa utilizava lenha nativa como combustível, passando a utilizar biomassa renovável. Sobre essa biomassa renovável utilizada atualmente, a entrevistada explicou:

E como a gente tava num processo de mudança de biomassa, extinguindo de usar a biomassa que a gente usava que na época era lenha nativa, e passamos nosso processo pra floresta plantada né, de biomassa renovável. Nós usamos cavaco e serragem, mas de floresta plantada. Hoje nós trabalhamos com pinus e eucaliptos [...] nós só compramos de fornecedor qualificado, tem que ter plano de manejo. Então hoje nós compramos da Faber Castell, só da Faber Castell.

Sobre o atual fornecedor de biomassa da Cerâmica Maracá, Oliveira (2007, p. 29) afirma que

A Faber Castell é a maior produtora de lápis do mundo proveniente de extração de madeira plantada [...]. O programa de melhoramento genético consegue produzir sementes com alto padrão de qualidade o

que garante árvores resistentes às características naturais da região.

O processo de mudança de biomassa necessário para que uma cerâmica possa vender créditos de carbono envolve uma série de fatores. Entre eles, encontra-se a necessidade de uma mudança tecnológica na estrutura produtiva da empresa, pois torna-se necessário utilizar um software que controle com precisão o processo de queima da biomassa, levando em consideração a temperatura ideal dessa queima. Na verbalização abaixo podemos verificar o impacto ocorrido na empresa em decorrência desta mudança tecnológica em sua estrutura produtiva:

Quando é a queima manual ele tem uma tabela pra seguir de queima: 40 graus, 60 graus, 80 graus. Então se a temperatura foi pra 200 graus ele tem que entrar lá e tirar lenha, e o calor era muito forte. Com o cavaco não, a gente consegue manusear isso tudo por software. Eu mando um comando a quantos graus tem que tar e a máquina faz isso, ela liga quando tem que aumentar a temperatura e desliga sozinha quando a temperatura tá alta. A mão-de-obra também facilitou muito o bem estar do funcionário.

Nota-se que a instalação de um software para controlar todo o processo de queima da cerâmica trouxe vários benefícios, mas o principal motivo para essa mudança tecnológica foi permitir a medição exata dos créditos de carbono da empresa. Isso porque a automatização do processo de queima possibilita a identificação exata da quantidade de combustível utilizado e, conseqüentemente, a quantidade de gases que a utilização da biomassa renovável consegue deixar de emitir em comparação com o que a empresa emitia quando utilizava biomassa não renovável. Isto pode ser identificado no seguinte relato:

Esse cálculo é feito na verdade no começo, então quanto menos eficiência energética eu tinha no passado, mais créditos eu recebo agora. Então quanto mais lenha eu gastei pra produzir no passado, mais créditos eu... O cálculo é feito lá quando eu queimava lenha, então eles só fazem o cálculo padrão. Bom... Hoje a minha produção é tanto, então quanto mais eu produzo mais créditos eu ganho, e quanto menos foi a minha eficiência energética... Isso foi a base

A partir do cálculo da quantidade média de lenha nativa que a empresa utilizava antes da implementação do projeto, em comparação com a quantidade média que a empresa gasta de biomassa renovável atualmente, é possível estabelecer um valor padrão entre o nível de produção da empresa e a quantidade de créditos gerada. Isto significa que existe um valor padrão que define a quantidade de créditos gerada em função da quantidade de peças de cerâmica produzidas pela empresa. Ou seja, quanto mais telhas a empresa produzir, mais créditos de carbono ela irá gerar. A automatização do processo de queima também proporciona uma maior qualidade e padronização do produto final da cerâmica, pois o software faz com que o forno funcione sempre a uma temperatura ideal.

Negociações dos créditos

O segundo objetivo específico da pesquisa é analisar como se estabelecem as negociações dos créditos de carbono da cerâmica no mercado voluntário.

Dentro desse objetivo, em relação ao processo de negociação e ao preço dos créditos, a entrevistada comentou:

Nós vendemos diretamente. A Maracá nunca ficou com crédito parado. A gente gera esses créditos e já vende. Nós acabamos de validar esses créditos semana passada, já vendemos uma parte desses créditos né, até já chegou e-mail pra gente que foram vendidos a 14 reais. Já vendemos em euros, já vendemos em dólares né, isso aí depende de quem tá de olho. Você tem que ter projeto interessante.

A partir deste comentário, podemos perceber que na última venda de créditos da empresa o valor negociado foi R\$14,00 por tonelada. No caso da Maracá a busca por compradores dos créditos e as negociações de vendas são realizados pela *Sustainable Carbon*, que, além de ser especializada nesse mercado, é a líder do setor na América Latina. Portanto, a experiência e visibilidade que a empresa possui no mercado voluntário facilita bastante a negociação dos créditos com os compradores, possibilitando muitas vezes que os créditos gerados pela Maracá obtenham uma maior aceitação perante os compradores.

Sobre este valor de 14 reais obtido na última venda de créditos da cerâmica, é arriscado afirmar se este preço pode ou não ser considerado satisfatório, pois a empresa não forneceu dados históricos dos preços dos créditos de carbono praticados anteriormente. Em decorrência disso, não foi possível comparar o valor atual dos créditos com os valores anteriores. O que se pode afirmar é que esse preço é determinado por uma série de fatores, como a relação de oferta e demanda no momento da venda, a natureza do projeto gerador dos créditos e a credibilidade da empresa no mercado.

Além disso, também são utilizados pelos compradores alguns critérios bem mais específicos para avaliar os projetos, como a forma com que a empresa emprega os recursos obtidos

com a venda de créditos, principalmente se ela realiza ações que beneficiem o ambiente externo em que ela se encontra. Entre os critérios utilizados pelos compradores neste mercado, a entrevistada citou:

Então a primeira vez eu fui lá e vendi meus créditos. Já na segunda vez já é avaliado o que eu fiz com o dinheiro, porque a empresa pode pegar o dinheiro e colocar no bolso, só que vai vender uma vez só. Então ele tem que ter pequenos projetos, tem que ajudar a comunidade, tem que melhorar pro funcionário, tem que ter investimentos em Marketing Ambiental, tem que ter investimento na estrutura da fábrica [...] E a partir disso aí é colocado como se fosse uma exposição pra vender esses créditos, então lá tem o meu crédito, o da outra cerâmica, o da outra empresa, o da outra empresa... Então o investidor vem comprar e ele vai olhar o crédito que for mais interessante, por achar assim: Pôxa... Esse tá sendo bem empregado, então ele vai investir.

Com essa verbalização vemos que os compradores no mercado voluntário preferem investir em projetos que empreguem o dinheiro obtido com as vendas de créditos de forma consciente e altruísta, de forma que suas ações não beneficiem apenas o meio ambiente, mas também a sociedade em volta da empresa. Essas ações valorizam os créditos da empresa e melhoram sua imagem perante o mercado.

Ainda em relação às negociações dos créditos, a entrevistada lista, no seguinte trecho, os países que costumam comprar créditos da Cerâmica Maracá:

Nós nunca vendemos pro Brasil, mas tem empresas no Brasil que compram. Nós vendemos pra Dinamarca, já vendemos pros Estados Unidos e tem outro país que não me lembro qual. Mas no Brasil tem empresas que

compram créditos de carbono. [...] Mas alguns países industrializados, e um grande exemplo é os Estados Unidos, eles se sentiram ameaçados pelos países emergentes [...] e decidiram não assinar o protocolo e preferiram criar mecanismos dentro do próprio país pra poder reduzir essas emissões.

Este trecho deixa claro uma das principais características do mercado voluntário de créditos de carbono, que é a participação de alguns países que não assinaram o Protocolo de Kyoto, como os Estados Unidos. Nós podemos considerar esse fato como uma vantagem desse mercado em relação ao mercado regulado, pois a participação no mercado voluntário pode ser um ponto de partida para que países como os Estados Unidos se preparem para assumir compromissos de redução de emissões mais importantes e exigentes, como a assinatura do Protocolo de Kyoto.

Impactos dos créditos

O terceiro objetivo da entrevista era observar os impactos da venda dos créditos de carbono para as receitas financeiras da empresa e para o meio ambiente. A entrevistada descreveu da seguinte forma a primeira venda de créditos realizada pela empresa:

Na primeira vez que nós recebemos os créditos, nós vendemos acho que 19 mil toneladas de créditos e deu 300 mil reais. Eu não lembro a quantidade, me perdoe se eu tiver errada. É... e aí deu 300 mil reais, 150 mil teve que passar pra eles e daí pra cá vem assim porque nós não quisemos pagar os 60 mil e fizemos esse acordo de 50%.

Então hoje eu tenho, desde 2008 a gente tá recebendo, então já deu muito mais de 60 mil.

Observamos através dessa verbalização que a entrevistada volta a falar do acordo feito com a empresa de consultoria especializada, evidenciando que a renda obtida com a venda de créditos é dividida igualmente entre as duas empresas. Ainda assim, o valor obtido é muito superior ao investimento inicial de 60 mil reais que, no caso, foi gasto pela *Sustainable Carbon*. Isto significa que, mesmo que essa parceria entre as duas empresas não tivesse sido firmada, ainda sim a receita obtida apenas com a primeira venda de créditos já seria suficiente para abater todo o custo de implementação do projeto. É necessário, ainda, lembrar que a estimativa para os 10 anos de duração do projeto é gerar o equivalente a 129.910 créditos de carbono que, se fossem vendidos a um preço médio de 14 reais, significariam uma receita total de R\$1.818.740,00.

Entretanto, apesar de a receita de créditos de carbono ser considerada uma renda extra para a empresa, este dinheiro não poderia ser depositado diretamente no caixa, pois a metodologia chamada Carbono Social, que é um dos tipos de projeto oferecidos pela *Sustainable Carbon* e é o que a Maracá utiliza, defende que parte da receita obtida com os créditos de carbono seja investida em benefícios sociais e ambientais. Portanto, se a empresa simplesmente embolsar esse dinheiro sem realizar nenhum investimento para o bem estar dos seus funcionários ou em seu ambiente externo, os seus créditos passam a despertar menos interesse por parte dos compradores e, conseqüentemente, seu valor de mercado diminui.

Ano passado já fizemos um projetinho menor pros funcionários, então já gastou menos, mas estamos com um projeto maior lá fora, um projeto social maior que se

chama Energia Inteligente. Então esse dinheiro ele não entra como lucro pra empresa, ele entra como uma forma de melhorar alguns pontos que, sem esse dinheiro a gente não teria condições. E entra uma parte também pra gente manter o uso de biomassa renovável, porque eu tenho biomassa mais em conta pra comprar, mas não uma biomassa confiável, uma biomassa que eu tenho certeza que é de origem renovável. Então a biomassa tem toda uma documentação. Então tudo isso demanda alguns custos. Pra manter esse projeto funcionando ele tem custos que o dinheiro do projeto, ele vai basicamente... É muito bom porque tem coisas que você não faria sem, mas aí vai basicamente pra manter, pro projeto existir e ter sucesso.

Na verbalização acima a entrevistada explicou que a empresa costuma realizar ações que visam beneficiar o bem estar de seus funcionários. Além disso, a empresa também incentiva a participação deles no projeto de créditos de carbono, e isso é avaliado por auditorias que ocorrem periodicamente na empresa. Essas auditorias possuem a função de avaliar se o projeto continua obedecendo aos requisitos necessários para operar no mercado voluntário de créditos de carbono, como podemos conferir na seguinte afirmação:

A última auditoria que teve aqui foi o Ibope que veio, mas já veio a BVQI. Tem assim certificadoras diferentes, acho que é em questão de disponibilidade, mas quem contrata essa certificação, eles falam validação né... Quem contrata essa visita de verificação é a consultoria. E ela paga também por isso. Nosso 50% ele tá livre de qualquer ônus. Uma das cobranças da auditoria é essa, que os funcionários tenham conhecimento e estejam envolvidos. Então a gente tem que criar projetos que envolvam os funcionários. Projetos, por exemplo, de plantio de árvores. Eles têm que ser educados com essa consciência ambiental. Já tivemos

horta aqui, então a gente tem que fazer o envolvimento dos funcionários.

Entre todos os benefícios obtidos com o projeto de créditos de carbono da Cerâmica Maracá, o principal deles é o benefício ambiental, que na verdade é a principal razão de existência do mercado de créditos de carbono. Diante deste contexto, Valciene informou exatamente a quantidade de árvores nativas que a empresa deixará de derrubar ao longo dos 10 anos do projeto, relatando que:

Nós consumíamos 1200 metros cúbicos de lenha por mês e isso corresponde a mais ou menos de 200 a 250 árvores de porte médio derrubadas por mês. Então em um ano é de 2.400 a 3.000 árvores que a gente deixou de derrubar, isso em 10 anos que é o projeto são de 24.000 a 30.000 árvores.

Buscou-se conhecer as perspectivas futuras da empresa para este mercado e os projetos sociais em que ela pretende atuar, como pode ser analisado no fragmento abaixo:

A nossa perspectiva é continuar tendo sucesso, é desenvolver alguns projetos nossos mesmo, porque até então a gente apoia projetos esporádicos. Nós estamos buscando nossos próprios projetos, projetos maiores. Então o objetivo é isso. Temos o projeto Energia Inteligente, que é um projeto nosso, temos o projeto Tênis do futuro. Nosso objetivo é dar continuidade a esses projetos, fazer crescer e fazer a diferença.

Ao final da entrevista, para concluir a conversa, foi questionado à funcionária se, no ponto de vista da empresa, valeu a pena criar o projeto e entrar no mercado de créditos de carbono. Em nome da empresa, a entrevistada comentou:

Sem dúvida. Se voltássemos no tempo, a gente entraria de novo. Muda a cultura da empresa, muda a cultura dos

funcionários, você pode melhorar a empresa, você pode melhorar seu produto, você padroniza seu produto e você consegue ter uma visão lá fora. Quando você vende pra outro país, ali de alguma forma você tá sendo visto. Se o projeto é divulgado, igual nós ganhamos premiações, isso tá sendo visto. Por mais que você pense: “Ah, não tá chegando aqui” mas isso tá sendo visto e tá construindo uma nova cultura. Além de tudo, o que a gente mais colhe é a sensação de dever cumprido, é a sensação de dever cumprido não, de estar cumprindo, porque nunca se conclui, mas de estar cumprindo um dever, de estar fazendo a nossa parte pelo meio ambiente, de tar deixando essas árvores ali né, sequestrando carbono essas árvores que estão vivas, filtrando pó, filtrando barulho, absorvendo água de chuva. Tá permitindo que essas árvores estejam vivas e fazendo o importante papel que é uma árvore no nosso meio ambiente.

Considerações finais

O objetivo deste estudo foi, através de um estudo de caso, analisar o mercado de créditos de carbono do ponto de vista de uma cerâmica, localizada na região do Pontal do Triângulo Mineiro, que atua no mercado voluntário como vendedora de créditos. Em vista disso, pode-se considerar que a pesquisa permitiu a compreensão da realidade da Cerâmica Maracá no contexto do mercado voluntário de créditos, pois os dados coletados a partir da entrevista descreveram a experiência que a empresa vivenciou desde o momento em que ela soube deste mercado até ela se tornar vendedora de créditos de carbono.

Constatou-se que o processo de implementação do projeto de créditos de carbono na cerâmica durou 12 meses e foi realizado por uma empresa de consultoria especializada no mercado voluntário, chamada *Sustainable Carbon*. Isso ocorreu porque a Maracá sentiu-se insegura para investir o valor de 60 mil reais que custaria a implantação do projeto e, por isso, decidiu firmar uma parceria com a empresa de consultoria, concordando em dividir igualmente todos os créditos que fossem gerados pela cerâmica a partir daquele momento.

O projeto consistia na substituição de lenha nativa por biomassa renovável, obtida por atividades de reflorestamento, e este processo de substituição exigiu em uma mudança tecnológica na estrutura de produção da empresa para controlar eletronicamente a queima de biomassa. Diante disso, a maior dificuldade para os gestores da Cerâmica Maracá durante o processo de implementação foi reunir dados para comprovar a quantidade de biomassa não renovável que era consumida antes do projeto.

Em relação às negociações dos créditos, concluiu-se que a *Sustainable Carbon* também cuida sozinha de todo esse processo de venda, que vai desde o contato com os possíveis compradores até o fechamento do negócio. Constatou-se também que os compradores levam muito em consideração o tipo de projeto e a forma com que a empresa investe o dinheiro obtido com os créditos, e tudo isso influencia no valor desses créditos. A empresa vende créditos de carbono principalmente para empresas dos Estados Unidos e da Dinamarca.

Um ponto que merece destaque neste estudo é a observação dos impactos que o projeto de créditos de carbono teve para a empresa, principalmente em relação às suas receitas financeiras e ao meio ambiente. Diante desse contexto, o maior

benefício que o projeto terá proporcionado ao longo de seus 10 anos de duração será deixar de derrubar entre 24.000 e 30.000 árvores nativas, principalmente porque o motivo mais importante para a existência do mercado de créditos de carbono é justamente melhorar o meio ambiente.

Também é possível constatar que as receitas financeiras da empresa aumentaram bastante com os créditos de carbono, mesmo tendo que dividir todos os créditos com a empresa de consultoria que implementou o projeto. A Maracá também pretende desenvolver novos projetos sociais com parte da renda obtida com a venda de créditos de carbono, crescendo de forma sustentável e, ao mesmo tempo, aumentando o valor de mercado de seus créditos.

A Cerâmica Maracá atua no mercado voluntário de créditos de carbono e, através deste estudo de caso, foi possível perceber que esta é a melhor opção para pequenas empresas, pois envolve menores custos do projeto, além de menos tempo e burocracia no processo de implementação. Porém, para as empresas que pretendem entrar no mercado de créditos de carbono, mas ainda não conhecem muito sobre ele, a melhor alternativa é procurar empresas especializadas para avaliar a viabilidade da criação de um projeto, inclusive analisando qual tipo de mercado de créditos de carbono se adequaria melhor à realidade da empresa.

Uma vez que este estudo buscou analisar o mercado de créditos de carbono sob ponto de vista da Cerâmica Maracá, conclui-se que o projeto tem obtido êxito e tem mostrado resultados ao longo da sua implantação.

É importante lembrar também que este mercado oferece uma série de benefícios para a empresa, pois além de melhorar o

meio ambiente, ele permite que a empresa melhore sua imagem no mercado por demonstrar seu comprometimento com o desenvolvimento sustentável. Além disso, um projeto de créditos de carbono pode melhorar o clima organizacional da empresa, pois ele transmite uma sensação de dever cumprido.

Referências

ANICER - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA CERÂMICA. Cerâmicas cearenses recebem prêmio Sesi de qualidade. *Revista Anicer*. São Paulo, 2012.

ÁVILA, Fabiano. Mercado voluntário de carbono está ganhando força no Brasil. *Envolverde*, São Paulo, 27 jun. 2014. Disponível em: <<http://envolverde.com.br/noticias/mercado-voluntario-de-carbono-esta-ganhando-forca-brasil/>>. Acesso em: 10 fev. 2015.

BANCO CENTRAL DO BRASIL (BC). Diretoria de Normas e Organização do Sistema Financeiro. Departamento de Normas do Sistema Financeiro. O setor energético e as mudanças climáticas, *Boletim Responsabilidade Social e Ambiental do Sistema Financeiro*, ano 5, nº 53, abril de 2010.

BMF - Mercado de Carbono, BMF Brasil, abril 2007; Disponível em: <<http://www.bmfbovespa.com.br/pt-br/mercados/mercado-de-carbono/mercado-de-carbono.aspx?idioma=pt-br>>. Acesso em 04/10/2012.

CARNEIRO, Alexandre de Freitas; SILVA, Luciano Bezerra da. Créditos de Carbono, Contabilidade e Projetos de MDL, no Caso de Empresa Ceramista em Rondônia. *Revista de Administração e Contabilidade da FAT*, v. 5, n. 2, p. 90-110, 2013.

CENTRO NACIONAL DE REFERÊNCIA EM PESQUISAS CENTRAIS ELÉTRICAS (CNRPCE). Brasil registra apenas 14 projetos de venda de crédito de carbono em 2011. Disponível em: <<http://www.cerpch.unifei.edu.br/noticias/brasil-registra-14-projetos-de-venda-de-credito-de-carbono-em-2011.html>>. Acesso em: 4 de out. 2012.

CERÂMICA MARACÁ. Disponível em: <<http://www.ceramicamaraca.com.br/>>. Acesso em: 29 jan. 2015.

CONFERENCIA DAS NAÇÕES UNIDAS sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento-CNUMAD. Agenda 21.3. ed. Brasília; Senado Federal, 2001.

CONGRESSO BRASILEIRO DE DIREITO PÚBLICO (CBDP), 1., 2003, São Paulo. *A Tributação das Operações com Créditos de Carbono*. São Paulo: Edusp, 2003. 29 p. Disponível em: <http://www.ibrademp.org.br/img/UserFiles/File/A_Tributacao_das_Operacoes_com_Creditos_de_Carbono.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2014.

Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, 1997. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/clima/quioto/protocol.htm>>. Acesso em 19 mai. 2012.

COSTA, Paulo de Oliveira. *RESPOSTA POLÍTICO - ECONÔMICA ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: ORIGENS, SITUAÇÃO ATUAL E INCERTEZAS DO MERCADO DE CRÉDITOS DE CARBONO*. 2004. 131 f. Dissertação (*Mestrado*) - *Curso de Administração*, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2004. Disponível em: <<http://www.adm.ufba.br/sites/default/files/publicacao/arquivo/001.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2014.

GODOI, Christiane Kleinübing et al (Org.). *Pesquisa qualitativa em estudos organizacionais: paradigmas, estratégias e métodos*. São Paulo: Saraiva, 2006

GODOY, Arilda Schmidt. *Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades*. *Revista de Administração de Empresas*, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, mar./abr. 1995.

GODOY, Sara Gurfinkel Marques de. Uma análise do mercado mundial de certificados de carbono. *Revista Cronos*, v. 10, n. 2, 2013.

GOVERNOS: Alguns compromissos assumidos durante a Rio + 20, 2012. Disponível em:

<http://www.rio20.gov.br/sala_de_imprensa/noticias-nacionais1/governos-alguns-compromissos-assumidos-durante-a-rio-20.html>. Acesso em: 2 out. 2012.

GUERAQUE, E. Empresas superestimam captura de CO₂, diz estudo. *Folha de São Paulo*, São Paulo, 25 mar. 2008.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). *Climate Change 2007: Synthesis Report*. Valência: Ipcc, 2007. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf>. Acesso em: 01 out. 2012.

INVESTING.COM (Org.). *Crédito Carbono Futuros*. 2014. Disponível em: <<http://br.investing.com/commodities/carbon-emissions-historical-data>>. Acesso em: 18 set. 2014.

KOSSOY, A.; GUIGON, P. *State and trends of the carbon Market 2012*. Disponível em: <http://siteresources.worldbank.org/INTCARBONFINANCE/Resources/State_and_Trends_2012_Web_Optimized_19035_Cvr&Txt_LR.pdf>. Acesso em: 4 de out. 2012.

LAKATOS, E. ; MARCONI, M. *Metodologia Científica*. São Paulo: Atlas, 2011.

MERCADO de Carbono. [2009]. Disponível em: <<http://www.institutocarbonobrasil.org.br/>>. Acesso em: 3 de out. 2012.

MERCADO de crédito de Carbono. [2010]. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2010_2/CreditoCarbono/>. Acesso em: 4 de out. 2012.

NISHI, Marcos Hiroshi et al. Influência dos créditos de carbono na viabilidade financeira de três projetos florestais. *Revista Árvore*, v. 29, n. 2, p. 263-270, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v29n2/a09v29n2.pdf>>. Acesso em: 28 set. 2014.

OLIVEIRA, Sandra Valéria Ribeiro de. *Marketing Verde: Um estudo de caso na Faber Castell*. 2007. 43 f. Monografia (Especialização) - Curso de Administração, Faculdade de Ciências Sociais Aplicadas - Fasa, Uniceub - Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2007. Disponível em: <<http://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/123456789/910/2/20351500.pdf>>. Acesso em: 16 fev. 2015.

PAIVA, Danielle Soares; ANDRADE, José Célio Silveira. Transferência de Tecnologia Ambiental no Mercado Voluntário de Carbono: Análise de Projetos Brasileiros do Setor de Cerâmica. **Sistemas & Gestão**, v. 9, n. 3, p. 370-378, 2014.

PAIVA, Danielle Soares et al. Voluntary Carbon Markets: Analysis of Co-benefits of Brazilian Projects. *Revista de Administração Contemporânea*, v. 19, n. 1, p. 45-64, 2015.

PROPHETARUM. *As árvores artificiais para captura de CO₂*. Disponível em: <<http://movv.org/2009/08/29/as-arvores-artificiais-para-captura-de-co2/>>. Acesso em: 5 de out. 2012.

PROTOCOLO DE KYOTO. *Protocolo de Kyoto à Convenção sobre Mudança do Clima*.

QUEIROZ, Laane Lima; ABREU, Mônica Cavalcanti Sá; CABRAL, Augusto César de Aquino. Mecanismos de desenvolvimento limpo e a comercialização de créditos de carbono no setor de cerâmica: Um estudo de caso de uma indústria no município de Aquiraz. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS - SIMPOI, 16., 2013, São Paulo. *Anais...* . São Paulo: Fgv, 2013. Disponível em: <

http://www.simpoi.fgvsp.br/arquivo/2013/artigos/E2013_T00238_PC_N83866.pdf>. Acesso em: 26 set. 2014

RENEWABLE. [2012]. Disponível em: <www.energy.gov>. Acesso em: set. 2012.

Revista Ciência Moleculares, n° 2. Dezembro de 2005. Disponível em: <http://revista.cecm.usp.br/arquivo/2005dez/artigos/mudancas_climaticas>. Acesso em: 12 de out. 2012.

ROCHA, Marcelo Theoto. *Aquecimento global e mercado de carbono: Uma aplicação do modelo CERT*. 2003. Dissertação (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

SKINNER, B. J.; PORTER, S. C. *The blue planet: an introduction to earth system science*. Nova York: John Wiley e Sons, 1995.

SOUZA, André Luis; ANDRADE, José Célio. ANÁLISE DO MERCADO DE CARBONO VOLUNTÁRIO NO BRASIL: UM ESTUDO SOBRE O PERFIL DOS PROJETOS DE REDUÇÃO DE EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE). *Revista Metropolitana de Sustentabilidade*, v. 4, n. 1, p. 52-75, 2014.

SOUZA, Zilmar José de; AZEVEDO, Paulo Furquim de. *O Mercado de Crédito de Carbono: as características dos first-movers e implicações para o agronegócio*. In: XLIII CONGRESSO DA SOBER, Ribeirão Preto, 2005.

STERN, Nicholas. Stern. *Review Report on the Economics of Climate Change*. 2006. Disponível em: <http://www.hmtreasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/stern_review_report.cfm>. Acesso em out. 2012.

SUSTAINABLE CARBON. Disponível em: <<http://www.sustainablecarbon.com/>>. Acesso em: 30 jan. 2015.

TEIXEIRA, E.M.L.C.; SUZUKI, E.; VIEIRA, S.S; MORAES de, J.E.; LUCENA, M.A.C. de; OLIVEIRA, E.A.; CANOVA, E.B.;

ARANTES, A.M.; CONCEIÇÃO, M.R.G ; OUTRAMARI, C.E.; ZOTTI, C.A.; PAULINO, V.T. *Mercado de crédito de Carbono*. 2010. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2010_2/CreditoCarbono/index.htm>. Acesso em: 04 de out. 2012.

YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 3 ed. Porto Alegre: Bookman,2005.

YIN, Robert K. *Estudo de Caso-: Planejamento e Métodos*. Bookman editora, 2015.

O CLIMA URBANO EM PATOS DE MINAS: AVALIAÇÃO DAS TEMPERATURAS REGISTRADAS POR SENSORES TERMAIS E DE SUPERFÍCIE NO INVERNO DE 2019.

*Francielle de Siqueira Castro
Paulo Cezar Mendes*

Introdução

O processo de pesquisa só é possível com a busca incessante por respostas às nossas dúvidas, curiosidades em relação às diferentes temáticas que a ciência nos proporciona. A pesquisa e a investigação tornam-se, de certo modo, uma ferramenta de autoconhecimento, visto que propicia o reconhecimento de nossas preferências no ambiente acadêmico. Reconhecer na ciência uma conexão entre os elementos naturais e os culturais dentro do espaço geográfico nos faz percorrer para uma linha de discussão com uma infinidade de possíveis respostas aos questionamentos. Porém, como aponta Severino (1996), para que a apropriação do conhecimento se faça, é necessário aprofundar o conhecimento sobre o nosso objeto de estudo.

Neste sentido, o que tem nos causado inquietude são os impactos climáticos gerados pelo acelerado crescimento urbano, agravado no decorrer dos séculos XX e XXI, sobretudo nos países em desenvolvimento. A dinâmica climática nos espaços urbanizados, reflete em fenômenos que alteraram a qualidade ambiental urbana: ilha de calor, efeito estufa, poluição

atmosférica, impermeabilização do solo, enchentes, alagamentos, entre outros.

Através desse quadro os estudos de clima urbano, voltados para entendimento e busca de soluções para esses problemas, têm agregado diferentes instrumentos no diagnóstico das características que os envolvem. Dentre os quais, se destaca o geoprocessamento, que utiliza da inter-relação de ferramentas, da cartografia digital, processamento digital de imagens e sistemas de informação geográfica, que se complementam para aquisição de bons resultados, destaca-se nessa categoria as imagens termais, resultantes da troca de energia entre os alvos urbanos e a atmosfera.

Agregar as ferramentas do geoprocessamento nas análises de clima urbano são possíveis visto o avanço das tecnologias, com melhorias no imageamento da superfície pelos satélites. A inovação mais representativa, para os estudos geográficos, principalmente para aqueles que se dedicam ao mapeamento da dinâmica urbana, está nas resoluções espacial e radiométrica.

Apesar das ferramentas geotecnológicas serem um ganho na investigação dos fenômenos climáticos urbanos, desde o princípio da ciência geográfica, os trabalhos de campo foram concebidos como métodos fundamentais para análise do espaço geográfico. Além de ser peça chave na elaboração e análise dos aspectos físicos da pesquisa geográfica, os trabalhos de campo tornam-se indispensáveis no sentido de conhecimento e comprometimento com os aspectos sociais que envolvem a área de estudo, afinal, a busca por respostas na pesquisa concentra-se em mostrar os resultados para a comunidade. Dessa forma, o trabalho de campo não se desvincularia do processo da pesquisa como uma etapa isolada, mas sim, como algo intrínseco a ela.

Atentos as mudanças no ambiente citadino, este estudo tem por objetivo apresentar uma avaliação da dinâmica térmica na área urbana de Patos de Minas, no período do inverno de 2019, através do acompanhamento das temperaturas indicadas pelas bandas termais do satélite Landsat-8 e da coleta dos dados por sensores de superfícies.

O clima nas/das cidades e sua investigação

Mendonça (2010, p.154) afirma que ao passo que o século XX teria sido o auge da urbanização, o XXI concentraria a materialização desse processo, que são as cidades. Além disso, ele completa “que a cidade adquire, o patamar central dos processos gerais derivados da sociedade humana sobre o espaço terrestre”, e a “urbanização, enquanto processo de dinamização das cidades, não apresentaria nenhum problema em si mesma não fossem suas diferentes e complexas formas de manifestação”.

As manifestações resultantes do processo relacional entre a sociedade e a natureza no ambiente urbano, como inadequação na destinação dos resíduos, poluição generalizada, problemas desencadeados pelas precipitações e geração de um clima próprio, têm provocado complexas discussões na comunidade científica, dentre os quais se destaca o comportamento climático nas cidades.

O comportamento atmosférico e sua atuação sobre as atividades humanas incitaram os grupos sociais a procurarem respostas para as diferentes intempéries provocadas pelos fenômenos climáticos. Assim, o desenvolvimento da ciência climatológica, como aquela que se destina a entender tais fenômenos, ganha força no cenário científico. Como aponta Pita

(1997, p. 9): “a climatologia pode ser definida como a ciência que lida com o estudo da distribuição dos climas na superfície terrestre e sua relação com outros componentes do ambiente geográfico”.⁸

No decorrer dos debates e do processo de construção do conhecimento sobre o clima as proposições de Sorre (1934), Pédélaborde (1950) e Monteiro (1960) levaram a uma reorganização dos paradigmas. “As noções de dinâmica, gênese e ritmo passaram a constituir os fundamentos do entendimento do fenômeno atmosférico como categoria de análise geográfica”. (AMORIM; SANTANNA NETO; MONTEIRO, 2013, p. 56)

No final da década de 60, Monteiro dedicou seus estudos na compreensão da atuação dos componentes atmosféricos sobre determinado lugar. Suas primícias epistemológicas dão conta de que a caracterização do ritmo do clima exige a decomposição cronológica em unidades diárias e horárias, pois:

[...] o ritmo climático só poderá ser compreendido através da representação concomitante dos elementos fundamentais do clima em unidades de tempo cronológico pelo menos diária, compatíveis com a representação da circulação atmosférica regional, geradora dos estados atmosféricos que se sucedem e constituem o fundamento do ritmo. (MONTEIRO, 1971, p. 9),

Entendemos dessa maneira que o clima pode e deve ser estudado por meio de dimensões espaço-temporais, sendo as duas, empregadas conjuntamente. Porém como define Sant’Anna

⁸ Tradução nossa para: “la climatología puede definirse como la ciencia que se ocupa del estudio de la distribución de los climas sobre la superficie terrestre y de sus relaciones con los restantes componentes del medio geográfico.”

Neto (2013, p.75) não devem ser só assim entendidas, já que se tratam de processos dinâmicos dotados de atributos altamente sensíveis aos ritmos, variações e alterações de todas as forças terrestres, além das antrópicas que, interferem nesse sistema climático.

Em suma “enquanto as escalas globais permitem apenas a generalização dos elementos e processos, as regionais possibilitam a compreensão das suas formas de organização, que podem ser verificadas de maneira especializada e mais complexa, nas escalas locais”, ou seja, nos estudos microclimáticos, como as cidades. (SANTA’ANNA NETO, 2013, p.78).

Para García (1996, p. 253), “A cidade constitui a forma mais radical de transformação da paisagem natural, pois seu impacto não se limita a alterar a morfologia do terreno, mas modifica também as condições climáticas e ambientais”⁹. A intensificação das preocupações com o ambiente urbano é resultado, entre outros fatores, “do incremento das cidades no que diz respeito ao seu crescimento e complexidade, fato aliado ao agravamento da queda da qualidade de vida urbana”, (MONTEIRO; MENDONÇA, 2015 p.177).

As alterações acarretadas nas cidades se associam a fatores estruturais da dinâmica citadina (qualidade do material utilizado nas construções, arranjo do arruamento, rugosidade, asfalto, pouco ou nenhum espaço verde) e ao desenho urbano, que não é, na maioria das vezes, adaptado ao tipo de clima da região. Essas diferenciações criam microclimas dentro da cidade devido

⁹ Tradução nossa para: “La ciudad constituye la forma más radical de transformación del paisaje natural, pues su impacto no se limita a cambiar la morfología del terreno, sino que además modifica las condiciones climáticas y ambientales.”

ao desempenho térmico de acordo com as várias formas de uso e ocupação do solo. É o que Chandler (1962, *apud* VIDAL, 1991, p.31) chama de “coleção de microclimas”.

Para Amorim (2013, p.177) o clima citadino é produto do homem, já que o mesmo “modifica o balanço energético, o balanço hidrológico, o relevo e a estrutura química da atmosfera. O modo de viver do homem interfere de forma significativa no sistema urbano, recriando totalmente”.

Esse rearranjo climático, provocado por atuações diversas nas cidades, garante o desenvolvimento de uma perspectiva de estudos no cenário da climatologia geográfica, “o clima urbano”. A produção do clima urbano é derivada da reorganização da paisagem natural, em que há a substituição por um ambiente construído, palco de intensas atividades humanas.

Esse ambiente socialmente produzido carrega consigo profundas mudanças no balanço de energia, e os resultados mais observados são traduzidos em ilhas de calor/frescor, conforto/desconforto térmico, poluição e precipitação excessiva (inundações). Essas variações produzem uma alteração no ritmo climático com secas intensas, chuvas calamitosas em determinadas regiões. Gera-se, dessa maneira, perceptíveis mudanças nas sucessões dos estados atmosféricos se comparado ao clima de períodos anteriores.

As condições do mundo moderno têm convergido, para a necessidade, cada vez maior, de reconhecimento da ação climática sobre o meio urbano e da análise do grau de atuação do homem sobre dinâmica climática local, não o colocando como sujeito antagônico à natureza, mas sim, inserindo-o como parte

do meio e transformando-o constantemente. (MONTEIRO, 1976, p. 88)

A investigação do clima citadino no Brasil embasa-se nas proposições metodológicas do Sistema Clima Urbano (S.C.U), elaboradas por Monteiro (1976). Nelas o ambiente natural não se desvincula do social e a investigação da dinâmica em campo torna-se indispensável para identificação das mudanças mensais e diárias nas/das cidades.

É inegável a eficiência da metodologia elaborada por Monteiro (1976) nos estudos climáticos urbanos. O S.C.U apresenta uma disponibilidade adaptativa para realidades escalares diferentes, ou seja, a aplicação das etapas metodológicas se encaixa tanto nas grandes, como em pequenas cidades. Por essa versatilidade, ela ultrapassa décadas e, ainda hoje, mostra-se eficaz para os estudos climáticos em áreas urbanas, porém a evolução das tecnologias, como exemplo as ferramentas das geotecnologias, têm sido inseridas nos estudos climáticos urbanos, agregando, assim, novas informações às análises.

O conjunto de ferramentas que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para tratamento de informações geográficas tem sido paulatinamente inserido nas metodologias de identificação do clima urbano. O geoprocessamento utiliza da inter-relação de ferramentas, da cartografia digital, processamento digital de imagens e sistemas de informação geográfica, que apesar de terem aplicações diferentes se complementam para aquisição de bons resultados. Já o Sensoriamento Remoto, irá oferecer a possibilidade de identificação de características do objeto alvo sem a necessidade de contato. (ROSA, 2013, p.59).

Um das possibilidades do sensoriamento remoto é identificação da temperatura da superfície, através de imagens disponibilizadas por satélites com sensores de infravermelho termal que são capazes de mensurar a temperatura aparente da superfície. O procedimento inicial constitui-se na conversão dos Números Digitais (ND) de cada pixel, representado em tons de cinza nas imagens, em energia radiante, que, por sua vez, possibilita a identificação da temperatura efetiva do sistema, através do uso das constantes de calibração do sensor do satélite a ser utilizado.

No livro *Remote Sensing of the Enviro et na Earth Resource Perspective*, Jensen (2007) faz um recorte com os satélites pioneiros na aplicação de dados do infravermelho termal. O primeiro deles, desenvolvido na década de 1960, *U.S. Television IR Operation Satellite* (TIROS), possuía resolução grosseira e era utilizado exclusivamente nos estudos de temperatura de superfície em escala regional, através do monitoramento das frentes. (NASCIMENTO, 2011, p. 23). Outros satélites de baixa resolução espacial foram, durante muitas décadas, utilizados nas pesquisas a despeito da climatologia urbana. Trabalhos como de Lombardo (1985), Paiva (2005) e Gusso, Fontana e Gonçalves (2007) utilizaram o satélite NOAA – *National Oceanic and Atmospheric Administration* (Sensor AHVRR, com 1 km de resolução espacial).

As técnicas do sensoriamento remoto evoluíram acompanhando o aprimoramento das tecnologias, a melhora dos sistemas orbitais, principalmente no que se refere à resolução espacial e/ou espectral. Além disso, essas técnicas enriqueceram o quadro de sensores capazes de coletar, armazenar e disponibilizar dados com características térmicas superficiais.

A utilização Sensoriamento Remoto, como ferramenta de análise das temperaturas de superfície, permite acompanhar e diagnosticar a variabilidade climática nas mais diferentes escalas, dentre elas, as variações no clima urbano. No livro “Ilha de Calor nas Metrôpoles: o exemplo de São Paulo”, de 1985, Magda A. Lombardo foi percussora na utilização do Sensoriamento Remoto, para identificação de diferenças de temperatura urbana, através de imagens termais, no Brasil.

Neste sentido, pesquisadores da climatologia urbana têm se dedicado ao estudo, mesclando as metodologias tradicionais, cuja aquisição de dados em campo é indispensável, com as novas metodologias disponibilizadas, o que também buscamos neste trabalho.

Patos de Minas: de arraial a uma média cidade

Nossa escala de análise, nesta pesquisa, refere-se à cidade de Patos de Minas - MG, que compreende uma área de 83,155Km²; já a extensão territorial do município é de 3.224,509Km², localizada entre as coordenadas geográficas de 18°34'50" a 18°36'30", de Latitude Sul; e 46°27'50" a 46°31'00", de Longitude a Oeste. Como mostra o mapa da Figura 1, a área de pesquisa enquadra-se na Mesorregião Geográfica do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, mais especificamente na Microrregião de Patos de Minas.

De acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia Estatística – IBGE (2014), a população do município passou de 72.839, em 1960, para 138.836 habitantes, em 2010. Em 1970, essa população deixa de ter predominância rural e passa a ser, prioritariamente, urbana; já nos anos 2000, a população

residente na cidade já era de quase 90%, como mostra a taxa de urbanização na Tabela 1. Segundo o mesmo banco de dados, a população estimada para 2019 foi de 152.488 habitantes. Esse aumento populacional reflete diretamente na taxa de urbanização que saltou de 58,8%, em 1991, para, aproximadamente, 95%, em 2014. Isso é representado pela evolução da ocupação de sua malha urbana.

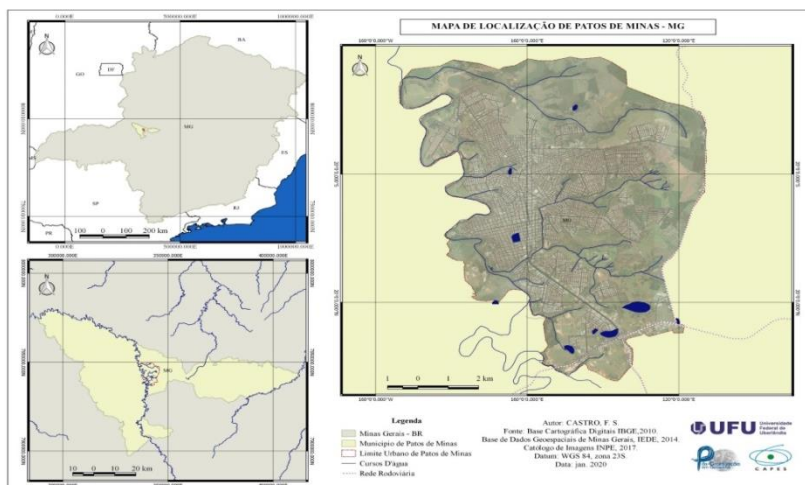
A inversão da população da área rural para área urbana é, em parte, resultado da guinada do setor agroindustrial que invadiu o campo, junto com as estratégias de modernização da agricultura, com o incentivo às culturas de exportação e com os sistemas modernos de agricultura.

Tabela 1 - Patos de Minas-MG: população total/rural/urbana e taxa de urbanização (1960-2010)

	Total (hab.)	Urbana (hab.)	Rural (hab.)	Taxa de Urb. (%)
1960	72.839	32.511	40.328	44,60
1970	76.211	44.877	31.334	58,89
1980	86.121	63.302	22.819	73,50
1991	102.946	87.403	15.543	84,90
2000	123.708	111.159	12.549	89,86
2007	133.054	121.805	11.249	91,55
2010	138.836	127.864	10.972	92,10

Fonte: Censos demográficos IBGE (2010).

Figura 1 - Patos de Minas: localização do município (2019)



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2014)

Assim, fica evidente, com base nos fatores levantados, a importância de se realizar estudos sobre as pequenas e médias cidades, não só pelo aumento das discussões bibliográficas do assunto, mas também pela contribuição para o planejamento, tanto intraurbano quanto interurbano, o que abre a possibilidade para avaliações das potencialidades locais, suas fragilidades. Além disso, possibilita avaliações das diretrizes, prioridades e estratégias, para se alcançar os objetivos definidos em médio e longo prazo.

As etapas da investigação

O trabalho de campo se transformou de peça fundamental do método geográfico para o próprio método, “fruto do predomínio de uma concepção empirista que despreza”, por vezes, “a teoria e atribui à descrição da realidade a condição de critério de verdade”. (ALENTEJANO; ROCHA-LEÃO, 2006, p. 53).

Neste sentido, é preciso que fique claro que o trabalho de campo como método geográfico deve estar vinculado à uma base teórica consonante com a proposta da pesquisa, fato este que se torna possível através do conhecimento prévio do tema de estudo, da área de realização e dos elementos que cercam o objeto de estudo.

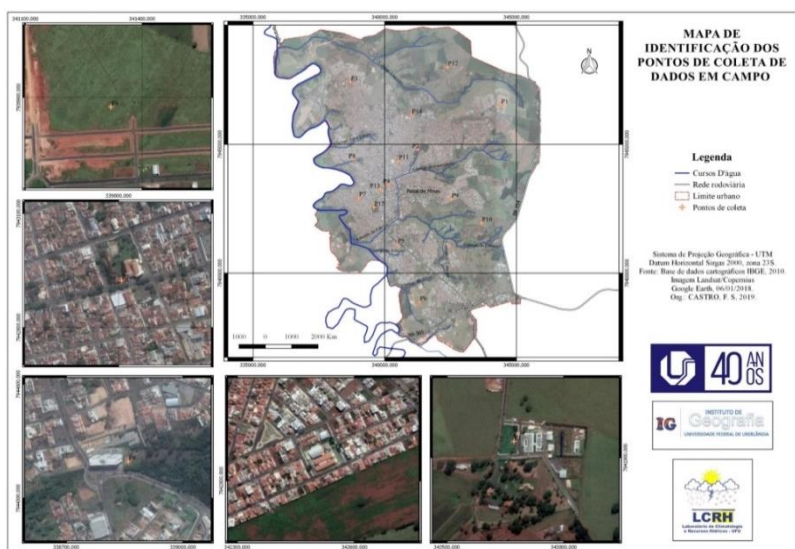
O trabalho de campo, desta pesquisa, foi organizado previamente, com as devidas adaptações, na proposta metodológica adotada no Canal I (Subsistema Termodinâmico) do Sistema Clima Urbano (S.C.U) e nas adaptações realizadas por Mendonça (2003, p.100).

Após a setorização da área urbana, foram distribuídos quinze aparelhos de coletas em pontos diferentes e com características geourbanas distintas. Houve a preocupação de coleta de dados tanto no centro do núcleo urbano, como também em áreas limítrofes ao rural, como mostra a figura 2 (mapa).

Foram distribuídos 15 termohigrômetros portáteis com data logger para aquisição dos dados, os mesmos foram alocados em abrigos meteorológicos, construídos com materiais recicláveis, utilizados para proteção dos equipamentos, para que não ficassem expostos ao ar livre e preservá-los das intempéries. Para garantir a sustentação dos abrigos, suportes de cano P.V.C

com 1,5 de altura, respeitando a orientação do INMET, para os abrigos tradicionais e, na base, alocou-se a lata de alumínio preenchida com pedras britas, criando resistência para inibir a ação do vento.

Figura 2 - Patos de Minas: mapa de localização e identificação dos pontos de coleta de dados em campo (2018).



Fonte: Base de Dados IBGE, 2010 e Imagem Landsat/Copernius Google Earth (2018) **Org.:** Castro (2018)

A primeira etapa, para a coleta dos dados, consistiu na definição das datas de aquisição desses dados. As datas foram referenciadas a partir da passagem do satélite Landsat-8, que tem um intervalo de tempo de 16 (dezesesseis) dias, como mostra o quadro 1.

Quadro 1 - Datas de passagem do Satélite LANDSAT 8, janeiro a julho de 2019

Agenda de Passagem LANDSAT 8		
2019	JAN	12* e 28 – Sábado e Segunda
	FEV	13* – Quarta
	MAR	01 e 17* – Sexta e Domingo
	ABR	02 e 18* – Terça e Quinta
	MAI	04 e 20* – Sábado e Segunda
	JUN	05 e 21* – Quarta e Sexta
	JUL	07* e 23 – Domingo e Terça

Fonte: Levantamentos da autora. Org.: Castro (2019)

Além da definição das datas, foi necessário se atentar para o horário que o satélite mapeava a área de coleta, que é às 10h:09min, aproximadamente. Assim, os dias definidos na agenda de passagem, os equipamentos eram afixados nos pontos antes das 10h, para que os dados fossem coletados dentro do horário pré-determinado.

Com os valores adquiridos, foi possível iniciar o processo de confecção dos materiais cartográficos, mapas de isolinhas. Para tanto, foram utilizadas ferramentas do QGIS (*Quantum Geographic Information System*), *software* livre licenciado pela *GNU General Public License* com multiplataforma.

Já o mapeamento da temperatura da superfície, é realizado através dos dados espectrais dos alvos disponibilizados pelas imagens do satélite, Landsat 8, banda 10, do canal infravermelho termal/TIRS. Após a aquisição e o arquivamento, foi possível realizar o processamento das imagens também através do *software* Qgis.

No segundo passo realizou-se o tratamento das imagens, utilizando as constantes de calibração do sensor do satélite, obtidas no site do USGS6, para a conversão dos números digitais em energia radiante. A partir da energia radiante, é possível obter a temperatura dos alvos em Kelvin e, posteriormente, a conversão para graus Celsius, juntamente com a atribuição de falsa cor para a obtenção da imagem colorida. Todos esses passos podem ser realizados através das equações extraídas de USGS (2015):

$$L_{\lambda} = M_L * Q_{cal} + A_L$$

Em seguida, para converter os valores de radiância, obtidos através da equação 1, em temperatura em valor de Kelvin, aplicou-se a equação 2:

$$(2) \quad \boxed{T = \frac{K_2}{L_{\lambda} \ln(K_1 + 1)}}$$

Após esses procedimentos, aplicou-se a fórmula para converter a temperatura Kelvin em Celsius, onde os valores de **T** são subtraídos a 273,15 e, assim, gerar a grade de temperatura da superfície em °C. Todas as fórmulas foram executadas na interface do Qgis.

Para executar a análise da eficiência dos métodos, fez-se a interpretação empírica dos dados, através dos mapas, tabelas e gráficos produzidos, bem como a apreciação estatística desses dados. O exame estatístico escolhido foi o coeficiente de correlação, que é um método estatístico para medir as relações entre variáveis e o que elas representam. A correlação procura averiguar como uma variável se comporta em um cenário onde outra está variando, visando identificar se existe alguma relação entre a variabilidade de ambas.

A escolha desse método se justifica, visto que não é possível realizar comparações entre os dados, já que eles adquirem e projetam os dados em nível escalares e camadas diferentes. Além disso, outro fator que pode impedir essa comparação consiste no tempo gasto, pelo material, para se aquecer e dissipar o calor, quando coletamos o dado do ambiente. Muitas vezes, pelo horário de coleta, o material ainda não se aqueceu suficientemente para dissipar o calor para o ambiente, enquanto que a resposta espectral vai registrar efetivamente a temperatura do alvo naquele dado momento.

Desta forma, analisou-se, estatisticamente, se houve uma correlação entre os dois dados recolhidos e se ambos têm eficiência na contribuição para identificação do clima urbano como, por exemplo, na determinação das ilhas de calor e frescor.

Neste caso, utilizamos o método de correlação de Pearson (r), que se trata de uma medida de associação linear entre

variáveis. Sua escala de análise varia de -1 a 1. O sinal indica direção positiva ou negativa do relacionamento e o valor sugere a força da relação entre as variáveis. A correlação, quanto mais próxima do valor zero, indica que não há relação linear entre as variáveis.

Além do valor de correlação (r), outro fator, que deve ser considerado nas análises estatísticas, é a determinação se o coeficiente de correlação é significativo através do p -valor. De forma geral, um nível de significância (α ou alfa) considerado excelente é de 0,05, isso indica que o risco de concluir que uma correlação existe, quando, na verdade, nenhuma correlação existe, é de 5%. Se $p \leq \alpha$: a correlação é estatisticamente significativa, caso contrário se o $p > \alpha$: a correlação não é estatisticamente significativa. (FIGUEREDO FILHO; SILVA JUNIOR, 2009, p. 115).

Neste sentido, foi utilizado o *software* Minitab[®], utilizado com os dados fornecidos, garante resultados estatísticos por meio das informações gráficas e alfanuméricas, como será apresentado nas análises no próximo item.

Patos de Minas: avaliação do campo térmico – inverno de 2019

Junho de 2019

Na sexta-feira, dia 21 de junho de 2019, não havia características anômalas na região de estudo. Porém, os relatórios sinóticos apontam para a presença de um cavado frontal sobre o Oceano Atlântico, que se estendia sobre o Estado de SP. Esse cavado é contornado pelo Jato Subtropical (JST) e, mais ao sul, pelo ramo norte do Jato Polar (JPN). Ao Norte de 20°S, nota-se a alternância entre cavados e cristas que favorecem o escoamento sobre pontos do extremo norte do continente. O anticiclone pós frontal, que atua sobre o oceano no leste da Região Sul e Sudeste, favorece a convergência do fluxo de umidade ao longo do litoral dessas regiões.

Além disso, uma massa de ar seco atuou sobre grande parte do centro, sul e sudeste do Brasil, provocando tempo sem nuvens e umidade relativa do ar baixa no período da tarde, principalmente no Centro-Oeste. Essa característica atmosférica foi propiciada pelo anticiclone em níveis médios, que provoca a subsidência do ar seco sobre essas regiões, impedindo a formação de nebulosidade e chuva. (INPE-CPTEC-GPT, 21/06/2019, 09:00h.)

E possível notar nos dados (tabela 2) e no mapa mostrado na Figura 3, que ocorre um ligeiro aumento das temperaturas, em todos os horários, no sentido sul e sudoeste do território patense. Neste sentido, dois pontos se destacam como sendo os mais aquecidos: o Bairro Planalto e o Centro da cidade, próximo ao supermercado Bretas.

No ponto do Bairro Centro, os três primeiros horários apresentavam as temperaturas mais elevadas 33.6°C, 33.3°C e 32.5°C, respectivamente. Esse ligeiro aquecimento pode ser explicado, como já foi dito anteriormente, pela restrita circulação dos ventos associado ao padrão construtivo e ao intenso fluxo de veículos, que propicia o aumento do microclima. Já o aquecimento microclimático, identificado no último horário (10h:30min), pode ser, entre outros fatores, associado ao padrão geourbano local, que se caracteriza pelo solo extensivamente recoberto de solo exposto, fator determinante para o aquecimento.

Em contrapartida, o Parque do Mocambo, que apresentou temperatura entre 18°C e 19°C nos horários de coleta de dados, funcionou como uma ilha de frescor urbano já que apresenta, aproximadamente, 14°C abaixo da média dos registros dos demais pontos de coleta de dados.

Já no mapa de temperatura de superfície (Figura 4), os aquecimentos mais expressivos foram constatados nos pontos dos Bairros do Alto Caiçara e na orla da Lagoa D'água, ambos com temperaturas de 24.7°C. Sendo assim, com as informações dos dados em campo, percebemos que há um padrão diferente de aquecimento entre os dados de campo e de superfície, isso também é notado nas duas imagens dos mapas produzidos com os dados.

Ao contrário dos registros mais elevados, onde as temperaturas foram registradas em pontos diferentes, a mínima, identificada no mapeamento de superfície, como também acontece no diagnóstico de campo, mostra o padrão nos arredores do Parque do Mocambo com temperatura de 21.2°C.

Tabela 2 – Patos de Minas: dados de coleta de campo por coordenadas de 21/06/2019

Campo dia 21 de junho de 2019							
Pontos de coleta em campo	Coordenadas Geográficas		T. ambiente (°C) /				T. superfície (°C) /Horas 10:09
			10:00	Horas			
	S	W		10:10	10:20	10:30	
B. Alto Limoeiro	-18 33 9.98	-46 29 36.65	30.5	29.1	30.2	31.1	21.5
B. Centro (Bretas)	-18 35 43.86	-46 31 4.54	33.6	33.3	32.5	33.1	24.4
B. Guanabara	-18 35 1.64	-46 31 32.45	25	25.4	26.2	26.3	22.6
B. Ipanema	-18 36 53.57	-46 30 43.52	30.6	30.9	30.4	31.4	24.3
B. N.S. das Graças	-18 33 27.94	-46 31 42.24	24.5	25.1	25.3	25.7	24.1
B. Planalto	-18 37 58.46	-46 29 51.67	29.6	31	32.1	33.3	22.5
B. Centro (Setta)	-18 35 8.09	-46 30 41.26	29.1	29.2	29.6	30	22.9
B. Terra Nova	-18 33 58.59	-46 28 27.82	21	21.5	22	21.9	23.5
Parque Mocambo	-18 34 54.25	-46 30 15.22	18.2	18.8	19.4	19.8	21.2
B. Alto Caiçaras	-18 34 10.23	-46 30 23.83	27.9	28.3	29	29	24.7
Lagoa D'água	-18 33 27.94	-46 31 42.24	25	26.1	27.2	27.8	24.7

Fonte: Dados primários de campo. Org.: Castro (2019).

As temperaturas do satélite oscilaram entre 20°C e 25°C, já os dados de campo oscilaram entre 25°C e, aproximadamente, 34°C, ressaltando os pontos mais frios que figuraram de 18°C a

22°C. Essa irregularidade na relação das temperaturas resultou em uma correlação diferente.

Os dados da correlação de Pearson, do dia 21 de junho, obtiveram um nível de correlação baixo, uma vez que o r esteve quase sempre abaixo de 0.350. A menor correlação nesse mês foi registrada às 10h:30min com $r = 0.269$. Além de apresentar a menor correlação do período, também foi a data em que houve menor correlação dentre todos os meses. Às 10h, o r foi igual a 0.293; o registro também inexpressivo, segundo a correlação de Pearson. A comprovação dessa baixa correlação dos dados é notada na tabela 3.

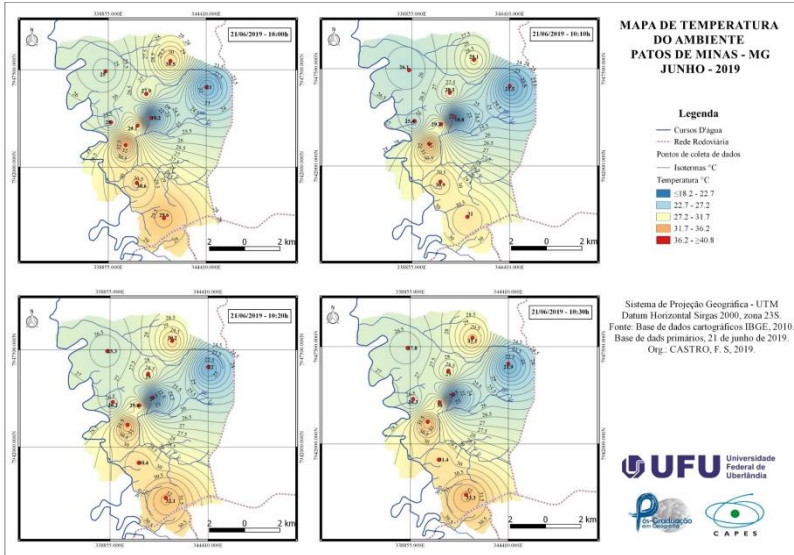
Tabela 3 – Patos de Minas: dados da Correlação de Pearson para dia 21/06/2019.

Correlation Pearson T.A.°C x T.S.°C				
	10h:00min	10h:10min	10h:20min	10h:30min
r	0.293	0.355	0.304	0.269
p - <i>valor</i>	0.381	0.364	0.284	0.423

Fonte: Dados primários de campo. Org.: Castro (2019)

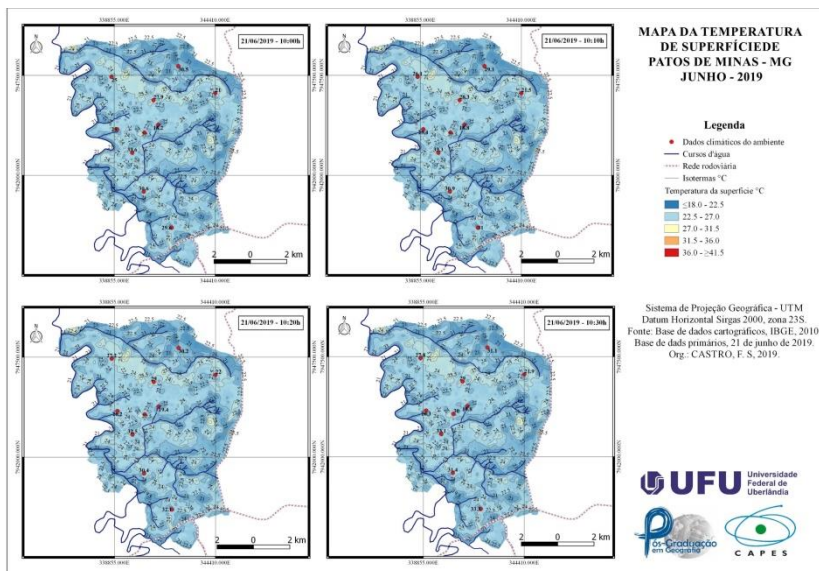
Além do r ter apresentado valores insuficientes, a outra variável avaliada, o p -valor, também apresentou um coeficiente de significância de 30% nos três primeiros horários e de 40 % no último. Os resultados de p -valor mostram que os dados de ambiente e de superfície não estiveram correlacionados no mês de junho de 2019.

Figura 3 - Patos de Minas: temperatura do ambiente, junho de 2019.



Fonte: Dados primários de campo, 21 de junho de 2019. Org.: Castro (2019)

Figura 4 - Patos de Minas: temperatura de superfície, junho de 2019.



Fonte: Imagem Landsat 8, banda 10, sensor OLI, 21 de junho de 2019. **Org.:** Cstro (2019)

Julho 2019

No sul do país, no dia 23 de julho, a atmosfera se mostrava instável. Essa condição foi propiciada, segundo o boletim sinótico, pela atuação do sistema frontal favorecida também pelo transporte do ar mais quente associado ao Jato de Baixos Níveis (JBN), e também por pancadas de chuva acompanhadas de raios, acompanhadas de rajadas de vento de forte intensidade e/ou queda de granizo. (INPE-CPTEC-GPT, 23/07/2019, 09:00h.)

Na porção Central e Sudeste do Brasil, persistiu a condição de tempo estável, com pouca nebulosidade e baixa umidade relativa do ar, associado ao escoamento anticiclônico, estabelecido em níveis médios.

É possível notar nos dados (tabela 4) e nos mapas mostrados na figura 5, que ocorre um ligeiro aumento das temperaturas, em todos os horários, no sentido sul e sudoeste do território patense. Neste sentido, dois pontos se destacam como sendo os mais aquecidos em todos os horários, sendo o Centro da cidade, próximo ao supermercado Bretas, com média de 34°C, e o Bairro Ipanema. Além disso, no extremo norte da área urbana, no ponto do Bairro Guanabara (28°C), também é possível identificar um ligeiro aquecimento no microclima local.

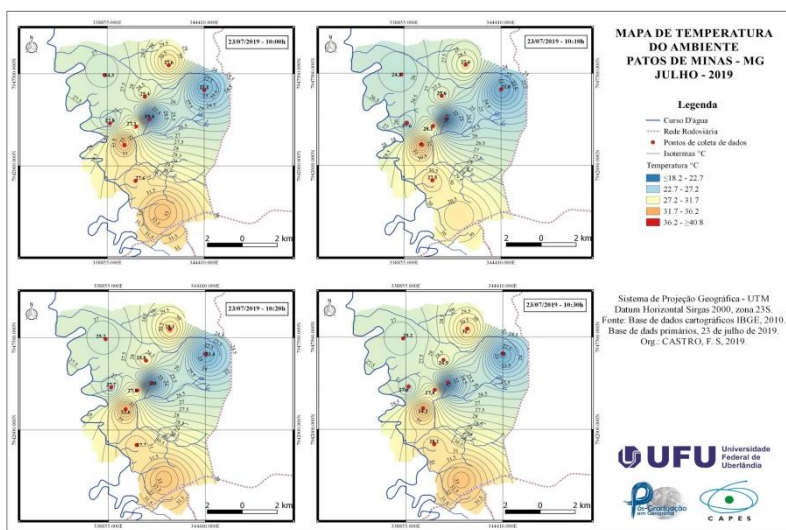
Tabela 4 – Patos de Minas: dados de coleta de campo por coordenadas de 23/07/2019.

Campo dia 23 de julho de 2019							
Pontos de coleta em campo	Coordenadas Geográficas		T. ambiente (°C) /				T. superfície (°C) /Horas 10:09
			10:00	Horas			
	S	W		10:10	10:20	10:30	
B. Alto Limoeiro	-18 33 9.98	-46 29 36.65	27.6	27.6	28.1	31	19.4
B. Centro (Bretas)	-18 35 43.86	-46 31 4.54	32.9	33.6	33.6	34.2	20.8
B. Guanabara	-18 35 1.64	-46 31 32.45	27.8	27.6	27.7	27.6	19.2
Bairro Ipanema	-18 36 53.57	-46 30 43.52	27.6	27.5	27.7	28.2	21.1
B. N.S. das Graças	-18 33 27.94	-46 31 42.24	24.7	24.3	25.5	25.2	20.5
B. Centro (Setta)	- 18 35 8.09	-46 30 41.26	27.3	28.1	27.8	27.8	19.5
B. Terra Nova	-18 33 58.59	-46 28 27.82	21.1	21.8	21.4	22.3	20.9
Parque Mocambo	-18 34 54.25	-46 30 15.22	19.4	19.6	20	20.2	16.8
B. Alto Caiçaras	-18 34 10.23	-46 30 23.83	25.4	25.6	25.8	26.5	20.4
UNIPAM Veterinária	- 18 36 27.43	-46 28 54.23	24.3	24.8	25.2	25.8	21.1

Fonte: Dados primários de campo. Org.: Castro (2019).

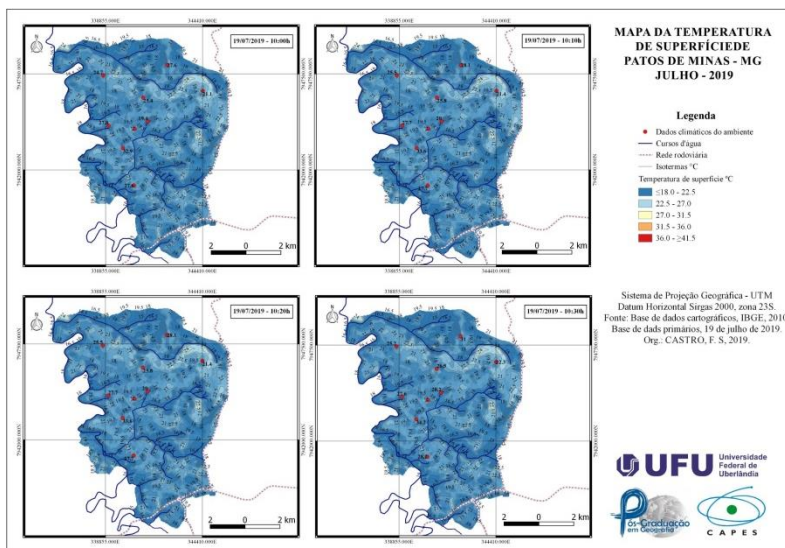
O mês de julho apresentou as menores médias de temperatura durante o período de coleta de dados. A média das temperaturas coletadas, em todos os horários, foi de 26°C. No entanto, o Parque do Mocambo registrou temperaturas abaixo da média, sendo que nos dois primeiros horários as temperaturas estiveram na casa dos 19°C, e nos dois últimos horários, 20°C. O Parque do Mocambo, dessa maneira, como uma ilha de frescor urbano já que apresenta, aproximadamente, 6°C abaixo da média dos registros dos demais pontos de coleta de dados.

Figura 5 – Patos de Minas: temperatura do ambiente, julho de 2019.



Fonte: Dados primários de campo, 23 de julho de 2019. Org.: Castro (2019)

Figura 6 – Patos de Minas: temperatura de superfície, julho de 2019.



Fonte: Imagem Landsat 8, Banda 10, Sensor OLI, 19 de julho de 2019. **Org.:** Castro (2019).

Já no mapa de temperatura de superfície (figura 6), os aquecimentos mais expressivos foram constatados nos pontos dos Bairros Ipanema e no Hospital Veterinário UNIPAM, ambos com temperaturas de 21.1°C. Sendo assim, com as informações dos dados em campo, percebemos que há um padrão diferente de aquecimento entre os dados de campo e de superfície, já que as diferenças entre as temperaturas mais elevadas nos métodos de coletas de dados foi de aproximadamente 13°C.

Notamos nas Figuras 9 e 10, que esse padrão das temperaturas é bem diferente. No mapa de T.A °C, a gradação das cores se enquadra nas três primeiras escalas de menos 18.2°C a 31.7°C. Já no mapa de T.S °C, as temperaturas oscilaram nas duas primeiras escalas de temperatura (18.2 à 27.2°C).

Foi possível verificar que as temperaturas do satélite oscilaram entre 16°C e 21°C, já os dados de campo oscilaram entre 20°C e, aproximadamente, 35°C. Essa irregularidade na relação das temperaturas resultou em uma correlação diferente dos dois meses anteriores.

Os dados da correlação de Pearson, do dia 23 de julho, obtiveram um nível de correlação baixo, já que o r esteve quase sempre abaixo de 0.400. A menor correlação neste mês foi registrada às 10h:30min, com $r = 0.397$, e a maior foi às 10h:10min, com $r = 0.412$. A comprovação dessa baixa correlação dos dados é notada na tabela 5.

Tabela 5 – Patos de Minas: dados da Correlação de Pearson para dia 23/07/2019.

Correlation Pearson T.A. °C x T.S. °C				
	10h:00min	10h:10min	10h:20min	10h:30min
<i>r</i>	0.401	0.412	0.408	0.397
<i>p-valor</i>	0.251	0.237	0.242	0.256

Fonte: Dados primários de campo. Org.: Castro (2019)

Além do *r* ter apresentado valores insuficientes, a outra variável avaliada, o *p-valor*, também apresentou um coeficiente de significância em nível de 20% em todos os horários. Esses resultados de *p-valor* mostram que os dados de ambiente e de superfície não estiveram correlacionados no mês de julho de 2019.

Conclusões

Diante de todas as análises executadas neste artigo é possível identificar algumas respostas para os questionamentos levantados nos objetivos deste trabalho.

Os meses de junho e julho, em todos os horários, apresentaram um baixo nível de correlação, onde o *r* foi \leq a 0.500, e o *p-valor* foi superior a um nível de significância de 10%,

considerado, por muitos autores, como insignificante para tornar os dados correlatos, como mostra a tabela 7.

Um ponto negativo na utilização das imagens de satélite para identificação do clima urbano está na falta de disponibilidade de dados com a presença de nebulosidade, características marcantes do verão na porção tropical do território brasileiro. Dessa maneira, o estudo fica limitado aos dados da estação invernal e às estações de transição, não representando a realidade do local de estudo.

Tabela 7 – Patos de Minas: valores das correlações de Pearson nos meses de análise.

		Correlation Pearson T.A.°C x T.S.°C			
		10h:00min	10h:10min	10h:20min	10h:30min
Jun/2019	<i>r</i>	0.293	0.355	0.304	0.269
	<i>p-valor</i>	0.381	0.364	0.284	0.423
Jul/2019	<i>r</i>	0.401	0.412	0.408	0.397
	<i>p-valor</i>	0.251	0.237	0.242	0.256

Fonte: Dados primários de campo. **Org.:** Castro (2019).

Por outro lado, os dados de campo pareceram confiáveis na determinação do clima urbano de Patos de Minas. Porém, é preciso lembrar que para conseguir realizar a coleta dos dados, foi necessária a criação de termohigrômetros e de abrigos meteorológicos, que, neste caso, foram confeccionados com materiais de baixo custo.

Ao final desta etapa, podemos afirmar que a adoção de métodos de análise climática por satélites, por si só, não é capaz de atender as necessidades de um estudo de clima urbano em cidades do porte médio, já que há a necessidade de suportes de coleta de dados em campo, para comprovar a veracidade das informações geradas pelos *softwares*.

Referencias

ALENTEJANO, P. R. R. e ROCHA-LEÃO, O. M. Trabalho de Campo: uma ferramenta essencial para os geógrafos ou um instrumento banalizado. *Boletim Paulista de Geografia*, São Paulo, nº84, p. 51-57. 2006.

AMORIM, M. C. de C. T.; SANT'ANNA NETO, J. L.; MONTEIRO, A. (Org.). *Climatologia urbana e regional: questões teóricas e estudos de caso*. São Paulo: Outras Expressões, 2013. 274 p.

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JÚNIOR, J. A. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). *Revista Política Hoje*, Vol. 18, n. 1, 2009, p. 115-146.

GARCÍA, F. F. *Manual de climatología aplicada: cliama, medio ambiente y planificación*. Madrid: Sintesis S. A., 1996. 285 p. (Serie Mayor). Coleção: Espacios y Sociedades.

GUSSO, A.; FONTANA, D.C.; GONÇALVES, G. A. Mapeamento da temperatura de superfície terrestre com o uso do sensor

AVHRR/NOAA. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, v.42, n.2, p. 231-237. 2007. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007000200012>

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Mapas*. Disponível em: <https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais.html>> Acesso em: 15 de jan. 2019.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Cidades*. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=314800>> Acesso em: 31 de agosto de 2015.

INPE Instituto de Pesquisas espaciais. Divisão de Geração de Imagens (DGI). Satélites. *Landsat*. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/documentacao/dgi/satelites/landsat/capa-landsat>>. Acesso em: 12 de fev. de 2019.

JENSEN, J. R. *Remote sensing of the environment an earth resource perspective*. 2ed. Upper Saddle River (NJ): Prentice Hall, 2007. 592 p.

LOMBARDO, M. A. *Ilha de Calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo*. São Paulo: Editora Hucitec. 1985, p.244.

MENDONÇA, F. Clima e planejamento urbano em Londrina – proposição metodológica e de intervenção urbana a partir do estudo do campo termo-higrométrico. In.: MENDONÇA, F; MONTEIRO, C. A. de F. (Org.). *Clima urbano*. São Paulo: Contexto, 2003, p. 93-120.

MENDONÇA, F. de A. Riscos e vulnerabilidades socioambientais urbanos: a contingência climática. *Mercator*, Curitiba, v. 1, n. 9, p.153-163, dez. 2010.

MENDONÇA, F; MONTEIRO, C. A. de F. (Org.). *Clima urbano*. São Paulo: Contexto, 2.ed. 2015, 192 p.

MONTEIRO, C. A. de F. *Teoria e clima urbano*. 1976. 181 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1976.

MONTEIRO, C. A. F. Análise rítmica em climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. *Climatologia*, São Paulo, n 01, p. 1-21, 1971.

NASCIMENTO, D. T. F. *Emprego de técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento na análise multitemporal do fenômeno de ilhas de calor no município de Goiânia- GO (1986/2010)*. (Dissertação de Mestrado em Geografia) Universidade Federal de Goiás. GO, 2011. p. 98.

PAIVA, C. M. *Estimativa o balanço de energia e da temperatura da superfície via satélite NOAA-AVHRR*. Rio de Janeiro, 2005. (Tese de doutorado em Engenharia Civil) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

PITA, M. F. La climatología como ciencia geográfica. In: CUADRAT, J. M; PITA, M. F (Org.). *Climatología*. 1ed. Madrid: Cátedra, 1997. p. 9-18

ROSA, R. *Introdução ao Geoprocessamento*. Apostila. Universidade Federal de Uberlândia. Instituto de Geografia. Laboratório de Geoprocessamento. 2013. 142p.

SANT'ANNA NETO, J. L. A Climatologia geográfica no Brasil: origem e contexto histórico. In: AMORIM, M. C. T; SANT'ANNA NETO, J. L; MONTEIRO, A. Climatologia urbana e regional: questões teóricas e estudos de caso. São Paulo: Outras Expressões, 2013.

SEVERINO, A. J. *Metodologia do trabalho científico: diretrizes para o trabalho didático-científico na universidade*. São Paulo: Cortez e Moraes LTDA, 1996.

VIDAL, R. *Influência da morfologia urbana nas alterações da temperatura do ar na cidade de Natal-RN*. Dissertação (Mestrado em Geografia) – UnB/Brasília: 1991.

CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA REPRESA DO TIJUQUEIRO LOCALIZADA NO MUNICÍPIO DE MORRINHOS-GO

*Thaywane Azevedo Marques
Antonio Carlos Chaves Ribeiro^a
Deomar Plácido da Costa*

Introdução

A água é essencial para a manutenção da vida animal e vegetal. Cerca de 71% da superfície da Terra é coberta por água, constituindo-se assim a espécie química mais abundante em nosso planeta. Do total de água no mundo, apenas 3% representa a água doce, que é a mais usufruída pelo homem. A água doce é responsável pela variação climática, preservação dos rios, lagos e oceanos, além de propiciar as condições fundamentais para o desenvolvimento de plantas e animais (RIBEIRO; ROLIM, 2017).

A água pode ser classificada em: água bruta; água tratada e água potável. Na natureza a água encontrada sobre a superfície dos solos ou nas camadas subterrâneas, é denominada água bruta. Geralmente é retirada de rio, lago, reservas subterrâneas ou outro manancial. Após o tratamento conveniente, é designada água tratada. A água destinada para o consumo humano, que atende aos parâmetros fixados pelo padrão de potabilidade, é intitulada como água potável (PIRES; FIELD'S, 2010).

Nos últimos anos houve um aumento da quantidade de rios, nascentes e lagos contaminados, em consequência de resíduos domésticos, públicos e industriais que são despejados diretamente nas águas. É fundamental ter um conhecimento sobre os contaminantes químicos na água para consumo, compreendendo melhor os riscos à saúde da população, já que essas substâncias apresentam toxicidades capazes de provocar diversas enfermidades (BERGAMASCO *et al.*, 2011). Esses contaminantes possuem categorias diferenciadas como agentes químicos orgânicos e inorgânicos, agentes físicos e agentes biológicos (ANDRADE *et al.*, 2016). A qualidade da água de um determinado recurso hídrico é avaliada dependendo das substâncias presentes, para isso utiliza-se o termo parâmetros de qualidade da água (GLÓRIA; HORN; HILGEMANN, 2017).

Os resultados dos parâmetros de qualidade de água podem ser visualizados por meio do Índice de Qualidade da Água (IQA) e análise estatísticas (CANDIDO; 2015). O IQA é o principal indicador qualitativo usado para analisar a qualidade de água do país. Este índice possui o propósito de avaliar a qualidade da água bruta tendo em vista o abastecimento público, após o tratamento. É composto por nove parâmetros, com predomínio de indicadores de contaminação originada pelo lançamento de esgotos domésticos (ANA, 2005), mas também pode ser utilizado para avaliar a qualidade das águas próximas a áreas com atividades agropecuárias (LEITÃO *et al.*, 2015).

Os parâmetros que integram o IQA e seus respectivos pesos no cálculo final do índice são: oxigênio dissolvido (0,17), coliformes termotolerantes (0,15), turbidez (0,08), fosforo total (0,10), nitrogênio total (0,10), temperatura da água (0,10), pH (0,12), resíduo total (0,08) e Demanda Química de Oxigênio-DQO (0,10). Os valores finais de IQA são expostos em diferentes

categorias de qualidade representados por tabelas ou quadros (VIANA, 2013). No entanto, no presente trabalho, procurou-se utilizar somente alguns parâmetros que compõe o IQA, já que este apresenta algumas limitações, tais como não analisar metais pesados, pesticidas e compostos orgânicos.

No Brasil o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) dispõe de regulamentos e legislações relacionados à água. A resolução nº 357 de 2005 (alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011) estabelece sobre a classificação dos corpos de água (classe especial, classe 1, classe 2, classe 3 e classe 4) e as normas ambientais para o seu enquadramento, além de instituir as condições e padrões de lançamento.

Objetivos

Este trabalho busca caracterizar a qualidade água da represa do Tijuqueiro, adjacente ao Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos localizado no município de Morrinhos-Goiás, a partir de alguns parâmetros físico-químicos que compõem o IQA, além de identificar e quantificar metais pesados, porventura presentes, comparando com os padrões estabelecidos pela literatura. Para tanto, os parâmetros analisados foram temperatura, pH, condutividade, dureza e teor de sólidos totais e os metais cobre, cromo, ferro, níquel, manganês e zinco.

Justificativa

O tema da água é um assunto quem vem sendo abordado em livros, artigos, teses e noticiários, dada sua importância para a vida. A portaria N°518/2004 Ministério da Saúde estipula que os parâmetros físico-químicos da água para consumo devem atender aos padrões de potabilidade estabelecidos (JÚNIOR, 2012). O monitoramento da qualidade de água é importante para caracterizar os pontos problemáticos e comportamento da dinâmica de um ambiente aquático (VILELA, 2010). A determinação do IQA e a determinação de metais pesados solúveis, despontam como os principais indicadores da potabilidade e da possibilidade de consumo pelos seres humanos e na irrigação.

Diante deste cenário, torna-se necessária a realização de estudos sobre a qualidade da água e a determinação de alguns contaminantes na represa do Tijuqueiro, visto que se emprega a água do lago no sistema de agricultura irrigada por meio de um pivô e para consumo humano.

A agricultura irrigada depende tanto da quantidade como da qualidade da água, sendo a longo prazo a qualidade um dos fatores mais importantes (BARROSO, 2011). A qualidade da água de irrigação é um fator significativo, em razão de que podem produzir alguns efeitos indesejáveis na agricultura, e ainda, pode disseminar a contaminação de doenças, já que alimentos irrigados com esta água são consumidos por parte da população. A presença de algumas substâncias químicas pode ocasionar a perda de desempenho de equipamentos ou até mesmo inviabilizar o sistema de irrigação como um todo (SILVA *et al.*, 2011).

Fundamentação teórica

Água é a fonte da vida. Nos tempos mais remotos da história humana na Terra, a água foi o constituinte notável, primordial e fomentador de transformações. A água nos tempos antigos era apontada como o manancial que conferia o princípio de todas as coisas visíveis e materiais. A existência da água sempre foi e sempre será, responsável pelo desenvolvimento e progresso da civilização humana (DUARTE, 2014).

Antigamente a qualidade da água era relacionada apenas com aspectos estéticos e sensoriais, como cor, gosto e odor. O interesse pela qualidade da água para a saúde pública só se tornou tema de pesquisa no final do século XIX e no início do século XX no qual as metodologias para melhoria da qualidade da água baseavam-se no emprego de técnicas como filtração, exposição ao sol e fervura (TONON, 2013). O conceito de qualidade da água é definido por uma ou mais características químicas, físicas ou microbiológicas (SILVA *et al.*, 2011) que podem influenciar sua apropriação para uso específico, ou seja, a relação entre a qualidade da água e as necessidades do desfrutador. Sendo assim, uma água é considerada de qualidade, conforme a finalidade a qual se deseja empregar.

A análise de qualidade de água fundamenta-se na comparação de características físicas, químicas e biológicas (OSHIRO; MARTINS, 2011) com os padrões estabelecidos por lei, visando os diferentes tipos de usos previstos (JUNIOR; OLIVEIRA, 2014). As características físicas estão relacionadas em geral aos sólidos existentes na água. As características químicas estão relacionadas a matéria orgânica ou inorgânica. Já

os seres vivos ou mortos identificados na água são categorizados nas características biológicas (VON SPERLING, 1996).

A utilização de parâmetros físicos - químicos para identificar a qualidade da água é uma forma de monitorar e extrair informações que podem evitar danos no corpo de água ao longo do tempo (GALDINO; TROMBINI, 2011). As características físicas exercem um forte impacto no funcionamento do ecossistema aquático e podem fornecer indícios sobre a qualidade da água. Esses parâmetros também podem indicar alterações químicas na água, levando a análises mais aprofundadas (VASCONCELOS, 2015).

A lista de parâmetros físicos para analisar a água compreende: Cor, sabor, odor, temperatura, turbidez, sólidos e condutividade elétrica. Os parâmetros químicos são: pH, dureza, alcalinidade, cloretos, ferro, manganês, fósforo, nitrogênio, fluoretos, oxigênio dissolvido, matéria orgânica, demanda bioquímica de oxigênio, demanda química de oxigênio, componentes inorgânicos e componentes orgânicos. E os parâmetros biológicos são: coliformes e algas (OSHIRO; MARTINS, 2011).

Na água bruta geralmente são realizadas as análises: Cor; pH; temperatura; odor; alcalinidade; matéria orgânica; oxigênio dissolvido; dióxido de carbono; ferro; manganês e dureza (SAMAE *et al.*, 200?). A seguir estão descritos os parâmetros pertinentes para este trabalho.

A importância dos parâmetros físico-químicos

A temperatura é um dos principais parâmetros na determinação da qualidade da água, porque influencia em algumas de suas propriedades como a densidade, viscosidade e oxigênio dissolvido, que produzem consequências sobre a vida aquática (SILVA, *et al.*, 2011). É preciso medir a temperatura no local, pois este parâmetro está sempre em alteração dinâmica. A condutividade elétrica representa a capacidade da água natural de transmitir corrente elétrica em função da presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em cátions ou ânions. A condutividade elétrica é relacionada ao teor de salinidade, sendo parâmetro relevante em regiões vulneráveis a altas taxas de evaporação e baixa intensidade pluviométrica (LIBÂNIO, 2016). A condutividade é medida em miliSiemens por metro ($1 \text{ mS.m}^{-1} = 10 \text{ mS.cm}^{-1}$) (MATTHIENSEN *et al.*, 2014). Em ambiente lânticos (lagos e represas), o aumento da condutividade elétrica fornece indícios da deterioração do manancial, como consequências do assoreamento e do aumento da evaporação, concentrando sais na água (SILVA, 2009). Além disso, medidas de condutividades são significativas na área de reuso de águas, principalmente na prática da irrigação, aquicultura e prevenção de corrosão (OLIVEIRA *et al.*, 1999).

O termo sólido é relativo à matéria que persiste como resíduo após a evaporação, secagem ou calcinação. Os sólidos podem interferir sobre a vida aquática na medida em que impedem a penetração da luz, induzem o aquecimento da água, provocando a diminuição da quantidade de oxigênio dissolvido no meio, ocasionando na perda dos organismos aquáticos aeróbios (LOUGON *et al.*, 2009). A Norma Brasileira de Regulamentação NBR 10664 (1989) classifica os sólidos em:

Sólidos totais; sólidos fixos; sólidos voláteis; sólidos em suspensão; sólidos em suspensão fixa; sólidos em suspensão voláteis; sólidos dissolvidos e sólidos sedimentáveis.

O potencial hidrogeniônico (pH) consiste na concentração dos íons H^+ nas águas e indica a intensidade das condições ácidas ou alcalinas do ambiente aquático. Pode influenciar no grau de solubilidade de algumas substâncias, na intensidade da cor, na distribuição das formas livres e ionizada de diversos compostos químicos. Nas águas naturais, o pH deve variar de 6,0 a 8,5, intervalo apropriado para a conservação da vida aquática (LIBÂNIO, 2016; ANA, 2005). O pH das águas naturais é alterado pelas concentrações de íons H^+ oriundos da dissociação do ácido carbônico, que resulta em baixos valores de pH e das reações de íons carbonato e bicarbonato com a molécula de água, que promovem aumento nos valores de pH na faixa alcalina (MISTURA, 2015).

A dureza é definida como a concentração de cátions multimetálicos em solução, como íons de Cálcio (Ca^{+2}), magnésio (Mg^{+2}), e em menor quantidade alumínio (Al^{+3}), ferro (Fe^{+2}), manganês (Mn^{+2}) e estrôncio (Sr^{+2}). A dureza total é calculada como a soma das concentrações de íons de cálcio e magnésio na água, que é referido como carbonato de cálcio. Pode ser classificada em dois tipos: dureza temporária e dureza permanente. A temporária é ocasionada pela existência de bicarbonatos de cálcio e magnésio. Possui a característica de ser resistente à ação dos sabões e acarreta incrustações. Os bicarbonatos pela influência do calor dissociam em gás carbônico, água e carbonos insolúveis que precipitam. Já a dureza permanente corresponde à presença de sulfatos, cloretos e nitratos de cálcio e magnésio. Diferentemente da dureza temporária, esta

não causa incrustações, porque seus sais são solúveis na água (BRASIL, 2014).

A principal origem da dureza nas águas é o seu caminho pelo solo, por conta da dissolução da rocha calcária pelo gás carbônico (CO_2) dissolvido na água (H_2O). A água da chuva em contato com o solo tem sua concentração de gás carbônico elevada, devido a decomposição da matéria orgânica. Esse gás reage com as moléculas da água, dando origem ao ácido carbônico (H_2CO_3), que promove a dissolução do carbonato de cálcio. A dureza deve ser expressa em mg. L^{-1} de carbonato de cálcio (CaCO_3) (KOSLOSKI *et al.*, 2015) e sua classificação vai de branda, em concentrações abaixo de 50 mg.L^{-1} , até muito dura com teor acima de 300 mg.L^{-1} . A Tabela 1 abaixo apresenta os parâmetros que classificam a dureza na água (LIBÂNIO, 2016).

A importância da análise de metais

Na poluição do ar, solo e água, os metais exercem uma influência significativa, interferindo na preservação da biota terrestre, aquática, e de forma direta ou indireta na vida dos seres humanos. A presença de metais é remetida aos processos naturais, como o intemperismo das rochas e carregamento dos solos, e aos processos artificiais que se correlatam com os resquícios das atividades antropogênicas (LEITE, 2004). Os elevados teores de toxicidade dos metais pesados relacionados com a sua capacidade de bioacumulação ao longo da cadeia trófica, representam a importância do estudo e da determinação das suas concentrações em ambientes aquáticos (ROCHA; AZEVEDO, 2015).

O termo metal pesado é dado aos elementos e às suas formas iônicas, que exibem densidade maior que 6 Kg.dm^{-3} . Treze metais são considerados como perigosos em capacidade tanto para a saúde humana, como para à biota aquática a saber: antimônio, arsênio, cádmio, cromo, berílio, chumbo, níquel, selênio, prata, tálio, zinco, mercúrio e cobre (FAIAL, 2009). Em águas naturais os metais pesados ou metais-traço apresentam-se sob diferentes formas químicas. Eles podem estar complexados com ligantes inorgânicos simples, até ligantes orgânicos complexos, sofrendo ainda influência das características físico-químicas do meio (pH, força iônica, potencial redox, presença de outros íons (MONTEIRO *et al.*, 2018).

Algumas técnicas analíticas são utilizadas para quantificar metais pesados com alta precisão e sensibilidade, como a espectrometria de absorção atômica (AAS) e a espectrometria de massas com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS) (MONTEIRO *et al.*, 2014).

A técnica da Espectrometria de Absorção Atômica com Chama

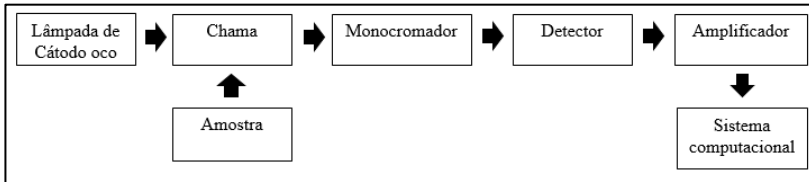
A espectrometria de absorção atômica com chama (FAAS- do inglês *Flame Atomic Absorption Spectrometry*) é uma técnica analítica que mede a concentração dos elementos, por meio da introdução de uma solução de amostra num atomizador, utilizando um sistema de nebulização. Foi desenvolvida em meados dos anos 1950 por Alan Walsh que publicou o seu trabalho na revista *Spectrochimica Acta* (RIBEIRO; ARRUDA; CADORE, 2002). Em 1959 o russo Boris V. L'vov aprimorou a técnica e formulou o conceito de atomização eletrotérmica

(ETA). Posteriormente elaborou um trabalho onde a amostra era colocada na superfície de um eletrodo móvel de grafite, depois introduzida em um eletrodo de grafite revestido com uma folha de tântalo, que era aquecido eletricamente. A técnica foi difundida e aperfeiçoada em anos posteriores (ANTONIO, 2008).

A instrumentação básica da FAAS é composta por uma fonte de emissão, que costuma ser uma lâmpada de catodo oco ou de descarga sem eletrodo; célula de absorção que é uma chama; monocromador; detector; amplificador e de um sistema de leitura, conforme a Figura 1 (BLANCO; NETO, 2015). Geralmente o acetileno é empregado como gás combustível e exige baixos níveis de fosfina e sulfureto de hidrogênio para gerar uma chama mais limpa praticamente livre de interferentes. O ar sintético e o óxido nitroso são frequentemente utilizados como gás oxidante e demandam de baixos níveis de água, hidrocarbonetos, monóxido de carbono e gás carbônico, visando assegurar a precisão analítica ideal (APLICAÇÕES, 1996).

Hoje o funcionamento deste dispositivo baseia-se em um feixe de luz oriundo de uma lâmpada baseada no elemento que se planeja analisar, e é direcionado por uma nuvem do elemento atomizado em uma chama ou cubeta do forno de grafite, deslocando-se por um monocromador até alcançar o detector. A quantidade de energia absorvida no comprimento de onda determinado é rigorosamente proporcional à concentração do elemento na amostra, obedecendo a lei de Beer-Lambert (ARINE, 2000).

Figura 12: Diagrama esquemático de um espectrofotômetro de chama



Fonte: Adaptado de Harris (2008)

Em pesquisas analíticas, a amostra na fase líquida é aspirada e nebulizada para produzir um aerossol, que constitui uma combinação da amostra com os gases combustíveis e comburentes. A mistura resultante é dirigida até a chama, com temperatura em torno de 2100°C a 2800°C e o analito é convertido ao estado atômico fundamental gasoso, onde absorve radiação de comprimento de onda específico. A radiação absorvida pode ser mensurada e pode-se definir sua quantidade por meio da curva de calibração (RIBEIRO, 2011). Os intervalos espectrais da absorção são estreitos, pois correspondem à largura da linha atômica emitida pela fonte de radiação, reduzindo as informações existentes sobre o ambiente espectral, levando a detecção de ordem de mg.L^{-1} (BORGES *et al.*; 2005). O equipamento é controlado por meio de um software, que possibilita o processamento total dos dados após a leitura, permitindo também criar métodos, análises e poder reprocessar os dados off-line, otimizar temperaturas de pirólise ou atomização, assim como volumes de amostra e modificador (PERLINELMER, 2011). A AAS é considerada uma importante técnica de determinação de metais, possuindo baixo custo de operação e baixa possibilidade de produzir interferentes espectrais (AMORIM *et al.*, 2008).

Dos metais de interesse

Apesar de o homem ter contanto com o cobre por meio da ingestão de alimentos e água, em altas concentrações o metal é capaz de produzir náusea, vômito, dor abdominal e diarreia. Em crianças a exposição prolongada por alimentos ou água contaminados pode produzir danos ao fígado (CETESB, 2012). Em águas naturais, o cobre frequentemente está presente em concentrações inferiores a $20 \mu\text{g.L}^{-1}$ e suas concentrações se elevam geralmente como resultados de processos industriais ou agrícolas.

A toxicidade do cromo depende de seu estado de oxidação, sendo o estado (VI) mais tóxico que o estado (III). Essa diferença ocorre porque o íon cromato ao receber três elétrons, converte-se no cromo (III), formando uma estrutura octaédrica e modificando suas interações diminuindo a sua toxicidade (ILBANEZ, 2002). Enquanto sua forma trivalente é indispensável para os seres humanos, fornecendo nutrientes para a manutenção do metabolismo da glicose, lipídeos e proteínas. A ingestão de elevadas concentrações de compostos de cromo (VI) acarreta falência renal aguda, além de poder causar dermatites, úlceras e perfurações no septo nasal (CETESB, 2012).

Numerosos na natureza, os compostos de ferro são constituintes da composição química de solo, matéria vegetal e rocha. Nas águas superficiais o nível de ferro se eleva na medida que se aumentam as estações chuvosas, devido ao carreamento de solos e de possíveis erosões para as margens. Pode ocorrer em solução aquosa, estado coloidal, complexos inorgânicos e orgânicos ou em partículas em suspensão. A existência de ferro na água propicia o crescimento de bactérias que usam o ferro

como forma de obter energia, provocando contaminação bacteriológica na água (CALDEIRA, 2008).

O manganês é encontrado em vários minerais e está distribuído em muitos ambientes geológicos, dissipado em uma abundância de rochas sob forma de dióxidos, silicatos e carbonatos (SAMPAIO, 2008). A sua solubilidade aumenta em pH baixos, sendo necessária cinética reacional alta para sua remoção (ROCHA; AFONSO, 2012).

O níquel é encontrado no solo, água, ar e biosfera. Na água é oriundo dos ciclos biológicos e da solubilização de compostos a partir do solo, além da sedimentação na atmosfera. Uma água não contaminada costuma conter cerca de 300 ng m³ de Ni (PIRES, 2017). Na água está presente como Ni²⁺ e às vezes como o carbonato de níquel II (NiCO₃) e pode estar dissolvido ou complexado com ligantes inorgânicos e outras partículas.

Identificado na natureza pela combinação com o enxofre, oxigênio, chumbo, cobre, prata e ferro (MEDEIROS, 2012), em água o zinco só é tóxico em concentrações muito elevadas (ATKINS; JONES, 2012), acima de 5,0 mg L⁻¹.

Metodologia da pesquisa

Os métodos analíticos empregados devem ser criteriosamente definidos a fim de se obter resultados autênticos. Para tanto, buscou-se executar os procedimentos conforme a literatura especializada, a fim de obter resultados com maior confiabilidade. É relevante ressaltar que variações relacionadas à coleta, armazenamento, ou até mesmo preparação das amostras para análises podem influenciar os resultados (ANA, 2011).

O presente estudo foi desenvolvido no município de Morrinhos - GO, nas dependências do Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos. Morrinhos é uma cidade brasileira localizada na região sul do Estado de Goiás, situada entre as coordenadas 17°43'54"S e 49°06'03"W. Possui um território de 2.976 km² e está na vertente goiana do Rio Paranaíba que é banhada pelos rios Piracanjuba e Meia Ponte, e pelos ribeirões Formiga, Monjolinho, da Divisa, Mimoso e outros menores (MORRINHOS, 2018). A área de estudo foi a represa do Tijuqueiro nas proximidades do Campus, situado entre a Br 153 e a GO 476. Esta represa abastece água para oito pivôs adjacentes, e para um pivô central de 0,1935 Km² em funcionamento dentro da Instituição. Foi fundada na década de 80 e possui 3 km de extensão (ROCHA, 2011).

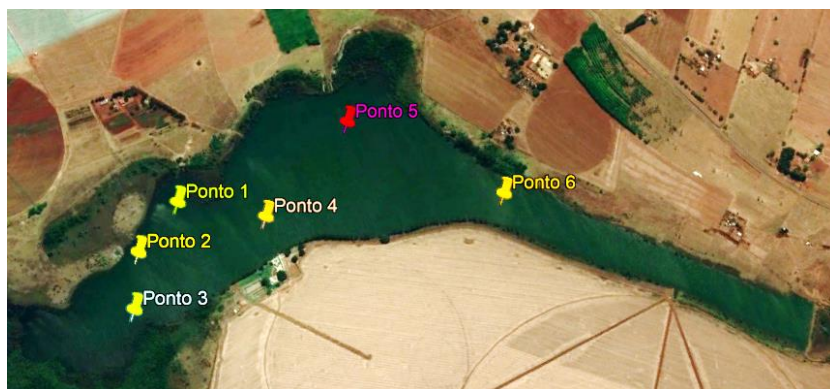
Ao longo do percurso da represa foram selecionados 6 (seis) pontos de coleta de amostras de água para avaliação e posterior caracterização da área examinada. Os pontos foram diversificados em função de analisar as peculiaridades sobre o ambiente estudado, ou seja, com o objetivo de analisar a homogeneidade do corpo hídrico, pois a qualidade de um corpo d'água pode variar conforme o local (espacial) (LEITE, *et al*, 2013). A Tabela 1 possui informações referentes a localização geográfica e a Figura 2 mostra a distribuição dos pontos de coleta da represa.

Tabela 1: Pontos de coleta e suas respectivas coordenadas geográficas.

Pontos de coleta	Coordenadas geográficas	
	Latitude	Longitude
Ponto 1	17°49'43.37"S	49°11'54.37"O
Ponto 2	17°49'47.04"S	49°11'59.82"O
Ponto 3	17°49'52.48"S	49°12'1.90"O
Ponto 4	17°49'47.73"S	49°11'45.98"O
Ponto 5	17°49'40.93"S	49°11'34.44"O
Ponto 6	17°49'53.36"S	49°11'21.20"O

Fonte: Os Autores

Figura 13: Vista aérea da represa do Tijuqueiro.



Fonte: Google Earth (2018)

Para a realização da coleta na represa foi utilizado como transporte um barco particular, já que alguns dos pontos estão localizados no meio do manancial. As amostras foram coletadas em garrafas esterilizadas de plástico transparentes de 2 litros. Mergulhou-se o frasco, completando-o por inteiro e deixando apenas um curto espaço vazio para homogeneização da amostra. As amostragens de águas superficiais foram coletadas no dia 30 de outubro de 2018, a partir das 14h00min. As amostras de água foram armazenadas em geladeira para análise das características físico-químicas e quantificação dos possíveis contaminantes químicos.

Procedimento experimental

Para o desenvolvimento e execução deste trabalho foram analisados em todas as amostras os seguintes parâmetros físico-químicos: Temperatura, pH, condutividade elétrica, dureza da água e o teor de sólidos totais. As análises foram realizadas nos laboratórios de Química do Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos, nos períodos matutino e vespertino, em dias distintos. Analisou-se a Temperatura no momento de coleta das amostras (*in situ*), utilizando um termômetro de mercúrio. As análises de pH foram realizadas por meio de um pHmetro, modelo Luca-210 da marca TECNOPON. O parâmetro da condutividade elétrica foi realizado por meio de um condutivímetro de bancada modelo CG1800 da marca GEHAKA.

O método utilizado para a análise de dureza da água foi a titulação complexométrica que se baseia na reação do ácido etilendiaminatetracético (EDTA), em concentração 0,01 mol.L⁻¹ padronizado, que forma quelatos solúveis (IAL, 2008). A titulação foi realizada até a mudança da coloração púrpura para azul e este procedimento realizado para todas as amostras em duplicata. O cálculo da dureza foi realizado utilizando-se a equação matemática 1:

$$= mg \text{ de } CaCO_3 \quad \frac{1000x V_1xA}{V_2} \quad (1)$$

Onde V_1 é o volume em mililitros (mL) da solução de EDTA gasto durante a titulação, A é a quantidade em miligramas de CaCO_3 equivalente a 1 mL da solução de EDTA 0,01 M. O termo V_2 expressa o volume de mililitros da amostra utilizado durante a titulação.

Análise do teor de sólidos totais

Para esta análise, alíquotas das amostras foram evaporadas em estufa a 150°C por 6 horas e o sólido restante pesado em balança analítica. O cálculo do teor de sólidos totais foi obtido então pela expressão matemática 2 onde A é a massa (resíduo seco + cápsula) em miligrama, B se refere a massa da cápsula vazia em miligrama e V é o volume da amostra em litros.

$$\frac{(A - B)}{V}$$

= *mg de Sólidos totais por litro* (2)

A análise de metais foi realizada na Central Analítica do Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos, utilizando-se um espectrômetro de absorção com chama, modelo A ANALYST 400 da marca PERKIN ELMER e todas as análises foram realizadas em triplicata pelo equipamento. As amostras isentas de sedimentos grossos foram preparadas e atomizadas por meio de uma câmara de nebulização, em conjunto com a ação do gás comprimido, Esse aerossol foi combinado com o gás acetileno antes de atingir o queimador. O detector registra os sinais transientes, distinguindo o sinal analítico do sinal de fundo e em conjunto com o microcomputador permitiu construir as curvas de

calibração, calcular as médias e os desvios padrão, determinando a concentração do elemento de interesse. A tabela 2 apresenta todos os resultados obtidos para os parâmetros analisados.

Os resultados dos parâmetros pH e o teor de sólidos totais obtidos estão de acordo com a Resolução do CONAMA 357/2005 (Classe 1) que estabelece atributos de qualidade de uso dessas águas para o consumo humano (tratamento simplificado) e animal, bem como para a irrigação de hortaliças que são consumidas cruas. O valor do pH deve estar de 6,0 a 9,0 e um teor máximo de 500 mg L⁻¹ de sólidos dissolvidos totais. Em todo os pontos amostrais os valores do pH encontram-se na neutralidade que é a faixa adequada para o crescimento da vida aquática, para a decomposição do material orgânico e conseqüentemente contribui para a autodepuração dos cursos d'água. Adicionalmente, estas águas não representam risco de corrosão para tubulações utilizadas em tratamento e irrigação, pois está dentro da faixa ideal entre 6,5-8,0 com limite inferior de 6,54 e o superior 7,04 apresentando-se dentro do intervalo apropriado (BERTOSI, 2014).

Tabela 2: Resultados de todos os parâmetros analisados.

Parâmetro	Amostras					
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6
PH	6,54	6,71	6,79	6,98	7,02	7,04
Condutividade (µs. cm⁻¹)	7,25	7,22	5,97	5,62	6,1	5,75

Teor de sólidos totais (mg.L⁻¹)		44±0, 2	54,0±0, 2	48,0±0, 2	63±0,3	43±0, 2	38±0, 2
Temperatura (°C)		28±0, 5	28±0,5	28±0,5	28,5±0, 5	28±0, 5	28±0, 5
Ca CO₃	Média (mg.L ⁻¹)	3,28	8,20	4,92	4,92	4,92	4,92
	Desvio Padrão	0	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31
	Erro (sm)	0	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67
Cu	Média (mg.L ⁻¹)	0	0	0	0	0	0
	Desvio Padrão	0.002 3	0.0026	0.0023	0.0019	0.001 1	0.001 8
	%RSD	20,13	25,13	20,13	15,23	8,98	12,49
Cr	Média (mg.L ⁻¹)	0.203	0.202	0.253	0.261	0,318	0,367
	Desvio Padrão	0.050 2	0.0126	0.0140	0.0268	0.039 7	0.036 7
	%RSD	24,70	6,24	5,53	10,26	12,49	12,08
Fe	Média (mg.L ⁻¹)	0,535	12,34	0,706	0,592	4,54	0.513
	Desvio Padrão	0.066 0	0,676	0.0994	0.0269	0.759	0.166 9

	%RSD	12,34	0,0745	14,08	4,54	0,0985	32,53
Mn	Média (mg.L ⁻¹)	0,104	0,103	3,55	0,110	0,113	0,096
	Desvio Padrão	0,0079	0,0036	0,110	0,0080	0,0305	0,0095
	%RSD	7,53	3,55	0,0143	7,24	27,00	9,86
Ni	Média (mg.L ⁻¹)	1,947	1,375	2,131	1,127	3,752	3,554
	Desvio Padrão	2,2371	0,6691	1,1154	1,7899	1,7493	1,5254
	%RSD	114,88	48,66	52,35	158,87	46,63	42,92
Zn	Média (mg.L ⁻¹)	0,08	0,09	0,019	0,015	0,010	0,008
	Desvio Padrão	0,0050	0,0036	0,0021	0,0045	0,0028	0,0007
	%RSD	59,95	40,8	10,57	30,82	28,66	8,74

Fonte: A autora

O baixo teor de sólidos dissolvidos totais aponta que há poucos sedimentos no corpo hídrico, constatando assim que provavelmente na área de estudo não ocorre o lançamento de despejo de esgotos em quantidades significativas e nem processos erosivos ou detritos orgânicos, visto que sua origem é decorrente principalmente de intemperismo e atividades antropogênicas (PAULA, 2011). Ademais, é importante para a manutenção do ecossistema aquático, que não haja uma alta concentração de sólidos na água, uma vez que podem causar malefícios aos peixes, reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo do manancial, aumentando a decomposição anaeróbica (DOURADO *et al.*, 2016).

A temperatura e a condutividade são parâmetros que não constam na Resolução 357/2005 e por meio destes parâmetros é possível compreender melhor a represa, pois são indicativos de fontes poluidoras, além de exercerem influência em outros parâmetros. As temperaturas dos pontos amostrais da água da represa estão abaixo dos 30 °C e possuem um comportamento similar em todos os pontos, entretanto, pode-se observar que o ponto 4 é seu limite superior, que pode ser justificado pela proximidade do local da coleta com tubulações que captam água, ou por estar perto de uma residência. Rocha (2011), ao analisar a água da represa, obteve uma temperatura média de 24,7 °C, muito concordante com os valores medidos na área deste estudo. O fato de a temperatura não estar alta é um indicativo de que não há despejo de resíduos antrópicos em quantidades elevadas.

A condutividade elétrica apresentou-se oscilante entre os pontos de coleta, principalmente a partir do ponto 3, onde se observa diminuição, o ponto 5 exhibe aumento e o ponto 6, diminuição novamente. A condutividade depende das concentrações iônicas e da temperatura e aumenta na medida que

mais sólidos dissolvidos são adicionados (ANA, 2005). O ponto 4 apresenta o maior teor de sólidos dissolvidos, com menor condutividade, e o ponto 5 e 6 possuem um baixo teor de sólidos dissolvidos e condutividade alta quando comparado aos outros pontos. Dessa forma os valores da condutividade analisados nos diversos pontos de coleta não exibem uma proporcionalidade com o teor de sólidos dissolvidos. Águas com condutividade elétrica superiores a $3,0 \times 10^3 \mu\text{S cm}^{-1}$ possuem restrições quanto ao uso em irrigação (AYERS; WESTCOT, 1991). Conforme os resultados da análise de condutividade, a água existente na represa está de acordo com as especificidades para a utilização em irrigação, não comprometendo a produção do cultivo de hortaliças da instituição.

A dureza das amostras de água é expressa em quantidade equivalente de CaCO_3 e pode se constatar que há uniformidade dos resultados desde o ponto 3. Conforme a classificação da dureza todas as amostras analisadas são classificadas como moles, pois possuem quantidades de CaCO_3 menor que 50 mg L^{-1} . No caso de água para abastecimento, o padrão de potabilidade estipula o limite de 500 mg L^{-1} e todas as amostras estão em conformidade com o previsto por lei (BRASIL, 2004). Na irrigação a dureza muito elevada pode acarretar formação de cristais no ducto de saída de água, podendo bloquear a passagem ou reduzir a vazão do emissor (ANTUNES, 2012). Por isso é relevante empregar uma água mole ou branda no processo de irrigação e a água da represa está em condições adequadas para este procedimento.

Os resultados dos parâmetros físico-químicos das amostras coletadas se assemelham aos encontrados por Ribeiro e colaboradores (2015, p. 3), que analisou em fevereiro de 2015 três amostras de água em um mesmo ponto de coleta na represa do

Tijuqueiro. Suas análises seguiram o *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*. Comparando nossos valores de condutividade com os resultados obtidos por Ribeiro e colaboradores (2015), percebe-se uma alta variação deste parâmetro de 2015 com os dias atuais. Essa diferença pode ser justificada por fatores como estações do ano, pH e temperatura. A condutividade da água também pode ser afetada ao entrar em contato com o solo por meio da represa, pois este pode fornecer íons de sódio, magnésio, carbonatos, cálcio e quanto maior a quantidade de íons presentes, maior a condutividade (STEPHENS, 2011). Essa discrepância entre os resultados pode ser indício de que ao longo do tempo pode ter ocorrido uma alteração na salinidade do solo.

As análises de metais presentes nas amostras de água, demonstraram que alguns não estão de acordo com a Resolução do CONAMA 357/2005 para Classe 1. Foram registrados níveis acima dos valores de referência para Fe, Cr e Ni em todos os pontos amostrais. As concentrações de Zinco de um modo geral foram baixas, os valores observados variam de 0,008 a 0,09 mg L⁻¹. Os valores nulos para o Cobre indicam que a fração desse metal é tão pequena, que o limite do equipamento não consegue realizar a leitura. No caso do zinco o ponto 1 e o ponto 2 apresentam as maiores concentrações que podem ser decorrentes da maior proximidade com a margem do que comparado com os outros pontos dado que o zinco se acumula mais superficialmente no solo (KABATA; PENDIAS, 2001). O valor máximo permitido estabelecido pelo CONAMA dispõe de 0,09 mg L⁻¹ de cobre e 0,18 mg L⁻¹ Zn. Para todas as amostras estudadas as quantidades de zinco estão dentro do padrão aceitável para água de classe 1. Dessa forma, este metal não oferece atualmente perigos eminentes de intoxicação ou de impactos ambientais de alta magnitude.

Em relação ao Manganês as medidas vão de 0,096 a 0,113 mg L⁻¹ e o órgão de fiscalização delimita um valor máximo de 0,1 mg L⁻¹. Portanto sua concentração está bem próxima do limite ou em quantidades levemente superiores podendo oferecer uma influência prejudicial para a qualidade do curso hídrico, sendo importante ressaltar que somente um ponto está dentro do padrão.

Para Ferro, Cromo e Níquel os valores encontrados não atendem as exigências do CONAMA. Os valores variam de 0,513 a 0,759 mg L⁻¹ para o Ferro; 0,202 a 0,367 mg L⁻¹ para o Cromo e 1,127 a 3,752 mg L⁻¹ de Níquel. Essas quantias representam cerca de 2 vezes maior que o permitido por lei para o Ferro, 4 a 7 vezes maior para o Cromo e de 45 a 150 vezes maior que o máximo estabelecido para o Níquel. Quantidades acima de 0,05 mg L⁻¹ de Cromo e 0,07 mg L⁻¹ de Níquel constituem ameaças para a vida humana, conforme a portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde que demarca o padrão de potabilidade das substâncias químicas que representam riscos à saúde. Para Menezes *et al* (2009, p. 694) os resíduos agrícolas são importantes fontes de contaminação de ferro para as águas, pois este é o constituinte de diversos agrotóxicos.

Em ambientes aquáticos as principais fontes de Cromo são as indústrias de galvanização, acabamento metálico, efluentes industriais, fábricas de produtos químicos inorgânicos, fertilizantes etc. (DITTERT, 2011). Vazamentos de líquidos que contenham cromo ou a incorreta disposição de resíduos sólidos como subprodutos do cromato (Cr₂O₄²⁻) podem contaminar o meio ambiente (STANIN, 2005, apud AGUIAR e GABRIEL, 2014). Já o níquel está presente no ambiente por meio de origem vulcânica, poeira do solo, incêndios florestais, e de origem antrópica por mineração, fundição e refino de níquel e queima de combustíveis fósseis (DANIEL, 2013). De acordo com Filho

(2008, p. 138) o uso intensivo de agroquímicos ocasiona em aumentos nos teores totais de níquel, que pode ser razão dos teores observados.

Para o alcance de dados mais detalhados seria interessante a realização de um maior número de análises e de um monitoramento mais aprofundado na região, pois os resultados apresentados indicam haver uma possível contaminação por alguns metais pesados nas águas superficiais da represa Tijuqueiro. Como se utiliza desta água para irrigar hortaliças que são consumidas dentro da Instituição, é primordial a adoção de medidas que visem a remoção dos metais contidos na água, pois podem propiciar inúmeras consequências para o meio ambiente e para o bem-estar da comunidade.

Considerações finais

O presente estudo foi realizado no intuito de avaliar a qualidade da água superficial da Represa do Tijuqueiro em Morrinhos- GO, buscando conhecer as reais condições da sua qualidade, já que é fonte de abastecimento do Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos. Foram realizadas análises no intuito de averiguar os parâmetros físico-químicos e a concentração de metais presentes na água estudada. Alguns resultados se mostraram irregulares quando comparados aos limites estabelecidos pela legislação brasileira. Conforme a Resolução CONAMA 357/05 a maior parte dos dados físico-químicos encontram-se dentro dos padrões, entretanto, alterações foram observadas para Ferro, Cromo e Níquel que apresentaram teores superiores aos limites permitidos pelo órgão ambiental.

Nesse sentido, a pesquisa demonstrou em seu escopo, que os altos níveis desses metais podem ser oriundos em sua maioria de contaminações antrópicas, que prejudicam a qualidade da água da irrigação e conseqüentemente interferem na saúde de seus consumidores. Além disso, os dados sobre os parâmetros físico-químicos se mostram adequados e decisivos na escolha do sistema de irrigação, dos equipamentos e do manejo da irrigação (VIEIRA,1989), o que aponta a necessidade de se informar outros usuários do corpo d'água da adequação dos equipamentos. Dessa forma, fica evidente que para a determinação mais aprofundada sobre a qualidade da água é necessário a realização de várias análises sazonais e a adoção de metodologias capazes de promover uma redução nos níveis desses metais presentes no corpo hídrico investigado.

Referências

ARAGUIAR, R. M.; GABRIEL, M. L. D. da. S. Remediação de Áreas Contaminadas por Cromo Hexavalente: Relato sobre Gerenciamento de Projeto. *Revista IPTEC*, [S.l.], v. 2, n. 1, p. 67-84, dec. 2014. ISSN 2318-9851.

AMORIM, F.A.C.; LOBO, I. P.; SANTOS, V. L.C. S.; FERREIRA, S. L. C. Espectrometria de absorção atômica: o caminho para determinações multielementares. *Quimica Nova*, [S.l.], v. 31, n. 7, 1784-1790, 2008.

ANA. *Cadernos de Recursos Hídricos*. Panorama do enquadramento dos corpos d'água. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF, 2005. 118 p.

ANA. *Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos*. Brasília: 2011. 325 p.

ANDRADE, F. S. de.; SILVA, A. M. da.; ARIDE, P. H. R.; OLIVEIRA, A. T. de. Análise físico-química e da microbiota da água do lago Macurany, Parintins, Amazonas. *Biota Amazônia – Open Journal System*, [S.l.], v. 6, n. 2, p. 132-134, jun. 2016. ISSN 2179-5746.

ANTONIO, R. F. *Avaliação da espectrometria de absorção atômica com atomização eletrotérmica em filamento de tungstênio para determinação de arsênio em águas*. 2008. 101 p. Dissertação (Mestre em Ciências) - Centro de energia nuclear na agricultura- Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

ANTUNES, J. V. M.; CARMINATE, B.; BONOMO, R.; OLIVEIRA, M. A. Análise físico-química da qualidade da água do rio Cricaré para utilização na irrigação de hortaliças. *Revista Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, v. 8, n. 15, p. 2404, 2012.

APLICAÇÕES em laboratórios de análises. [S.l.], 1996. Disponível em: <http://www.airproducts.com.br/Industries/Analytical-Laboratories/analytical-lab-applications/product-list/atomic-absorption-aa-spectroscopy-analytical-laboratories.aspx?itemId=2314337BF1BA46C289EB3A63B05221AF>. Acesso em: 19 dez. 2018.

ARINE, D. R. *Análise de águas de superfície e sedimentos de rios da região de Iperó, SP, por espectrometria de absorção atômica e por ativação neutrônica*. 2000. 138 p. Dissertação (Mestre em Ciências na Tecnologia Nuclear) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

ATKINS, P. W.; JONES, L. *Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente*, 5ed., Porto Alegre: Bookman, 2012.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D.W. *A qualidade de água na agricultura*. 2. ed. Campina Grande: UFPB, FAO, 1999, 153 p.

BARROSO, A. de. A.; GOMES, G. E.; LIMA, A. E. de. O.; PALÁCIO, H. A. de.; LIMA, C. A. Avaliação da qualidade da água para irrigação na região Centro Sul no Estado do Ceará. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, PB, v. 15, n. 6, p. 588–593, 2011.

BERGAMASCO, A. M. D. D.; SÉKULA, C.; DANIEL, M. H. B.; QUEIROZ, F. B.; CABRIL, A. R. *Contaminantes químicos em águas destinadas ao consumo humano no Brasil*. Caderno Saúde Coletânea, Rio de Janeiro, p. 479-86, 2011.

BERTOSSI, A. P. Cobertura do solo e qualidade de águas para fins de irrigação. *Comunicata Scientiae*, Bom Jesus, v. 5, n. 2, p. 178-186, Abr./Jun, 2014.

BLANCO, A. L. P.; NETO, A. A. Caracterização Química de Minérios, Concentrados e Rejeitos por Espectrometria de Absorção Atômica, [S.l.], 2015. Disponível em: http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/1812/1/10%20-%20Ana_Blanco_JPCI_2015%20impresso.pdf. Acesso em: 05 jan. 2019.

BORGES, D. L. G; CURTIUS, A. J; WELZ, B; HEITMANN, U. Fundamentos da espectrometria de absorção atômica de alta resolução com fonte contínua. In: V Jornada do Programa de Capacitação Interna – CETEM. *Anais eletrônicos[...]*, [S.l.], 2005. Disponível em: http://www.ufjf.br/baccan/files/2011/05/HRAAS_1.pdf. Acesso em: 05 jan. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de saúde. *Manual de controle da qualidade de água para técnicos que trabalham em ETAs*. Brasília: Funasa, 2014.

BRASIL, Ministério da Saúde. *Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011*. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 518 de 25 de março de 2004. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília. 26 de março de 2004, p. 266-270.

CANDIDO, L. de. O. *Avaliação do índice de qualidade das águas na área urbana da bacia hidrográfica do rio mourão, paraná*. 2015. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Ambiental) - Departamento Acadêmico de Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2015.

CALDEIRA, F.; ANDRADE, A.; SOUSA, P.; PEREIRA, F. *Determinação do Ferro em Solução em várias Águas Naturais*, Porto, 2008. Disponível em: https://curriculumvitaeandreandrade1987.weebly.com/uploads/1/0/4/0/10405053/determinao_do_ferro_em_soluo_em_varias_aguas_naturais.pdf. Acesso em: 18 dez. 2018.

DANIEL, L. A. *Meio ambiente e saúde pública*. In: CALIJURI, M.do. C; CUNHA, D. G. *Engenharia ambiental: Conceitos, tecnologia e gestão*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

DITTERT, I. M. *Remoção de espécies de cromo em águas contaminadas utilizando alga marinha como adsorvente*. 2011.132 p. Tese (Doutorado em Engenharia Química) -Universidade Federal de Santa Catarina - Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos, Florianópolis, 2011.

DOURADO, A. A.; SOARES, A. S. S.; TORRES, F. S.; SILVA, A. R. S. Avaliação da qualidade e classificação das águas naturais da barragem engº Luiz Viera e do Rio Brumado nos municípios de Rio de Contas-BA e livramento – BA através da análise físico-química e ambiental. In: XIII Congresso nacional de meio ambiente de poços de caldas. *Anais eletrônicos[...]*, [S.l.], 2016. Disponível em: <http://www.meioambientepocos.com.br>. Acesso em: 14 jan. 2019.

DUARTE, H. A. Água -uma visão integrada. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, [S.l.], n. 8, p. 4-8, 2014.

FAIAL, K. do. C. F. *Avaliação físico-química e determinação de metais em sedimento de*

fundo e água superficial do rio Murucupi em Barcarena no estado do Pará. 2009. 124 p.

Dissertação (Mestrado em Química) - Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará, Belém, 2009.

FILHO, H. B. *Contribuições naturais e antropogênicas para a concentração e distribuição de metais pesados em água superficial e sedimento de corrente na bacia do rio do formoso, município de BURITIZEIRO – MG.* 2008. 234 p. Tese (Doutorado em Geologia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

GALDINO, N. S.; TROMBINI, R. B. Análise físico-química da água do córrego Japira, localizado na cidade de Apucarana-PR. *Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa*, [S.l.], v. 27, n. 53, p. 67-76, jul. 2018. ISSN 0104-8112.

HARRIS, D. C. *Análise Química Quantitativa.* 7. ed, Rio de Janeiro: LTC, 2008, 886 p.

IAL -INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Métodos físico-químicos para análise de alimentos.* Coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

JÚNIOR, N. de. S. M. *Qualidade de água destinada ao consumo humano em instituições de educação infantil na zona rural de Lagoa Seca/PB.* 2012. 39 p. Trabalho de Conclusão do Curso (Curso em Agroecologia) - Departamento de Agroecologia e Agropecuária- Universidade Estadual da Paraíba, Lagoa Seca- PB, 2012.

JUNIOR, E. G.; OLIVEIRA, V. de. P.S. de. Influência de empreendimentos hidrelétricos na qualidade da água: análise dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos do rio itabapoana, sudeste brasileiro. *Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro*

Lamego, Campos dos Goytacazes/RJ, v. 11, n. 1, p. 29-41, jan./jun, 2017.

KABATA, A.; PENDIAS, H. *Trace elements in soils and plants*. 3. ed. Boca Raton: CRC Press, 2001. 413 p.

KOSLOSKI, V. R.; MEMLAK, D. M.; PIGATT, J.; CAREZIA, L. R. B. Determinação do método de qualidade de dureza total em água. *Revista Banas Qualidade*, [S.l.], p. 100-103, 2015.

LEITE, M. A.; ESPINDOLA, E. L. G.; DORNFELD, C. B.; TONISSI, F. B. *Quantificação de metais na água do reservatório de Salto Grande (Americana, SP)*. In: Evaldo L. Gaeta Espíndola; Mauricio Augusto Leite, Carolina Buso Dornfeld. (Org.). Reservatório de Salto Grande (Americana, SP): caracterização, impactos e propostas de manejo. São Carlos: Rima, 2004, v.1 p. 55-70.

LEITE, M. S. B.; BARROS, F. B.; SILVA, D. P.; JESUS, F. W. A. de. J.; CARVALHO, S. R. de. Coleta de água: amostragem em ambientes lóticos. *Enciclopédia biosfera*, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 9, n.16 p. 2136, 2013.

LIBÂNIO, M. *Fundamentos de qualidade e tratamento de água*. 4. ed. Campinas: Átomo, 2016.

LOUGON, M. S.; ROCHA, S. A.; GUIMARÃES, H. F.; LOUZADA, F. R, O.; GARCIA, G.de. O. Caracterização dos sólidos totais, fixos e voláteis nas águas residuárias geradas pela lavagem dos frutos do cafeeiro. In: XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IX Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba. *Anais eletrônicos[...]*, [S.l.], 2009. Disponível em: http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2009/anais/arquivos/RE_0142_1112_01.pdf. Acesso em: 02 dez. 2019.

MEDEIROS, M. de. A. Zinco. *Química Nova na Escola* (Impresso), [S.l.], v. 34, p. 159-160, 2012.

MENEZES, J. M.; PRADO, R. B.; JUNIOR, G. C. da. S.; MANSUR, K. L.; OLIVEIRA, E. dos. de. Qualidade da água e sua relação espacial

com as fontes de contaminação antrópicas e naturais: bacia hidrográfica do rio São Domingos – RJ. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 29, n. 4, p. 687-698, out./dez, 2009.

MISTURA, M. *Caracterização e Monitoramento da qualidade de água do lago municipal de Dois Vizinhos, Lago Dourado*. 2015. 79 p. Trabalho de Conclusão de curso (Curso de Licenciatura em Química) - Universidade Federal da Fronteira Sul Campus Realeza, Realeza, 2015.

MONTEIRO, S.; RIBEIRO, L.; FONSECA, W.; TAKEUCHI, R.; SANTOS, A. A. Determinação de Chumbo em Águas de Abastecimento Utilizando Filmes de Bismuto Crescidos in situ Sobre Eletrodos de Pasta de Carbono. *Orbital: The Electronic Journal of Chemistry*, North America, 6, abril, 2014.

MONTEIRO, A. S. C.; GOVEIA, D.; ROTUREAU, E.; ROSA, A. H.; MASINI, J. C.; PINHEIRO, J. P. Especificação dinâmica de metais traço em ambiente aquático usando cronopotenciometria de redissolução anódica. *Química Nova*, São Paulo, v. 41, n. 7, p. 796-809, Julho, 2018

MORRINHOS (GO). *Prefeitura*, [S.l.], 2018. Disponível em: http://morrinhos.go.gov.br/site/?page_id=20. Acesso em: 06 jan. 2019

OLIVEIRA, R. de.; SILVA, S. A.; JÚNIOR, G. B. A.; SILVA, S.T.A. Relação entre condutividade e sólidos totais dissolvidos em amostras de esgoto bruto e de lagoas de estabilização. *In: 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais eletrônicos[...]*, João Pessoa, 1999. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/brasil20/i-156.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2019.

OSHIRO, A. N.; MARTINS, C. *Estudo da qualidade da água do ribeirão Guaratinguetá*. 2011. 63 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Graduação em Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá) - Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2011.

PAULA, S. M. *Qualidade da água do rio Dourados-MS – parâmetros físico-químicos, microbiológicos e higiênico sanitários*. 2011. 87 p. Dissertação (Ciência e Tecnologia da Ciência Ambiental) - Universidade de Federal da Grande Dourados- Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia, Dourados-MS, 2011.

PIRES, P. A. V. *Implementação e validação da determinação de níquel em alimentos por absorção atômica de chama*. 2017. 71 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Segurança alimentar) - Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa, 2017.

PIRES, A. C. A.; FIELD'S, K. A. P. *Estudo do tratamento e dos parâmetros de potabilidade da água: um enfoque químico para o Ensino Médio*, [S.l.], 2010. Disponível em: <http://www.sbq.org.br/eneq/xv/resumos/R0840-2.pdf>. Acesso em: 19 dez. 2018.

RIBEIRO, A. S.; ARRUDA, M. A. Z.; CADORI, S. Espectrometria de Absorção Atômica com Atomização Eletrotérmica em Filamento de Tungstênio. *Química Nova*, [S.l.], v. 25, n. 3, 396-405, 2002.

RIBEIRO, G. da. C. *Desenvolvimento de uma metodologia de pré concentração e determinação de Níquel (II) em matrizes alcoólicas utilizando cascas de mexerica (Citrus reticulada Blanco) como bioadsorvente*. 2011. 71p. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

RIBEIRO, E. A.; FELÍCIO, C. M.; MENEZES, I. B.; SANTOS, M. V. C.; MARTINS, M. R.; BOÊNO, J. A. *Determinações físico-químicas da água da microbacia do Tijuqueiro*. In: 5º Simpósio de Segurança Alimentar da Água da Microbacia do Tijuqueiro. *Anais eletrônicos[...]*, [S.l.], 2015. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/sbctars-eventos/gerenciador/painel/trabalhosversaofinal/SAM241.pdf>. Acesso em: 19 jan.2019.

RIBEIRO, L. G. G.; ROLIM, N. D. Planeta água de quem e para quem: uma análise da água doce como direito fundamental e sua valoração

mercadológica. *Revista Direito Ambiental e sociedade*, [S.l.], v. 7, n. 1, p. 7-33, 2017.

ROCHA, A. A. *Monitoramento de agrotóxicos em áreas irrigadas por pivô central na microbacia doTijuqueiro, município de Morrinhos, Goiás*. 2011. 145 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

ROCHA, C. H. B.; AZEVEDO, L. P. de. Avaliação da presença de metais pesados nas águas superficiais da Bacia do Córrego São Mateus, Juiz de Fora (MG), Brasil. *Revista Espinhaço*, [S.l.], 33-44, 2015.

ROCHA, R. A. da; A, J. Manganês. *Química Nova na Escola*, [S.l.], v. 34, n. 2, p. 103-105, 2012.

SAMAE. *Operador de estação de tratamento de água e esgoto*, [S.l.], 2007. Disponível em: www.samaecaxias.com.br/Concurso/.../Apostila%20Operador%20ETAE.pdf/. Acesso em: 06 jan.2019.

SAMPAIO, J. A.; ANDRADE, M. C. de.; DUTRA, A. J. B.; PENNA, M. T. M. *Manganês* [S.l.], 2008. In: Rochas e Minerais Industriais – CETEM/2008, 2. ed. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/1117/1/28.%20MANGAN%C3%8AS.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2019.

STEPHENS, T. *Manual sobre pequenas barragens de terra; guia para a localização, projeto e construção*. Roma: FAO, 2011. 120 p.

SILVA, I. N.; FONTES, L. de. O.; TAVELLA, L. B.; OLIVEIRA, J. B.; OLIVEIRA, A. C. Qualidade de água na irrigação. *ACSA - Agropecuária Científica no Semi-Árido*, [S.l.], v.07, n. 3, p. 01-15, julho/set, 2011.

SILVA, G. C. das. V. *Avaliação Crítica da Qualidade das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Joanes*. 2009.172 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

TONON, L. A. C.; BRANCO, I. G.; SELOIN, V.J; BERGAMASCO, R.; MADRONA, G. S.; MOURA, M. M.; SCAPIM, M. R. da. S. Análise de parâmetros de qualidade da água para consumo humano. *Revista Tecnológica Maringá*, [S.l.], v. 22, p. 35-41, 2013.

VASCONCELOS, A. S. B. *Estudo da qualidade da água do Rio Ave: relevância da relação entre indicadores microbiológicos, macroinvertebrados e parâmetros físico-químicos*. 2015. 205 p. (Mestrado em Biologia e Gestão da Qualidade de Água) - Faculdade de Ciências- Universidade do Porto, 2015.

VIEIRA, D. B. *As técnicas de irrigação*. São Paulo: Globo, 1989. 263 p.

VIANA, L. G.; DIAS, D. F. dos. S.; OLIVEIRA, V. de. P. S. de.; MOREIRA, M. A. C. Índice de Qualidade da Água (IQA) da Lagoa do Taí, São João da Barra, RJ. *Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego*, Campos dos Goytacazes/RJ, v. 7 n. 2, p. 199-219, jul. /dez. 2013.

VILELA, M. A. M. A. *Metodologia para monitoramento da qualidade da água de reservatórios utilizando o sensoriamento remoto*. 2010.123 p. Dissertação-Faculdade de Engenharia Civil- Universidade Federal De Uberlândia, Uberlândia, 2010.

VON SPERLING, M. *Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias* – Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos, v.1. 2ed. Minas Gerais: ABES 1996.

PAISAGEM E RURALIDADE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO GABRIEL (ITUUTABA, MG)

*Colignon Junio Freitas
Anderson Pereira Portugal*

Introdução

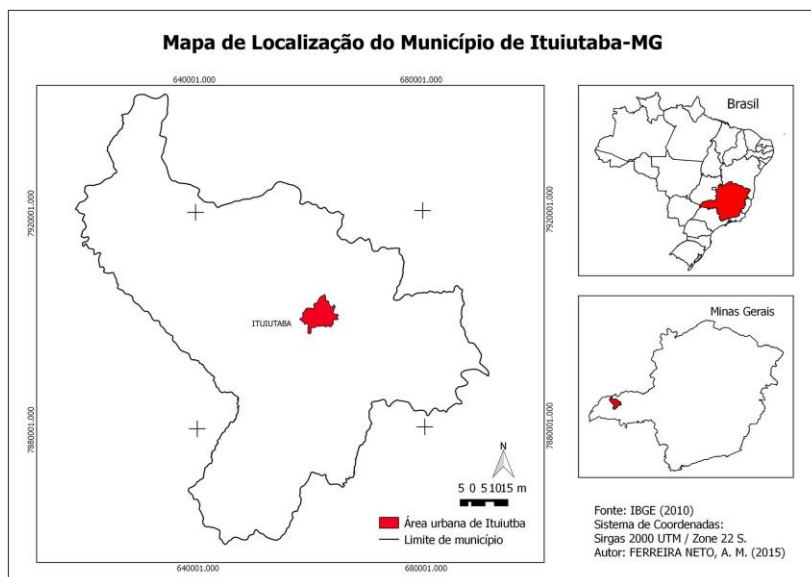
O presente trabalho tem por objetivo apresentar os resultados parciais de um diagnóstico rural iniciado em 2014 e finalizado em 2020 (PORTUGUEZ, 2020). A pesquisa se referiu a uma série de dados sobre 7 bacias hidrográficas localizadas no município de Ituiutaba, MG. Porém, neste artigo, trabalharemos o recorte de uma dessas bacias, a do rio São Gabriel - BHRSG (bacia hidrográfica do rio São Gabriel).

Ituiutaba se localiza no Pontal do Triângulo Mineiro, na porção mais a oeste do estado de Minas Gerais, há cerca de 670 km da capital Belo Horizonte. Possui população de aproximadamente 110 mil habitantes (estimativa IBGE, 2020), sendo que a maior parte de seus habitantes (mais de 95%) reside na área urbana. Trata-se de uma cidade de médio porte que atua como principal pólo urbano do Pontal do Triângulo Mineiro e satelitiza Uberlândia (há 127 km), maior centro regional de todo o Triângulo Mineiro.

O município de Ituiutaba (figura 1) possui uma área rural extensa. Nela se destaca o rio Tijuco e seu principal afluente, o rio da Prata. Ambos pertencentes à bacia do rio Paranaíba, cujo

leito principal banha uma pequena área fronteira no extremo norte do território municipal, onde limita-se com o Estado de Goiás.

Figura 1: Estado de Minas Gerais: Localização do Município de Ituiutaba e sua área urbana.



Autor: FERREIRA NETO, A. (2015)

Ituiutaba possui paisagens naturais diversificadas (transição entre Cerrado e Mata Atlântica, com veredas e rios encachoeirados) e com produção agropecuária voltada para as indústrias sucroalcooleira, silvicultura, de laticínios, de alimentos (frigoríficos) e outras. É, portanto, um território típico do agronegócio, que atualmente encontra-se em expansão no

Cerrado brasileiro. Ao todo, o município de Ituiutaba possui 2.598 km² (FONSECA E SANTOS, 2009).

Daí a necessidade de se estudar o rural ituiutabano, pois o avanço das atividades agroindustriais tem provocado profundas transformações na paisagem, impactando de forma marcante e decisiva a qualidade ambiental em escala regional. Este estudo, portanto, é uma contribuição da Geografia ao debate ambiental no município, pois a BHRSG é pouco conhecida, pouco estudada e se localiza em um setor distante da sede municipal, o que a torna invisibilizada nas políticas públicas locais.

Para atingir os resultados esperados foi proposta uma metodologia que se iniciou pelo levantamento bibliográfico que contemplou temas sobre o espaço rural, os processos de apropriação e ocupação do Cerrado mineiro, a dinâmica ambiental ituiutabana, entre outros temas. Para esta etapa foi útil a leitura de livros, textos, artigos e dissertações de mestrado e teses de doutorado de diversos autores.

Outra etapa da pesquisa consistiu na realização de um trabalho de campo na área de estudos para cobertura fotográfica da BHRSG, que possui oficialmente 44 propriedades rurais, das quais visitamos 41. Esta diferença para menor se deu em função da unificação de algumas propriedades produtoras de cana-de-açúcar, fato comum no território produtivo da indústria sucroalcooleira (MATOS e PESSÔA, 2011).

7 das propriedades estavam fechadas, de forma que não foi possível coletar dados junto aos seus moradores durante a campanha de campo de dezembro de 2019. No total, conseguimos aplicar questionários e fotografar 34 propriedades (82,9% do universo) na BHRSG.

Em campo, realizamos um estudo descritivo-analítico de corte transversal (ou de prevalência) por meio de um questionário semiaberto cujas perguntas tratam de temas relacionados ao perfil social, saúde, meio ambiente e educação ambiental na BHRSG. Ao todo, foram 85 dados diferentes coletados com a utilização do referido instrumento.

Realizamos ainda algumas entrevistas abertas com moradores, produtores e comerciantes que vivem na BHRSG, além da análise do material cartográfico disponível, que nos auxiliou a compreender como se dá o uso e a ocupação do espaço na bacia estudada. Por fim, foi realizada a sistematização e análise dos dados no ano de 2020, quando os resultados da pesquisa foram encaminhados para o CNPq, a agência financiadora.

Bacia Hidrográfica do Rio São Gabriel.

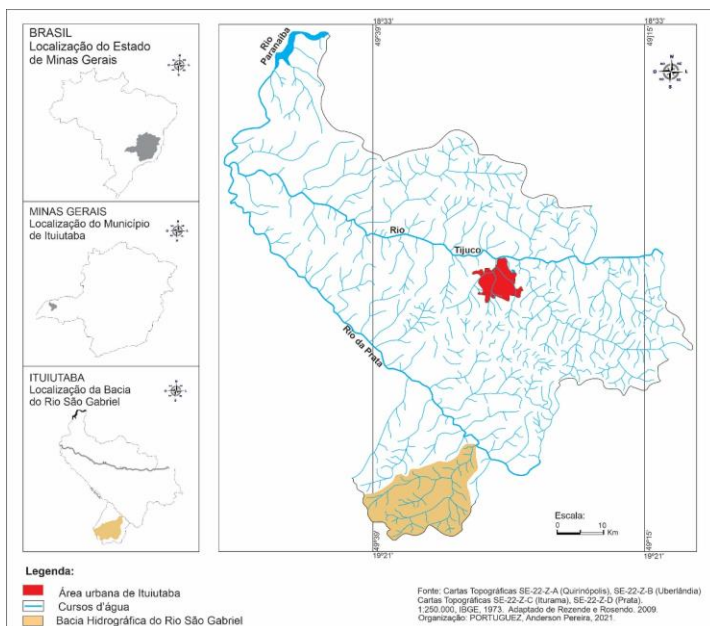
Do ponto de vista físico, a bacia hidrográfica do rio São Gabriel (figura 4) é uma das mais interessantes, pois além de extensa, o rio apresenta um volume representativo de água, sendo um dos afluentes mais importantes do rio da Prata no município de Ituiutaba. É um rio encachoeirado em toda sua extensão (figuras 2 e 3), o que o torna atrativo para práticas de contemplação lazer e, potencialmente, turismo.

Figuras 2 e 3: Cachoeiras e corredeiras do rio São Gabriel.



Fonte: Acervo da pesquisa. Foto de Colignon Junio Freitas (2019).

Figura 4: Município de Ituiutaba, MG: localização geográfica da bacia hidrográfica do rio São Gabriel.



Fonte: Banco de dados da pesquisa. Org: Portuguez (2021).

O rio São Gabriel, ao que parece, era bem mais largo no passado. Em campo identificamos no médio curso que ele chegou a ter 3 vãos de ponte por volta da década de 1950 (figura 5). Mas hoje o rio corre tranquilo por baixo de apenas um vão, de idade mais recente (década de 1990) que a velha ponte seca (em ruínas), que ainda hoje se faz presente na paisagem.

Figura 5: Ruínas da antiga ponte sobre o rio São Gabriel.



Fonte: Acervo da pesquisa. Foto de Colignon Junio Freitas (2019).

A geomorfologia desta bacia apresenta terrenos suavemente ondulados, com vales de córregos bem encaixados e ocorrência de alguns morros residuais (figuras 6 e 7). É a bacia

mais ao sul de Ituiutaba, na divisa com os municípios de Campina Verde e Gurinhatã. Devido ao seu relevo mais aplainado a mecanização chegou com força nesta bacia, onde se vê claramente a territorialização do agronegócio (cana-de-açúcar, pecuária leiteira e silvicultura do eucalipto).

Em campo, constatamos que o Cerrado encontra-se bastante fragmentado, assim como alguns trechos de matas ciliares. Tal fato é comum nas áreas onde o agronegócio se apropriou do espaço no Cerrado (RESENDE e ROSENDO, 2009). Porém, ainda é possível observar muitas espécies animais típicas desse domínio, assim como bosques relativamente bem preservados.

Figuras 6 e 7: relevo aplainado e fragmentação do Cerrado na BHRSG.



Fonte: Acervo da pesquisa. Foto de Colignon Junio Freitas (2019).

Perfil sociocultural

A população da BHRSG é pequena, não ultrapassando 5 dezenas de moradores(as). É interessante salientar que essa é a

única bacia que possui uma sede distrital, oficialmente chamada de Crucilândia, mas popularmente é conhecida como “Bastos” (figuras 8 e 9).

Bastos é localmente apelidada de “7 moradas”, pois das casas existentes na vila, apenas 7 são habitadas, por aproximadamente 12 moradores(as) no total. No passado, a comunidade foi muito maior, mas com o abandono político e a proximidade com outros centros urbanos (Campina Verde e Gurinhatã), aos poucos as famílias foram se mudando ao ponto de a vila ser hoje quase que desabitada. A escola municipal, que está abandonada, já teve mais de 80 alunos(as) e pelo que apuramos em campo, o vilarejo já chegou a ter mais 150 moradores(as).

Araújo (2020) nos alerta para outro fator que não pode ser esquecido, que é o caráter mecanizado da lavoura canavieira, que desocupou muitos trabalhadores rurais, precarizando suas condições de existência. Tal fato, na área estudada, os incentivou a se mudarem para as sedes municipais de Ituiutaba, Gurinhatã, Prata e Campina Verde e outras.

Figuras 8 e 9: Distrito de Cricilândia/Bastos



Fonte: Acervo da pesquisa. Foto de Colignon Junio Freitas (2019).

Do ponto de vista cultural, esta bacia merece algumas notas. Junto à “Ponte Seca”, há um altar de culto à Nossa Senhora (catolicismo popular) em área de mata ciliar, em propriedade privada. É interessante observar que as Folias de Reis e as rezas de terços são importantes para a população de Ituiutaba, pois este tipo de manifestação foi encontrado em outras comunidades rurais ituiutabanas, como as do Córrego Santa Rita, do Ribeirão São Vicente e no Córrego do Baú.

Turismo e lazer.

O turismo rural vem sendo estudado mais detidamente no Brasil desde a década de 1990. O agroturismo e o turismo rural são atividades importantes para promover o desenvolvimento regional e valem-se dos recursos paisagísticos típicos de cada recorte espacial (PORTUGUEZ, 2017).

Não constatamos atividades turísticas na BHRSG. Porém, o rio da Prata, com seus saltos e praia fluvial fica entre a sede do distrito de Crucilândia e Ituiutaba. Há ali, sim, um fluxo turístico e recreativo muito representativo. Desta maneira, há a possibilidade de inserir as cachoeiras do São Gabriel, suas capelas e altares no espaço rural em um interessante circuito, que pode inclusive explorar o turismo rural em propriedades da bacia. Caso haja este tipo de uso no futuro, as redes hoteleiras e de alimentação de Gurimhatã e Campina Verde podem se beneficiar mais dos recursos paisagísticos locais, pois são sedes municipais mais próximos da BHRSG que a sede municipal de Ituiutaba (respectivamente 28 km, 35 km e 50 km).

A bacia também é favorecida por ter sua cabeceira junto ao entroncamento das rodovias BR154 e BR 364, de forma que o acesso se dá de forma fácil e segura, mesmo em tempos chuvosos.

Em relação ao lazer, a vila de Bastos oferece estruturas que são utilizadas pelos residentes como locais de socialização e lazer: igreja, 2 bares-mercearias, campo de futebol e outros.

Perfil produtivo

Quatro atividades produtivas se destacam na BHRSG: Cana-de-açúcar, pecuária leiteira extensiva, produção de soja e silvicultura de eucalipto (figuras 10 1 a 13).

Em áreas mais próximas à Rodovia BR154. Os rebanhos, que ocupam a maior parte das áreas mais remotas da bacia são criados em pastagens extensas e sujeitas aos regimes de secas prolongadas, típicas do clima tropical de áreas intra-continentais, como é o caso do Brasil Central. Há pouca produção de alimentos para consumo imediato. Com exceção de algumas hortaliças cultivadas para a alimentação dos caseiros, não foi possível detectar cultivos comerciais representativos de gêneros hortifrutigranjeiros na bacia.

O eucalipto produzido se presta ao abastecimento de uma importante indústria de material escolar (lápiz) localizada no município de Prata. A cana de açúcar abastece as usinas sucroalcooleiras de Ituiutaba e região. Observamos ainda alguns poucos plantios de mandioca, milho, soja e sorgo.

Figuras 10 a 13: Na sequência, pecuária leiteira, canaviais e silvicultura do eucalipto na BHRSG.



Fonte: Acervo da pesquisa. Foto de Colignon Junio Freitas (2019).

Infraestrutura do território

No ano de 2020, concluiu-se o acesso pavimentado à sede municipal de Ituiutaba. Atualmente, toda a extensão da BR 154 entre Ituiutaba e a Rodovia BR 364 foi asfaltada, faltando apenas reparos e pavimentação de um curto trecho de ponte. As estradas rurais são largas e servem ao deslocamento dos caminhões de cana-de-açúcar e leite. Em épocas de chuvas, alguns trechos apresentam dificuldades para a circulação de veículos (figuras 14 e 15).

Registramos reclamações sobre os serviços de telefonia, salvo no Distrito de Crucilândia. Porém o abastecimento de energia elétrica foi considerado eficiente pelos(as) produtores(as) entrevistados.

Figuras 14 e 15: Características da infraestrutura do território na BHRSG.



Fonte: Acervo da pesquisa. Foto de Colignon Junio Freitas (2019).

Saúde ambiental e usos da água

Camello, Garcia e Araújo (2009) nos alerta para a necessidade de o poder público dedicar maior atenção às questões relativas à saúde ambiental, assim como à vigilância em saúde, pois são fatores cruciais para assegurar uma melhor qualidade de vida para as sociedades. Em nosso estudo, dedicamos maior atenção à questão do consumo da água, geração de esgoto e destinação de resíduos.

Na BHRSG a água é captada predominantemente de poços artesianos para o abastecimento das residências, dessedentação de animais e irrigação de lavouras. Em alguns

poucos casos ocorre captação em nascentes ou no leito dos córregos.

A destinação do esgoto, porém, mostrou-se problemática. Embora os biodigestores sejam uma exigência da Prefeitura e de órgãos ambientais estaduais, observamos que em muitas propriedades existem pontos de esgoto correndo a céu-aberto e ainda existem foças rudimentares que favorecem a proliferação de insetos e exalam mau odor.

O uso recreativo das cachoeiras gera duas questões que precisam ser analisadas com mais atenção. A primeira se refere ao risco à saúde dos banhistas, pois o descarte de esgoto nas águas dos córregos afluentes do rio (e nele próprio) pode resultar na proliferação de doenças e verminoses. A segunda questão se refere ao comportamento dos usuários das cachoeiras, que precisam ser sensibilizados, pois em alguns locais de recreação na natureza, observamos a acumulação de resíduos (lixo) nas margens do rio.

Há uso de pulverização de lavouras com utilização de aeronaves e equipamentos manuais. A fertilização do solo para o cultivo da cana e a utilização de defensivos agrícolas causam alguns problemas ambientais e de saúde: alergias, agravamento de problemas respiratórios, intoxicação e outros.

Nas fazendas, a maior parte do lixo é incinerada (cerca de 70%), o que constitui prática inadequada do ponto de vista ambiental. A distância entre as fazendas e os centros urbanos faz com que as famílias também enterrem parte dos resíduos e não é comum levar o lixo para o descarte nas cidades.

Saúde coletiva

Em geral, a população é saudável. Vacinam-se e vacinam o gado. As doenças mais frequentes são de natureza cardíaca e cardiovasculares. A população, quando necessita, procura médicos em unidades públicas e particulares das três sedes municipais mais próximas.

Registramos ainda queixas de irritação de pele, exposição excessiva ao sol e suspeitas de verminoses. Das 7 bacias pesquisadas em Ituiutaba, essa foi a que apresentou maior dificuldade de acesso aos serviços de saúde, em função de seu relativo isolamento em relação à Ituiutaba.

A população se queixa de não ser assistida e faz uso de medicamentos naturais, fitoterápicos, como chás, pastas de folhas maceradas, usam cascas de árvores para cicatrização de feridas e consomem raízes com supostos poderes medicinais.

Ressaltamos que a medicina popular é tema sério, que merece maior estudo e todo respeito da academia. As tradições indígenas (cultura Caiapó) foram transmitidas de geração para geração e vêm se mantendo vivas na memória coletiva. É no seio desta cultura qancestral que reside o conhecimento das diferentes fontes naturais de cura e este saber ancestral merece maiores atenções por parte da ciência. Como nos ensina Jesus e Santos (2015), os sujeitos sociais do Cerrado são complexos e culturalmente diversos e merecem ter suas especificidades respeitadas e adequadamente estudadas, inclusive pela Geografia.

Considerações finais

O diagnóstico rural que realizamos na BHRSG nos oportunizou um importante momento de estudo e coleta de dados sobre um setor pouco conhecido do município de Ituiutaba.

Com a pesquisa que realizamos, obtivemos resultados interessantes e relevantes sobre a BHRSG. A base de dados que produzimos é farta e constitui-se de dados geoestatísticos e de um acervo fotográfico rico e farto.

Do ponto de vista ambiental, concluímos que a BHRSG se encontra bastante alterada pelas atividades ali desenvolvidas. O rio encachoeirado ainda mantém suas belezas cênicas, mas os bosques de Cerrados, muito fragmentados, inspiram mais atenções do poder público.

O uso da água se mostrou relativamente bem adequado à legislação, mas ainda há um longo trabalho a ser feito nas propriedades em relação a um adequado manejo dos resíduos (lixo) e em relação ao tratamento do esgoto.

A população declarou gozar de boa saúde. Não contam com serviços acessíveis de atendimento emergencial ou acompanhamento de comorbidades. A visita à comunidade de Crucilândia revelou que o vilarejo possui população decrescente, que migrou para centros urbanos regionais em busca de uma melhor condição de vida.

Concluimos também que o turismo e o lazer são importantes potencialidades da bacia. Já há experiências próximas bem-sucedidas e se houver um planejamento adequado, o lazer rural pode se converter em uma importante

fonte de renda para a população ainda residente em Crucilândia.

Por fim, recomendamos que o poder público municipal analise os dados que produzimos, pois imaginamos que os mesmos podem servir de base para a elaboração de políticas públicas para este recorte do território municipal.

Agradecimentos

Agradeço imensamente ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo financiamento desta pesquisa.

Referências

ARAÚJO, D. F. C. O agronegócio canavieiro e a precarização dos trabalhadores do corte da cana no município de Ituiutaba (MG) (orgs). In: PORTUGUEZ, A. P.; COSTA, C. L.; MIYAZAKI, L. C. P. *Balbúrdia geográfica: natureza, produção, uso e apropriação do espaço no campo e na cidade*. Ituiutaba: Barlavento, 2020, p. 332-362. .

BARCELLOS, C. ; QUITERIO, L. A. D. Vigilância ambiental em saúde e sua implantação no Sistema Único de Saúde. *Revista Saúde Pública, São Paulo*, v. 40, n. 1, p.170-177, 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S00349102006000100025&script=sci_arttext Acesso em: 20 fev. 2012.

BENTO, L. C. M. Alguns apontamentos sobre os aspectos geológicos da mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (Minas Gerais). In: PORTUGUEZ, A. P.; ARAÚJO SOBRINHO, F. L. *Inquietações geográficas: natureza, sociedade e turismo no Brasil contemporâneo*. Ituiutaba: Barlavento, 2018, p. 63-91.

ALMEIDA, Maria Geralda de. *Tantos Cerrados: Múltiplas abordagens sobre a biogeodiversidade e singularidade sociocultural*. Goiânia-GO: Vieira, 2005. 348 p.

AB'SÁBER, Aziz. *Os Domínios de Natureza no Brasil: Potencialidades Paisagísticas*. 6ª. ed. São Paulo: Atliê Editorial, 2011. 159 p.

BENTO, L. C. M. Geodiversidade no Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba: uma proposta de catalogação e entendimento dos geosítios de valor científico. In: PORTUGUEZ, A. P.; ARAÚJO SOBRINHO, F. L. *Inquietações geográficas: natureza, sociedade e turismo no Brasil contemporâneo*. Ituiutaba: Barlavento, 2018, p. 170-195.

BORGES, M. A. A metamorfose do espaço agrário na microrregião geográfica de Ituiutaba (MG) nos anos de 1970 a 2010. In: PORTUGUEZ, A. P.; COSTA, C. L.; MIYAZAKI, L. C. P. (orgs.). *Balbúrdia geográfica: natureza, produção, uso e apropriação do espaço no campo e na cidade*. Ituiutaba: Barlavento, 2020, p. 384-323.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. *Programa Desenvolvimento dos Cerrados – PRODECER*. Brasília, 1970. Disponível em <http://www.abrasil.gov.br/nivel3/index.asp?id=164&cod=CREND>. Acessado em: 20 fev. 2012.

CAMELLO, Thereza Cristina Ferreira; GARCIA, Vanessa da Silva; ARAÚJO, Sérgio Baptista de; ALMEIDA, Josimar Ribeiro de. *Gestão e Vigilância em Saúde Ambiental*. 1. ed. Rio de Janeiro: Thex, 2009. 324 p.

FONSECA, R. G. ; SANTOS, J. C. dos. . As recentes transformações no campo e seus impactos na cidade em Ituiutaba-MG. In: ENCONTRO INTERNO E XIII SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA - PIBIC-UFU, CNPQ & FAPEMIG. 9, 2009, Uberlândia. *Anais...* Uberlândia: UFU, 2009. p. 1-10.

FELFILI, Jeanine Maria; REZENDE, Alba Valéria; JÚNIOR, Manoel Cláudio da Silva (org.). *Biogeografia do Bioma Cerrado: Vegetação e Solos da Chapada dos Veadeiros*. Brasília,DF: UNB, Finatec, 2007. 256 p.

FRANCO, José Maria V.; UZUNIAN, Armênio. *Cerrado Brasileiro*. 2ª. ed. São Paulo: Harbra, 2010. 64 p.

GUIMARÃES, Eduardo Nunes. *Formação e Desenvolvimento Econômico do Triângulo Mineiro: Integração Nacional e Consolidação Regional*. Uberlândia-MG: EDUFU, 2010. 254 p.

JUSTINIANO, E. F. Registro fotográfico. In: VENTURI, L. A. B. (Org.). *Praticando geografia: técnicas de campo e laboratório*. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. p. 187-195.

JESUS, José Novais de; SANTOS, Gilberto Celestino dos. *Geografia e Sujeitos do Cerrado: Análises e Reflexões*. Goiânia-GO: Kelps, 2015. 226 p.

LOURENÇO, Luís Augusto Bustamante. *A Oeste das Minas: Escravos, Índios e homens livres numa fronteira oitocentista, Triângulo Mineiro (1750-1861)*. Uberlândia-MG: EDUFU, 2005. 358 p.

LANNA, Antonio Eduardo Leão. *Gerenciamento de bacia hidrográfica: Aspectos Conceituais e Metodológicos*. Brasília, DF: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1995. 171 p.

MAROUELLI, R. P.. *O Desenvolvimento Sustentável na Agricultura do Cerrado Brasileiro*. Brasília: ISAEFGV/ECOBUSINESS SCHOOL (Monografia - MBA em Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada, área de concentração Planejamento Estratégico)- Centro Universitario de Brasília, Brasília, 2003. 54p.

MATOS, P. F; PESSÔA, V.L.S. A Territorialização do Agronegócio nas áreas de Cerrado. In: PORTUGUEZ, A.P.; MOURA, G.G.; COSTA, R. A. (org.). *Geografia do Brasil Central: Enfoques Teóricos e Particularidades Regionais*. Uberlândia: Editora Assis, 2011. p. 199-215. 97

MAURO, Cláudio Antonio Di; ROSOLEN, Vânia; FERREIRA, Vanderlei de Oliveira (org.). *Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos: Exemplos Mineiros*. Uberlândia-MG: Assis, 2012.

MACHADO, Pedro José de Oliveira; TORRES, Filipe Tamiozzo Pereira. *Introdução à hidrogeografia*. São Paulo: Cengage Learning, 2012. 178 p.

PORTUGUEZ, A. P.. *Geografía Humana del Bjo Río Doce: desarrollo local y estrategias de supervivencia de las comunidades de pescadores del litoral norte del Estado de Espírito Santo*. Ituiutaba: Barlavento, 2010.

PORTUGUEZ, A. P. Desenvolvimento e escala local: contribuições para o debate de temas complexos e controversos. In: PORTUGUEZ, A. P.; MATOS, P. F. De.; CASTANHO, R. B. (orgs). *Leituras geográficas: ensaios teóricos sobre temas da contemporaneidade*. Ituiutaba: Barlavento, 2016, p. 54-72.

PORTUGUEZ, Anderson Pereira. *Agroturismo e Desenvolvimento Regional*. 3ª. ed. amp. Ituiutaba, MG: Barlavento, 2017. 317 p.

PAULILLO, Luiz Fernando; ALVES, Francisco. *Reestruturação Agroindustrial: Políticas Públicas e Segurança Alimentar Regional*. São Carlos, SP: EduFSCar, 2009. 350 p.

POLETO, Cristiano (org.). *Bacias Hidrográficas e Recursos Hídricos*. Rio de Janeiro: Interciência, 2014. 272 p. 99

PINHEIRO, Juliana Heloisa Pinê Américo; BENINI, Sandra Medina (org.). *Bacias Hidrográficas: Fundamentos e Aplicações*. 1ª. ed. Tupã: ANAP, 2018. 220 p.

REZENDE, M., ROSENDO, J. S. Mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal do município de Ituiutaba – MG, no período de 1987, 1997 E 2007. In: ENCONTRO INTERNO E XIII SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, PIBIC-UFU, CNPq e FAPEMIG, 9, 2009, Uberlândia. *Anais*. Uberlândia: UFU, CD-ROOM, 2009.

REZENDE, M; ROSENDO, J. S. Análise da evolução da ocupação do uso da terra no município de ituiutaba-mg utilizando técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. *Revista Horizonte Científico*, v. 3, nº 1, 2009.

ROCHA, José Sales Mariano da; KURTZ, Silvia Margareti de Juli Morais. *Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas*. 4. ed. Santa Maria, RS: Edições UFSM CCR/UFSM, 2001. 302 p.

SANTOS, J. C. Dos. A territorialização da agroindústria canavieira no Triângulo Mineiro e os (re)arranjos espaciais na microrregião geográfica de Ituiutaba. In: PORTUGUEZ, A.P.; MOURA, G.G.; COSTA, R. A. (org.). *Geografia do Brasil*

Central: Enfoques Teóricos e Particularidades Regionais. Uberlândia: Editora Assis, 2011. p. 265-282.

SANTOS, Rosselvelt José; RAMIRES, Julio Cesar de Lima. *Cidade e campo no Triângulo Mineiro.* Uberlândia-MG: EDUFU, 2004. 196 p.

SEABRA, Giovanni. *Turismo Sertanejo.* João Pessoa, PB: Editora Universitária, 2007. 174 p.

SANTOS, Milton. *A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo. Razão e Emoção.* São Paulo: Hucitec, 1996. 308 p.

SANTOS, Milton; SILVEIRA, María Laura. *O Brasil: Território e sociedade no início do século XXI.* Rio de Janeiro: Record, 2001. 471 p.

ESTIMATIVA DE EROSÃO DO SOLO E PREVISÃO DE ÁREAS PROPENSAS À SUSCETIBILIDADE EROSIVA NO MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS - SP

Talyson de Melo Bolleli

Lucas Olegário Bueno

Frederico Fabio Mauad

Introdução

O processo erosivo é um grave problema ambiental que acomete os solos ocasionando a sua degradação. Este processo provoca a perda da camada de maior fertilidade do solo, redução da microbiota, diminuição dos estoques de carbono no solo e, conseqüentemente, impactos diretos no aquecimento global. Além disso, a erosão provoca o assoreamento de cursos hídricos e depreciação da qualidade da água (Panagos *et al.*, 2018). A rápida degradação dos solos está direta e indiretamente associada às atividades humanas como o desmatamento, uso e manejo do solo e agricultura, e seu uso intensivo tem provocado altas taxas de perdas de solo tornando vastas áreas agrícolas economicamente improdutivas.

Com o objetivo de inferir a extensão e magnitude desse problema, a avaliação da erosão hídrica se torna necessária com o intuito de serem consideradas práticas eficazes de manejo e conservação (Prasannakumar *et al.*, 2012; Borrelli *et al.*, 2018). Neste sentido, a modelagem de erosão é um método simples de avaliação, de fácil implementação, requer recursos mínimos e pode ser aplicada com pouca disponibilidade de informações, algo comum em áreas expostas a elevadas taxas erosivas. Os modelos de erosão do solo são fáceis de interpretar fisicamente e podem ser

usados com informações prontamente disponíveis (Ganasri e Ramesh, 2016).

A modelagem da erosão hídrica em grandes áreas pode auxiliar na proposição e adoção de políticas ambientais e agrícolas para redução dos impactos negativos da erosão (Alewell *et al.*, 2019). A técnica é baseada em equações matemáticas que expressam a relação entre os principais fatores determinantes da erosão hídrica (solos, chuva, relevo e cobertura do solo, uso e manejo do solo) (Stefanidis e Stathis, 2018), supera as limitações impostas pelos custos e coletas de campo e fornece resultados com um nível de precisão eficaz e aceitável (Prasannakumar *et al.*, 2012). A combinação dos modelos com ferramentas do Sistema de Informação Geográfica (SIG) permite a espacialização dos resultados e a identificação das áreas com alto risco de erosão hídrica, podendo contribuir para o planejamento de medidas de mitigação do processo (Imamoglu e Dengiz, 2017).

Para compreender e mapear o processo erosivo, diversos métodos têm sido criados e aprimorados. A Equação Universal de Perda de Solo Revisada (RUSLE) é o modelo empírico mais aplicado na avaliação de processos erosivos em grandes escalas espaciais e tem sido aplicado em diversos estudos e tipos de bacias hidrográficas em todo o mundo (Sardari *et al.*, 2019; Chuenchum; Xu; Tang, 2020; Eekhout e De Vente, 2020; Rajbanshi e Bhattacharya, 2021). A RUSLE apresenta alto grau de flexibilidade e acessibilidade de dados, extensa literatura científica e comparabilidade de resultados permitindo adaptar o modelo a quase todos os tipos de condições e regiões do mundo (Alewell, 2019).

A análise de multicritérios também tem sido amplamente empregada no mapeamento de risco ambiental e planejamento urbano, obtendo resultados satisfatórios (Valladares *et al.*, 2012). O método consiste na definição e cruzamento de variáveis espaciais

distintas e possibilita identificar as áreas propensas à ocorrência de erosão, analisar as variáveis de maior influência e buscar medidas de atenuação (Silva e Machado, 2014).

Este estudo utilizou os métodos RUSLE e análise multicritérios para identificar as áreas com suscetibilidade à erosão hídrica e estimar a perda média anual de solos no município de São Carlos – SP. Foi utilizado como critérios e parâmetros dados do relevo, uso e ocupação do solo e as suas classes para identificar as áreas ambientalmente mais frágeis e compará-las com os resultados das perdas de solo por erosão hídrica buscando, desta forma, oferecer um indicativo que auxilie nos processos de tomada de decisões e implantação de ações mitigadoras que visem minimizar ao máximo os impactos advindos da erosão hídrica.

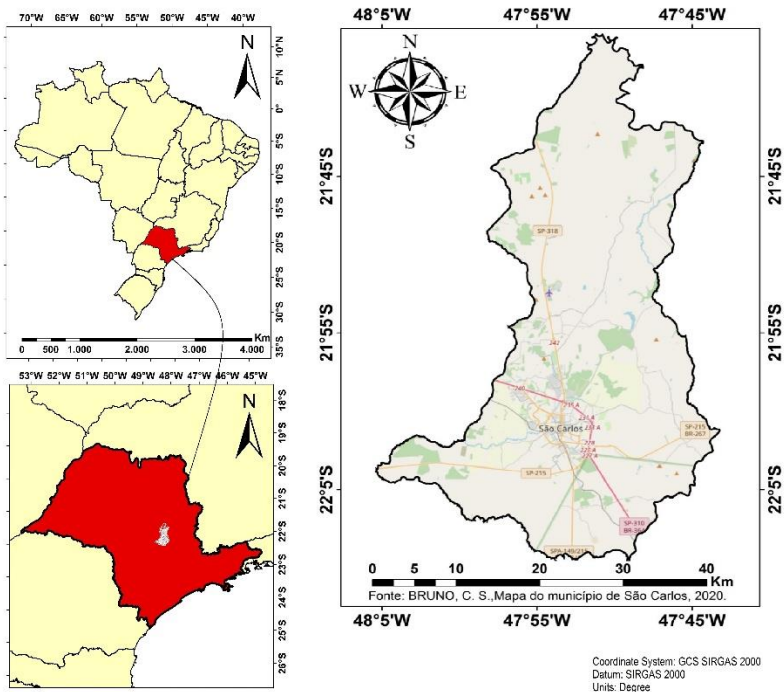
Área de estudo

O município de São Carlos está localizado na região centro-leste do estado de São Paulo, latitude: -22.0154 e longitude: -47.8911 (Figure 1). O município está inserido entre duas morfoestruturas, Depressão Periférica e Planalto Ocidental Paulista, que são separadas por um “paredão” íngreme de centenas de metros de elevação, com declividade de mais de 47%, alcançando aproximadamente 1100 metros de altitude no seu topo máximo. Toda a conjuntura geomorfológica da área exerce um papel fundamental em colaborar com a dinâmica da circulação regional, principalmente, quando está sob a influência dos diferentes tipos de tempos que possam contribuir na formação ou intensificação das chuvas orográficas durante as sazonalidades do ano (Santos *et al.*, 2018).

Diante das características morfológicas dessa região, notam-se particularidades em seu entorno que se apresenta como

divisor natural do território. A topografia contribui na dinâmica sub-regional dos processos físicos, ambientais e econômicos, interagindo com os diferentes tipos de ocupação do solo. A região está localizada dentro de uma Área de Proteção Ambiental, a APA do Corumbataí, criada para proteger elementos naturais de importância ecológica e paisagística como áreas de vegetação nativa e mananciais. A região também é conhecida pela vocação eco turística, apresentando inúmeros atrativos naturais como grutas, cachoeiras, cavernas e as famosas “Cuestas Basálticas”, consideradas de grande fragilidade ambiental. (Corvalan e Garcia, 2011).

Figure 1. Localização do município de São Carlos, São Paulo, Brasil.



Banco de dados e coleta de dados espaciais

Os dados diários de precipitação serão obtidos por meio do Portal HidroWeb, da Agência Nacional de Águas e Saneamento – ANA e do Departamento de Águas e Energia Elétrica do estado de São Paulo – DAEE (Table 1). O Mapa de Uso e Ocupação do Solo (Figure 2) foi elaborado por meio da Coleção 5 do MapBiomass (2019), sendo primeiramente classificado em laboratório no software ArcGis 10.5 (ESRI, 2015) e, posteriormente, conferidos com levantamentos de campo com classificação visual visando obter maior confiabilidade dos resultados.

O Mapa de Tipos de Solos (Figure 3) foi obtido do Mapa de Unidades Pedológicas do Estado de São Paulo (Rossi, 2017). O Modelo Digital de Elevação (MDE) (Figure 4), com resolução espacial de 30 metros, foi extraído da plataforma digital Brasil em Relevo (Miranda, 2005). O Mapa de Declividade (Figure 5) foi gerado a partir do MDE pela ferramenta Slope do ArcGis 10.5 (ESRI, 2015).

Tabela 8. Identificação e localização dos Postos pluviométricos utilizados no estudo.

Ponto	Cód.	Nome	Responsável	Lat.	Long.	Altitude
		Usina		-	-	610
1	2147059	Capão Preto	DAEE - SP	21,5	47,48	
2	2247060	Fazenda da Barra	DAEE - SP	21,5	47,47	610
3	2247109	Fazenda Água Branca	DAEE - SP	22,4	48,24	598
4	2247206	Fazenda Santa Bárbara	DAEE - SP	22,6	47,58	780
5	2147031	Santa Eudoxia	DAEE - SP	21,4	47,46	620
6	2247182	Ribeirão do Feijão	ANA	22,9	47,53	676

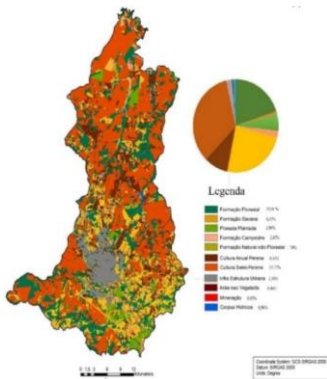


Figure 2. Mapa de Uso e Ocupação dos Solos.

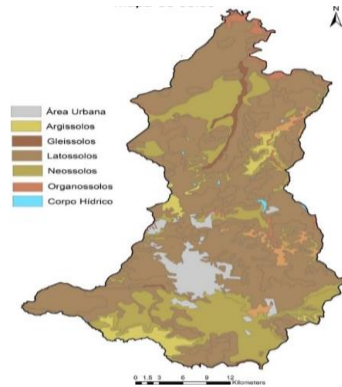


Figure 3. Mapa de Tipos de Solo.

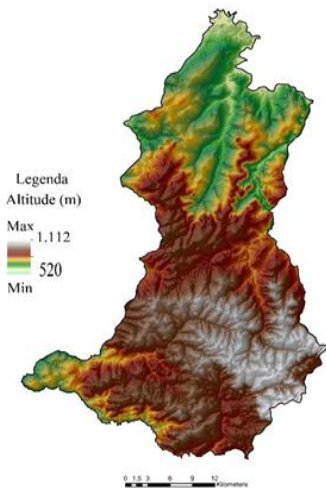


Figure 4. Modelo Digital de Elevação.

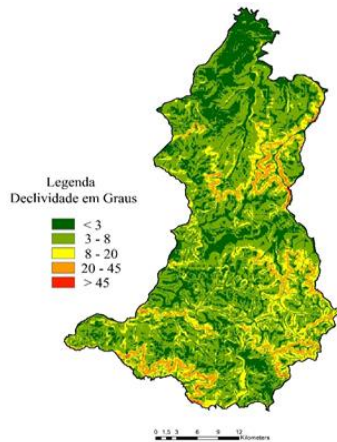


Figure 5. Mapa de Declividade.

RUSLE

A RUSLE estima a perda média anual do solo de acordo com a Equação 1.

$$A = R.K.LS.C.P \quad (1)$$

Onde A é a perda de solo média anual em Mg ha⁻¹ ano⁻¹; R é o fator erosividade da chuva em MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹; K é o fator erodibilidade do solo em Mg ha⁻¹ MJ⁻¹ mm⁻¹; LS é o fator topográfico adimensional, C é o fator uso e manejo do solo adimensional, e P é o fator práticas conservacionistas adimensional.

O fator R consiste no potencial de uma precipitação pluviométrica em causar erosão em determinado solo. Para a obtenção do fator R foi utilizada a equação de Índice de Erosividade Mensal (Equação 2) proposta por Lombardi Neto e Moldenhauer (1992), decorrente de estudo realizado em Campinas – SP, e o fator R será calculado de acordo com a Equação 3. Os dados diários de precipitação foram obtidos de acordo com os postos pluviométricos (Tabela 1).

$$EI = 68,730\left(\frac{pm^2}{P}\right)^{0,841} \quad (2)$$

Onde EI é índice de erosividade mensal (MJ mm ano⁻¹ há h); pm é precipitação média mensal (mm) e P é precipitação média anual (mm).

$$R = \sum_{j=1}^n EIm \quad (3)$$

Onde R é fator R; Elm é índice de erosividade mensal (MJ mm ano⁻¹ ha⁻¹ h⁻¹).

O fator K representa a suscetibilidade intrínseca do solo à erosão hídrica que varia de acordo com suas características pedológicas, físicas e químicas da área estudada, no qual o fator K foi determinado com base em valores relatados na literatura especializada (Table 2).

Table 2. Fator de erodibilidade do solo (K).

Classes de Solo (SBCS)	K
Neossolos	0,0510
Argissolos	0,0425
Latossolos	0,0162
Organossolos	0,0100
Gleissolos	0,0010

Fonte: Silva e Alvares (2005); Gomes *et al.* (2017); Santos *et al.*, (2018).

Os fatores topográficos, fator LS , serão determinados por meio de MDE, conforme Equação 4 (Moore e Burch, 1986).

$$LS = \left(Slope\ length * \frac{12.5}{22.13} \right)^{0.4} * \left(0.01745 * \frac{Slope\ in\ degree}{0.0896} \right)^{0.4} * 1.4 \quad (4)$$

Onde LS é fator topográfico, adimensional; FA é o acúmulo de fluxo expresso como o número de células da grade do MDE e S é a declividade da sub-bacia, em graus.

O fator uso e manejo do solo (C) variam de 0 a 1 de acordo com a cobertura vegetal. Os maiores valores representam maior desagregação dos solos devido ao impacto das gotas de chuva e ao escoamento superficial (Oliveira *et al.*, 2015). O fator prática conservacionista expressa o efeito das práticas de manejo do solo na redução da erosão hídrica e também varia de 0 a 1 conforme o potencial das práticas de manejo em reduzir a erosão do solo. Menores valores de P indicam prática conservacionista eficiente (Beskow *et al.*, 2009; Oliveira *et al.*, 2015). O fator C e P foram determinados com base na literatura, de acordo com a Table 3.

Tabela 3: Valores dos fatores de uso e ocupação do solo (C e P).

Fatores de uso e ocupação do solo					
<i>Uso e ocupação</i>	<i>Área (km²)</i>	<i>Área (%)</i>	<i>Fator C</i>	<i>Fator P</i>	<i>Fonte</i>
Formação Florestal	264,20	19,91	0,0001	0,01	Bertoni e Lombardi Neto (2012)
Formação Savânica	11,54	0,87	0,1500	0,01	Pulido-Gomez (2012)
Floresta Plantada	79,09	5,96	0,0030	0,01	Resende et al., (1997)
Formação Campestre	32,51	2,45	0,0007	0,01	Rio de Janeiro (2009)
Pastagem	318,48	24,0	0,0610	0,50	Galdino (2015)
Cultura Anual	120,88	9,11	0,4238	1,00	Lino (2010)
Perene					
Cultura Semi-Perene	453,03	34,14	0,3066	1,00	Weill (1999)
Mineração	0,53	0,04	1,0000	1,00	
Área não vegetada	6,10	0,46	1,0000	1,00	
Total	1327	100			

Fonte: Silva *et al.* (2010); Cunha *et al.* (2017).

Análise Multicritério

A suscetibilidade erosiva foi calculada de acordo com a Equação 5 (Valladares *et al.*, 2012):

$$SE = (UO.0,5) + (D.0,3) + (CS.0,2) \quad (5)$$

Onde UO, D e CS denotam, respectivamente, uso e ocupação da terra, declividade (%) e classe de solo.

Para cada fator foram atribuídos pesos às distintas unidades de mapeamento em escala de 1 a 9, considerando que quanto maior a nota, maior é o risco de erosão (Tabela 4). Os valores dos pesos foram atribuídos a partir de uma análise preliminar de cada variável na bacia e com base em estudos desenvolvidos na área. O cálculo de todos os parâmetros, as espacializações dos resultados de perda de solo, assim como o mapa de suscetibilidade, foram realizadas no software ArcMap 10.5 pela ferramenta Raster Calculator (ESRI, 2015). Cada pixel recebeu um valor entre 0,5 e 8, divididos em intervalos iguais: 0,5 a 2,1 - suscetibilidade muito baixa; 2,2 a 3,8 – suscetibilidade baixa; 3,9 a 5,5 – suscetibilidade média; 5,6 a 6,2 – suscetibilidade alta e 6,3 a 8 – suscetibilidade erosiva muito alta.

Tabela 4: Pesos e classificações adotadas para cálculo da suscetibilidade erosiva.

Uso e ocupação da terra	Declividade (%)	(em	Classe de solo
<i>Classificação</i>	<i>Valo</i>	<i>Classificaçã</i>	<i>Valo</i>
	<i>r</i>	<i>o</i>	<i>r</i>
Corpo Hidrico	1	0-3	1
Formação Florestal	1	3-8	2
Formação Savânica	2	8-20	4
Floresta Plantada	3	20-45	6
Formação campestre	4	>45	9
Pastagem	5		
Cultura Anual Perene	5		
Cultura Semi-Perene	5		
Infraestrutur a Urbana	7		
Mineração	8		
Solo exposto	9		

Fonte: Valladares *et al.* (2012); Pinto *et al.* (2014); Narra *et al.* (2019); Ogato *et al.* (2020).

Resultados e discussão

O fator R variou de 4113 a 7020 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹, com média de 5566 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹ (Figure 6). Os maiores valores do fator R estão associados a elevadas declividades estando dentro dos valores calculados por (Vieira, 1994) em seu trabalho sobre a variabilidade espacial do potencial erosivo para o estado de São Paulo, mostrando que a área de estudo apresenta uma variação similar aos resultados obtidos. Tais índices são elevados e influenciados pela topografia e variação climática regional, com as maiores erosividades associadas, geralmente, às maiores declividades.

O fator LS apresentou média de 1,98 (Figure 7), e os maiores valores deste parâmetro se concentraram principalmente nos locais de alta declividade, onde conseqüentemente a velocidade do escoamento superficial é maior. Nessas áreas, deve ser reforçada a necessidade de práticas conservacionistas do solo, buscando a redução da velocidade do escoamento superficial e conseqüentemente da erosão hídrica.

De acordo com Mannigel *et al.* (2002), a área de estudo pode ser classificada como de erodibilidade média (entre 0,015 e 0,030 Mg ha⁻¹ MJ⁻¹ mm⁻¹). Tal resultado se deve ao elevado percentual de Latossolos na região (35,06%), que são solos com baixa suscetibilidade a erosão principalmente devido a sua estrutura desenvolvida e boa permeabilidade (Bertol e Almeida, 2000). Apesar disso, a cidade de São Carlos apresenta predominantemente solos com altos valores de K (Argissolos, Neossolos), aos quais devem ser direcionadas práticas de manejo específicas afim de reduzir a erosão hídrica.

Figure 6. Mapa do Fator R (Erosividade).

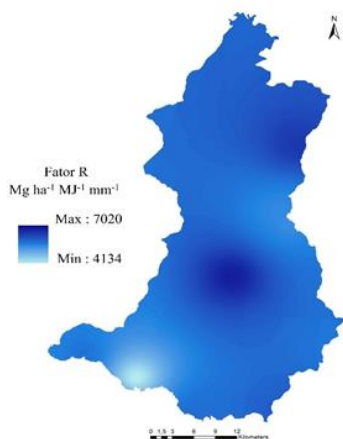


Figure 7. Mapa do Fator LS (Topografia).

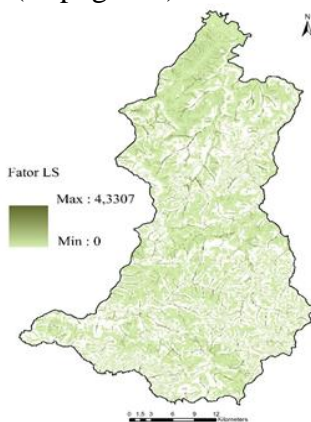
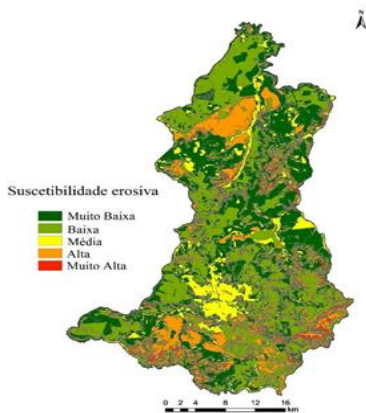


Figure 8. Mapa de Perda Anual de Solo.



Figure 9. Mapa de Suscetibilidade Erosiva.



A RUSLE estimou a perda de solo média de 1,38 Mg ha⁻¹ ano⁻¹, a amplitude de perda de solo para a área estudada variou de 0,01 a 37,31 Mg ha⁻¹ ano⁻¹. A distribuição espacial das perdas de solo está ilustrada na Figure 8. Os resultados obtidos demonstram que a área de estudos apresenta baixa suscetibilidade à erosão hídrica. As áreas com propensões média, alta e muito alta à suscetibilidade erosiva correspondem respectivamente a local com relevo suave ondulado; solo exposto e declive acentuado; e localizadas no entorno de rios e lagos (Figure 9).

As áreas analisadas não possuem problemas graves relacionados à erosão do solo. Porém, as ações antrópicas, extração da mata nativa e aumento do solo exposto potencializa a vulnerabilidade do solo defronte a erosão hídrica influenciando diretamente na suscetibilidade erosiva. Grande percentual de solo da área de estudo é usado para plantio de cana-de-açúcar, e muitas vezes o período entressafra da cultura coincide com os períodos de maiores índices pluviométricos, em que o solo se encontra apenas parcialmente protegido por cobertura vegetal (Corrêa *et al.*, 2018).

Portanto, além da preservação da mata nativa é fundamental adotar práticas de manejo conservacionista, principalmente em locais de declividade elevada, nos quais a velocidade do escoamento superficial é potencializada, como demonstrado no trabalho de Corrêa *et al.* (2016). As práticas de manejo são essenciais para a manutenção da cobertura do solo pois reduzem o tempo de exposição do solo a ação das chuvas. O mesmo é válido para as áreas de floresta plantada, cultivos perenes e temporários, onde as perdas de solo se concentram principalmente no período de exposição do solo durante o plantio/semeadura.

Vale ressaltar que o planejamento dos usos de solo no município de São Carlos precisa considerar a aptidão agrícola de

cada solo, principalmente os solos com alta suscetibilidade a erosão. De acordo com Medeiros *et al.* (2016) respeitar a capacidade de uso da terra é um fator primário para o uso agrícola sustentável dos recursos naturais e deve ser considerada como uma condição essencial para a definição de políticas públicas voltadas a conservação de solo.

Conclusão

Os valores de suscetibilidade à erosão no município de São Carlos – SP apresentou propensões baixas e muito baixas. Logo, o mapa de suscetibilidade à erosão hídrica obtido pela análise multicritérios pode ser utilizado como uma ferramenta eficiente para o planejamento agrícola e ambiental na região de estudo.

Áreas com solo exposto e declividades mais elevadas apresentaram maior suscetibilidade erosiva e áreas com mata nativa e declividades mais baixas apresentaram menores suscetibilidades erosivas.

As perdas de solo na área variaram de 0,01 a 37,3 Mg ha⁻¹ ano⁻¹, com média de 1,38 Mg ha⁻¹ ano⁻¹.

A modelagem da erosão hídrica pela *Revised Universal Soil Loss Equation* demonstrou que as áreas com declives mais acentuados e ausência de práticas conservacionistas são decisivas para o aumento das perdas de solo, sendo prioritárias para a adoção de medidas mitigatórias dos efeitos erosivos.

Referências

- ALEWELL, C., BORRELLI, P., MEUSBURGER, K., PANAGOS, P. Using the USLE: Chances, challenges and limitations of soil erosion modelling. *International Soil and Water Conservation Research*, 7. p. 203-225. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2019.05.004>
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. *Conservação do solo*. 8.ed. São Paulo: Ícone, 2012, p. 355.
- BERTOL, I.; ALMEIDA, J. A. Tolerância de perda de solo por erosão para os principais solos do estado de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 24: 657-668. 2000. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832000000300018>
- BESKOW, S.; MELLO, C. R.; NORTON, L. D.; CURI, N.; VIOLA, M. R.; AVANZI, J. C. Soil erosion prediction in the Grande River Basin, Brazil using distributed modeling. *Catena*, v. 79, n. 1, p. 49-59, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2009.05.010>
- BORRELLI, P. ET AL. PANAGOS. A step towards a holistic assessment of soil degradation in Europe: coupling on-site erosion with sediment transfer and carbon fluxes. *Environmental Research*, Volume 161, p. 291-298. 2018.
- CORVALAN, S. B.; GARCIA, G. J.; *Avaliação ambiental da APA Corumbataí segundo critérios de erodibilidade do solo e cobertura vegetal*. *Geociências*, v. 30, n. 2, p. 269-283, 2011.
- CORRÊA, E. A.; MORAES, I. C.; PINTO, S. A. F.; LUPINACCI, C. M. Perdas de Solo, Razão de Perdas de Solo e Fator Cobertura e Manejo da Cultura de Cana-de-Açúcar:

Primeira Aproximação. *Revista do Departamento de Geografia*, 32: 72-87. 2016.

CORRÊA, E. A. et al. Influência do cultivo de cana-de-açúcar nas perdas de solo por erosão hídrica em Cambissolos no Estado de São Paulo. *Rev. Bras. Geomorfol.* (Online), São Paulo, v.19, n.2, (Abr-Jun) p.231-243, 2018.

CHUENCHUM, P. A., XU, M.B., TANG, W. Predicted trends of soil erosion and sediment yield from future land use and climate change scenarios in the Lancang-Mekong River by using the modified RUSLE model. *International Soil and Water Conservation Research* 8, p. 213-227. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2020.06.006>

CUNHA, E. R.; BACANI, V. M., PANACHUKI, E. Modelagem de erosão do solo usando RUSLE e GIS em uma bacia hidrográfica ocupada por assentamento rural no Cerrado brasileiro. *Natural Hazards*, v. 85, p. 851–868, 2017.

EEKHOUT, J. PC., DE VENDE, J. How soil erosion model conceptualization affects soil loss projections under climate change. *Progress in Physical Geography*, Vol. 44, p. 212–232. 2020.

ESRI ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE - ESRI. ArcGIS Professional GIS for the desktop [computer program]. Version 10.5. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute, 2015.

GALDINO, S.; SANO, E. E.; ANDRADE, R. G.; GREGO, C. R.; NOGUEIRA, S. F.; BRAGANTINI, C.; FLOSI, A. H. G. Modelagem em larga escala da erosão do solo com RUSLE para planejamento conservacionista de pastagens cultivadas degradadas no Brasil. *Land Degrad Dev.* 27: 773-84. 2015. doi: 10.1002 / ldr.2414.

GANASRI, B. P.; RAMESH, H. Assessment of soil erosion by RUSLE model using remote sensing and GIS - A case study of Nethravathi Basin. *Geoscience Frontiers*, v. 7, n. 6, p. 953-961. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2015.10.007>.

IMAMOGLU, A.; DENGIZ, O. Determination of soil erosion risk using RUSLE model and soil organic carbon loss in *Alaca catchment* (Central Black Sea region, Turkey). *Rendiconti Lincei*, 28, 11–23. 2017. <https://doi.org/10.1007/s12210-016-0556-0>

LINO, J. S. *Evolução do Sistema Plantio Direto e produção de sedimentos no Rio Grande do Sul*. 2010. Dissertação (Mestrado). Piracicaba: Universidade de São Paulo.

LOMBARDI NETO, F., MOLDENHAUER, W.C. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com perdas de solo em Campinas, SP. *Bragantia*, v. 51, p. 189-96. 1992.

MANNIGEL, A. R. et al. Fator erodibilidade e tolerância de perda dos solos do Estado de São Paulo. *Acta Scientiarum*, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1335-1340, 2002

MAPBIOMAS. Coleção da série anual de mapas de cobertura e uso do solo no Brasil. 2019. Disponível em: <<http://mapbiomas.org.br>> Acesso em: 24/04/2021.

MIRANDA, E. E. Brasil em Relevo. Campinas: *Embrapa Monitoramento por Satélite*, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 14 jan. 2021.

MEDEIROS, G. O. R.; GIAROLLA, A.; SAMPAIO, G.; MARINHO, M. A. Estimates of Annual Soil Loss Rates in the State of São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 40, e0150497, 2016.

- MOORE, I.D., BURCH, G.J. *Physical basis of the length slope factor in the Universal Soil Loss Equation* Soil Science Society of America, 50 (5) (1986), pp. 1294-1298
- NARRA, P., COELHO, C & SANCHO, F. 2019. *Multicriteria GIS-based estimation of coastal erosion risk: Implementation to Aveiro sandy coast, Portugal*. Ocean & Coastal Management, 178(1): 1-9
- OGATO, G.S., BANTIDER, A., ABEBE, K. & GENELETTI, D. 2020. Geographic information system (GIS)-Based multicriteria analysis of flooding hazard and risk in Ambo Town and its watershed, West shoa zone, oromia regional State, Ethiopia. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 27(1), 56-64
- OLIVEIRA, F. G.; SERAPHIM, O. J.; BORJA, M. E. L. Estimativa de Perdas de Solo e do Potencial Natural de Erosão da Bacia de Contribuição da Microcentral Hidrelétrica do Lageado, Botucatu – SP. *Energia na Agricultura*, Botucatu - BRA, v. 30, n.3, p.302-309, 2015.
- PANAGOS, P., STANDARDI, G., BORRELLI, P., LUGATO, E., MONTANARELLA, L., BOSELLO, F. Cost of agricultural productivity loss due to soil erosion in the European Union: From direct cost evaluation approaches to the use of macroeconomic models. *Land Degrad. Dev.*, 29, 471-484. 2018. <https://doi.org/10.1002/ldr.2879>.
- PINTO, V.G., LIMA, R.N.S., RIBEIRO, C.B.M. & MACHADO, P.J.O. 2014. *Diagnóstico físico-ambiental como subsídio a identificação de áreas vulneráveis à erosão na bacia hidrográfica do Ribeirão do Espírito Santo, Juiz de Fora (MG), Brasil*. *Revista Ambiente e Água*, 9(4): 632-646
- PRASANNAKUMAR, V. et al. Estimation of soil erosion risk within a small mountainous sub-watershed in Kerala, India, using

Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) and geoinformation technology. *Geoscience Frontiers*, Volume 3, Issue 2, March, p. 209-215. 2012.

PULIDO-GÓMEZ, J. D. Estimativa de erosão pela Equação Universal de Perda de Solo (USLE) e download de sedimentos para todo território Brasileiro [dissertação]. Piracicaba. Universidade de São Paulo; 2012.

RAJBANSHI, J.; BHATTACHARYA, S. Modelling the impact of climate change on soil erosion and sediment yield: a case study in a sub-tropical catchment, India. *Modeling Earth Systems and Environment*. 2021. <https://doi.org/10.1007/s40808-021-01117-4>

RESENDE, M., CURI, N., RESENDE, S. B. de, CORRÊA, G. F. *Pedologia: base para distinção de ambientes*. Viçosa: Núcleo de Estudo de Planejamento e Uso da terra (NEPUT). 2. ed. 367., 1997. p. 290.

ROSSI, M. 2017. *Mapa pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado*. São Paulo: Instituto Florestal, 2017. V.1. 118p

SANTOS, B.C.; SANCHES, R.G.; SILVA, M.S.D.; KAYANO, T.Y.K.; SOUZA, P.H.; TECH, A.R.B. Análise do efeito orográfico por meio da interpolação de índices climáticos. *Revista de Geografia-PPGEO-UFJF*, v. 8, n. 2, p. 114-132, 2018.

SANTOS, C. A. C. DOS; RAMOS, A. R. D. Avaliação dos eventos extremos de precipitação no estado do Piauí. *Agrometeoros*, v. 25, n. 1, 21 mar. 2018.

SARDARI, M.R.A., BAZRAFSHAN, O., PANAGOPOULOS, T., SARDOOL, E.R. 2020: Modeling the Impact of Climate Change and Land Use Change Scenarios on Soil Erosion at the Minab Dam Watershed. *Sustainability*, 11, 3353; doi:10.3390/su11123353

SILVA, F. G. B. et al. Previsão da perda de solo na Fazenda Canchim – SP (EMBRAPA) utilizando geoprocessamento e o USLE 2D. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 15, n. 2, p. 141-148, 2010.

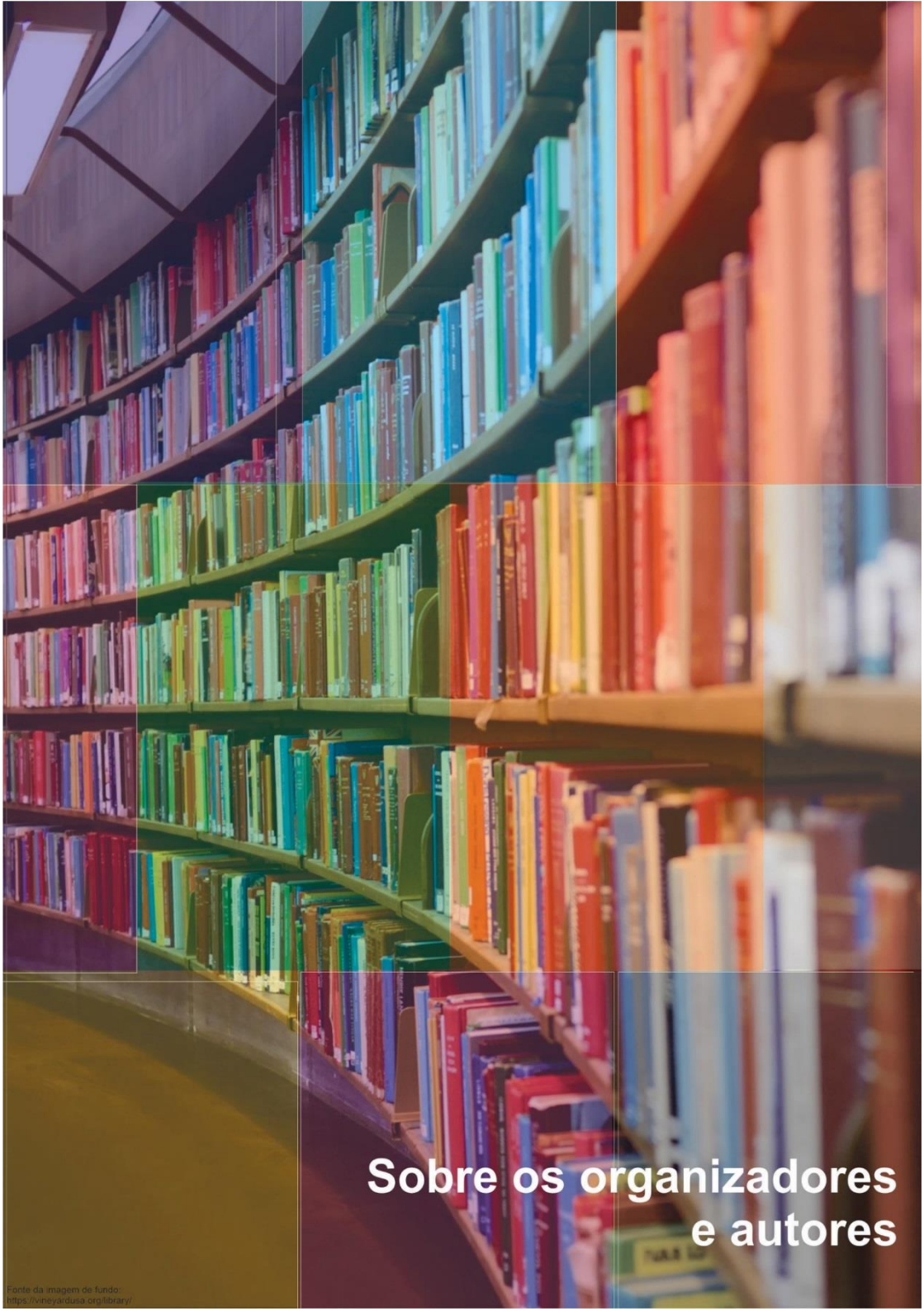
SILVA, V. C. B.; MACHADO, P. S. SIG na análise ambiental: susceptibilidade erosiva da bacia hidrográfica do Córrego Mutuca, Nova Lima – Minas Gerais. *Revista de Geografia*, 31: 66-87. 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/view/229090/23495>

STEFANIDIS, S., STATHIS, D. Effect of climate change on soil erosion in a mountainous Mediterranean catchment (Central Pindus, Greece). *Water*, 10, 1469; 2018. doi:10.3390/w10101469

VALLADARES, G. S.; GOMES, A. S.; TORRESAN, F. E.; RODRIGUES, C. A. G.; GREGO, C. R. Modelo multicritério aditivo na geração de mapas de suscetibilidade à erosão em área rural. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47: 1376-1383. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2012000900023>, 2012.

VIEIRA, M. J. Manual Técnico do Subprograma de Manejo e Conservação do Solo. In: *Rev. Paraná Rural*. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. 2. ed. Curitiba: SEAB, 1994, p.53-60

WEILL, M. A. M. *Estimativa da erosão do solo e a avaliação do seu impacto na microbacia do Ceveiro (Piracicaba, SP) através do Índice de Tempo de Vida*. Tese. (Doutorado) Piracicaba: Universidade de São Paulo; 1999.



Sobre os organizadores e autores

SOBRE OS ORGANIZADORES

Anderson Pereira Portugez

Doutor em Geografia pelo Departamento de Geografia Humana da Universidad Complutense de Madri. Pós-Doutorado em Geografia (Geografia Cultural) pela Universidade de Brasília. Professor Associado II do curso de Geografia e do Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Ciências Humanas do Pontal – Universidade Federal de Uberlândia.
E-mail: portugez.andersonpereira@gmail.com

Leonardo Batista Pedroso

Doutor em Geografia pelo IG - Universidade Federal de Uberlândia. Professor do Instituto Federal Goiano, campus Morrinhos.
E-mail: *rildoacosta@gmail.com*

Rildo Aparecido Costa

Doutor em Geografia pelo IG - Universidade Federal de Uberlândia. Professor do curso de Geografia e do Programa de Pós-Graduação em Geografia do Pontal – Instituto de Ciências Humanas do Pontal, UFU.
E-mail: *rildoacosta@gmail.com*

SOBRE OS AUTORES

Ana Paula Augusta de Oliveira

Faculdade de Caldas Novas – UNICALDAS – Mestre em Ecologia de Ecótonos pela Universidade Federal do Tocantins – UFT.

Antonio Carlos Chaves Ribeiro

Departamento de Química, Instituto Federal de Ensino, Ciência e Tecnologia Goiano.

Aristeu Geovani de Oliveira

Doutor em Geografia pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Professor do curso de Geografia do Campus Sudeste da Universidade Estadual de Goiás (CS/UEG).

E-mail: *aristeu.oliveira@ueg.br*

Arthur de Paula Paiva

Graduando em Geografia pelo Instituto de Ciências Humanas da Universidade Federal de Uberlândia.

E-mail: *arthpaiva1@gmail.com*

Claudio Scarparo Silva

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Ciências Humanas do Pontal (ICHPO), da Universidade Federal de Uberlândia, campus de Pontal.

Colignon Junio Freitas

Licenciando em Geografia pela Universidade do Oeste do Paraná. Foi bolsista do PIBIC Júnior junto ao curso de Geografia do ICHPO-UFU.
E-mail: *colignonjunior@hotmail.com*

Deomar Plácido da Costa

Departamento de Química, Instituto Federal de Ensino, Ciência e Tecnologia Goiano.

Dhesy Allax Cândido de Freitas

Universidade Estadual de Goiás – UEG. Especialista em Planejamento e Gestão Ambiental.
E-mail: *dhesy_allax@hotmail.com*

Diemison Ladislau de Alencar

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia do Pontal, (ICHPO), da Universidade Federal de Uberlândia, campus de Pontal.

Eduardo Rodrigues Viana de Lima

Doutor em Geografia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP). Professor do Departamento de Geociências (UFPB) e dos Programas de Pós-Graduação em Geografia (PPGG/UFPB) e em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA/UFPB).

E-mail: *eduvianalima@gmail.com*

Emmeline Aparecida Silva Severino

Mestra em Geografia pela Universidade Federal de Uberlândia.

E-mail: *emmelineseverino@yahoo.com.br*

Fernanda Pereira Martins

Doutora em Geografia pela Universidade Federal de Minas Gerais. Professora do curso de Geografia do Instituto Federal de Goiás – Campus Valparaíso

E-mail: *martinsgeo@hotmail.com.br*

Francielle de Siqueira Castro

Doutora em Geografia pela Universidade Federal de Uberlândia.

E-mail: *franciellesiqueiracastro@gmail.com*

Frederico Fabio Mauad

Doutor em Planejamento de Sistemas Energéticos pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

Professor associado da Escola de Engenharia de São Carlos.

E-mail: *mauadffm@sc.usp.br*

Gerusa Gonçalves Moura

Doutora em Geografia pelo IG - Universidade Federal de Uberlândia. Professora do curso de Geografia e do Programa de Pós-Graduação em Geografia do Pontal – Instituto de Ciências Humanas do Pontal, UFU.
E-mail: *gerusaufu@gmail.com*

Glauber Verner Firmino

Graduado em Geografia pela Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM). Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Geografia da Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Estadual Paulista (FCT-UNESP).
Email: *glauber.firmino@unesp.br*

Gustavo Rodrigues Barbosa

Bacharel em Geografia - UFU/MG; Mestre em Eng. Civil UFU/MG e Doutor em Geografia - UFG - Reginal Jataí/GO
E-mail: *gus696@gmail.com*

João Paulo de Jesus Alves

Engenheiro Agrônomo

João Victor Freitas Silva

Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Uberlândia.
E-mail: *joaovictorfs14@gmail.com*

Jonathan Fernando Costa Alves

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia do Pontal-PPGEP/UFU Instituto de Ciências Humanas do Pontal-Universidade Federal de Uberlândia.
E-mail: *jonathan.alves@ufu.br*

Josenilson Bernardo da Silva

Doutor em Geografia e Gestão do Território pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Professor do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM).
Email: *josenilson.silva@uftm.edu.br*

Jussara Goulart da Silva

Doutora em Administração pela Universidade Nove de Julho (UNINOVE). Professora do curso de Administração da Universidade Federal de Uberlândia
E-mail: *profadmjussara.ufu@gmail.com*

Kelly Pereira de Lima

Doutora em Estatística e Experimentação Agropecuária.

Laiane Cristina De Freitas

Mestra em Geografia pela Universidade Federal de Uberlândia.
E-mail: *laianecf@gmail.com*

Leda Correia Pedro Miyazaki

Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Faculdade de Ciências Tecnológicas da Universidade Estadual Paulista (FCT/UNESP), campus de Presidente Prudente e pesquisadora do Grupo de Pesquisas em Geomorfologia, Pedologia e Dinâmicas Ambientais (GEPDA).

Lucas Olegário Bueno

Engenheiro Sanitarista e Ambiental. Mestrando em Ciências da Engenharia Ambiental na EESC/USP.

E-mail: *lucasbueno@usp.br*

Márcio Balbino Cavalcante

Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia (UFRN). Professor Substituto do curso de Geografia (IFPE).

E-mail: *marcio.balbino@academico.ufpb.br*

Mauro Caetano Buiatti

Graduado em Administração pela Universidade Federal de Uberlândia.

E-mail: *maurobuiatti@yahoo.com.br*

Mara Lucia Lemke de Castro

Bioygeo Ambiental LTDA. Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás – UFG.

Marta de Paiva Macêdo

Doutora em Geografia pela Universidade de São Paulo (USP).
Professora do curso de Geografia do Campus Sudeste da
Universidade Estadual de Goiás (CS/UEG).
E-mail: *marta.macedo@ueg.br*

Monalisa Silva Almeida

Mestra em Ambiente e sociedade, Universidade Estadual de
Goiás, Professora de Química e Física do Colégio Ulbra Antares
e na rede estadual de ensino.
Email: *monalisagtba19@hotmail.com*

Paulo Cezar Mendes

Doutor em Geografia. Professor do Instituto de Geografia da
UFU, do Programa de Pós-Graduação em Geografia do IG –
UFU e do Programa de Pós-Graduação em Geografia do Pontal
– UFU.
E-mail: *pcmendes@ig.ufu.br*

Rafael Martins Mendes

Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação-
PPGED/UFU, Universidade Federal de Uberlândia.
E-mail: *rafael.mendes@ufu.br*

Sandra Aparecida da Silva

Doutoranda em Geografia na Universidade Federal de
Uberlândia.

E-mail: *sandesilva2201@gmail.com*

Silvanio de Cássio da Silva

Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Geografia-
PPGEO/UFU, Universidade Federal de Uberlândia.

E-mail: *silvanio.silva@ufu.br*

Tadeu Melo Robson Cavalcanti

Doutor em Produção Vegetal.

Talyson de Melo Bolleli

Geografo licenciado. Mestre em Ciências Ambientais pela
Universidade Federal de Alfenas. Doutorando em Ciência da
Engenharia Ambiental na EESC/USP.

E-mail: *bolleli@usp.br*

Thaywane Azevedo Marques

Departamento de Química, Instituto Federal de Ensino,
Ciência e Tecnologia Goiano.

Vanessa Manfio

Doutora em Geografia pelo Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul com um período de intercâmbio na Universidade de Trás-Os-Montes e Alto Douro de Vila Real - Portugal. Professora de geografia concursada da rede municipal de Nova Palma-RS e pesquisadora do Núcleo de Estudos Agrários da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

E-mail: *vamanfio@hotmail.com*

Vinício Luís Pierozan

Mestre em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professor Estatutário de Geografia da Rede Municipal de Ensino de Canoas (RS).

E-mail: *vpierozan@hotmail.com*

Zaqueu Henrique de Souza

Doutorando em Geografia pela Universidade Federal de Jataí - UFJ. Professor no Centro Universitário de Mineiros - Unifimes

E-mail: *zaqueuprofessor@gmail.com*

