



Águas do Cerrado

gestão, usos e conflitos

Diego Tarley Ferreira Nascimento
Ricardo Junior de Assis Fernandes Gonçalves
(Organizadores)

Águas do Cerrado

gestão, usos e conflitos



Águas do Cerrado

gestão, usos e conflitos

Diego Tarley Ferreira Nascimento
Ricardo Junior de Assis Fernandes Gonçalves
(Organizadores)

Goiânia-GO
Kelps, 2018

Copyright © 2018 by Águas do cerrado

Editora Kelps

Rua 19 nº 100 – St. Marechal Rondon

CEP 74.560-460 – Goiânia-GO

Fone: (62) 3211-1616

Fax: (62) 3211-1075

E-mail: kelps@kelps.com.br

homepage: www.kelps.com.br

Diagramação

Victor Marques

CIP – Brasil – Catalogação na Fonte

BIBLIOTECA PÚBLICA ESTADUAL PIO VARGAS

agu Águas do cerrado: gestão, usos e conflitos. / Diego
Tarley Ferreira Nascimento, Ricardo Junior de Assis
Fernandes Gonçalves (org.). – Goiânia: Kelps, 2018.

188 p.: il.

ISBN: 978-85-400-2332-1

1. Meio ambiente. 2. Cerrado. 3. Conservação.

I. Título

CDU: 504.05

DIREITOS RESERVADOS

É proibida a reprodução total ou parcial da obra, de qualquer forma ou por qualquer meio, sem a autorização prévia e por escrito do autor. A violação dos Direitos Autorais (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Impresso no Brasil

Printed in Brazil

2018

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	7
Diego Tarley Ferreira Nascimento e Ricardo Junior de Assis Fernandes Gonçalves	
CARTA DAS ÁGUA	11
II Fórum Regional das Águas	
CAPÍTULO 1 – Espaços de lutas, de enfrentamentos e de resistências frente à pilhagem territorial dos grandes projetos de mineração em Goiás, Brasil	15
Ricardo Junior de Assis Fernandes Gonçalves, Guilherme Marini Perpetua e Bruno Milanez	
CAPÍTULO 2 – Agronegócio, implicações hidroclimáticas e ameaças à sociobiodiversidade no cerrado tocantinense: reflexões e caminhos para a pesquisa.....	37
Lucas Barbosa e Souza	
CAPÍTULO 3 – análise física da paisagem nos municípios de Jataí, Montividiu e Paraúna, estado de Goiás, Brasil.....	51
Íria Oliveira Franco, Flávio Alves de Sousa e Frederico Augusto Guimarães Guilherme	
CAPÍTULO 4 – A microbacia do Rio Bacalhau no município de Goiás (GO): parâmetros morfométricos.....	65
Robson de Sousa Moraes, Murilo Mendonça Oliveira de Souza, Ana Carolina Santomé Franco, Mateus Bontempo e Lindomar Rodrigues dos Santos Junior	
CAPÍTULO 5 – Caracterização morfométrica da microbacia hidrográfica do Córrego Areia (GO)	75
Amanda Pereira Silva, Washington Silva Alves e Paulo Fernandes Roges Souza Silva	

CAPÍTULO 6 – Caracterização fisiográfica e mapeamento de uso do solo na bacia hidrográfica do Rio Garças (MT)..... 91

Romário Rosa de Sousa, Sandro Cristiano de Melo e Izaias de Souza Silva

CAPÍTULO 7 – Análise comparativa da vazão do Ribeirão Santo Antônio e do Ribeirão Santa Marta visando a segurança hídrica da cidade de Iporá (GO)..... 109

Derick Martins Borges de Moura, João Batista Pereira Cabral, Wanderlubio Barbosa Gentil, Assunção Andrade de Barcelos e Wellmo dos Santos Alves

CAPÍTULO 8 – Análise da qualidade da água no Lago Bom Sucesso na cidade de Jataí (GO), Brasil..... 121

Fernanda Luisa Ramalho, Sheyla Olivia Groff Birro, Vilson Sousa Queiroz Junior e Lorena Paula Silva

CAPÍTULO 9 – Relação entre sólido suspenso, turbidez e transparência da água em reservatórios – estudo de caso do reservatório da UHE Barra dos Coqueiros – Goiás..... 137

Dalila Brito de Jesus, João Batista Pereira Cabral, Vilson Sousa Queiroz Júnior e Ana Karoline Ferreira dos Santos

CAPÍTULO 10 – Os eventos climáticos extremos de Iporá (GO) registrados entre 2013 e 2017..... 153

Ramonielly Malaquias Moreira de Deus e Diego Tarley Ferreira Nascimento

CAPÍTULO 11 – Classificação dos anos-padrão de chuvas nas bacias hidrográficas de recarga da PCH Mosquitão – Oeste Goiano 163

Thiago Rocha, Zilda de Fátima Mariano, Valdir Specian, Daiane Ferreira Batista e Gustavo Zen de Figueiredo Neves

CAPÍTULO 12 – Os fenômenos de enchente, inundação e alagamento: uma proposta para o processo de ensino-aprendizagem de Geografia..... 177

Augusto César Magalhães de Souza e Diego Tarley Ferreira Nascimento

APRESENTAÇÃO

Aqui é o país das águas, claras águas que formam os rios do Brasil. Araguaia de suaves praias em curvas feminis; o Tocantins sisudo e duro como um velho comerciante, escachoando soturno no leito fundo; o Paranaíba ligeiro e vigoroso, transformando em luz e energia pelas muitas catadupas. Goiás dá de beber a todas as terras do Brasil.

(*Goiás*, Bernardo Élis, 1987, p. 3).

Bernardo Élis, em sua narrativa prosaica, chama Goiás de “o país das águas”. O uso da metáfora não se reduz ao lirismo da escrita literária, mas, ilustra a importância de Goiás enquanto “berçário das águas” do Brasil, haja vista deter as nascentes e ser divisor de águas de três grandes Regiões Hidrográficas: o Araguaia-Tocantins, o São Francisco e o Paraná.

De suas planuras, vales e serras, nascentes brotam e correm sinuosas até se somarem a outros pequenos canais, posteriormente, formando os grandes rios, que provêem as necessidades dos usos para o abastecimento doméstico, agronegócio, e geração de energia elétrica.

Águas cristalinas, águas correntes, águas que se encontram, águas que formam cachoeiras e lagos, águas que irrigam roças, águas que saciam a sede da população na cidade e no campo, águas

envenenadas por agrotóxicos aplicados nos monocultivos, águas represadas pelas obras de engenharia das hidroelétricas... Quanta água? Quantos usos! Goiás..., “país das águas”!

Goiás é um território cuja interpretação não exclui, de maneira concomitante, a leitura geográfica do Cerrado e a ocupação dos seus solos e subsolo, das matas e dos campos, dos rios e córregos, da cultura e do trabalho. O potencial hidrográfico do Cerrado favorece a sua sociobiodiversidade e, ao mesmo tempo, repercute o processo de ocupação e a territorialização de atividades econômicas altamente dependentes da água em seus processos produtivos.

Como resposta de elevada demanda dos recursos hídricos, efeitos socioambientais são sentidos por todos os segmentos da sociedade, com evidentes sintomas da má gestão, do uso insustentável e dos diversos conflitos associados, dentre os quais se destacam: o estado de conservação das nascentes e dos mananciais; a de qualidade da água e o atendimento à legislação ambiental, especialmente com relação ao uso múltiplo e a não garantia do uso prioritário de água para abastecimento doméstico perante períodos de escassez.

Justamente nesta circunstância que foi proposto o Fórum Regional das Águas. Contando com fomento financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG), o evento tem buscado levantar discussões e propor soluções para os problemas sociais, econômicos e ambientais relacionados às águas no Oeste Goiano e, em especial, no município de Iporá – sem deixar de levar em consideração o contexto do Cerrado.

A primeira edição do evento ocorreu em junho de 2016, com a temática “geopolítica, estratégias de apropriação e usos sustentáveis da água” e, na segunda edição do Fórum Regional das Águas, realizado entre 23 e 25 de agosto de 2017, com a temática “Águas do Cerrado: gestão, usos e conflitos”. O Evento reuniu docentes e

discentes da Universidade Estadual de Goiás, do Instituto Federal Goiano, da Universidade Federal de Goiás e da Universidade Federal do Mato Grosso, promovendo investigações que compõem as páginas deste livro.

Como resultado do esforço coletivo entre as instituições participantes da segunda edição do Fórum Regional das Águas foi elaborado um documento síntese: *A Carta das Águas*, que consta na parte inicial deste livro. O documento apresenta o panorama dos problemas relacionados à questão da água no Oeste Goiano e o município de Iporá e demandam dos Governos Federal, Estadual e Municipal as respectivas atitudes para o equacionamento de tais problemas.

Ainda, perante os espaços de diálogos, debates, reflexões e aprendizados proporcionados pelo Evento, a exposição de teorias e práticas e a formação de recursos humanos com capacidade de discutir a temática das águas apresentar soluções aos problemas à ela relacionados, o presente livro apresenta as principais contribuições do II Fórum Regional das Águas às questões associadas à gestão, uso e conflitos da água

Em suma, o livro foi estruturado em 12 capítulos ordenados conforme proximidade às suas temáticas. A primeira seção se baseia em textos que versam sobre os conflitos pelo uso das águas, focando grandes projetos de mineração e a questão do agronegócio. A segunda seção foi destinada a um texto com análise da paisagem dos municípios de Jataí, Montividiu e Paraúna, enquanto insumo necessário à gestão dos recursos hídricos. A terceira seção compreende textos que tratam de estudos voltados ao recorte espacial de bacias hidrográficas, voltados às bacias do Rio Bacalhau, do Córrego Areia (Arenópolis e Piranhas-GO), do Rio Garças (MT) e do Ribeirão Santo Antônio e Santa Marta (Iporá-GO). A quarta seção representa textos que se voltaram a análises específicas de corpos hídricos, como foi

o caso da análise da qualidade de água no lago Bom Sucesso (Jatáí-GO) e dos parâmetros hidrossedimentológicos do reservatório da UHE Barra dos Coqueiros (Caçu-GO). A quinta seção apresenta textos com análises climáticas relacionadas a eventos extremos para o município de Iporá e à classificação de anos-padrão da precipitação para as bacias hidrográficas de recarga da PCH Mosquitão, no Oeste Goiano. Por último, a sexta seção expõe uma proposta didática para o ensino-aprendizagem dos fenômenos de enchentes, inundações e alagamentos.

Diego Tarley Ferreira Nascimento
Ricardo Junior de Assis Fernandes Gonçalves

Iporá, janeiro de 2018.

A CARTA DAS ÁGUAS DO CERRADO

Esta Carta surge como fruto do trabalho coletivo do II Fórum Regional das Águas, realizado em agosto de 2017, sob a organização do curso de Geografia da Universidade Estadual de Goiás, Campus Iporá, que reuniu representantes de diversas Instituições de Ensino Superior, entre elas a Universidade Estadual de Goiás (Campi Iporá, Minaçu, Cora Coralina e Morrinhos), Universidade Federal de Goiás (Regional Goiânia, Jataí e Catalão), Instituto Federal Goiano (Campi Iporá e Rio Verde) e Universidade Federal do Mato Grosso (Campus do Alto Araguaia).

Estamos vivendo um momento histórico crítico em relação aos usos e conflitos pelos recursos hídricos. Embora o Brasil seja rico em água, vemos esse bem comum faltar em quantidade e/ou qualidade para a população urbana e rural, sobretudo para a população pobre.

Neste cenário, ocorrerá em março de 2018, no Brasil, o 8º Fórum Mundial da Água, que deverá evidenciar o enorme desafio do país na justiça ambiental da água.

Neste ensejo, redigimos coletivamente esta Carta, por entender que algumas atitudes do poder público precisam ser empreendidas para que a água seja garantida aos cidadãos iporaenses, goianos e brasileiros.

Do Governo Federal, como ente responsável por regular o acesso à água nacionalmente, requeremos que o Sistema Nacional de Gestão de Recursos Hídricos seja fortalecido, em especial os Comitês de Bacias Hidrográficas, que têm sofrido a falta de apoio para gerir sérios problemas que estão afetando, sobretudo, os pequenos produtores agropecuários e as populações urbanas. Posicionamos contrariamente às decisões recentemente tomadas pelo Governo

Federal em relação às concessões para uso dos recursos naturais para grandes empreendimentos de exploração agropecuária, mineral, hidrelétrica e outros, em especial situados em terras indígenas, calungas, de camponeses ou pertencentes à Unidades de Conservação.

Ao Governo do Estado de Goiás, solicitamos maior atenção com relação aos recursos hídricos. Esperamos do poder público goiano o planejamento e uma eficaz gestão do uso da água, em especial aquele destinado à irrigação, que tem ocorrido sem o devido acompanhamento dos órgãos ambientais, causando prejuízo à sustentabilidade dos cursos d'água. O Governo do Estado de Goiás tem, historicamente, desapoiado os Comitês de Bacia Hidrográfica goianos. Cobramos a imediata restauração do Conselho Estadual de Recursos Hídricos, atualmente reduzido a Câmara Temática; bem como a instalação dos Comitês de Bacia Hidrográfica ainda não existentes e apoio aos comitês já criados e que estão impedidos de atuar por falta de apoio governamental. Requeremos a criação dos Comitês de Bacias do Rio Claro e Caiapó, afluentes diretos da margem direita do Alto Araguaia, localizadas no Oeste Goiano.

Da mesma forma, solicitamos o suporte da Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos (Secima) e da Associação Goiana de Municípios (AGM) para a criação de Secretarias e Conselhos de Meio Ambiente em todos os municípios de Goiás. Desejamos ainda que o Estado de Goiás apoie os municípios no sentido de implantar o Plano Nacional de Resíduos Sólidos – conforme legislação vigente – viabilizando a correta destinação dos resíduos.

O governo estadual deve também investir na Secima para composição dos quadros humanos e da estrutura de trabalho para a fiscalização ambiental. É necessária a revisão dos contratos entre a

Saneago e os municípios para exploração dos mananciais d'água para abastecimento urbano, nos quais passe a constar a responsabilização da Saneago no processo de monitoramento e preservação das bacias de captação, e não apenas a exploração da água. Manifestamos preocupação quanto às autorizações para criação de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) em Goiás, pois as exigências de planejamento e mitigações de impacto ambiental não têm sido realizadas, afetando profundamente a vida silvestre e as famílias expropriadas por esses empreendimentos. É importante que no processo de criação de PCHs haja ampla divulgação e esclarecimento sobre os efeitos socioambientais e que nas audiências públicas que tratem do empreendimento seja dada à população afetada o direito à voz e ao voto.

Do Ministério Público de Goiás requeremos que as ações de fiscalização sejam efetivas em todas as comarcas para que haja o cumprimento das obrigações públicas e privadas para com a água. Para isso, apontamos a necessidade de ampliação do quadro técnico de peritos ambientais. Em especial, desejamos que o Ministério Público exija aos responsáveis a recuperação de nascentes e a recomposição das matas ciliares em todas as microbacias nos municípios goianos. É importante que as audiências públicas e o licenciamento para a criação de PCHs sejam acompanhados pelo Ministério Público, pois hoje estamos sofrendo com grandes passivos ambientais e sociais advindos da negligência do poder público.

Com relação ao Município de Iporá, estamos presenciando a degradação contínua dos recursos hídricos nos seguintes aspectos: há negligência quanto à fiscalização dos impactos causados por PCHs; há diversas propriedades rurais descumprindo a legislação ambiental referente às Áreas de Preservação Permanente e Reservas Legais. No ambiente urbano, o município tem deixado de ordenar a

ocupação urbana e de exigir a preservação de Áreas de Preservação Permanente às margens dos cursos d'água; os novos loteamentos urbanos, a exemplo dos situados na região norte da cidade, irão afetar diretamente uma nascente do Córrego Santo Antônio, colocando em risco o abastecimento de água potável para a população urbana. O município tem ainda deixado de fiscalizar a abertura de poços artesianos, colocando em risco a qualidade da água subterrânea.

Em síntese, apontamos a necessidade de que o Ministério Público exija do Estado de Goiás e do Município de Iporá o cumprimento dos pontos elencados na presente Carta da Água do Cerrado.

Este documento vai subscrito digitalmente por meio da petição pública registrada no Avaaz com o seguinte endereço eletrônico:

<https://secure.avaaz.org/po/petition/Poder_publico_federal_estadual_Goias_e_municipal_Ipora_A_CARTA_DA_AGUA_DO_CERRADO>

II Fórum Regional das Águas. Iporá, agosto de 2017.

ESPAÇOS DE LUTAS, DE ENFRENTAMENTOS E DE RESISTÊNCIAS FRENTE À PILHAGEM TERRITORIAL DOS GRANDES PROJETOS DE MINERAÇÃO EM GOIÁS, BRASIL

Ricardo Junior de Assis Fernandes Gonçalves
Universidade Estadual de Goiás – Campus Iporá

Guilherme Marini Perpetua
Universidade Estadual Paulista – UNESP Presidente Prudente

Bruno Milanez
Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF

INTRODUÇÃO

Tínhamos de tomar as pranchas quentes
de cobre com as mãos, e entregá-las
à pá mecânica. Saíam quase ardendo,
pesavam mais que o mundo, íamos extenuados
transportando as lâminas do mineral, às vezes
uma delas caía sobre um pé e o quebrava,
sobre uma mão que virava um coto.
Vieram os gringos e disseram: “Trabalhem
mais depressa e podem ir pra casa”.
A duras penas, pra sair mais cedo,
fizemos o trabalho. Mas eles voltaram:
“Agora trabalhem menos, ganhem menos”.
Foi a greve na Casa Verde, dez semanas,
greve, e quando voltamos ao trabalho,
com um pretexto: onde está a tua ferramenta?
me atiraram na rua. Olhe o senhor estas mãos,
é um calo só que o cobre fez,
escute meu coração, não parece
que dá pulos?, é o cobre que machuca,
e mal posso andar de um lugar pra outro,
procurando, faminto, serviço que não encontro:
parece que me enxergam agachado, levando
as folhas invisíveis do cobre que me mata.

(Pablo Neruda)

A epígrafe acima, extraída do livro *O Canto Geral*, do poeta chileno Pablo Neruda, expõe em versos ácidos as práticas de pilhagem de recursos territoriais e do trabalho pela mineração de cobre no Chile. Destaca, nestes versos, a exaustão e a resistência coletiva (as greves) dos trabalhadores na mina de Chuquicamata, a maior do mundo por volume de cobre escavado a céu aberto. Explorada desde 1915, esta mina ainda permanece como um dos maiores reservatórios de cobre conhecidos no mundo. Neste sentido, este exemplo da mineração a céu aberto expressa também as contradições do modelo mineral nos demais países da América Latina, como Brasil, Peru, Argentina e México. A exploração de minérios deixa rastros de espoliação e esgotamento ambiental e da força de trabalho para extrair cada tonelada de ferro, carvão, níquel, cobre e demais *commodities* que desempenham um papel estratégico na fase contemporânea do capitalismo mundial, vinculando-se diretamente também ao modelo de desenvolvimento adotado por tais países (SVAMPA, 2013).

Na primeira década do século XXI, países e regiões com abundância de recursos territoriais como a América Latina e África foram impactados pelo *boom das commodities* minerais, com a China no epicentro das importações globais de minérios como o ferro extraído no Brasil. Verificou-se, assim, a expansão do capitalismo extrativista (PETRAS, 2014) para novas fronteiras de acumulação do capital, e por consequência, de pilhagem dos territórios.

O modelo neoextrativista que marca esse processo imprimiu aos lugares novas racionalidades e funções da produção e troca de mercadoria, aumentando, especialmente, os ritmos extrativos de recursos naturais para abastecer as demandas internacionais por *commodities*. Por conseguinte, paisagens naturais são erodidas, camponeses e povos originários e tradicionais são expropriados e a força física dos trabalhadores é mobilizada e

exaurida pela superexploração do trabalho. Estas observações esclarecem que o modelo mineral baseado nos grandes projetos extrativistas de minérios fortalece estratégias de controle do trabalho e apropriação privada e desigual dos territórios. A escala da produção e exportação, os métodos e ritmos extrativos, assim como o uso e desperdício dos próprios minérios, água e energia revelam a insustentabilidade e destrutividade do desenvolvimento calcado na “irracionalidade sistêmica do capital” (MÉSZÁROS, 2007) em países e regiões dependentes dos empreendimentos de mineração.

Com efeito, Goiás ocupa a terceira posição – depois de Minas Gerais e Pará – entre os principais territórios de extrativismo mineral no Brasil. O Estado é o principal produtor de amianto (com participação de 100% do minério produzido no país) e níquel (com participação de 85,6% da produção nacional), é o segundo maior produtor de rocha fosfática (com participação de 35,4%) e nióbio (com participação de 12,9%). Além disso, é o quarto maior produtor de ouro, com participação de 13,2% da produção nacional (DNPM, 2015).

A exploração mineral no território goiano é controlada por grandes empresas de grupos nacionais (SAMA S.A), bem como transnacionais com sede no Brasil (Votorantim e Vale S.A.) e no exterior (Anglo American, Cmoc International, AngloGold Ashanti). Essa exploração revela a relação entre o domínio econômico do território e a ligação com a matéria prima mineral. O *modus operandi* das empresas bem como o conjunto de impactos dos grandes projetos de extrativismo mineral em Comunidades Camponesas, no meio ambiente, no estado de saúde dos trabalhadores, a interferência na organização da propriedade fundiária ou expropriação dos camponeses de suas terras guarda grande semelhança como o que Perpetua (2016) e Perpetua e Thomaz Junior

(2016) denominaram como “pilhagem territorial”, ao estudarem os megaempreendimentos recentes do capital arbóreo-celulósico no Brasil.

No entanto, diante da territorialização e ofensiva do capital minerador, estratégias de organização coletiva e construção de espaços de luta, de contestação e de resistência têm sido construídas no Brasil. A criação do Comitê Nacional em Defesa dos Territórios Frente à Mineração, do Movimento pela Soberania Popular na Mineração (MAM)¹, da Articulação Internacional das Atingidas e Atingidos pela Vale e demais lutas em diferentes municípios e estados brasileiros, como a Campanha Pelas Águas e Contra o Mineroduto da Ferrous, em Viçosa/MG, Rede de Acompanhamento e Justiça Ambiental dos Atingidos pelo Projeto Minas-Rio (Reaja), em Conceição do Mato Dentro/MG, e a Justiça nos Trilhos, que atua em territórios impactos pela Ferrovia dos Carajás no Maranhão, são exemplos de movimentos de contestação ao modelo mineral predatório.

Neste sentido, o objetivo da pesquisa apresentada neste capítulo é analisar as experiências de organização coletiva, contestação e luta que compõem a construção dos contra-espços por camponeses e demais trabalhadores impactados por grandes projetos de mineração em Goiás, Brasil. Para isso, os municípios de Catalão e Ouvidor, localizados no Sudeste do estado, constituem o recorte espacial da pesquisa. Os procedimentos metodológicos baseiam-se em técnicas de investigação qualitativa como pesquisa de campo, entrevistas, observação direta e diário de campo. No conjunto das metodologias qualitativas, a pesquisa de campo

¹ “O MAM é um movimento popular não conjuntural, mas que incide perenemente no processo político brasileiro, no que tange às destinações e apropriações dos bens naturais desse país. Somos um movimento que junto às massas espoliadas e organizadas da mineração, poderemos discutir o ritmo de extração mineral, onde se pode ou não minerar e, além de lutar pela soberania popular na mineração. [...] Atualmente, o MAM se organiza em nove estados mais o Distrito Federal: Bahia, Ceará, Goiás, Maranhão, Minas Gerais, Pará, Piauí, São Paulo e Tocantins” (MAM, 2017, p. 1).

se insere na fase de pesquisa denominada documentação direta e consiste no levantamento de informações onde os fenômenos ocorrem. Ela permite a inserção do pesquisador no movimento da realidade que se propôs pesquisar, fertilizando teorias, abstrações filosóficas com experiências.

Referenciado em pesquisas de campo realizadas nos municípios de Catalão e Ouidor, constatou-se que as ações do Movimento Camponês Popular (MCP) e do MAM, aliados a entidades como a Comissão Pastoral da Terra (CPT) e a Associação dos Geógrafos Brasileiros (AGB), revelam novas experiências de lutas por permanência nos territórios. Resistências a partir da organização dos sujeitos em movimentos sociais, sindicais ou associativos, mas, também construídas nas práticas culturais cotidianas. Com efeito, a leitura geográfica desse processo também contribui para compreender as contradições do modelo extrativista mineral em Goiás e no Brasil.

A EXPANSÃO DO CAPITALISMO EXTRATIVISTA EM GOIÁS

No decorrer da década de 2000 e início da segunda década do século XXI houve um incremento significativo nas cifras da extração mineral no território goiano, em estreita relação com a conjuntura do *superciclo das commodities minerais*, liderada pelo salto dos preços de minérios como o ferro, carvão mineral, níquel e cobre. Essa constatação também esteve inserida no contexto de reprimarização da pauta exportadora brasileira, especialmente para atender demandas de países como a China. Portanto, os minérios extraídos do subsolo e comercializados no exterior também contribuíram para revelar a inserção geopolítica da economia brasileira na Divisão Internacional do Trabalho enquanto exportadora de produtos primários.

Desse modo, o peso da mineração na economia goiana e especialmente nos “municípios minerados”², foi incrementado com o aumento do volume de minérios extraídos e das cifras de comercialização no interior do *superciclo das commodities* no início do século XXI. Entre 2004 e 2015 tanto a produção quanto os cálculos da comercialização de substâncias minerais em Goiás conheceram um rápido crescimento. O valor total da comercialização dos minérios extraídos no estado saltou de R\$ 2,4 bilhões em 2004 para R\$ 6,7 bilhões em 2015 (DNPM, 2013, 2015, 2016; GONÇALVES 2016). Entre os minerais selecionados, o ouro, o níquel, o cobre e o nióbio experimentaram um processo de ascensão acentuado, tanto do ponto de vista do volume extraído, quando das cifras comerciais. Sendo assim, dados recentes (2015) disponibilizados pelo Departamento Nacional de Produção Mineral, demonstram os resultados de produção e comercialização da matéria prima mineral explorada em municípios goianos. (Tabela 1).

Um dos principais impactos econômicos do aumento da extração e comercialização de minérios, para o estado e particularmente para os municípios mineradores em Goiás, desde o início da primeira década do século XXI, tem sido o crescimento da arrecadação de Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM)³. Entre 2004 e 2015, o aumento na arrecadação da CFEM em Goiás passou de R\$ 14,3 milhões em 2004, para R\$ 78,9 milhões em 2015, contraditoriamente, está concentrado em poucos minérios e possui uma distribuição espacialmente centralizada nos principais municípios extrativos. (Tabela 2).

² Entende-se que o uso da noção de “município minerador” é questionável, pois não é o município que minera, é a empresa. Considera-se então que “município minerado” faria mais sentido e reforçaria a ideia de que o município não detém a decisão de minerar, nem captura a maior parte da renda.

³ “A CFEM, estabelecida pela Constituição de 1988, em seu Art. 20, § 1º, é devida aos Estados, ao Distrito Federal, aos Municípios, e aos órgãos da administração da União, como contraprestação pela utilização econômica dos recursos minerais em seus respectivos territórios” (DNPM, 2017. p. 1).

Tabela 1 – Produção mineral e valores da comercialização em Goiás – 2015

Minério	Municípios Produtores	Produção (t e Kg/ Ouro)	Comercialização (R\$)*
Amianto	Minaçu	232.051,56	550.442.248,76
Cobre	Alto Horizonte / Niquelândia	63.984,71	1.361.303.346,80
Fosfato	Catalão / Ouvidor	2.316.566,00	398.301.941,49
Nióbio	Ouvidor	12.740,33	437.357.662,91
Níquel	Barro Alto / Niquelândia	48.799,98	1.857.903.267,72
Ouro	Crixás	6.604,79	824.846.047,88
Total Comercializado / minerais selecionados		5.430.154.515,56	
Total Comercializado / Goiás		6.736.240.530,88	

* O valor da comercialização pode não corresponder à venda do total de cada minério produzido em cada ano (para mais ou para menos).

Fonte: DNPM, 2016.

Organização: Gonçalves e Silva (2017).

Tabela 2 – Evolução da arrecadação de CFEM em Goiás por municípios e substâncias minerais selecionadas.

ARRECADAÇÃO DE CFEM – MUNICÍPIOS SELECIONADOS				
Municípios	2004	2008	2012	2015
Alto Horizonte	-	20.678.108,75	28.791.782,08	24.801.071,20
Minaçu	3.699.650,07	5.170.284,39	8.074.171,97	9.752.419,25
Niquelândia	1.248.980,34	2.457.350,99	2.429.483,26	1.861.255,68
Crixás	2.194.745,62	2.646.556,28	4.234.635,64	4.883.898,87
Barro Alto	129.115,57	2.592.794,94	9.124.065,95	10.607.445,56

Catalão	2.966.495,10	6.106.849,53	7.891.348,49	5.813.434,31
Ouvidor	1.755.796,80	2.138.191,50	3.279.375,79	8.140.892,57
Subtotal	11.994.783,50	41.790.136,38	63.824.863,18	65.860.417,44
Total/Goias	14.314.186,68	45.345.378,46	73.137.294,14	78.927.914,06

ARRECAÇÃO DE CFEM – SUBSTÂNCIAS MINERAIS SELECIONADAS

Substâncias minerais	2004	2008	2012	2015
Fosfato	4.328.381,67	7.453.884,75	9.540.594,91	7.743.062,91
Amianto	3.699.650,07	5.169.679,04	8.073.751,81	9.751.110,91
Ouro	3.477.096,99	2.674.593,51	4.237.810,36	7.728.310,65
Níquel	925.725,11	5.734.231,56	11.399.365,72	12.044.300,91
Cobre	-	20.943.755,80	28.791.782,08	24.801.071,20
Nióbio	388.747,10	789.873,95	1.617.509,24	5.971.028,95
Subtotal	12.819.600,94	42.766.018,61	63.660.814,12	68.038.885,53
Total/Goias	14.314.186,68	45.345.378,46	73.137.294,14	78.927.914,06

Fonte: DNPM (2009, 2013, 2015, 2016).

Organização: Gonçalves e Silva (2016/2017).

Em 2004, apenas o fosfato, amianto e ouro responderam por 77,33% do total das arrecadações de CFEM, e junto aos demais selecionados (com exceção do cobre), por aproximadamente 86,16% das arrecadações em todo o território goiano. Em 2008, as alíquotas dos seis minérios destacados tiveram uma posição de destaque, com 94,74% de toda arrecadação. Em 2012, as substâncias minerais destacadas nos anos anteriores responderam por um total aproximado de 87,04% da arrecadação no território goiano. Por fim, em 2015 as seis substâncias minerais responderam por 68.038.885,53 do total de CFEM arrecadado no estado, que foi

de R\$ 78.927.914,06 (DNPM, 2015, 2016; GONÇALVES 2016). O fato de a arrecadação estar concentrada em poucos minerais permite refletir sobre alguns problemas, pois considerando que o mercado mineral é volátil, a concentração em poucos minerais quer dizer maior vulnerabilidade econômica. Se o preço de um cai, a economia do estado e dos municípios minerados sofre perdas significativas, com impacto nos serviços públicos e geração de emprego.

No mesmo ano 2004, apenas os municípios de Minaçu, Catalão, Crixás, Ouvidor e Niquelândia, contribuíram com cerca de 79,67% da arrecadação do estado. Em 2008, essa desproporção quanto às arrecadações foi reproduzida, quando apenas os sete municípios selecionados apresentaram um quantitativo reinante de aproximados 88,7% da totalidade da CFEM arrecada. A característica desigual da arrecadação da CFEM no ano de 2012 fez parte, mais uma vez, das atividades extrativas minerais, sendo os mesmos municípios responsáveis por 86.36% das cifras arrecadadas no estado. Em 2015, os municípios e minerais selecionados voltaram a representar quase a totalidade das arrecadações de CFEM. Apenas sete municípios foram responsáveis pela arrecadação de R\$ 65.860.417,44, diante do total de R\$ 78.927.914,06. Ter poucos municípios com mineração não chega a ser um problema, de certa forma isso é melhor do que ter muitos municípios mineradores causando conflitos ambientais, pilhagem dos territórios e dos trabalhadores. No entanto, uma consequência indireta do número reduzido de municípios com mineração seria que nesses municípios a mineração teria uma força político-econômica desproporcional com forte capacidade de influenciar o poder local.

A análise dos dados da produção, comercialização de minérios e arrecadação de CFEM em Goiás no período entre 2004

e 2015 a relação entre a matéria-prima mineral e os processos de apropriação desigual do território do Cerrado. Chama a atenção também para a relação econômica dependente de setores da produção de *commodities* agrícolas e minerais, como o agronegócio, a pecuária e a mineração.

Enquanto verifica-se a expansão do setor mineral em Goiás e seus efeitos na geração de renda para o estado e os municípios, por outro lado pouca dedicação é atribuída às implicações socioespaciais deste modelo de exploração do subsolo, da terra, da água e dos trabalhadores. Em suma, a leitura geográfica da mineração permite aprofundar seus efeitos destrutivos para o ambiente e o trabalho como expressão concreta da relação entre este setor extrativo e as práticas de pilhagem territorial.

A PILHAGEM TERRITORIAL EMPREENDIDA PELO CAPITAL MINERADOR EM GOIÁS

Ao investigarem o processo de expansão territorial recente da produção de celulose e do monocultivo arbóreo (eucalipto) a ela atrelado no Brasil, Perpetua (2016) e Perpetua e Thomaz Junior (2016) o definiram como sendo um processo amplamente fundado na pilhagem territorial. Partindo da noção de “pilhagem ambiental” presente na obra de Altvater (1995), e após amplo estudo do segmento produtivo em questão, o qual teve como recorte empírico megapreendimentos recentemente implantados em três regiões situadas em diferentes estados brasileiros (Extremo Sul da Bahia, Leste de Mato Grosso do Sul e Oeste do Maranhão), Perpetua (2016, p. 37) concluiu que:

[...] dadas as características inerentes à estruturação do segmento arbóreo-celulósico no Brasil, bem como a inserção do

país na divisão internacional do trabalho afinada ao diapasão do capital financeiro, as formas de exploração dos recursos territoriais – incluindo o trabalho vivo – vão necessariamente muito além de qualquer limite, revelando a combinação de distintas dinâmicas de acumulação que podem efetivar-se somente por meio de um controle territorial verticalizado e autoritário, centro das estratégias das corporações. Para os trabalhadores, especificamente, o resultado não pode ser outro senão um trabalho visceralmente precário e promotor de riscos e agravos à saúde.

Esta determinação estrutural, segundo o autor, apresenta-se como movimento de territorialização do capital e conseqüente desmonte (desterreação) de territórios pré-existentes, seja daqueles organizados sob a lógica e segundo relações capitalistas (fazendas de pecuária, áreas de cultivo de alimentos ou outros cultivos agrícolas), seja daqueles estruturados segundo relações de produção e reprodução não capitalistas (territórios camponeses, quilombolas, indígenas, de quebradeiras de coco babaçu etc.).

Nesta abordagem, o território é compreendido como recorte de domínio (MOREIRA, 2008) e fração do espaço geográfico, ao mesmo tempo, tomada do ponto de vista das e delimitada pelas relações de poder que caracterizam o intercâmbio metabólico dos homens entre si e com sua natureza exterior (MÉSZÁROS, 2006), cujo vértice é o trabalho. Diferentes formas de intercâmbio metabólico consubstanciam territorialidades diferentes e, por vezes, absolutamente antagônicas entre si, surgindo daí uma situação de conflito insolúvel, pois em essência contraditória, dentro dos tacanhos limites da lógica capitalista. A partir deste entendimento, é possível conceber porque classes sociais e metabolismos distintos possuem distintas e conflitantes territorialidades, produzem territórios contrapostos e se apropriam, utilizam e representam de formas diversas seus recursos (PERPETUA, 2016).

O território tradicional e/ou camponês é fonte de valores de uso, condição indispensável da vida e sinônimo de terra de trabalho (MARTINS, 1980); em uma palavra, suporte de sua reprodução enquanto sujeitos, a qual não prescinde de suas práticas culturais e cosmologia, ao passo que o território sob hegemonia do capital é sinônimo de terra de negócio⁴, suporte da produção de valor de troca para a acumulação ampliada do capital como *um fim em si mesmo* (MÉSZÁROS, 2011) por meio das exploração dos recursos naturais – neste caso, destacam-se aqueles que compõem o subsolo – e do trabalho.

Destarte, como observaram Perpetua (2016) e Perpetua e Thomaz Junior (2016), a pilhagem promovida pelo grande capital produtor de *commodities* é propriamente *territorial* em três sentidos distintos, porém, complementares:

- (a) É pilhagem de recursos (subsolo, solo, condições geomorfológicas e edafoclimáticas, existência de mananciais, infraestrutura logística, recursos públicos e incentivos governamentais, força de trabalho barata e pouco organizada etc.) presentes e constitutivos dos territórios onde as corporações implantam seus megaempreendimentos;
- (b) É pilhagem que só pode ocorrer por meio da construção de imensos territórios contíguos, controlados de maneira vertical e autoritária pelas corporações, impondo severos limites à sobrevivência dos sujeitos e grupos preexistentes;
- (c) É também e, concomitantemente, destruição de outros tipos de territórios, sejam eles constituídos segundo relações capitalistas ou não capitalistas (comunidades camponesas, tradicionais, povos originários etc.).

⁴ *Ibidem.*

Observando mais de perto o caso do capital minerador, neste capítulo, propomos a ampliação do conceito por meio da incorporação de uma quarta dimensão da pilhagem:

- (d) É destruição do substrato material do território por meio, por exemplo, do desmatamento, exaustão de paisagens, da abertura de verdadeiras “crateras” na superfície e da disposição, em larga escala, de estéreis (materiais escavados, gerados pela atividade de extração, sem valor econômico) e rejeitos (resíduos resultantes do processo de beneficiamento)⁵.

Desse modo, a mineração é um setor extrativo que deixa evidente a natureza contraditória da acumulação capitalista, ao impor a lógica mercantil de apropriação dos bens comuns em territórios com diversidades socioproductivas e culturais, como as Comunidades Camponesas. Indiferente às territorialidades locais, os grandes projetos são apresentados como única perspectiva para o desenvolvimento. Por isso, dependentes da exploração intensiva da natureza e dos trabalhadores econômico e social das regiões mineradoras. O modelo de mineração baseado nos grandes projetos de extrativismo mineral territorializados em Goiás e especialmente nos municípios de Catalão/Ouvidor expõem a pilhagem e violação das Comunidades e seus territórios.

⁵ Este processo destrutivo apresenta-se, de formas particulares, em diferentes frentes expansivas da produção de *commodities*. Na agropecuária, sua expressão mais evidente é a contaminação indiscriminada do subsolo, do solo, das águas, do ar, da fauna e flora por meio do uso crescente de agroquímicos (fertilizantes e agrotóxicos), com todos os desdobramentos direta ou indiretamente sentidos pela sociedade como um todo (PIGNATI; MACHADO; CABRAL, 2007).

CONFLITOS E A CONSTRUÇÃO DE ESPAÇOS DE RESISTÊNCIAS FRENTE À MINERAÇÃO PREDATÓRIA EM COMUNIDADES CAMPONESAS

A expansão dos grandes projetos de mineração implica a apropriação de novos territórios, efeitos ambientais e conflitos com trabalhadores e comunidades. Sendo assim, pesquisas realizadas no município de Catalão, no Sudeste Goiano, revelam as contradições dos grandes empreendimentos de extrativismo mineral.

Os impactos da mineração na vida e no trabalho das famílias camponesas despertaram ações de contestação e resistências de trabalhadores e movimentos sociais em Goiás, e especialmente nos municípios de Catalão e Ouidor, muito recentemente. Além disso, os conflitos socioambientais da mineração também passaram a desempenhar centralidade em temáticas de seminários, palestras em parceria com pesquisadores do Curso de Geografia da UFG – Regional Catalão e demais universidades goianas e do Brasil. Atividades conjuntas com a Associação dos Geógrafos Brasileiros – AGB Seção Catalão e, sobretudo, com o apoio e participação da Comissão Pastoral da Terra (CPT) e do Movimento pela Soberania Popular na Mineração (MAM) permitiram a construção de novos espaços de resistência e luta frente à pilhagem territorial da mineração.

O exemplo da atuação de membros da CPT na Comunidade Macaúba e demais Comunidades como Mata Preta e Coqueiros é ilustrativo de uma nova conjuntura questionadora dos impactos e dos conflitos da mineração envolvendo as Comunidades Camponesas em Catalão.

O Relatório de Conflitos no Campo – 2014 a CPT registrou 20 famílias da Comunidade Macaúba e outras 20 famílias da Comunidade Mata Preta em situações de conflitos por terra e água com as mineradoras. A presença da CPT também tem contribuído com

trabalho de base e participação de atividades desenvolvidas no interior da Comunidade, como reuniões dos camponeses e até mesmo audiências públicas nas cidades de Catalão e Ouidor.

A construção das lutas, contestações e resistências frente aos grandes projetos de extrativismo mineral em Catalão também tem contado com a presença ativa de militantes do MAM. A partir de 2013 atividades de diferentes naturezas têm sido organizadas pelo MAM nas cidades de Catalão/Ouidor e no interior das próprias Comunidades que compõem os municípios. Rodas de conversa, exposição de filmes/documentários, distribuição de cartilhas, coleta e produção de material audiovisual, entrevistas nas rádios locais, publicações de textos críticos no Brasil de Fato, debates na UFG – Regional Catalão e cursos de formação de base são exemplos de atividades promovidas pelo MAM. Destaca-se também a produção do documentário *Abaixo da Capital: mineração, destruição e morte*⁶, que expõe os conflitos e a destruição ambiental e do trabalho provocados pela grande mineração a céu aberto nestes municípios do Sudeste Goiano.

Essas observações sobre a atuação do MAM em Catalão/Ouidor ainda podem ser averiguadas através da realização I Curso de formação do MAM/GO entre os dias 24 a 29 de outubro de 2015, na cidade de Catalão, para aproximadamente 50 militantes. O I Curso Básico do MAM/GO teve como centralidade reunir militantes e atingidos pela mineração e dar início a estratégias de articulação para a construção no movimento na região Centro-Oeste.

No decorrer de cinco dias, o I Curso de formação do MAM/GO contou com atividades como rodas de conversas envolvendo temáticas como experiências de luta de cada comunidade; a mineração no Brasil: aspectos históricos e o debate conjuntural; histórias de lutas e resistências; os desafios da construção do MAM; construção das

⁶ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=AdXLnUS-XJw>>. Acesso em: 25 de Out./2017.

tarefas do MAM na região e nos estados; exposição e discussão de filmes/documentários como *Enquanto o Trem não passa*; *Pensando com Florestan Fernandes*.

Isto posto, a construção dos contra-espços também conta com ações colocadas em práticas por camponeses da própria Comunidade Macaúba. Em dezembro de 2014 uma família camponesa decidiu montar um acampamento próximo a GO 504 e na entrada da estrada principal que dá acesso ao Centro Comunitário da Comunidade Macaúba, também nas proximidades da empresa Vale Fertilizantes. A ação questionou os impactos socioambientais na Comunidade, o descaso das mineradoras com os camponeses e objetivou construir espaços de formação, diálogos com as demais famílias sobre os problemas locais. (Fotos 1).

Foto 1 – Camponeses da Comunidade Macaúba e de demais Comunidades Camponesas de Catalão reunidos no “Acampamento Rochedo”, como ficou denominada. Em círculo de diálogo relatam os problemas locais provocados pela mineração e procuram construir estratégias de resistências e fortalecimento da Comunidade.



Autor: Gonçalves (2015).

No decorrer de quase um mês o acampamento serviu como um laboratório de experiências coletivas, onde além das famílias da Comunidade, houve diálogos com pesquisadores do Grupo Geografia, Trabalho e Movimentos Sociais (GETeM), jornalistas de Catalão, presença de membros da CPT, representantes do governo municipal e das próprias empresas mineradoras. Como disse uma das lideranças locais,

“o Acampamento foi um laboratório para nós, serviu para fortalecer os esforços que temos feito para conscientizar as famílias, os nossos jovens. Durante essa experiência muitos passaram por aqui e pararam, conversaram e relataram problemas e desafios que precisam ser de toda a Comunidade. A Comunidade precisa ter união em outras ações. Precisamos trazer os jovens que ainda restam para serem formados. Precisamos das parcerias, da atuação do Ministério Público, dos técnicos da Secretaria de Meio Ambiente de Catalão, dos pesquisadores e dos movimentos sociais. Precisamos de todos para dar visibilidade ao que as mineradoras estão fazendo com nossa Comunidade”. (Informação verbal, Catalão/GO, Ago./2015).

A organização coletiva junto aos movimentos sociais como o MCP e o MAM, atuação da CPT, atividades desenvolvidas pelas famílias e as práticas culturais que constituem as territorialidades na Comunidade Macaúba potenciam as resistências. Por consequência, defendem os lugares de vida e trabalho, onde a identidade é territorialmente construída pelo enlace material e imaterial dos sujeitos com sua Comunidade. Sabe-se que a perda do valor simbólico, atribuído pelos camponeses aos lugares onde vivem, é incapaz de ser mensurada limitando-se ao olhar forjado pelos princípios que a modernidade capitalista oferece, onde tudo se reduz a objetos para a produção de mercadorias e o lucro privado. Portanto, além dos danos materiais

que esses sujeitos enfrentam em suas propriedades, a identidade territorialmente construída na relação com a Comunidade Camponesa não pode ser mensurada como objeto economicista.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pilhagem territorial, a exaustão da saúde dos trabalhadores e os efeitos socioespaciais provocados por atividades como a mineração, turismo, agrohidronegócio e projetos de infraestruturas logísticas desvelam o avanço do capital no Brasil, e especialmente em Goiás, transformando lugares da existência coletiva em territórios da produção e exportação de *commodities agrominerais*.

Assim, entende-se a territorialização dos grandes projetos de mineração em Goiás, no Brasil e na América Latina como manifestação empírica da expansão do capitalismo extrativo para novas fronteiras de acumulação. As implicações socioambientais deste processo afetam territórios e trabalhadores, representam a transformação de espaços coletivos da existência em lugares vazios de gentes, impõe a destruição das paisagens, da água, do solo e do subsolo para extrair minérios e exportá-los conforme as demandas do capital internacional e, ao mesmo tempo, destroem o substrato comum da existência em sociedade.

O modelo de mineração baseado em grandes empreendimentos, controlado por megaempresas nacionais e transnacionais, dependente da apropriação privada e destruição de ambientes e da força do trabalho não é compatível com o tempo da vida e da história de Comunidades e territórios tradicionais habitados por camponeses, indígenas e quilombolas. Tal fato foi constatado em Comunidades impactadas pela mineração nos municípios de Catalão/GO e Ouidor/GO.

As fontes materiais e imateriais de existência das famílias camponesas, como água, solo, casas, sementes, quintais e roças vêm

sofrendo os efeitos deletérios da mineração. Somam-se a isto o adoecimento, as ameaças cotidianas de expropriação com pressão psicológica e judicialização das famílias que ainda permanecem na terra, nos lugares da vida onde a identidade é territorialmente construída.

Contrapondo esse processo, emergem também as forças coletivas de enfrentamentos e lutas. Trabalhadores e entidades de lutas coletivas constroem espaços de resistências contra o modelo de mineração predatório de seus lugares da vida e do trabalho. Sendo assim, resistir em defesa dos territórios, posicionar-se contra o saque dos minérios, a exaustão das águas e adoecimento dos trabalhadores transcende a dimensão do posicionamento político, tornando-se também uma necessidade vital para a própria existência das Comunidades.

REFERÊNCIAS

DNPM. **Sumário Mineral**. Brasília: Departamento Nacional de Produção Mineral, DNPM, 2009.

_____. **Sumário Mineral**. Brasília: Departamento Nacional de Produção Mineral, DNPM, 2013.

_____. **Sumário Mineral**. Brasília: Departamento Nacional de Produção Mineral, DNPM, 2014.

_____. **Sumário Mineral**. Brasília: Departamento Nacional de Produção Mineral, DNPM, 2015.

_____. **Sumário Mineral**. Brasília: Departamento Nacional de Produção Mineral, DNPM, 2016.

_____. **Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais**. 2017. Disponível em: < <http://www.dnpm-pe.gov.br/Legisla/Cfem.php>>. Acesso: 25 de Out./2017.

GONÇALVES, R. J. de A. F. **No horizonte, a exaustão: disputas pelo subsolo e efeitos socioespaciais dos grandes projetos de mineração em Goiás**. 504f. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Federal de Goiás, 2016.

_____. Et.al. No horizonte, a exaustão. O contexto da mineração no Brasil: mudanças globais, mudanças locais. In: MENDONÇA, Maria Luisa.; STEFANO, Daniela. **Direitos Humanos no Brasil 2015**: relatório da Rede Social de Justiça e Direitos Humanos. São Paulo: Outras Expressões, 2015. p. 119-130.

GUDYNAS, E. **Extractivismos**: ecología, economía y política de un modo de entender el desarrollo y la naturaleza. CLAES, 2015.

HARVEY, D. **O novo imperialismo**. Tradução de Adail Sobral e Maria Stella Gonçalves. 7.ed. São Paulo: Edições Loyola, 2013.

MÉSZÁROS, I. **O desafio e o fardo do tempo histórico**. Tradução de Ana Cotrim e Vera Cotrim. São Paulo: Boitempo, 2007.

NERUDA, P. **Canto Geral**. Tradução de Paulo Mendes Campos. São Paulo; Círculo do Livro S.A, 1980.

PETRAS, J. Brasil: o capitalismo extrativo e o grande salto para trás. **Tensões Mundiais**, Fortaleza, v. 10, n. 18, 19, p. 301-323, 2014.

PERPETUA, G. M. **Pilhagem territorial, precarização do trabalho e degradação do sujeito que trabalha**: a territorialização do capital arbóreo-celulósico no Brasil contemporâneo. 2016. 370f. Tese (Doutorado em Geografia), UNESP, Presidente Prudente.

PERPETUA, G. M.; THOMAZ JUNIOR, A. **Revisitando o conceito de acumulação do capital**: a pilhagem territorial promovida pela Veracel Celulose no Extremo Sul da Bahia. *Campo-Território*, Edição Especial – Grilagem e Estrangeirização de Terras, 2016b.

SVAMPA, M. “Consenso de los commodities” y lenguajes de valoración em América Latina. **Nueva Sociedad**, Buenos Aires, n. 244, p. 30-46, mar.-abr. 2013.

MOREIRA, R. O espaço e o contra-espaço: as dimensões territoriais da sociedade civil e do Estado, do privado e do público na ordem burguesa. In: SANTOS, M.; BECKER, B. K. (Org.). **Território, territórios** (ensaios críticos sobre o ordenamento territorial). Rio de Janeiro: Lamparina, 2007.

MME. **Proposta de novo marco regulatório da mineração**. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2010.

MME. **Plano Nacional de Mineração 2030**. Brasília: Ministério de Minas e Energia, Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, 2011.

SANTOS, R. S. P. **Tributação & fundos sociais minerais**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas; Justiça nos Trilhos, 2012.

ALTVATER, E. **O preço da riqueza: pilhagem ambiental e a nova (des) ordem mundial**. São Paulo: Ed. UNESP, 1995.

MAM. **Quem somos?** 2017. Disponível em: <<http://mamnacional.org.br/mam/quem-somos/>>. Acesso em: 25 de Out./2017.

MARTINS, J. de S. **Expropriação e violência**. São Paulo: Hucitec, 1980.

MÉSZÁROS, I. **A teoria da alienação em Marx**. São Paulo: Boitempo, 2006.

_____. **Para além do capital: rumo a uma teoria da transição**. São Paulo: Boitempo, 2011.

PIGNATI, W. A.; MACHADO, J. M. H.; CABRAL, J. F. Acidente rural ampliado: o caso das chuvas de agrotóxicos sobre a cidade de Lucas do Rio Verde-MT. **Ciência & Saúde Coletiva**, 12 (1), p. 105-114, 2007.

AGRONEGÓCIO, IMPLICAÇÕES HIDROCLIMÁTICAS E AMEAÇAS À SOCIOBIODIVERSIDADE NO CERRADO TOCANTINENSE: REFLEXÕES E CAMINHOS PARA A PESQUISA

Lucas Barbosa e Souza

Universidade Federal do Tocantins – UFT Campus de Porto Nacional

INTRODUÇÃO

A incorporação produtiva gradual do Cerrado ao longo das últimas décadas, segundo os moldes do agronegócio, tem gerado, entre diversos problemas, o aprofundamento das pressões ambientais sobre esse “bioma-território”, empregando a expressão/perspectiva proposta por Chaveiro e Barreira (2010) e por Castilho e Chaveiro (2010). No Estado do Tocantins, recoberto em 87,8% pelo Cerrado (TOCANTINS, 2008), a atividade agropecuária comercial vem alcançando nos últimos anos níveis até então desconhecidos, ampliando as áreas de cultivo de grãos e moldando o espaço geográfico no campo e nas cidades, conforme os interesses relacionados ao capital do agronegócio (OLIVEIRA, 2015; ELIAS, 2015; LIMA, 2015).

Como consequência desse processo, amplia-se também a exposição da população a ameaças relacionadas às alterações climáticas, às disputas pelos recursos hídricos, à contaminação por agrotóxicos, dentre outras mazelas ambientais relacionadas à supressão da vegetação nativa, às mudanças da cobertura do solo e às características do modelo produtivo em implantação no campo (MAITELLI; OLIVEIRA, 2011; CAMPOS FILHO, 2010; SOARES; PORTO, 2012). No âmbito climático, por exemplo, diferentes estudos têm indicado tendências de aquecimento de superfícies e do ar atmosférico sobre

o Estado do Tocantins, a exemplo dos trabalhos de Santos (2010), Pires; Ferreira (2014) e Penereiro *et al* (2016). Isso mostra que as mudanças em curso no Cerrado tocantinense já afetam as propriedades naturais do seu ambiente, com chances significativas de levar a resultados futuros negativos, em especial quanto ao empobrecimento da sociobiodiversidade do Cerrado.

A sociobiodiversidade refere-se ao conjunto das diversidades biológica e sociocultural que funcionam em sinergia no ambiente, contribuindo para a conservação da natureza por meio de um modelo de coexistência conduzido historicamente por povos originários ou tradicionais (DIEGUES, 2005). No caso do Cerrado tocantinense, são diferentes grupos indígenas, quilombolas, ribeirinhos e de quebradeiras de coco, por exemplo, que mantêm uma profunda ligação com a natureza em seu estilo de vida, fazendo uso dos recursos naturais segundo um padrão que não leva ao seu esgotamento, mas que contribui para a sua conservação, ao contrário do modelo produtivo típico do agronegócio.

A própria definição de comunidade tradicional expressa no decreto federal que instituiu, em 2007, a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais (BRASIL, 2007), leva em consideração a íntima conexão desses grupos com a natureza, assim como a necessidade de acesso aos bens naturais para a sua digna autossustentação (GAWORA, 2011). Sendo assim, levando em conta o cenário anteriormente descrito, entende-se que as comunidades tradicionais, e de modo especial aquelas comunidades que habitam o Cerrado no Estado do Tocantins, encontram-se hoje nitidamente expostas, ameaçadas e vulneráveis, entre outras coisas, às implicações hidroclimáticas do agronegócio.

Com base nessa situação, este capítulo tem como propósito trazer ao debate a questão dessas implicações promovidas pelo setor

do agronegócio no Cerrado tocantinense, bem como suas repercussões sobre a sociobiodiversidade e os modos de vida de comunidades tradicionais e também de camponeses nesse bioma-território. Assim, após essa breve contextualização da temática, pretende-se apresentar um conjunto de indagações capazes de nortear e de incentivar investigações empíricas nesse campo.

Ao trilhar esse caminho investigativo, não se pode negligenciar que a temática possui elevado grau de complexidade. Consiste em um campo de estudos localizado na interface da natureza, em sua constituição tanto objetiva quanto simbólica, de sua transfiguração por uma ação mercantil e das consequências geradas sobre grupos humanos especialmente vulneráveis. Por essas características, é um domínio cuja abordagem impõe exigências plurimetodológicas, no sentido de abarcar fenômenos de natureza variada e suas inter-relações, bem como suas diferentes formas de manifestação: objetivas e subjetivas, quantitativas e qualitativas. Nesse sentido, prioriza-se um viés geográfico, em que os aspectos físicos e humanos se entrelaçam, compondo uma realidade em que a apropriação desigual da natureza e a distribuição desigual dos custos e benefícios de sua exploração com fins econômicos constituem a tônica de diferentes injustiças ambientais, nos moldes preconizados por Acselrad *et al* (2009).

Trata-se, pois, de uma abordagem que visa não somente ao conhecimento sobre o fenômeno em foco, mas que intenta atingir a uma argumentação capaz de enfatizar o significado político e social desse conhecimento. Em outras palavras, se almeja a atribuição de um sentido às pesquisas sobre o meio ambiente e sobre as implicações em foco, pela via da ponderação das perdas e dos ganhos socioambientais e econômicos decorrentes de um modelo questionável de desenvolvimento, fortemente baseado no agronegócio voltado à produção de *commodities*.

IMPLICAÇÕES HIDROCLIMÁTICAS DO AGRONEGÓCIO E SOCIOBIODIVERSIDADE PARA ALÉM DA ÓTICA FÍSICO-NATURAL: ALGUMAS QUESTÕES NORTEADORAS

Inúmeras questões emergem nesse campo de estudos delineado, ensejando ricas possibilidades de pesquisa. Pensando de modo especial no Estado do Tocantins como referência empírica, listamos a seguir algumas indagações que julgamos pertinentes, com o objetivo de despertar a reflexão no leitor:

Quais são as principais práticas do agronegócio capazes de gerar impactos hidroclimáticos às comunidades originárias ou tradicionais no Cerrado tocantinense?

Nesse ponto, devem-se examinar, em primeiro lugar, as mudanças de superfície promovidas por essa atividade econômica, sejam pela supressão da vegetação ou pela implantação de lavouras e pastagens em extensas áreas do Cerrado. Deve-se considerar o potencial dessas ações para a geração de alterações climáticas nas escalas temporal e espacial diretamente associadas ao cotidiano e aos territórios dessas comunidades. É necessário compreender também como se dá a intensa utilização de água para irrigação em atividades agrícolas, em detrimento de outros usos e em um contexto de frequentes crises de abastecimento em diferentes partes do país. Do mesmo modo, o emprego em larga escala de produtos agroquímicos no campo deve passar por uma avaliação mais cuidadosa pela sociedade, levando em conta suas consequências sobre o ambiente (principalmente os mananciais) e sobre as populações moradoras no entorno dos empreendimentos agrícolas, mais expostas aos princípios contaminantes.

Considerando que as mudanças ambientais no Cerrado não são espacialmente homogêneas, assim como apontam os estudos do clima (a exemplo de PENEREIRO et al, 2016), como e com que intensidade as diferentes comunidades tradicionais estão expostas aos impactos hidroclimáticos decorrentes das atividades do agronegócio?

O componente espacial adquire sentido primaz nesse caso, dependendo da localização das frentes de expansão do agronegócio e dos territórios de grupos originários ou tradicionais no Cerrado, podendo existir sobreposições e conflitos em diferentes níveis e magnitudes. Nesse aspecto, somente o inventário minucioso e os estudos em escala adequada poderão apresentar com clareza o mosaico dessas situações no campo, ressaltando especialmente as ameaças decorrentes sobre os grupos mais vulneráveis.

Como o Estado interfere nesse tipo de impacto, ao fomentar direta e indiretamente o setor do agronegócio?

É conveniente lembrar que o poder público, em muitos casos, assume o papel de catalisador do processo de territorialização desse setor produtivo, agindo em favor de determinados grupos econômicos e em detrimento dos interesses coletivos, em especial de grupos vulneráveis que dependem diretamente da natureza para sua sobrevivência e reprodução sociocultural (CASTILHO; CHAVEIRO, 2010; CAMPOS FILHO, 2010; VALERA, 2014; MOURA, 2014, dentro outros). A ação estatal pode se dar tanto por meio da legislação como também ser viabilizada pela proposição de diferentes planos e projetos de incentivo e de subsídio ao agronegócio. Por outro lado, na perspectiva de Acselrad *et al* (2009), a omissão do Estado e a desinformação também podem constituir mecanismos de geração de injustiças ambientais, fatores comuns no país e que podem ser avaliados no processo de investigação da temática.

Como se configuram as vulnerabilidades das comunidades tradicionais frente aos eventos climáticos extremos e aos impactos hidroclimáticos gerados pelo agronegócio?

Aqui, toma-se o conceito de vulnerabilidade emprestado de autores como Campos (1999), que reflete as condições materiais, econômicas, sociais, culturais e psicológicas que definem a predisposição de um determinado grupo para que seja afetado por danos oriundos de uma ameaça natural ou induzida pela ação humana. Dadas as diferenças em tais condições, certamente existirão situações mais agudas em termos de vulnerabilidade, onde cabem intervenções mais rápidas e eficientes, a exemplo de comunidades com problemas de segurança hídrica e alimentar, diretamente ameaçadas pela territorialização do agronegócio.

Quais são as capacidades de resposta das comunidades tradicionais frente a esses eventos e impactos?

Também atrelada ao conceito de vulnerabilidade, a capacidade de resposta indica a condição de enfrentamento e de resiliência em uma situação adversa. Isso dependerá de um conjunto de fatores estruturais e institucionais capaz de oferecer suporte e de permitir o restabelecimento de condições favoráveis diante da ocorrência de um impacto, com destaque para o papel protetor do estado (MENDONÇA, 2015). Os planos de contingência relacionados às ocorrências de estiagem, de inundações, de incêndios florestais e de acidentes com substâncias perigosas constituem exemplos de planejamento de resposta frente aos riscos direta ou indiretamente atrelados ao agronegócio. Além do mais, cabe questionar se as estruturas organizacionais das prefeituras dos pequenos municípios onde o agronegócio tem se instalado possuem a mínima capacidade para lidar com situações de risco e de acidentes ambientais envolvendo populações no campo.

Quais conjuntos de variáveis empíricas poderão operacionalizar e funcionar como indicadores na abordagem dessa temática, possibilitando traçar um panorama confiável de diferentes situações?

Tal questão impõe um desafio tanto institucional quanto metodológico, referente à geração, atualização, aquisição, seleção e manipulação de dados e informações capazes de retratar satisfatoriamente os quadros de problemas hidroclimáticos e de suas repercussões sobre comunidades tradicionais, em diferentes dimensões de suas vivências (CHANG et al, 2015), como a saúde, a alimentação, a qualidade da água, entre outras. Nesse caso, é necessário se pensar nos indicadores mais confiáveis e ao mesmo tempo disponíveis para a geração de conhecimento e para o monitoramento das condições ambientais no campo, a fim de possibilitar intervenções eficazes e no tempo devido.

Como as comunidades tradicionais percebem e concebem o clima e a água, a partir de suas próprias vivências e de seu próprio território?

A compreensão desses aspectos subjetivos antecede a própria ideia de mudança ou de impacto, uma vez que fornecerá os parâmetros para a percepção de diferenças em relação à habitualidade da atmosfera local e ao comportamento das águas, incluindo sua variabilidade natural (SARTORI, 2014; WHYTE, 1985). Assim, a incorporação de referenciais perceptivos à abordagem das implicações do agronegócio sobre o clima, a água e os demais componentes da natureza poderá trazer ganhos sensíveis às pesquisas. São os próprios sujeitos, membros das comunidades, aqueles diretamente expostos às mudanças ambientais promovidas no entorno e no interior de seu território, portanto observadores atentos e sistemáticos das transformações aqui mencionadas.

De que maneira os estudos geográficos do clima e da água podem contribuir, com originalidade e criatividade, para a compreensão e o enfrentamento das ameaças sobre a sociobiodiversidade do Cerrado?

Essa questão, por sua vez, nos remete à ideia de uma Geografia do clima, conforme defendida por Sant'anna Neto (2008), que diz respeito à valorização do sentido social dos estudos climáticos, em busca da transcendência da clássica tríade que envolve clima, ação antrópica e impacto ambiental, segundo uma abordagem mecanicista e por vezes acrítica. O próprio Max Sorre (1984) já questionava, desde meados do século XX, a concepção clássica de clima, fortemente marcada pelas medidas de tendência central, como uma concepção que pouco se colocava a serviço dos interesses biológicos e humanos, por não enfatizar a natureza dinâmica da atmosfera. A ideia de uma Climatologia com viés rítmico e sistêmico, nos moldes propostos por Monteiro (2015), e alimentada pela crítica do pesquisador, enriquece o exame da temática, possibilitando uma análise integrada dos elementos hidroclimáticos, dos demais componentes físico-naturais da paisagem e das práticas econômico-sociais em um contexto de contradições e de injustiças.

Por fim, será possível pensar em estudos climáticos e hidrológicos segundo uma matriz epistêmica diferenciada daquela eurocêntrica, em que as raízes da ciência estão fincadas?

Nessa indagação, vislumbram-se possibilidades de abertura dos estudos de cunho geográfico a novos campos epistemológicos, novos caminhos interpretativos e à incorporação de saberes não científicos, como ressonância da ideia de ecologia de saberes, conforme defendida por Santos (2010). Isso inclui, entre outras coisas, a valorização do conhecimento acumulado e retransmitido por comunidades originárias ou tradicionais, por conta de sua íntima relação com a natureza e, conseqüentemente, com os diferentes componentes do clima e do mundo das águas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É notório que não se tem a pretensão de responder à variedade de questionamentos apresentados, mas somente traçar o potencial investigativo relacionado à temática das consequências hidroclimáticas ocasionadas pelas atividades do agronegócio sobre comunidades do Cerrado e sobre sua sociobiodiversidade. Para o momento, nosso propósito será atingido se conseguirmos fomentar o debate e chamar a atenção de pesquisadores interessados em ir além do sentido físico-natural do clima e da água.

Inúmeros podem ser os significados atribuídos a esses componentes da natureza, assim como os mesmos vinculam-se direta e indiretamente a outros setores da vida cotidiana desses povos, como a alimentação, a saúde, o lazer, a moradia, a religiosidade, o trabalho e a produção agropastoril, somente para citar alguns. Em outros termos, o clima e a água estão profundamente relacionados com a própria existência e reprodução desses grupos sociais, muitas vezes invisibilizados e pouco conhecidos em suas especificidades.

Logo, a abordagem do clima, da água, e de suas alterações sofridas por um modelo produtivo alheio e com características impositivas, como é o caso do agronegócio, não pode ser realizada única e exclusivamente sob o ponto de vista racionalista e cartesiano das ciências físico-naturais. O monismo metodológico, empregando os dizeres de Camargo e Reis Júnior (2007), dificilmente permitirá a problematização do tema em suas interfaces com outros domínios da vida, com a subjetividade e com as injustiças engendradas nesse contexto. Ademais, pouco prestará à construção de saberes passíveis de apropriação e de instrumentalização pelos próprios sujeitos interessados e maiores prejudicados pelo processo, que são os indivíduos comunitários, suas associações e grupos organizados.

REFERÊNCIAS

ACSELRAD, H.; MELLO, C. C. A.; BEZERRA, G. N. **O que é justiça ambiental**. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Decreto n.6040, de 7 de fevereiro de 2007. Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF. 8 fev. 2007. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/Decreto/D6040.htm Acesso em: 2 nov. 2016.

CAMARGO, J. C. G.; REIS JÚNIOR, D. F. C. A Filosofia (Neo)positivista e a Geografia Quantitativa. In: VITTE, A. C. (org.) **Contribuições à história e à epistemologia da Geografia**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007, p.83-99.

CAMPOS, A. S. **Educación y prevención de desastres**. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, 1999. Disponível em: <http://www.desenredando.org/public/libros/index.hymml> Acesso em: 14 mar. 2004.

CAMPOS FILHO, R. P. Um olhar geopolítico sobre a água no Cerrado: apontamentos para uma preocupação estratégica. In: PELÁ, M.; CASTILHO, D. (org.) **Cerrados: perspectivas e olhares**. Goiânia: Editora Vieira, 2010, p.93-111.

CASTILHO, D.; CHAVEIRO, E. F. Por uma análise territorial do Cerrado. In: PELÁ, M.; CASTILHO, D. (org.) **Cerrados: perspectivas e olhares**. Goiânia: Editora Vieira, 2010, p.35-50.

CHANG, M.; GOÉS, K.; FERNANDES, L.; FREITAS, M. A. V.; ROSA, L. P. (org.) **Metodologias de estudos de vulnerabilidade à mudança do clima**. Rio de Janeiro: Interciência, 2015 (Coleção Mudanças Globais, 5).

CHAVEIRO, E. F.; BARREIRA, C. C. M. A. Cartografia de um pensamento de Cerrado. In: PELÁ, M.; CASTILHO, D. (org.) **Cerrados: perspectivas e olhares**. Goiânia: Editora Vieira, 2010, p.15-33.

DIEGUES, A. C. S. Sociobiodiversidade. In: FERRARO JÚNIOR, L. A. (org.) **Encontros e caminhos**: formação de educadoras(es) ambientais e coletivos educadores. Brasília: MA, 2005, p.303-312.

ELIAS, D. Reestruturação produtiva da agropecuária e novas regionalizações no Brasil. In: ALVES, V. E. L. (org.) **Modernização e regionalização nos Cerrados do Centro-Norte do Brasil**. Rio de Janeiro: Consequência, 2015, p.25-44.

GAWORA, D. Perspectivas dos povos e comunidades tradicionais: a volta da direção da aprendizagem. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS, 2, 2011, Montes Claros. **Anais...** Montes Claros: Unimontes, 2011, 18p. Disponível em: <http://www.ppgds.unimontes.br/coloquio/index.php/anais-terceiro-c/anais-ii-portugues>. Acesso em: 23 out. 2016.

LIMA, D. A. A expansão da fronteira agrícola moderna nos cerrados do Centro-Norte e o avanço dos monocultivos da soja no Tocantins. In: ALVES, V. E. L. **Modernização e regionalização nos Cerrados do Centro-Norte do Brasil**. Rio de Janeiro: Consequência, 2015, p.325-351.

MAITELLI, G. T.; OLIVEIRA, H. H. C. de. Desmatamentos e variações climáticas na região norte de Mato Grosso: os exemplos dos municípios de Vera e Sinop. In: MARANDOLA Jr., E.; D'ANTONA, A. de O.; OJIMA, R. (org.) **População, ambiente e desenvolvimento**: mudanças climáticas e urbanização no Centro Oeste. Campinas: Núcleo de Estudos de População NEPO/UNICAMP; Brasília: UNFPA, 2011, p.151-167.

MENDONÇA, F. Resiliência urbana: concepções e desafios em face de mudanças climáticas globais. In: FURTADO, F. PRIORI, L.; ALCÂNTARA, E. (org.) **Mudanças climáticas e resiliência de cidades**. Recife: Pick Imagens, 2015, p.45-61.

MONTEIRO, C. A. de F. A Climatologia Geográfica e a proposta de um novo paradigma. In: MONTEIRO, C. A. de F. (org.) **A construção da Climatologia Geográfica no Brasil**. Campinas: Alínea, 2015, p.61-153.

MOURA, L. H. G. de. Código Florestal: elementos sobre a expressão ambiental da luta de classes no Brasil. **Campo-Território**, v.9, n.18, ed. especial XXI ENGA-2012, p.1-25, 2014. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/campoterritorio/article/view/26959/14667>. Acesso em: 20 set. 2016.

OLIVEIRA, A. U. de. A mundialização do capital e a crise do neoliberalismo: o lugar mundial da agricultura brasileira. **Geosp – espaço e tempo** (online), v.19, n.2, p.229-245, ago. 2015. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/geosp/article/view/102776> Acesso em: 8 ago. 2016.

PENEREIRO, J. C.; MARTINS, L. L. S.; BERETTA, V. Z. Identificação de variabilidades e tendências interanuais em medidas hidro-climáticas na região hidrográfica do Tocantins-Araguaia, Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.18, p.219-241, 2016. Disponível em: <http://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/38840/28721> Acesso em: 10 out. 2016.

PIRES, E. G.; FERREIRA, M. E. A influência do uso e cobertura do solo na temperatura de superfície em áreas de Cerrado. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 11, 2014, Curitiba. **Anais...** Curitiba: ABCLIMA; UFPR, 2014, 12 p. Disponível em: <http://www.abclima.ggf.br/publicacoes.php> Acesso em: 17 jun. 2015.

SANTOS, B. de S. **A Gramática do Tempo**: para uma nova cultura política. 3 ed. São Paulo: Cortez, 2010.

SANTOS, N. B. F. dos. Padrões de distribuições espaciais e temporais de temperatura de superfície no bioma Cerrado: uma análise integrada a partir de dados orbitais de resolução moderada. 2010. 102f. **Tese** (Doutorado em Ciências Ambientais), Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

SARTORI, M. G. B. **Clima e percepção geográfica**: fundamentos teóricos à percepção climática e à bioclimatologia humana. Santa Maria: [s.n.], 2014.

SOARES, W. L.; PORTO, M. F. S. Uso de agrotóxicos e impactos econômicos sobre a saúde. **Revista de Saúde Pública**, vol. 46, n. 2, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rsp/v46n2/3519.pdf> Acesso em: 30 out. 2015.

SORRE, M. Adaptação ao meio climático e biossocial: geografia psicológica. In: MEGALE, J. F. (org.). **Max Sorre**: Geografia. São Paulo: Ática, 1984, p.30-86 (Grandes cientistas sociais, 46).

TOCANTINS (Estado). Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente. Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico. **Atlas do Tocantins**: subsídios ao planejamento da gestão territorial. 5 ed. Palmas: SEPLAN, 2008.

VALERA, C. A. A Lei Federal nº12.651/12 – Novo Código (anti)Florestal – um atentado à sustentabilidade e à agricultura familiar. **Campo-Território**, v.9, n.18, ed. especial XXI ENGA-2012, p.1-17, 2014. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/campoterritorio/article/view/26884/14601> Acesso em: 20 set. 2016.

WHYTE, A. V. T. Perception. In: KATES, R. W.; AUSUBEL, J. H.; BERBERIAN, M. (ed.) **Climate impact assessment**: studies of the interaction of climate and society. Chichester: John Wiley, 1985, p.107-131 (ICSU/SCOPE, report 27).

ANÁLISE FÍSICA DA PAISAGEM NOS MUNICÍPIOS DE JATAÍ, MONTIVIDIU E PARAÚNA, ESTADO DE GOIÁS, BRASIL

Íria Oliveira Franco

Universidade Federal de Goiás – UFG Regional Jataí

Flávio Alves de Sousa

Universidade Estadual de Goiás – UEG Campus Iporá

Frederico Augusto Guimarães Guilherme

Universidade Federal de Goiás – UFG Regional Jataí

INTRODUÇÃO

É no espaço geográfico que o homem sobrevive realizando atividades em uma área limitada da superfície ou crosta terrestre. A superfície terrestre é composta pela litosfera, atmosfera, hidrosfera e biosfera. Este espaço constituído pela interface entre estes sistemas apresenta as condições necessárias à vida humana, e é também o local onde estão estabelecidas as complexas relações do sistema ambiental. É na litosfera onde se encontram as rochas, os minerais e recursos energéticos, os solos, as águas continentais superficiais e subterrâneas, além das águas oceânicas, as formas de relevo e a dinâmica climática que condicionam ora mais, ora menos a ocupação e organização do espaço físico, do território construído pelo trabalho humano. Tanto a energia solar quanto a energia geotérmica constituem os principais fatores que dinamizam os fenômenos e as diversidades da superfície terrestre e as permanentes transformações sejam lentas e/ou rápidas, conseqüentes da atuação de forças endógenas exercidas pelo manto, núcleo da Terra, fenômenos atmosféricos impulsionados pela energia solar e diferentes tipos de rochas e estruturas na litosfera

que as tornam mais ou menos resistentes à erosão; e/ou as forças exógenas impulsionadas pela radiação solar e diferentes tipos de clima que atuam na estrutura das rochas, esculpando as formas de relevo. Dentre os processos exógenos destacam-se o intemperismo físico e químico, erosão e transporte (SILVA, 2011).

Em ambientes de clima quente e úmido, o intemperismo químico é mais intenso. A água promove a decomposição química dos minerais e rochas através de processos como oxidação, redução, hidratação, dissolução, hidrólise, dentre outros, propiciando a formação dos minerais secundários ou minerais de argila ou argilomineerais. A erosão e o transporte de materiais pelas águas de escoamento superficial (pluvial e fluvial) caracterizam processos que garantem a dissecação ou desgaste do relevo originando as feições do modelado. A ação das águas pluviais e fluviais é mais intensa em climas tropicais originando inúmeros canais de drenagem e feições arredondadas e convexadas para os topos das formas de relevo. Os ventos propiciam a fragmentação, o transporte e a deposição de sedimentos e influenciam diretamente a formação de feições do relevo.

ARCABOUÇO GEOTECTÔNICO DO SUDOESTE DE GOIÁS

A estruturação geotectônica da Plataforma Sul-Americana na região central do Brasil é marcada por dois domínios: o pré-Brasiliiano e o Brasiliiano.

O primeiro, apresentado pelos crátons Amazônico e São Francisco, que atuaram como grandes placas continentais durante o Neoproterozóico, é caracterizado por entidades cratônicas mais antigas, estabilizadas no Transamazônico e preservadas das deformações do Ciclo Brasiliiano.

O Domínio Brasiliiano é marcado por eventos deformacionais que ocorreram durante o Neoproterozóico, envolvendo uma série de

fragmentos menores de placas continentais ou microcontinentes, arcos magmáticos e terrenos alóctones, que se juntaram de várias maneiras, desenvolvendo uma estruturação complexa com amalgamento dessas unidades, onde se destacam cinturões orogênicos bordejando áreas cratônicas e fragmentos arqueanos de dimensões variadas.

Almeida et al. (1977, 1976) apresentaram a primeira divisão tectônica da América do Sul e, baseando-se nas feições tectono-estratigráficas individualizou dez províncias estruturais no Brasil, dentre as quais as do São Francisco, Paraná e Tocantins abrangem o estado de Goiás. A estruturação final da Plataforma Sul-Americana está representada por núcleos cratônicos estabilizados no fim do Ciclo Transamazônico (± 2.000 Ma) bordejados por faixas móveis proterozóicas. Sobre este arcabouço desenvolveram-se, a partir do Siluriano inferior, as bacias sedimentares do Amazonas, Parnaíba e Paraná (SCHOBENHAUS e CAMPOS, 1984; HASUI et al., 1975).

A bacia do Paraná consiste em uma grande depressão intracratônica, representada por uma área de sedimentação paleo-mesozóica, estabelecida no Neordoviciano e preenchida inicialmente, por um conjunto de sedimentos depositados do Siluriano ao Triássico. Esta sedimentação foi seguida de um pacote superior, vulcano-sedimentar Juro-Cretáceo, ligado à reativação Sul-Atlântica, que se relaciona com a fragmentação do Gondwana (SANTOS et al., 1984; SCHOBENHAUS e CAMPOS, 1984; PETRI e FÚLFARO, 1983; HASUI et al., 1975). O seu preenchimento inicia-se a partir da reativação de antigas estruturas do embasamento, geradas durante os processos geotectônicos ligados ao Ciclo Brasileiro, sendo caracterizada por sedimentação marcada por oscilações entre ambientes deposicionais continentais e marinhos, finalizando com uma sedimentação continental.

A evolução deste pacote deposicional é caracterizada por seis grandes sequências tectono-sedimentares, limitadas por

discordâncias regionais ordovício-siluriana, devoniana, carbonífera eotriássica, neotriássica, jurássica-eocretácea e neocretácea (MILANI et al., 1994).

Em Goiás, estes sedimentos ocorrem no extremo sudoeste do estado, abrangendo uma área de 92.500 m², e é representada por uma sucessão sedimentar, com níveis vulcânicos. De acordo com Milani et al. (1994), a sua parte inferior está representada pelos grupos Rio Ivaí e Paraná (siluro-devoniano), que representam respectivamente uma posição em um *rift*, seguida por uma margem passiva. Após uma discordância correspondente à Orogenia Caledoniana, depositaram-se em uma sinéclise, os sedimentos fluvioglaciais do Grupo Aquidauana (Permo-Carbonífero), seguidos pelos carbonatos e siltitos do Grupo Passa Dois (Permiano a Triássico). A separação entre a América do Sul e a África começou no início do Cretáceo. Antes disso, no Jurássico, depositaram-se os arenitos eólicos da Formação Botucatu. Os derrames basálticos da Formação Serra Geral correspondem à abertura do *rift* que separou os dois continentes. Sobre estes basaltos, ainda no Cretáceo, estão os arenitos do Grupo Bauru. Concomitante a esta sedimentação ocorreu a intrusão de corpos ultramáficos alcalinos no sul de Goiás e Alto Paranaíba. Capeando esta sequência de sedimentos, se desenvolveram as coberturas terciárias das formações Cachoeirinha e Araguaia.

Portanto, desde o final do cretáceo o continente vem sofrendo soerguimento epirogênico que promoveu a destruição dos sedimentos da série Bauru, hoje só conservados nos principais divisores (ALMEIDA, 1948). Durante o terciário superior, toda a região foi elevada. Para Guerra et al. (1989), esse soerguimento é resultante de efeitos isostáticos sem tectonismo. Porém, segundo Ab'Saber e Costa Jr. (1950), o soerguimento foi resultante de efeitos epirogenéticos positivos, derivados da orogenia Andina que, inclusive, foram os responsáveis pela elaboração da *Cuesta* do Caiapó.

Relatado as informações geotectônicas, o objetivo da pesquisa é apresentar uma compartimentação morfológica da área percorrida, considerando os processos morfodinâmicos pretéritos, pré-atuais e atuais, responsáveis pela estruturação da paisagem de modo a identificar os tipos de rocha, solo e vegetação, e fazer uma relação entre a influência destes aspectos sobre o uso e cobertura dos solos.

MATERIAL E MÉTODO

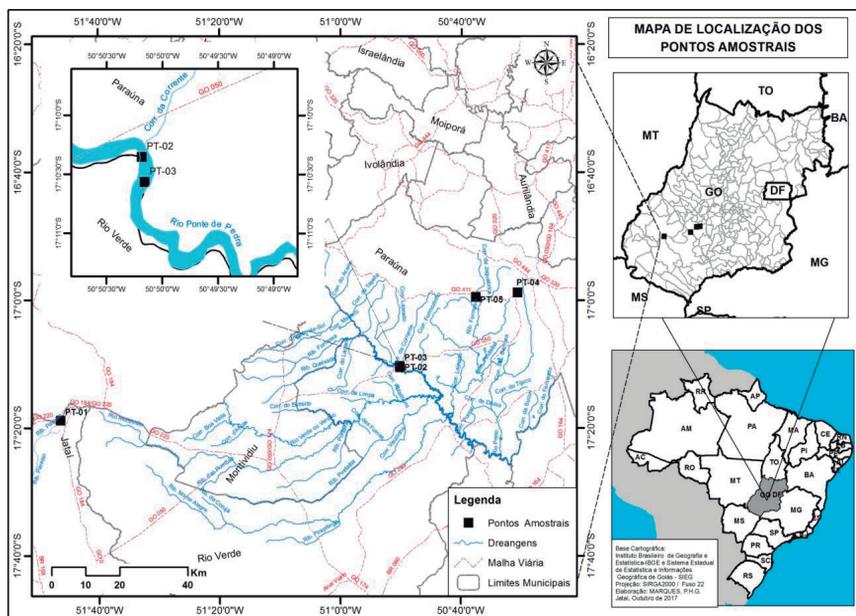
A presente pesquisa foi realizada no dia 28 de abril de 2017; traduz-se em um levantamento geológico e geomorfológico, percorrendo o município de Jataí até o município de Paraúna, ambos localizados no Estado de Goiás na mesorregião sul de Goiás. Os cinco pontos de parada foram georreferenciados utilizando-se GPS (Tabela 1, Mapa 1).

Tabela 1 – Pontos georreferenciados.

PONTO	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE
Rodovia GO – 220 Jataí – Montividiu	S 17°18'48,7"	W 51°46'22,1"	1.006 m
Rodovia GO – 050, ponto 2: gruta – Paraúna	S17°10'21,3"	W 50°50'11,1"	655 m
Rodovia GO – 050, ponto 3: córrego Ponte de Pedra II – Paraúna	S 17°10'34"	W 50°50'09,5"	680 m
Rodovia GO – 050, próximo a cidade de Paraúna	S 16°58'49,4"	W 50°30'42,3"	797 m
Serra das Galés, município de Paraúna	S 16°59'32,4"	W 50°37'38,2"	725 m

Fonte: Franco (2017)

Mapa 1. Localização dos pontos de parada analisados.



Fonte: SIEG (2006). Org. Marques (2017).

No trajeto foi possível observar a geologia, geomorfologia, pedologia e vegetação. Estes aspectos serão abordados a seguir.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise geomorfológica dos pontos observados

O percurso realizado é representado por extensos chapadões, que exibem litologias sedimentares e recentes, em relevos tabulares com interflúvios amplos. Dentro da unidade geomorfológica Planalto Setentrional da Bacia do Paraná, as subunidades são Planalto de Caiapônia e Planalto de Rio Verde. Abaixo segue a descrição dos pontos de observação.

a) *Cuesta* do Caiapó

A *cuesta* do Caiapó, de acordo com Casseti (1994) e Ab'Sáber e Costa Jr. (1950), durante o período Terciário, a orogenia Andina provocou uma falha próxima à borda oeste da Bacia Sedimentar do Alto Paraná. Efeitos epirogenéticos positivos soergueram este lado da Bacia, onde as camadas inclinadas estão num mergulho que varia entre 3° e 5° SE, caracterizando o relevo *cuestiforme*. O clima úmido foi responsável pela organização da drenagem e a evolução da *cuesta*, uma vez que os rios que correm pelo lado onde houve a falha, a escarpa ou *front* da *cuesta*, rios anaclinais, são responsáveis pelo recuo da mesma. A denudação e o conseqüente recuo do *front* permitem o aparecimento de morros testemunhos de litologia mais resistente (Figura 1).

Apresenta um relevo bastante dissecado, elaborado sobre os arenitos permocarboníferos da Formação Aquidauana. A análise da geologia da área permite observar uma estreita relação com a configuração do relevo. Trata-se de uma área bastante fraturada e falhada. Predominam as formações paleozóicas, com arenitos da Formação Aquidauana, entremeado por diques e soleiras de diabásio. As formas predominantes de relevo são as de topo convexo.

Quanto aos solos, em função principalmente das características do relevo e do material de origem, predominam Argissolos Vermelho-Amarelo distróficos, Cambissolos álicos e Neossolos Litólicos distróficos, cobertos por vegetação nativa de savana arbórea densa e arbórea aberta (MAGNANO, SILVA, FONZAR, 1983). Atualmente ainda encontra-se vegetação nativa, principalmente nas áreas mais declivosas e, onde o relevo é mais aplanado, coexistem atividades de agricultura e pecuária.

A *Cuesta* do Caiapó, do ponto de vista hidrográfico, caracteriza-se como um divisor de águas, por corresponder a uma área de

dispersão dos cursos d'água que vão compor as grandes bacias hidrográficas brasileiras, a drenagem do norte vincula-se à Bacia Araguaia/Tocantins e a do sul à Bacia Paranaíba.

Figura 1. *Cuesta* do Caiapó, rodovia GO – 220 Jataí – Montividiu.



Fonte: Franco (2017).

b) Planalto do Rio Verde – “Chapadões de Goiás”

Constitui o reverso da *cuesta* do Caiapó. Compreende dois compartimentos topográficos distintos. Um, mais elevado, comportando altimetrias que variam de 650 a 1000 m. Outro, mais baixo, que abrange cotas de 350 a 650 m de altitude. O compartimento elevado distribui-se de forma irregular em meio ao mais baixo. Sua área mais expressiva e de distribuição mais continua abrange a borda norte do planalto, delimitada pela *Cuesta* do Caiapó e conhecida regionalmente como “chapadões de Goiás” (MAMEDE et al., 1983). De modo geral, áreas mais dissecadas são mais restritas nos chapadões.

Estes fatos refletem as litologias e os solos existentes na área. Quando há o capeamento de sedimentos terciários, o relevo é muito suave. Desenvolvem-se então os Latossolos Vermelho-Escuros e os Latossolos Vermelho-Amarelos. Onde o relevo é mais dissecado,

afloram rochas areníticas da Formação Botucatu, que promovem a formação de grandes manchas de Neossolos Quartzarênicos ou de solos diversos, mas de textura arenosa (GOIÁS, 2003), como foi observado no córrego Ponte de Pedras II e na gruta de rochas cársticas, em Paraúna (Figuras 2 e 3).

Figura 2. Córrego Ponte de Pedra II – Paraúna.



Fonte: Franco (2017).

Figura 3. Córrego Ponte de Pedra II – Paraúna.



Fonte: Franco (2017).

Três fases erosivas marcaram a esculturação do relevo do Planalto do Rio Verde. A mais antiga é representada pelo Pediplano Terciário Inferior, que truncou e expôs as litologias pós-paleozóicas da Bacia Sedimentar do Paraná na área. A intermediária é constituída pelo Pediplano Pliopleistocênico que nivelou o compartimento elevado do planalto e diminuiu a espessura da cobertura terciária. Na fase mais recente, elaborada pelo Pediplano Neopleistocênico, foi esculpido o compartimento mais baixo, e retocadas as superfícies erosivas anteriores (NASCIMENTO, 1991).

Os desníveis entre os topos dos interflúvios e os vales são baixos, evidenciando o baixo grau de entalhamento da drenagem e a baixa capacidade erosiva. Assim, a pedogênese predomina sobre a morfogênese e se desenvolvem, predominantemente, Latossolos Vermelhos, comportando extensas áreas de monoculturas de grãos principalmente milho e soja nos municípios de Jataí, Rio Verde e Montividiu.

Já na área da unidade de conservação, Serra das Galés, em Paraúna (Figura 4), apresenta morros testemunhos de arenito da Formação Aquidauana, esculpido pelo intemperismo físico, químico e biológico, apresentando morros de formatos de tartaruga, cálice, índio, entre outras formas que parecem esculturas feitas pelo homem. Contrastando a essa paisagem, existem nas áreas adjacentes, uma superfície de aplanamento conservada e sobre essa superfície ocorrem algumas áreas de acumulação inundáveis, incorporadas à rede de drenagem, compreendendo amplos vales de fundo plano e raso, denominadas “veredas”, ilhadas em áreas utilizadas com pecuária extensiva (Figura 5).

Figura 4. Morro testemunho no formato de “cálice”.



Fonte: Franco (2017).

Figura 5. Buritis (*Mauritia flexuosa*) em fazenda adjacente a Unidade de conservação Serra das Galés em Paraúna.



Fonte: Franco (2017).

Sobre as veredas é importante destacar a relevância desse ecossistema através dos serviços ambientais que eles proporcionam para a sociedade e o ambiente, destacando-se: estocagem e limpeza de água, recarga do lençol freático, regulagem do clima local, manutenção da biodiversidade, regulagem dos ciclos biogeoquímicos, estocagem de carbono, e habitat para inúmeras espécies, endêmicas ou não. Adicionalmente, esses ambientes fornecem ainda inúmeros subsídios para as populações humanas tradicionais, tais como pesca, agricultura de subsistência, produtos madeireiros e não madeireiros e, em áreas abertas savânicas, a pecuária extensiva como a encontrada em Paraúna (JUNK et al. 2011a,b). Dada esta multiplicidade de funções e benefícios, e considerando os impactos das mudanças climáticas globais previstas, a importância das áreas úmidas para a sociedade e o ambiente tende a aumentar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observou-se durante a excursão que em ambientes de decomposição basáltica constata-se uma topografia plana, solos férteis, o que permite o desenvolvimento da agricultura comercial; já em ambientes de relevo bastante dissecado, como na *Cuesta* do Caiapó e os arenitos da Formação Aquidauana de Paraúna não oferecem as mesmas condições, explicando assim o domínio da pecuária. Portanto afirmar que as condições do meio e como ele se apresenta através da paisagem, define de modo inquestionável a forma que o homem fará o uso e a ocupação do espaço.

Ao analisar a paisagem é importante compreender que a superfície da Terra está em constante transformação. O nível dos oceanos varia, as placas tectônicas movem-se, afastando ou aproximando continentes, cadeias de montanhas elevam-se e são erodidas, áreas ocupadas por mares passam a abrigar rios e posteriormente calotas de gelo e novamente mares e depois desertos. Fato é que, desde o surgimento do homem, a observação da paisagem na Terra é algo que sempre o instiga. No curto período de uma vida humana, ou mesmo da história registrada, poucas

são as transformações que podem ser notadas, pois os processos responsáveis pelas grandes mudanças no planeta são muito lentos e ocorrem em uma escala de tempo de milhões a bilhões de anos.

Portanto, para analisar a paisagem é preciso buscar na história da Terra os eventos ou causas que moldaram o relevo o qual apresenta hoje; Ab'Sáber (2003) em sua obra “Os domínios de natureza no Brasil” afirmou sabiamente que “paisagem é sempre uma herança” e sendo assim é necessário fazer uma análise holística dos aspectos geográficos e biológicos os quais compõem a paisagem a qual se apresenta.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A. N.; COSTA JR., M. Contribuição ao Estudo do Sudoeste Goiano. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n. 4, p. 3-26, mar. de 1950.

AB'SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil**: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê, 2003.

ALMEIDA, F. M. de, Reconhecimento nos Planaltos Divisores das Bacias Amazônica e do Prata entre os meridianos 51 e 56 WG. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, ano 10, n. 3, p. 65-108, jul/set. de 1948.

ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B. B. (1976). The upper Precambrian of South America. **Bol. Inst. Geoc.**, USP, 7: 45-80.

ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B. B., FUCK, R. A. (1977) Províncias estruturais brasileiras. In: **Simp. Geol. Nord.**, 8. Campina Grande, 1977. Atas... Campina Grande, SBG/NE. p. 363-391.

CASSETI, V. **Elementos de Geomorfologia**. Goiânia: UFG, 1994.

GOIÁS. Secretaria de Indústria e Comércio, SIG Goiás, 2003. CD ROM Geologia, SGM/SIC. Escala:1: 250.000.

GUERRA, A. J. T. (Coord.) Um estudo do meio físico com fins de aplicação ao planejamento do uso agrícola da terra no sudoeste de Goiás. Rio de Janeiro: IBGE, **Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais**, 1989. 212p. (Projeto Cerrado II; Convênio IBGE/Embrapa

HASUI, Y.; CARNEIRO, C. D. R.; COIMBRA, A. M. The Ribeira Folded Belt. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 5, p. 257-266, 1975.

JUNK, W.J., PIEDADE, M.T.F., SCHÖNGART, J., COHN-HAFT, M., ADE-NEY M. & WITTMANN, F. (2011a): A classification of major Amazonian wetlands. **Wetlands** 31(4): 623–640.

JUNK W.J., SILVA C.J., NUNES DA CUNHA C. & WANTZEN K.M. (eds) (2011b) The Pantanal: Ecology, Biodiversity and Sustainable Management of a large Neotropical Seasonal Wetland. **Pensoft Publishers**, 857 p.

MAMEDE et al. Geomorfologia. In: **PROJETO RADAMBRASIL**. Folha SE.22 Goiânia. Rio de Janeiro: 1983. p. 349-411 (Levantamento de Recursos Naturais; 31).

MAGNAGO, H.; SILVA, M. T. M.; FONZAR, B. C. Vegetação: as regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos. In: **PROJETO RADAMBRASIL**. Folha SE.22 Goiânia. Rio de Janeiro: 1983. p. 577-635. (Levantamento de Recursos Naturais; 31).

MILANI, E. J.; FRANÇA, A. B. & SCHNEIDER, R. L. (1994). Bacia do Paraná. **Boletim de Geociências da PETROBRÁS**, Rio de Janeiro, v. 8, nº. 1, p. 69-82.

NASCIMENTO, M. A. L. S. Geomorfologia do Estado de Goiás. **Boletim Goiano de Geografia**. Goiânia: UFG, V.12, n.1. jan./dez. 1991. 22 p.

PETRI, S; FÚLFARO, V. J. **Geologia do Brasil**. São Paulo. EDUSP, 1983.

SANTOS, J. O. S. LOGUÉRCIO, S. O. (1984). A parte meridional do Cráton Amazônico (Escudo Brasil Central) e as bacias do Alto Tapajós e Parecis–Alto Xingu. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; DERZE, G. R.; ASMUS, H. E. 1984. **Geologia do Brasil**: Texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais, Escala 1:2.500.000. Brasília: DNPM, 93-127.

SCHOBENHAUS C.; CAMPOS D. A.; DERZE G. R.; ASMUS H. E. (1984). Mapa Geológico do Brasil e da Área Oceânica Adjacente. **Ministério das Minas e Energia/DNPM**, Brasília, Brasil.

SILVA, D. B. da. **Geografia do Brasil**. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, CESAD, 2011.15 p.

A MICROBACIA DO RIO BACALHAU NO MUNICÍPIO DE GOIÁS (GO): PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS

Robson de Sousa Moraes

Universidade Estadual de Goiás – UEG Campus Cora Coralina

Murilo Mendonça Oliveira de Souza

Universidade Estadual de Goiás – UEG Campus Cora Coralina

Ana Carolina Santomé Franco

Universidade Estadual de Goiás – UEG Campus Cora Coralina

Mateus Bontempo

Universidade Estadual de Goiás – UEG Campus Cora Coralina

Lindomar Rodrigues dos Santos Junior

Universidade Estadual de Goiás – UEG Campus Cora Coralina

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos países mais ricos do mundo em disponibilidade hídrica, pois, 12% das águas doce do planeta estão nos domínios do território nacional. A distribuição destes mananciais é, no entanto, extremamente irregular. A região norte do país concentra aproximadamente 70% de toda esta riqueza natural. Na região Centro Oeste estão 15,3%, sendo que no Nordeste estão presentes somente 3,2% da água doce disponível. No que corresponde às águas subterrâneas, no Brasil existem dez províncias Hidrogeológicas: Escudo Setentrional, Amazonas, Escudo Central, Parnaíba, São Francisco, Escudo Oriental, Paraná, Escudo Meridional, Centro-Oeste e Costeira (BRASIL, 1983). O estado de Goiás é a unidade da Federação com maior quantidade de Províncias Hidrogeológicas. Chegam às fronteiras goianas cinco Províncias: Escudo Central, São Francisco,

Escudo Oriental, Paraná e Centro-Oeste. Nos limites de cada uma destas unidades existem Aquíferos com diversificadas características como o Bambiú, Urucuia e o Guarani (GOIÁS, 2006).

A elevação da demanda de consumo de água provocada pelas dinâmicas do Regime de Acumulação Capitalista em sua fase globalizada (MORAES, 2004), associada à consequente perda da qualidade bioquímica e da potabilidade, desencadeou em todo o planeta inúmeros conflitos pelo uso da água (POLETO; OKAWA, 2014). No Cerrado o atual modelo econômico existente, majoritariamente está vinculado à produção de bens primários para a exportação com destaque para o complexo carne, grãos e minérios. A chamada modernização conservadora, oriunda da Revolução Verde, caracterizou as terras cerradeiras como área privilegiada da expansão de *commodities* e desencadeou nas últimas décadas um intenso processo de degradação ambiental. Como consequência houve uma significativa retirada da cobertura de vegetal nativa, a ampliação dos fenômenos erosivos, com consequente perda de nutrientes do solo, assoreamento dos cursos de água, alteração na dinâmica de precipitação, entre outros desequilíbrios.

O presente trabalho tem como objetivo apresentar alguns indicadores morfométricos da microbacia hidrográfica do Rio Bacalhau, buscando apresentar dados que contribuam para a realização de monitoramento necessário para a elaboração e execução de políticas públicas estimuladoras de práticas de manejo ambientalmente adequadas, compreendendo que o gerenciamento democrático, participativo e integrado dos mananciais são instrumentos de fundamental importância para o Desenvolvimento ecologicamente equilibrado. (SEREIA; FAURO; MORETTO, 2014).

MATERIAIS E MÉTODOS

A microbacia do rio Bacalhau é uma significativa rede de drenagem de quarta ordem, localizada no município de Goiás (GO), e pertencente à sub-bacia hidrográfica do Rio Vermelho, importante

tributário da margem direita do rio Araguaia. Sua área é de 51,31 Km², com perímetro de 34,31 Km². O curso principal, que dá nome a microbacia, possui 19,17 Km de comprimento, perfazendo uma distância em linha reta de 12,17 Km da Foz a última nascente. Metodologicamente, este trabalho se propõe a calcular e identificar a Densidade de Drenagem e o Coeficiente de Manutenção, além de revelar os índices de Compacidade e de Circularidade. A aplicação destas fórmulas permite apresentar indicadores para uma quantificação morfométrica da microbacia do Bacalhau, capaz de apontar para a necessidade de restrições de uso do solo.

As bacias hidrográficas estão cada vez mais sendo utilizadas como unidade de gestão relacionada ao Planejamento Ambiental (Pires et al, 2005). Tucci (2001), afirma que:

A Bacia Hidrográfica é uma área de captação natural das águas de precipitação, que faz convergir para um único ponto de saída, seu exutório. A Bacia Hidrográfica compõe-se basicamente de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no exutório (TUCCI, 2001, p. 41).

Os usos das terminologias “sub-bacia” e “microbacia”, apesar de ser recorrente na literatura técnica, não estão devidamente consensuados na comunidade científica. Pesquisadores como Faustino (1996), observam uma sub-bacia como uma rede de drenagem com área entre 100 e 700 km². Nesta leitura interpretativa, as microbacias são redes de drenagem com extensão inferior a 100 km². Segundo Rocha (apud Martins et al, 2005), mantendo o critério de extensão da localidade, sub-bacias hidrográficas são áreas entre 200 a 300 km². Em outra perspectiva encontramos Santana (2004), para qual o tamanho não é o elemento definidor e sim exutório selecionado ao longo de tronco ou canal coletor principal. Este autor defende a substituição do termo microbacia para sub-bacia. Neste trabalho,

incorporamos as análises elaboradas por Mosca (2003) ao definir microbacia como a menor unidade de um ecossistema onde pode ser percebido o emaranhado interativo dos fatores bióticos e abióticos permitindo o monitoramento orientado dos impactos ambientais.

A compreensão das dinâmicas de uma Bacia Hidrográfica necessita de uma plena caracterização de suas características morfo-métricas. Tal identificação é um dos procedimentos mais comuns realizados em análise ambiental. O cruzamento de diferentes informações morfométricas autoriza estabelecer elementos de diferenciação de áreas homogêneas, enriquecedores do entendimento local e regional. Júnior (2007) argumenta que os indicadores morfométricos são informações de caráter quantitativos e resultantes do cruzamento de pelo menos duas variáveis primárias (informações espaciais, temporais, ambientais, etc.).

Os parâmetros utilizados no contexto deste trabalho estão inseridos nos esforços, ainda em andamento, realizados pelo Grupo Interdisciplinar de Estudos, Pesquisas e Extensão: Águas do Cerrado, ligado ao Núcleo de Agroecologia e Educação do Campo – Gwata, pertencente a Universidade Estadual de Goiás (UEG), Campus Cora Coralina (Cidade de Goiás), no sentido de monitorar a microbacia do rio Bacalhau, no sentido de elaborar dados e informações técnicas que possam subsidiar a construção de Políticas Públicas de forma democrática e participativa.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O comportamento hidrológico de uma microbacia está diretamente ligado a um conjunto de fatores influenciadores da dinâmica e do equilíbrio da rede de drenagem. Clima, Relevo, Geologia, Topografia, são alguns dos importantes componentes que atuam no sentido de identificar as características do ciclo hidrológico. A ação humana condicionada por uma sociedade marcada por antagonismos

sociais e econômicos atuam, também, como importante gerador das transformações na natureza. Para uma melhor compreensão da microbacia estudada, a equipe do Grupo Interdisciplinar de Estudos, Pesquisa e Extensão – Águas do Cerrado identificou as seguintes características geométricas da rede de drenagem observada:

a) Densidade de Drenagem:

O recurso ao cálculo de Densidade de Drenagem é uma variável utilizada para se identificar o desenvolvimento do sistema de drenagem, expressando o comprimento total dos cursos de água de uma bacia e sua área total, contribuindo para a verificação de suscetibilidade de processos erosivos. A fórmula apresentada é

$$Dd = Lt / A$$

sendo que:

Dd = Densidade da Drenagem

Lt = Comprimento total dos cursos de água da bacia

A = Área da bacia

Aplicando a fórmula ao contexto da micro bacia do Rio Bacalhau temos:

Dd = 54,93/ 51,31 Isso implica que:

Dd = 1.07 Km/Km² caracterizando uma bacia com drenagem regular ou mediana conforme Beltrame (1994).

Classificação da densidade de drenagem (Dd) de uma bacia.

Dd (km/km ²)	Denominação
< 0,50	Baixa
0,50 – 2,00	Mediana
2,01 – 3,50	Alta
> 3,50	Muito Alta

Fonte: Beltrame (1994).

b) Coeficiente de manutenção

Tendo como referência a Densidade de Drenagem (1.07), se faz possível calcular o Coeficiente de Manutenção (Cm), ou seja, o quantitativo de área preservada necessária para que a bacia hidrográfica possa manter cada metro de um curso de água perene. A fórmula aplicada é:

$$C_m = 1 / C_d$$

Sendo que:

Cm = Coeficiente de Manutenção

Cd = Coeficiente de Drenagem

Aplicando a fórmula ao contexto da microbacia do Rio Bacalhau temos: $C_m = 1/1.07 \times 1000 \rightarrow C_m = 934 \text{ m}^2$

c) A forma da bacia hidrográfica:

A forma indica a capacidade da bacia hidrográfica em transformar a pluviometria em escoamento. As possibilidades de calcular a forma da bacia hidrográfica são demonstradas pelo:

c.1) Coeficiente de compacidade:

Este Coeficiente estabelece a ligação entre o perímetro da bacia, como o perímetro do círculo da mesma área. Sua utilidade é demonstrar a capacidade de escoamento conforme sugeridos por Villela & Mattos (1975).

$$K_c = 0,28 \times P/\sqrt{A}$$

Sendo que:

Kc = Coeficiente de Compacidade

P = Perímetro da Bacia

A = Área da Bacia

Aplicando a fórmula ao contexto da microbacia do Rio Bacalhau temos: $Kc = 0.28 \times 34,31 / \sqrt{51,31} \rightarrow Kc = 9.60 / 7.17 \rightarrow Kc = 1.33$. O Coeficiente de compacidade da microbacia do Rio Bacalhau indica uma mediana capacidade de escoamento e distribuição do fluxo de água ao longo do curso principal.

c.2) Índice de circularidade:

Este índice expressa a capacidade da bacia de reter água da chuva, constituindo-se como um importante indicador de áreas mais propensas a enchentes. Sua fórmula é:

$$Ic = 4x \ 3,14x \ A / P^2$$

sendo que:

Ic = Índice de circularidade

A = Área da Bacia Hidrográfica

P = Perímetro da Bacia Hidrográfica

Aplicando a fórmula ao contexto da microbacia do Rio Bacalhau temos: $Ic = 3,14 \times 51,31 \text{ km}^2 / 34,31^2 \rightarrow Ic = 161.11 / 1177.17 \rightarrow Ic = 0.13$. O resultado obtido no cálculo do Índice de circularidade (≤ 0.51) indica uma bacia hidrográfica que favorece o processo de escoamento com baixa potencialidade de enchentes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa apresentada é parte não concluída dos esforços do Gwata: Núcleo de Agroecologia e Educação no Campo da Universidade Estadual de Goiás/Campus Cora Coralina, que através do Grupo Interdisciplinar de Estudos, Pesquisa e Extensão – Águas do Cerrado busca consolidar dados técnicos para um melhor entendimento da dinâmica da microbacia do rio bacalhau, interpretando-a como uma importante

área para manutenção do equilíbrio ecológico na região do Rio Vermelho e por extensão em toda região hidrográfica do rio Araguaia.

Os dados indicados sugerem que:

- A Densidade de drenagem indica que a área estudada não se apresenta, em sua composição natural, tendência à formação de processos erosivos. Tal indicativo nos coloca, como hipótese, que o manejo não adequado do solo seria a principal causa de processos erosivos existentes na microbacia do rio Bacalhau.
- O Coeficiente de Manutenção aponta a necessidade de se manter 0,93 m² de mata nativa para garantir um metro de água perene na superfície. Este índice reflete o fortalecimento da hipótese da existência de excelente capacidade natural de disponibilidade hídrica na microbacia. Nesta perspectiva, descarta-se o conceito de Escassez Hídrica para a área estudada, pois este aponta para a ausência de disponibilidade hídrica.
- Com a relação a sua forma, a bacia do rio bacalhau apresenta de baixa para mediana capacidade de alagamento e formação de enchentes, revelados pelo índice de circularidade e Coeficiente de Compacidade.
- A área de drenagem da bacia do bacalhau vivencia uma significativa mudança antrópica, reduzindo sua mata nativa e gradualmente vem impactando nos cursos de águas, alterando sua classificação de Perenes para Intermitentes.

Estudos complementares estão em andamento, sendo que no mês de Agosto de 2017 fecha-se o monitoramento realizado da vazão de água do ano hidrológico 2016/2017. Os dados obtidos da vazão do tronco da microbacia, somados a outros indicadores contribui expressivamente com o avanço da análise hídrica da região.

REFERÊNCIAS

- BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação**. Florianópolis: UFSC, 1994.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Mapa Hidrogeológico do Brasil**. (Escala 1:5.000.000). Brasília: DNPM/CPRM, 1983
- FAUSTINO, J. **Planificación y gestión de manejo de cuencas**. Turrialba: CATIE, 1996.
- GOIÁS (Estado). Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. **Hidrogeologia do Estado de Goiás**. Goiânia, 2006.
- JÚNIOR, A. P. M. **Indicadores Ambientais e Recursos Hídricos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.
- MARTINS, F.B. et al. **Zoneamento Ambiental da sub – bacia hidrográfica do Arroio Cadena, Santa Maria (RS). Estudo de caso**. Cerne, Lavras, v.11, n.3, p.315-322, jul./set. 2005.
- MOSCA, A.A.O. **Caracterização hidrológica de duas microbacias visando a identificação de indicadores hidrológicos para monitoramento ambiental de manejo de florestas plantadas**. 2003. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
- MORAES, S.R. **A Câmara Escura: Gestão Territorial e novas Territorialidades do Capital em Goiás**. Dissertação de Mestrado, Goiânia: UFG, 2004.
- PIRES, J. S. R; SANTOS, J. E; DEL PRETTE, M. E. **A utilização do conceito de Bacia Hidrográfica para a conservação dos recursos naturais**. In: Conceitos de Bacias Hidrográficas. Teorias e Aplicações. Ilhéus: Editus, 2005.
- POLETO, C; OKAWA, C. **Gerenciamento de Recursos Hídricos**. In: Bacias Hidrográficas e Recursos Hídricos. POLETO, C. Editora Interciência: Rio de Janeiro 2014.
- SANTANA, D.P. **Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 63p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 30)

SEREIA, D;FAURO,J;MORETTO,Y. **Educação Ambiental e Recursos Hídricos**. In: Bacias Hidrográficas e Recursos Hídricos. POLETO, C. Editora Interciência: Rio de Janeiro 2014. VILLELA, S.M. & MATTOS, A.. Hidrologia aplicada. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2. ed. Porto Alegre, RG: UFRGS,2001.

CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO AREIA (GO)

Amanda Pereira Silva

Universidade Estadual de Goiás – Campus Iporá

Washington Silva Alves

Universidade Estadual de Goiás – Campus Iporá

Paulo Fernandes Roges Souza Silva

Universidade Estadual do Mato Grosso – Unemat

INTRODUÇÃO

Bacia hidrográfica é definida como uma área de captação natural da água da precipitação (rede de captação) que faz convergir os escoamentos por meio de sistemas ramificados para um único ponto de saída, seu exutório (TEODORO et al, 2007; FREIRE, et al. 2013), sendo uma unidade elementar de análise ambiental, por agregar todos os fenômeno e processos que ocorrem no ambiente como o fluxo de energia, ciclagem de matéria, heterogeneidade ambiental etc. Os múltiplos usos d'água que ocorrem ao longo de sua rede de captação até o exutório, tais como abastecimento de cidades, irrigação para agricultura, sedentação do gado na pecuária e atividades mais diretas tais como hidrelétricas e pesca, determinam a sua função ou uso de acordo com as qualidades e quantidades encontrada no ambiente ou bacia hidrográfica (TEODORO et al, 2007).

Na intenção de obter dados quantitativos para diferenciar áreas homogêneas dentro de uma bacia hidrográfica, utiliza-se o método da análise morfométrica, que consiste na caracterização de parâmetros morfológicos, tais como: densidade hidrográfica, gradiente de canais, índice de sinuosidade, entre outros (CHRISTOFOLETTI,

1980). Tais parâmetros explicitam os indicadores físicos da bacia, caracterizando suas homogeneidades (SANTOS et al, 2012).

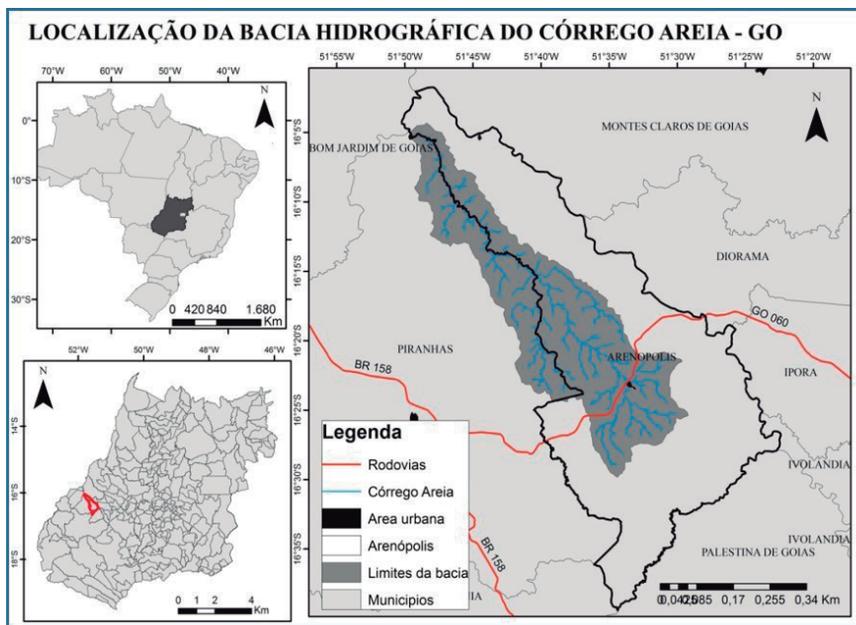
O estudo morfométrico de uma rede de drenagem é um mecanismo fundamental para o desenvolvimento de estratégias de gestão que visem à utilização conservacionista dos recursos e o melhor entendimento dos processos naturais atuantes na região, ou seja, são essenciais para a manutenção e conservação do equilíbrio ambiental de uma drenagem (SANTOS, 2012). Por exemplo, a densidade da drenagem tem várias atuações na dinâmica de uma bacia hidrográfica, pois resulta da inter-relação entre o clima, a vegetação e a sua litologia (CHRISTOFOLETTI, 1980). Para Christofoletti (1980) a litologia e a hidrografia apresentam uma forte correlação, pois a litologia responde pelo fator permeabilidade que conseqüentemente irá interferir hidrografia.

A análise ou caracterização morfométrica de bacias hidrográficas representa pesquisas de caráter Geomorfológico, que faz o uso de novas técnicas e métodos de obtenção e interpretação de dados de relevo, hidrografia, drenagem etc. (CARDOSO, et al 2006). Diante do exposto a presente pesquisa tem como objetivo caracterizar a morfometria da Microbacia Hidrográfica do Córrego Areia, considerando suas características fisiográficas. Justifica-se pela ausência de estudo dessa microbacia, assim com os recentes casos de escassez de água que ocorrem no município de Arenópolis, e o processo de intermitência que abate a microbacia em questão, usada para abastecimento hídrico.

ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa foi realizada na microbacia do Córrego Areia, localizada no município de Arenópolis, a 280 km de distância da capital do Estado de Goiás (Goiânia) – Figura 1.

Figura 1. Localização da Bacia Hidrográfica do Córrego Areia (Goiás).



Fonte: IBGE (2017), Org. SILVA, A. P. (2017)

O município de Arenópolis faz divisa com Piranhas, Iporá, Palestina de Goiás, Bom Jardim de Goiás, Montes Claros de Goiás e Diorama. A microbacia tem a maior parte de suas nascentes no município de Arenópolis, com limites de drenagem que abrangem o município de Piranhas, com foz no Rio Piranhas, que deságua no Rio Caiapó e por seguinte no Rio Araguaia.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Inicialmente foram identificadas em bases cartográficas as características hipsométricas, de declividade e uso da terra na área da microbacia por meio de informações disponibilizadas no SIEG (2017) e TOPODATA (2017), que foram tratadas no software ArcGis 10.3. Com

relação à hierarquia fluvial, para classificar a ordem dos canais da bacia foi adotado o modelo proposto por Strahler (1952) e amplamente utilizado até os dias de hoje, conforme citado por Machado e Torres (2010).

Para obter informações sobre os parâmetros morfométricos da microbacia hidrográfica estudada foram utilizados indicadores que revelam caracterização da rede de drenagem e do relevo. Inicialmente foram determinadas as características geométricas da microbacia sendo: a área, o perímetro, o coeficiente de compacidade e o índice de circularidade. Posteriormente, foram identificadas as características de drenagem e do relevo da bacia por meio dos fatores: densidade hidrográfica, índice de sinuosidade, densidade de drenagem, coeficiente de manutenção, densidade hidrográfica, gradiente de canais e relação de relevo. A seguir são apresentados e descritos os diferentes indicadores e fatores levantados.

Coeficiente de compacidade (kc)

Relaciona a forma da bacia com um círculo, é um número adimensional que varia com a forma da bacia, independentemente de seu tamanho. De modo que quanto maior a irregularidade da bacia maior será o coeficiente de compacidade. Sempre será menor que 1. Na medida em que se aproxima de 1 indica maior possibilidade de cheias e na medida que se afasta de 1 indica menor ocorrência (VILLELA; MATTOS, 1975).

$$Kc = 0,28x \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Sendo que:

Kc = Coeficiente de compacidade adimensional;

P = Perímetro da bacia em km;

A = Área da bacia em km^2 .

Índice de circularidade (Ic)

O índice de circularidade (IC) relaciona a área da bacia com a área de um círculo de perímetro igual ao da área da bacia. Este valor tende para 1 à medida que a bacia se aproxima da forma circular e diminui conforme a mesma se torna mais alongada (CARDOSO et al., 2006).

$$IC = \frac{12,57xA}{P^2}$$

Sendo que:

IC = Índice de Circularidade, adimensional;

A = Área da bacia em km²;

P = Perímetro da bacia em km.

Densidade hidrográfica (Dh)

A densidade hidrográfica (Dh) relaciona o número de rios ou canais com a área da bacia. Este índice expressa a grandeza da rede hidrográfica da bacia, indicando a capacidade de gerar novos cursos d'água (CHRISTOFOLETTI, 1969). (Tabela 1).

$$Dh = \frac{N}{A}$$

Sendo que:

Dh = Densidade hidrográfica;

N = Número de rios ou canais;

A = Área da bacia em km².

Índice de sinuosidade (IS)

É a relação entre o comprimento do canal principal e a distância vetorial do canal principal. Este índice expressa a velocidade de escoamento do canal principal. Quanto maior a sinuosidade, maior

será a dificuldade de se atingir o exutório do canal, portanto, a velocidade de escoamento será menor. Segundo Freitas (1952), valores de **Is** próximos a unidade indicam canais retilíneos, valores de **Is** superiores a 2 indicam canais sinuosos e os valores intermediários indicam formas transicionais.

$$Is = \frac{Lc}{Lv}$$

Sendo que:

Is = Índice de sinuosidade, adimensional;

Lc = comprimento do canal principal em km;

Lv = comprimento vetorial do canal principal em km.

Densidade de drenagem (*Dd*)

É a relação entre o comprimento total de canais e a área da bacia e para seu cálculo, devem-se considerar todos os rios tanto os perenes como os temporários (Horton, 1945). Segundo Christofolletti (1969), valores elevados de **Dd** indicam áreas com pouca infiltração e melhor estruturação dos canais. (Tabela 2).

$$Dd = \frac{Lt}{A}$$

Sendo que:

Lt = Comprimento total dos canais;

A = Área da bacia.

Coefficiente de manutenção (*Cm*)

A partir da densidade de drenagem é possível se calcular o Coeficiente de manutenção (**Cm**), que representa a área necessária que a bacia deve ter para manter perene cada metro de canal de drenagem (STIPP et al, 2010).

$$Cm = \frac{1}{Dd}$$

Sendo que:

Cm = Coeficiente de manutenção;

Dd = Densidade de drenagem.

Relação de relevo (Rr)

É a relação entre a amplitude altimétrica da bacia e o comprimento do canal principal. Segundo Schumm (1956), quanto maior o valor de **Rr**, maior será o desnível entre a cabeceira e o exutório, conseqüentemente maior será a declividade média da bacia.

$$Rr = \frac{Hm}{Lc}$$

Sendo que:

Rr = Relação de relevo em m/km;

Hm = amplitude altimétrica em m;

Lc = comprimento do canal principal em km.

Gradiente de canais (Gc)

O gradiente de canais (**Gc**) é dado pela relação entre a altitude máxima da bacia e o comprimento do canal principal. Este índice tem por finalidade indicar a declividade dos cursos d'água da bacia (Horton, 1945; Freitas, 1952).

$$Gc = \frac{Amax}{Lc}$$

Sendo que:

Gc = Gradiente de canais em m/km;

Amax = Altitude máxima da bacia em m;

Lc = Comprimento do canal principal em km.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 2 apresenta a microbacia do Córrego Areia, destacando os limites da bacia, descritos como divisores d'água (serras e morros) e os canais de drenagem representados em azul (canal principal e canais secundários). A bacia apresenta formato alongado que tende a afunilar em direção a foz, sendo que o número de canais de drenagem tende a diminuir na medida em que ela vai se afunilando.

Figura 2. Drenagens da Microbacia do Córrego Areia-GO

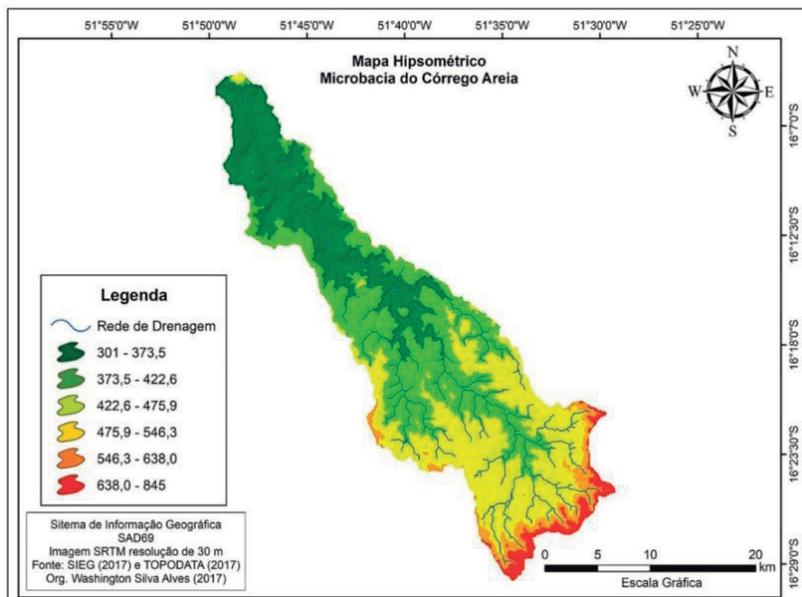


Fonte: IBGE (2017), Org. ALVES, W. S. (2017)

A Figura 3 apresenta o mapa hipsométrico, ou seja, as características de elevação do relevo ao longo da microbacia do Córrego Areia. Na porção sudoeste da microbacia, a montante do rio principal, foi encontrada as maiores cotas altimétricas do relevo da bacia. O mesmo

apresentou cotas entre 638-845 metros. O leito superior da bacia se encontra entre a cota altimétrica 546 e 638 metros. No leito intermediário da microbacia o relevo apresenta cotas altimétricas entre 422 e 546 metros e o leito inferior corresponde as menores cotas altimétricas, que variaram entre 301 e 422 metros de altitude em relação ao nível do mar.

Figura 3. Mapa Hipsométrico da microbacia do Córrego Areia.

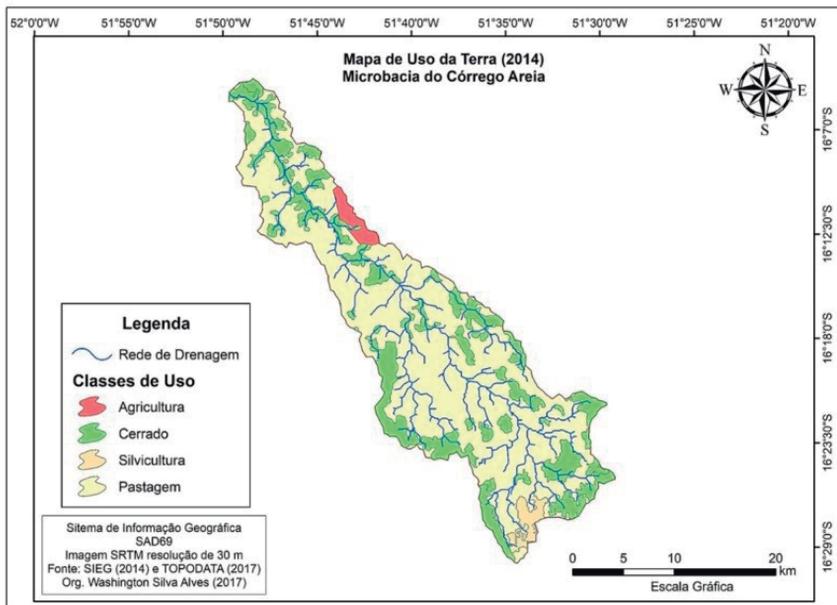


Fonte: IBGE (2017), Org. ALVES, W. S. (2017)

Com relação à hierarquia fluvial (Tabela 4) e a ordem dos canais, a microbacia do córrego Areia é de quarta ordem e possui 149 canais, sendo que 118 são de primeira ordem constituídos de canais pequenos e curtos com ampla distribuição sobre a bacia, 26 de segunda ordem, 4 de terceira ordem e 1 de quarta ordem. Com relação ao uso da terra 25,4% da área da microbacia é coberta por Cerrado que se encontra principalmente nos divisores de água da bacia, onde o solo não é propício para mecanização agrícola e para a introdução de

pastagem devido à inclinação do relevo assim como o soerguimento rochoso (Cerrado rupestre). A maior parte da terra da microbacia é destinada a pastagem, que ocupa 71% da área, tendo em vista atender a pecuária (sedentação animal) de pequenas e grandes propriedades (base da economia local). A área da bacia ocupada por Agricultura corresponde a 1,6% e silvicultura 2%. (Figura 4) (Tabela 5).

Figura 4. Uso da terra (2014) Microbacia do Córrego Areia.



Fonte: IBEG (2017), Org. ALVES, W. S. (2017).

Tabela 5 – Uso da terra na microbacia do Córrego Areia

Tipo de Uso	Área (Km ²)	Percentual em relação a área da microbacia
Cerrado	124,8	25,4%
Pastagem	349,1	71%
Agricultura	8,2	1,6%
Silvicultura	9,4	2%

Fonte: SIEG (2014), Org. Silva (2017)

A análise morfométrica da microbacia hidrográfica do Córrego Areia foi realizada a partir de parâmetros que descrevem a forma da microbacia, o relevo e a rede de drenagem, identificando os resultados demonstrados na Tabela 6.

Tabela 6. Tabela de parâmetros morfométrica da bacia hidrográfica do Córrego Areia (Goiás).

PARÂMETROS	VALORES	UNIDADES
Área	491,22	km ²
Perímetro	150,638	Km
Amplitude Altimétrica	543	m ²
Comprimento do Canal Principal	81,1	Km
Comprimento dos Canais	105,79	Km
Coefficiente de compacidade	1,90	Kc
Fator de forma	0,074	F
Índice de circularidade	0,27	IC
Índice de sinuosidade	2,02	Is
Padrão de drenagem	Dendrítico/Paralelo	-
Gradiente de canais	10,41	Km
Relação de relevo	6,69	Km
Densidade hidrográfica	0,23	km/km ²
Densidade de Drenagem	0,10	km/km ²
Coefficiente de manutenção	10	m ²

Fonte: SILVA, A. P. (2017).

A área da microbacia do córrego Areia é de 491,22 km² e o perímetro de 150,638 km. Relativamente é uma microbacia grande comparada a outras microbacias do estado de Goiás ou do bioma Cerrado (Calil et al, 2012; Souza et al, 2013), um bom indicativo da sua importância. O comprimento do canal principal da microbacia

do córrego Areia é de 81,1 km e o comprimento total dos canais é de 105,79 km. O ponto de maior altitude na microbacia é de 845 m e o de menor altitude de 302 m, dessa forma a amplitude altimétrica na microbacia é de 543 m.

Com relação ao Coeficiente de Compacidade (K_c) foi obtido o valor de 1,90, o que significa que a microbacia está menos vulnerável a enchentes, pois não possui um formato circular, ou próximo a um círculo. Outro parâmetro que confirma a característica do formato da bacia é o índice de Circularidade (IC), que foi de 0,27. Pois, segundo Christofletti (1980) valores próximos a 0 caracterizam uma bacia como forma alongada e, próximo a 1 circular. Portanto, a microbacia em questão apresenta forma alongada com baixo risco de enchentes.

Em relação ao modelo das estruturas espaciais dos cursos fluviais de drenagem da microbacia, observou-se a drenagem de padrão dendrítica a montante. Normalmente esse padrão é encontrado em áreas que possuem rochas resistentes e uniformes. Porém, a jusante da microbacia a drenagem é do tipo paralela. O índice de sinuosidade (I_s) indicou que o canal principal da microbacia é sinuoso, pois o valor encontrado foi de 2,02. Conforme Christofletti (1980) canais que apresentam valores de (I_s) superior a 2 são canais sinuosos. Isto indica que a velocidade de escoamento da água no canal principal desta microbacia é menor que em outras bacias que não apresente canais sinuosos ou que estejam em fase de transição.

O gradiente de canais (G_c) indicou que a bacia apresenta uma declividade dos cursos de água de 10,41 m/km. Ainda fazendo referência a declividade, a relação de relevo (R_r) encontrada para a microbacia foi de 6,69 km. A densidade hidrográfica (D_h) da microbacia foi de 0,23 N^1/km^2 . Segundo a classificação elaborada por Christofletti (1980) a microbacia apresenta baixa capacidade de gerar novos canais de drenagem.

O Córrego Areia apresenta uma Densidade de Drenagem baixa, favorecendo a permanência da água na bacia por um período maior de tempo. Já o coeficiente de manutenção (Cm) revelou que são necessários 10 m² de área da microbacia para manter perene cada metro de canal de drenagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A caracterização morfométrica é de fundamental importância para identificação e análise de indicadores físicos relevantes para o estudo sobre vulnerabilidades ambientais das bacias hidrográficas, possibilitando compreender como as bacias interferem sobre a dinâmica ambiental, local e regional em que estão inseridas. A Análise morfométrica acima mostrou resultados que permitiram inferir num preliminar diagnóstico ambiental da área de estudo, como por exemplo, a formação de barras de sedimentos que podem ser agravados com antropização das margens e formação de erosões e assoreamento é um dos resultados. A partir do resultado da variável fator e forma concluiu-se que a bacia tem pequeno risco de inundações e cheias instantâneas.

O procedimento metodológico vem sendo, atualmente, usado por inúmeros pesquisadores em trabalhos com a colaboração entre geógrafos, geólogos, biólogos, agrônomos e outros profissionais. A utilização desse método facilita o entendimento de forma integrada dos processos hidrogeomorfológicos que ocorrem numa bacia hidrográfica, embora ela apresente uma estruturação complexa.

REFERÊNCIAS

CALIL P. M., OLIVEIRA L. F. C. DE, KLIEMANN H. J. & OLIVEIRA V. A. DE. **Caracterização geomorfométrica e do uso do solo da Bacia Hidrográfica do Alto Meia Ponte, Goiás.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.16, n.4, p.433–442, 2012.

CALIL, P. M. **Potencial de uso por atributos morfométricos dos solos da bacia hidrográfica do alto Meia Ponte, Goiás.** Goiânia: UFG, 2009. 113p. Dissertação Mestrado.

CARDOSO, ChristianyAraujo; DIAS, Herly Carlos Teixeira; SOARES, Carlos Pedro Boechat and MARTINS, Sebastião Venâncio. **Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ.** Rev. Árvore [online], V.30, N.2, pp. 241-248. 2006.

CHRISTOFOLETTI, A. A Análise de Bacias Hidrográficas. **Geomorfologia.** 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda., p102-121.1980.

Departamento de Proteção da Biodiversidade. **Cadernos da Mata Ciliar / Secretaria de Estado do Meio Ambiente.** – N 1 (2009)--São Paulo : SMA, 2009.

FREIRE, A. J; LAGE, G. B; CHRISTÓFARO, C. Comparação entre parâmetros morfométricos de bacias hidrográficas gerados por dados SRTM e ASTER GDEM: estudo de caso para bacias do Vale do Jequitinhonha-MG. **SBSR**, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013.

FREITAS, R.O. Textura de drenagem e sua aplicação geomorfológica. **Boletim Paulista de Geografia.** São Paulo, v. 11, p.53-57, 1952.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: Hydrographical approach to quantitative morphology. *Geological Society of America Bulletin*, v.56, n.2, p.275-370, 1945.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Dados do censo demográfico 2015. São Paulo: IBGE, 2015. Disponível em: < <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=521880&search=goias|rio-verde>>. Acesso em: 15 maio 2017.

MACHADO, P. J de O., TORRES, F. T. P.. Introdução a Hidrogeografia. São Paulo: **Cengagens Learning**, 2012.

SANTOS, A. M.; TARGA, M. S.; BATISTA, G. T.; DIAS, N. W. Análise morfométrica das sub-bacias hidrográficas Perdizes e Fojo no município de Campos do Jordão, SP, Brasil. **Ambiente & Água**, Taubaté, v. 7, n. 3, p. 195-211, 2012.

SCHUMM, S.A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands of Perth Amboy. **Geological Society of America Bulletin**, n. 67, p. 597-646, 1956.

SIEG – Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás. Disponível em: <<http://www.sieg.go.gov.br/>>. Acesso em: 07 maio 2017.

SOUZA R. M. DE., FORMIGA T. K. M., VEIGA A. M. **Caracterização morfométrica e delimitação da bacia hidrográfica do Córrego Samambaia – GO a partir de dados do SRTM**. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013

STIPP, N. A. F; CAMPOS, R. A; CAVIGLIONE, J. H. **Análise Morfométrica Da Bacia Hidrográfica Do Rio Taquara – Uma Contribuição Para O Estudo Das Ciências Ambientais**. Portal da Cartografia, Londrina v. 3 n. 1, 2010.

STRAHLER, A. N. Hypsometric (area-altitude) – analysis of erosion al topography. *Geological Society of America Bulletin*, v.63, n.10, p.1117-1142, 1952.

TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniara**, v.20, p.137-157, 2007.

VILLELA, S. M & MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, p. 245 1975.

CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA E MAPEAMENTO DE USO DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GARÇAS (MT)

Romário Rosa de Sousa

Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT Campus do Araguaia

Sandro Cristiano de Melo

Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT Campus do Araguaia

Izaias de Souza Silva

Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT Campus do Araguaia

INTRODUÇÃO

As diversas atividades antrópicas, sejam em áreas urbanas ou rurais, provocam mudanças nos fatores e elementos naturais atuantes no ciclo hidrológico. Um dos primeiros grandes impactos que as bacias hidrográficas sofrem é o desmatamento. Com o processo de desmatamento várias consequências podem ser sentidas. A primeira delas é a propensão das áreas a terem seus solos compactados pelas atividades humanas, rurais e urbanas. Assim, se em uma vertente ocorrer a impermeabilização dos solos, a água que deveria infiltrar irá escoar superficialmente, podendo provocar inundações, erosões e assoreamentos (BOTELHO, 2010).

Para a manutenção dos recursos naturais as diversas formas de planejamento devem ser adotadas por parte das entidades governamentais. Além disso, é importante que a sociedade seja conscientizada da necessidade do desenvolvimento sustentável. O Cerrado abriga nascentes de bacias hidrográficas importantes e deve ter seus usos adequados para a preservação da água juntamente com políticas voltadas para fins de atribuição de valor econômico para que medidas

sejam tomadas para a re-vegetação de nascentes e matas ciliares nos moldes científicos (ASSAD, 1994).

A preocupação com a água doce no Planeta Terra é recente, pois, “até o final da década de 1980, acreditava-se que o ciclo hidrológico no Planeta era fechado, ou seja, que a quantidade total de água permanecerá sempre a mesma desde o início da Terra” (TUNDISI, 2003). Estudos geológicos mostraram que essa ideia estava equivocada, pois as proporções da soma total de águas doces e de águas marinhas variavam de uma era geológica para outra, ou seja, conforme a temperatura, a Terra tinha uma maior ou menor quantidade de água. Desta forma, os cientistas começaram a alertar a população mundial sobre a necessidade de se tomar medidas sérias para conter a destruição deste recurso, a partir de práticas de educação ambiental com a intenção de preservação de matas nativas dentro das bacias hidrográficas (TUNDISI, 2003).

As águas utilizadas para o consumo humano e de suas atividades econômicas são captadas nos rios, lagos, represas e aquíferos subterrâneos. Certamente, pelo fato desses mananciais se encontrarem nos domínios terrestres – continentes e ilhas – são, também, referidos como “águas interiores” (REBOUÇAS, 2006).

A comunidade científica, os governos e outros setores da sociedade, sentem que o modelo de expansão capitalista nos moldes globalizantes atuais, não reconhece tão pouco aceita os limites físicos da biosfera, ou seja, percebe-se que a atividade econômica mundial vem se desenvolvendo acima da capacidade de suporte dos ciclos naturais, além de historicamente promover a concentração da riqueza produzida, gerando uma geografia da degradação sócio-ambiental que tende a se agravar caso este modelo não seja revertido num prazo que se revela cada vez mais curto (ANDRADE, 2009).

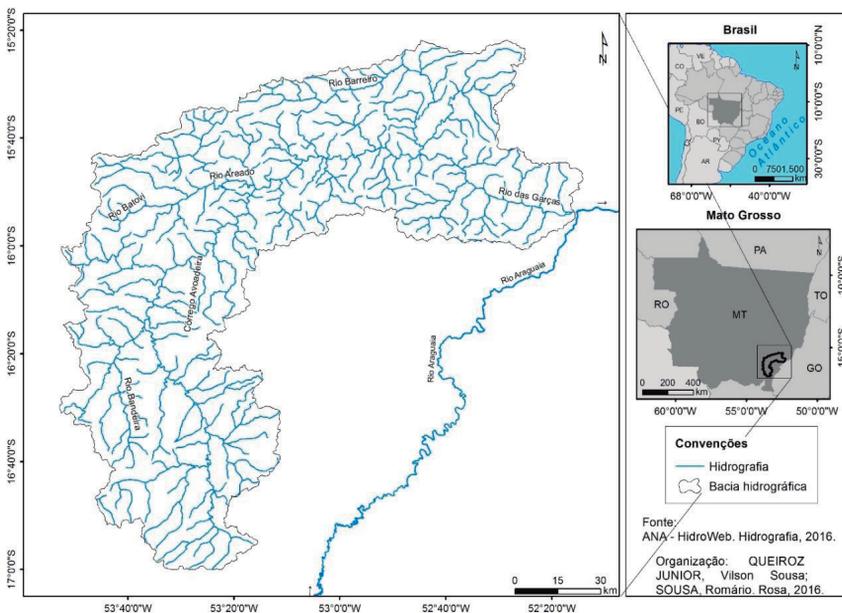
OBJETIVO

Esta pesquisa teve como objetivo principal realizar uma caracterização fisiográfica da bacia hidrográfica do Rio das Garças.

METODOLOGIA

Foi definida como área de estudo a bacia hidrográfica do Rio das Garças, localizada nas porções centro sul e sudoeste do Estado de Mato Grosso, onde os rios Areado, Avoadeira, Batovi, Bandeira, Barreiro desaguam no rio das Garças, que, por sua vez, se configura como afluente do Rio Araguaia, na divisa do estado de Mato Grosso com Goiás (Figura 1).

Figura 1: Localização da bacia hidrográfica do Rio das Garças.



Elaboração: Queiroz Júnior e Sousa (2016).

A metodologia utilizada foi baseada em Fonseca (2011) e Martins (2014), sendo pautadas quatro etapas distintas:

Primeira etapa:

A localização e as características do meio físico (hypsometria, uso da terra e vegetação remanescente) foram mapeadas com base em dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e a carta de declividade foi extraída a partir do Mapa de Declividade em Percentual do Relevo Brasileiro disponibilizado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), sendo, todas as bases na articulação da folha SD.22-Y-D, SE.22-V-A, SE.22-V-B e SD-22-Y-C com escala de 1:250.000.

Segunda etapa

Para a classificação de uso da terra foram utilizadas três imagens do satélite Landsat 8 – *Sensor Operational Land Imager (OLI)*, de órbita 224, pontos 71 e 72, e órbita 225, ponto 71, com composição colorida RGB-654, referentes as datas de 24 de junho, 10 de julho e 06 junho de 2016 respectivamente. As imagens foram adquiridas pelo sistema *EarthExplorer* do U.S. *Geological Survey (USGS)*, gerido pela *National Aeronautics and Space Administration (NASA)*.

Após o georreferenciamento, foi realizada a classificação não supervisionada no software ArcGis, 10.2, pela ferramenta “*Multivariate/Isoclauster*”, que executa a agregação dos pixels semelhantes, formando as classes de uso em um arquivo matricial, o qual foi convertido em formato vetorial para melhor tratamento.

A correção dos polígonos que ficaram confusos foi executada através do “*Fild Calculator*” para alteração dos atributos e reclassificação para a respectiva classe correta, gerando o mapa temático final de uso da terra. Para a inspeção, validação e correção da classificação, foram utilizados os seguintes critérios: cor, textura, forma, tamanho e padrão respectivo a resposta espectral dos alvos.

Terceira etapa

Coleta de dados econômicos referente ao produto interno bruto (PIB) e aos principais produtos agropecuários dos municípios que compõem a bacia hidrográfica, acessados pela *home page* do IGBE.

Quarta etapa

De posse dos dados econômicos e da caracterização fisiográfica foram realizados os trabalhos de gabinete com discussão dos resultados dos mapas temáticos elaborados. Ressalta-se que não foi realizado um trabalho de campo para coleta de dados por se tratar de um trabalho preliminar.

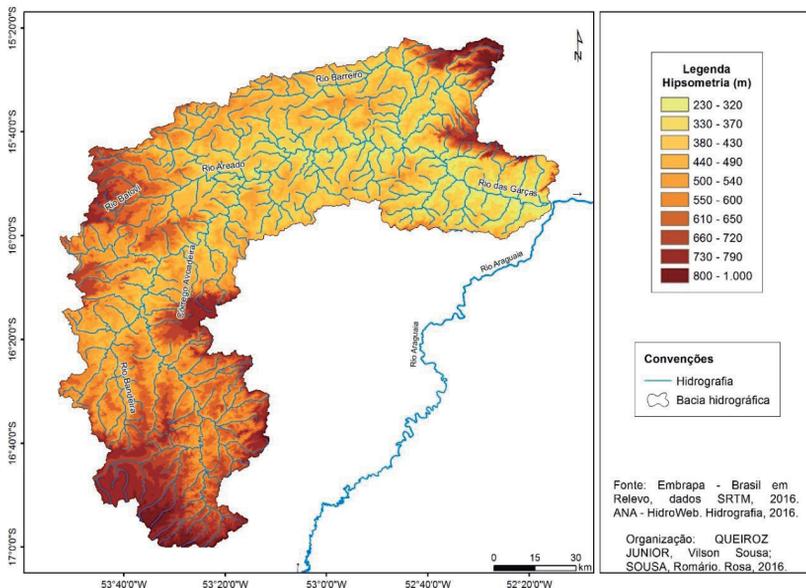
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste panorama de apropriação do Cerrado, ocorre a intensificação do desmatamento para produções de carvão, pastagem e lavouras, poluição atmosférica por queimadas, assoreamento, empobrecimento dos solos, sepultamento de nascentes e veredas, desaparecimento de biodiversidade, tráfico de animais, alastramento de voçorocas, contaminação de lençóis d'água, rios e aquíferos por agrotóxicos, aumento da produção de lixo e proliferação de vetores nocivos ao homem (CARNEIRO, 2005 e 2009; GOMES; TEIXEIRA NETO, 1993).

O rio das Garças é um afluente pela margem esquerda da bacia do rio Araguaia e sua cabeceira está localizada na fazenda Cabeceira do Osso, nas proximidades da BR-364 e MT-462, nas coordenadas geográficas: Latitude: 17°03'01"S e Longitude: 53°25'51"W, com cota topográfica de 816 metros, sendo sua foz no rio Araguaia, na confluência dos municípios de Barra do Garças e Pontal do Araguaia, na cota de 263 metros, nas coordenadas geográficas: latitude 15°54'22"S e longitude: 52°15'40"W, a uma altitude média de 523m em relação ao nível do mar.

Observou-se no mapa de hipsometria que a menor altitude é de 230 metros e a maior é de 1.000 metros, com uma amplitude de 800 metros, entre os relevos superiores e inferiores, sendo que os valores altímetros oscilam a cada 50 metros. Destaca-se que se encontram próximas as nascentes do Rio das Garças, estando na porção sul e no oeste da bacia, em locais conhecidos como platôs. Outro local com altitudes semelhantes está mais precisamente no extremo norte da bacia na Serra Azul, Serra do Roncador e do Taquaral, dentro do município de Barra do Garças-MT (Figura 2).

Figura 2: Hipsometria da bacia hidrográfica do Rio das Garças.

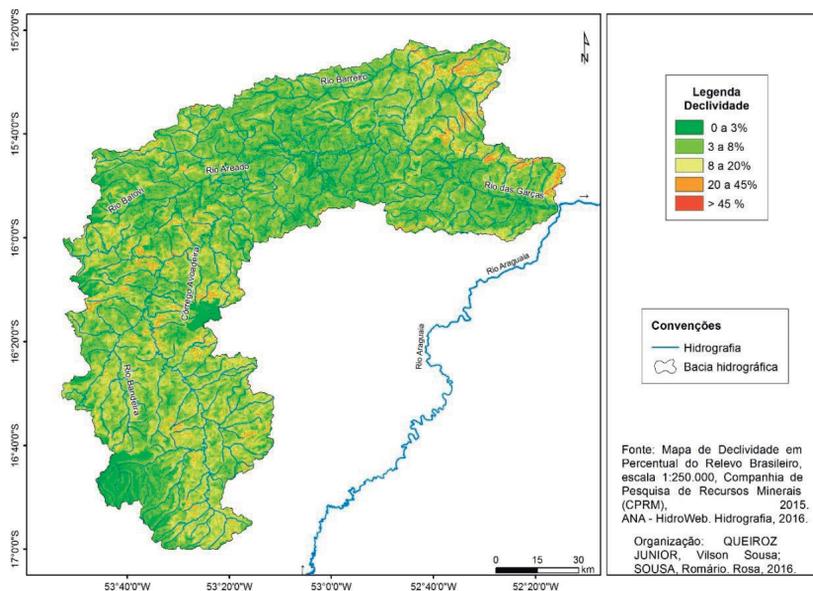


Elaboração: Queiroz Júnior e Sousa (2016).

Quanto ao relevo, 94% da bacia Hidrográfica do Rio das Garças apresentam inclinações inferiores a 12%, declividade que favorece a implantação da agricultura mecanizada, sendo importante fator condicionante para o desenvolvimento agrícola na bacia. Dessa forma, é possível

notar que as maiores inclinações encontram-se próximas a Serra Azul, Serra do Roncador e do Taquaral com declividade maior que 45%, localizada na parte norte da bacia, próxima a foz do Rio das Garças (Figura 3). A bacia apresenta uma declividade variada de 0 a 3%; ao meio de 3 a 8% e uma grande parte de 8 a 20%; e apresenta outra parte de 20 a 45%.

Figura 3: Declividade da bacia hidrográfica do Rio das Garças.



Elaboração: Queiroz Júnior e Sousa (2016).

Declividades acima desse patamar se referem a um relevo ondulado e que compreende terrenos muito inclinados. O uso de máquinas agrícolas é comprometido, a erosão hídrica pode ser intensa e os terrenos devem ser usados preferencialmente para cultivos perenes, pastagens ou reflorestamentos. No relevo montanhoso há sérios impedimentos ao uso como exemplo o agrícola, exigindo práticas muito complexas de preservação do solo, os quais preferencialmente não devem ser usados com agricultura.

Geologicamente a bacia hidrográfica do Rio das Garças está inserida na Província Paraná em setor limítrofe com a Província Tocantins. Compreende as rochas sedimentares e magmáticas paleozoicas e mesozoicas da Bacia do Paraná. A Província Tocantins, como definida, engloba três faixas móveis brasileiras, denominadas faixas de dobramentos Araguaia, Brasília e Paraguai, as quais delimitam o Cráton Amazônico.

As rochas da Bacia do Paraná expostas na área da bacia do Rio das Garças inserem-se nas supersequências Paraná (Formação Furnas e Formação Ponta Grossa) atreladas ao período Devoniano; Gondwana I (Formação Aquidauana; Formação Palermo; e Grupo Passa Dois) datadas no Carbonífero-Eotriássico; Gondwana II do período Neojurássico-Eocretáceo (Formação Botucatu e Formação Serra Geral); e, por fim, exposições da Supersequência Bauru (Formação Marília e Grupo Bauru) depositadas no Neocretáceo.

A área de exposição das rochas metassedimentares do Grupo Cuiabá, associado à Faixa de Dobramentos Paraguai, ocorre no extremo leste e nordeste da bacia. No entanto essa unidade geológica ocorre em subsuperfície, como embasamento das rochas sedimentares paleozoicas da Bacia do Paraná ao longo de toda a bacia. As rochas aflorantes na área estudada incluem meta-arenitos e filitos, que foram mapeadas segundo CPRM (2004) dentro da Subunidade indivisa (NPcui) do Grupo Cuiabá.

A bacia hidrográfica do Rio das Garças está situada em uma região onde se observam doze litoestratigrafias diferentes: as formações geológicas Aquidauana, Bauru, Botucatu, Cachoeirinha, Cuiabá, Depósitos Aluvionares, Furnas, Marília, Palermo, Passa Dois, Ponta Grossa e Serra Geral. Assim as formações Marília, Cachoeirinha, Depósitos Aluvionares e Serra Geral formaram em períodos mais recentes da história evolutiva do Planeta (Figura 4). O padrão de sedimentação fluvial holocênico dessas drenagens

em geral é caracterizado por depósitos de acreção lateral de margem de canal e de carga de fundo entre outros. Nesta unidade, via de regra, pode estar associadas concentrações de ouro, diamante e areia.

A formação Cachoeirinha, (período terciário, com idade inferior a 60 milhões de anos) recobre as áreas de platôs, estando estes nas porções sul e oeste da bacia, com exceção, de um pequeno afloramento nas proximidades da foz do Rio Garças já município de Pontal do Araguaia (MT). A formação Cachoeirinha é representada por materiais inconsolidados, como argilas, areias e níveis conglomeráticos. Já os depósitos aluvionares, que constituem as formações mais recentes encontradas nos municípios de Barra do Garças e Pontal do Araguaia, apresentam idade inferior a 50 milhões de anos e são representados por seixos, cascalhos, silte e argilas, estando restritos a fundos de vale e margens direita e esquerda a Rio das Garças próximo a foz com o Rio Araguaia.

A Formação Aquidauana está presente em 70% da bacia hidrográfica do Rio das Garças formada por arenitos e argilitos. A Formação Aquidauana representa a porção basal do Grupo Itararé com ocorrências restritas à porção setentrional da bacia e é caracterizada essencialmente por arenitos avermelhados a arroxeados intercalados por níveis de siltitos, folhelhos, argilitos e diamictitos.

A bacia hidrográfica está situada na Unidade Geomorfológica Planalto dos Alcantilados, ocorrendo no sudeste do estado de Mato Grosso, com predomínio de amplas colinas dissecadas a suaves e morros baixos. Na porção central, sudoeste e nordeste ocorrem feições de Chapadas e Platôs juntamente com Escarpas Serranas. Ocorrem ainda na região, com pouca frequência Planaltos, Planícies Fluviais e Superfícies Aplainadas Degradadas, concentradas a leste da área.

Os relevos são recortados por escarpas, e os relevos residuais com vertentes abruptas observados nas bacias hidrográficas na porção sudeste do Estado de Mato Grosso. Este Planalto representa uma compartimentação com feições morfológicas relativamente complexas, marcadas por extremidades com escarpas em alcantis (abruptas em forma de despenhadeiro). Notadamente estas feições geomorfológicas se apresentam em escarpas altas e abruptas, destacando-se na paisagem regional.

Estes patamares, segundo (BRASIL, 1983) estão posicionados com as frentes escarpadas para sudeste e a presença dos mesmos está relacionada a uma conjugação de fatores, tais como movimentos tectônicos e atuação de processos erosivos diferenciais. Assim, um pequeno patamar ocorre na passagem dos arenitos e argilitos da Formação Aquidauana, para os arenitos silicificados da Formação Palermo. Contudo o degrau mais desenvolvido está associado na transição da Formação Palermo para a Formação Botucatu.

Em cotas altimétricas 610m, onde os cursos d'água apresentam maior potencial de escavação, são observadas feições da Formação Serra Geral, componente do Grupo São Bento e representada por basaltos que datam do período Jurássico (Era mesozoica), com aproximadamente 235 milhões de anos, caracteriza a região como região como planalto dos basaltos é o domínio das Formações Bauru e Serra Geral.

No Grupo Bauru, as rochas detríticas arenosas a conglomeráticas com cimento carbonático. As elevações de extensão variável têm topos aplainados, com cobertura de areiões e cascalheiras, e bordas escarpadas, constituindo nas formações denominadas chapadões, mesas, baús, piões e outros nomes locais. As encostas exibem estrutura tabular, em degraus, relacionada com a resistência diferencial oferecida pelas camadas superpostas, feição essa particularmente destacada na porção leste da bacia

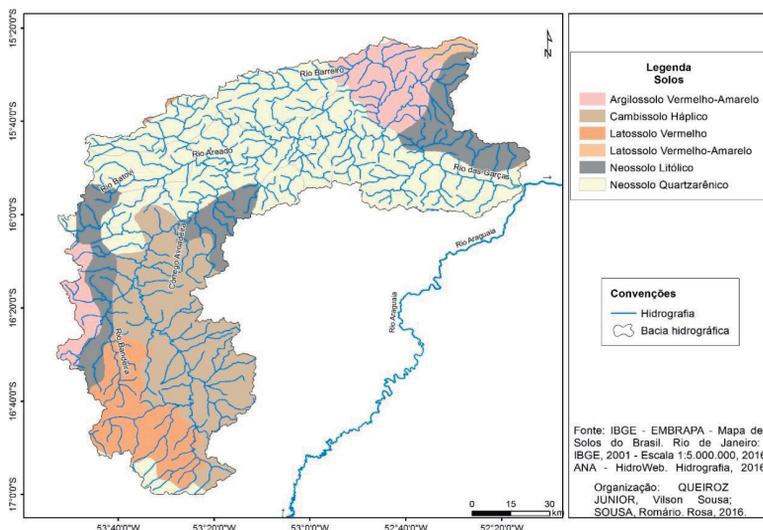
De acordo com Nimer (1980 p. 287), o Estado de Mato Grosso possui uma variação pluviométrica com uma média pluviométrica de 1.250mm ao sul do local onde se encontra a bacia do Rio das Garças, e ao norte a média pluviométrica está de 2.750mm.

Nos meses de maio, junho, julho, agosto e setembro a precipitação pode ser registrada até 60mm, sendo estes meses que apresentam valores muito baixo a precipitação, apesar do elevado valor pluviométrico anual, com isso os baixos valores de umidade relativa do ar são rotineiros com obverações de 30% (MONTEIRO, 1951).

No Cerrado os meses de novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março são os meses que apresentam os maiores valores de precipitação pluviométrica, com eventos chuvosos que somam praticamente todo o valor anual.

A diversidade geológica e geomorfológica da região condiciona o aparecimento de diversas classes pedológicas (Figura 5). Os litotipos arenito, diamictito, argilito e siltito, dentre outros, condicionam o aparecimento de Neossolo Quartzarênico, Neossolo Litólico, Argissolo, Cambissolo e Latossolos. Os Gleissolos também ocorrem, entretanto, eles estão associados a outros solos, na porção sul e noroeste da área de estudo. Os Gleissolos possuem aparecimento restrito a pequenos cursos d'água.

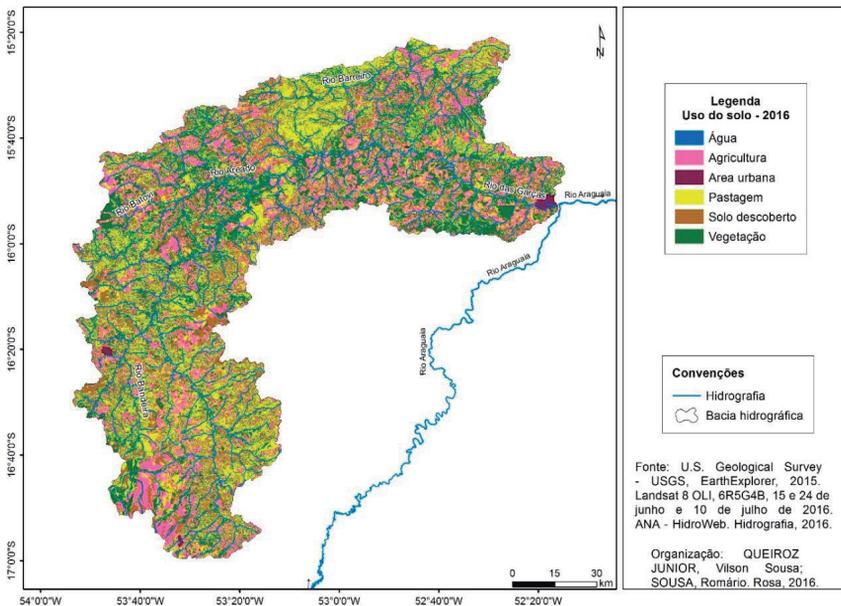
Figura 5: mapa de Classes pedológicas da bacia hidrográfica do Rio das Garças.



Elaboração: Queiroz Júnior e Sousa (2016).

A partir da análise dos elementos físicos que compõem a paisagem natural da bacia hidrográfica do Rio das Garças, é possível compreender como a terra tem sido ocupada e a distribuição espacial das diferentes atividades econômicas ao longo do tempo. Analisando a Figura 6, notou-se o uso intenso do solo por atividades agropecuárias em áreas onde se encontram topografia plana e solos favoráveis ao seu desenvolvimento.

Figura 6: Uso da Terra da bacia hidrográfica do Rio das Garças.

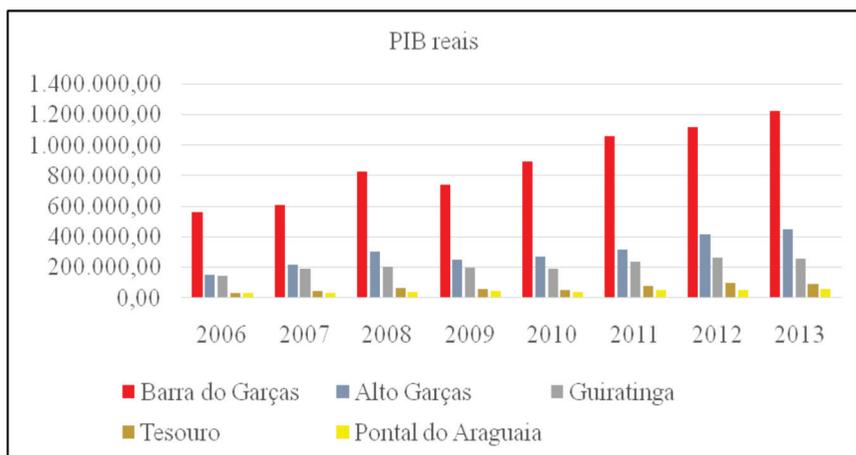


Elaboração: Queiroz Júnior e Sousa (2016).

Constatou-se que 31,21% de uso da bacia é destinado para a pastagem, 23,57% para agricultura, para o solo descoberto somou-se 12,15%, área urbana quantificou-se 0,51%, e finalmente a última classe a ser identificada acumulou-se uma porcentagem de 31,25% de vegetação ainda existente na bacia hidrográfica do Rio das Garças.

No gráfico 1, é possível observar a variação do Produto Interno Bruto – PIB, per capita, de 2006 até o ano de 2013, dos municípios que compõem a bacia hidrográfica do Rio das Garças, observou-se que Barra do Garças destaca-se em primeiro lugar, seguido por Alto Garças, Guiratinga, Tesouro e em último lugar ficou para o município de Pontal do Araguaia (MT).

Gráfico 1 – Produto interno Bruto – PIB, per capita



Organizador: Romário Rosa de Sousa (2016).

Os dados do último Censo Agropecuário (2006), evidenciados na Tabela 2, revelam a variação dos principais produtos agropecuários existentes nos municípios que estão na bacia hidrográfica do Rio das Garças.

Observou-se que ocorre uma sequência de hierarquia de produção entre os municípios, destacando-se Barra do Garças, Alto Garças, Guiratinga, General Carneiro, Pontal do Araguaia e ficando em último lugar o município de Tesouro-MT.

Tabela 2 – dados do último Censo Agropecuário do ano de 2006

<i>Municípios</i>	Asininos	Aves	Bovinos	Bubalinos	Caprinos	Equinos	Muares	Outras aves	Ovinos	Suínos	Vacas
Barra do Garças	17	25.000	358.435	65	419	3.297	926	1.615	4.597	4.915	4.474
Alto Garças	0	1.000	52.889	0	0	674	43	0	816	856	675
Guiratinga	13	31.000	138.644	0	21	2.178	403	689	2.185	4.288	2.816
General Carneiro	8	7.000	80.145	0	133	909	155	175	1.429	1.831	304
Pontal do Araguaia	0	14.000	100.965	0	44	1.688	94	531	2.931	2.506	1.758
Tesouro	12	10.000	137.348	0	140	1.241	438	290	2.450	2.713	1.800

<i>Municípios</i>	Banana (ton.)	Cana-de-açúcar (ton.)	Mandioca (ton.)	Milho em grão (ton.)	Soja em grão (ton.)	Ovos de galinhas (dúvias)	Leite de vaca (litros)
Barra do Garças	1.342	390	352	65.380	117.000	5.727.000	0
Alto Garças	0	0	0	14.045	108.750	1.000	1.017.000
Guiratinga	28	125	44	22.064	117.864	17.000	3.669.000
General Carneiro	0	0	81	20.069	132.899	11.000	248.000
Pontal do Araguaia	23	397	144	2	0	522.000	1.958.000
Tesouro	514	0	15	11.254	71.721	15.000	1.439.000

Organizador: Romário Rosa de Sousa (2016).

Também ficou evidenciado os produtos da lavoura temporária, existentes dentro dos municípios que estão na bacia hidrográfica, e novamente ocorrendo a sequência de hierarquia de produção entre os municípios, destacando-se Barra do Garças, Alto Garças, Guiratinga, General Carneiro, Pontal do Araguaia e ficando em último lugar o município de Tesouro-MT.

Diante dessa dinâmica, registrou-se que na área existem apenas 31,25% de vegetação remanescente (Figura 7), o restante, ou seja, 68,75% estão sendo usados nas mais diversas formas: agricultura, água, área urbana, pastagem, solo descoberto

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Averiguou-se que as áreas de vegetação nativa encontram-se restritas às áreas de Preservação Permanente (APP'S) de cursos d'água e nascentes, cuja metragem nem sempre está de acordo com o disposto pelo Código Florestal, encostas de morro e pés de serra, onde a declividade acentuada impossibilita a ocupação por atividades agropecuárias, além de pequenas áreas de reserva legal.

De acordo com a caracterização fisiográfica realizada ao longo deste capítulo entende-se a necessidade de um olhar especial para o uso da terra e para a vegetação remanescente, sendo esta diagnosticada como uma maior classe e podendo desaparecer em pouco tempo de acordo com as vontades do “homem moderno”.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. R. M. Planejamento ambiental da apa Cabuçu-Tanque grande Guarulhos-SP. 2009. (**Tese Doutorado**) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/>. Acesso em: junho, 2017.

ASSAD, E. D.; SANO, E. E.; MASUTOMO, R.; CASTRO, L. H. & SILVA, F. A. M.. **Veranicos na região dos cerrados brasileiros frequência e probabilidade de ocorrência**. In: Chuva nos Cerrados. Assad, E. D. (Coordenador). BRASIL/ EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias. Brasília. DF. 423 p. 1994.

BOTELHO, R.G.M. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. *In*: GUERRA, A.J.T.; SILVA, A.S. da; BOTELHO, R.G.M. **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

BRASIL. **Ministério das Minas e Energia Folha SD 21, Cuiabá: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação**. Projeto RADAMBRASIL. Rio de Janeiro, 1983. Vol.31.

CARNEIRO, V. A. **Um olhar geográfico sobre as voçorocas de Palmelo (GO)**. Pires do Rio: FAESCI-UEG, 2005 (mimeografado).

CARNEIRO, V. A. **Concepções de trabalho de campo e ensino de geografia nas licenciaturas do sudeste goiano**. 2009. 272 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Estudos Sócio-Ambientais, Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2009.

FONSECA, D. S. R.; Diagnóstico do uso do solo e degradação ambiental na bacia hidrográfica do Pandeiros-MG como subsídio para estudos de impacto ambiental. **Revista Geoaraguaia**. Barra do Garças-MT. CUA/UFMT. v 1. n 1. p. 1-20 jan/julho. 2011.

GOMES, H.; TEIXEIRA NETO, A. **Geografia: Goiás / Tocantins**. Goiânia: Cegraf – UFG, 1993.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Água doce no Brasil, capital ecológico, uso e conservação**. 3ª Ed. São Paulo: Escrituras. 2006. 750p.

TUNDISI, J. G. **Água no século 21: enfrentando a escassez**. RIMA/IEE. 247p, 2003.

ANÁLISE COMPARATIVA DA VAZÃO DO RIBEIRÃO SANTO ANTÔNIO E DO RIBEIRÃO SANTA MARTA VISANDO A SEGURANÇA HÍDRICA DA CIDADE DE IPORÁ (GO)

Derick Martins Borges de Moura
Secretaria de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Goiás – SECIMA

João Batista Pereira Cabral
Universidade Federal de Goiás – Regional Jataí

Wanderlubio Barbosa Gentil
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Jataí

Assunção Andrade de Barcelos
Universidade Federal de Goiás – Regional Jataí

Wellmo dos Santos Alves
Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde

INTRODUÇÃO

Esse capítulo faz uma análise comparativa da vazão de dois mananciais, o Ribeirão Santo Antônio, que é o único manancial fornecedor de água para o abastecimento público da cidade de Iporá (GO), e o Ribeirão Santa Marta, que poderá ser uma fonte de captação de água para complementar no abastecimento da cidade em cenários futuros.

O objetivo da pesquisa é descobrir qual manancial possui uma maior disponibilidade hídrica (vazão) no exutório, e monitorar a vazão do Ribeirão Santo Antônio. Para simplificar a nomenclatura dos ribeirões, os mesmos foram abreviados de RSA (Ribeirão Santo Antônio) e RSM (Ribeirão Santa Marta).

Em mapeamento prévio, especificamente na delimitação automática das duas bacias hidrográficas, verificou-se que a área em

estudo, parte da bacia hidrográfica do RSM possui 274,321 km², que é mais que o dobro da outra área de estudo, parte da bacia hidrográfica do RSA que possui 127,062 km², o equivalente a 46,31% da área da bacia do RSM. Diante dos dados, supõe que a bacia RSM possui uma maior vazão de água no exutório. Porém em visualização *in-loco* não foi percebido tal afirmação, sendo necessário executar medições de vazão para confirmar a hipótese.

A escolha das áreas de estudo foi motivada pela necessidade de se comparar a vazão do único manancial fornecedor de água para abastecimento da cidade de Iporá (GO) com um manancial vizinho, que possa ser uma alternativa para complementar a captação de água, e detectar qual dos dois mananciais possui uma disponibilidade hídrica maior. Os resultados das medições de vazão darão informações do potencial hídrico de cada manancial, e servirá de complemento no caso de uma futura implantação de captação alternativa para suprir a demanda de água da cidade.

A relevância deste estudo está em produzir e disponibilizar conhecimento sobre a vazão do RSA a montante do ponto de captação de água, e do RSM no local onde esse manancial passa próximo da cidade, sendo o local mais apropriado para uma futura instalação de captação de água, uma vez que não há registro da vazão no RSM, sendo essencial para servir de subsídio ao planejamento e gestão.

Essa pesquisa torna-se fundamental pelas informações que serão disponibilizadas, que poderão auxiliar no planejamento prévio para a escolha de uma fonte complementar de abastecimento de água para a cidade, servindo como segurança hídrica para a população que utiliza esse recurso essencial à vida, e ao bom funcionamento das atividades econômicas do município.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

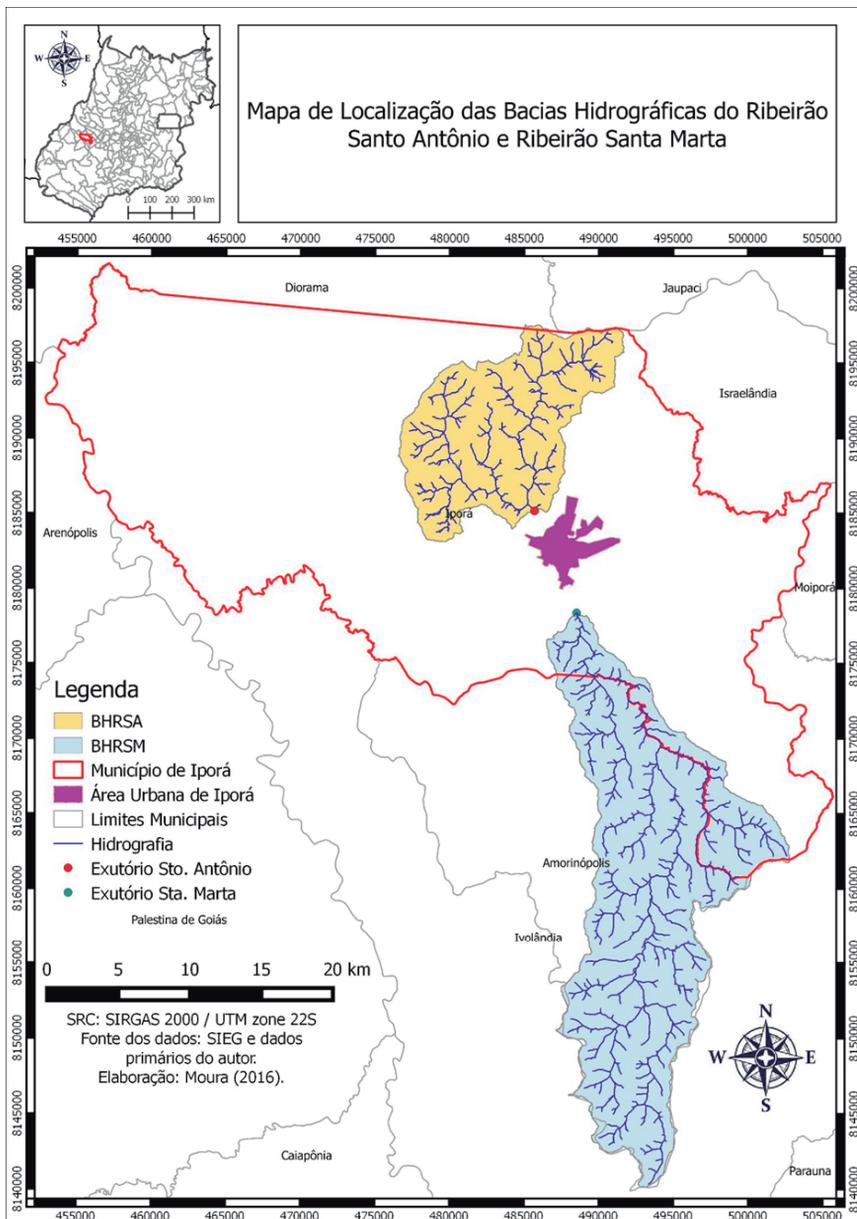
LOCALIZAÇÃO

A seção no RSA foi estabelecida pela proximidade com o ponto de captação de água da SANEAGO – Saneamento de Goiás S/A, onde foi escolhido o local mais próximo e propício à montante que fosse possível executar a medição sem nenhuma interferência, para que pudesse se obter uma amostragem representativa do ponto de captação. A seção no RSM foi estabelecida no local onde o manancial passa próximo à cidade mas não sofre influência da mesma. Este seria o local ideal para implementar uma captação. As coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM) situadas no fuso 22, Datum SIRGAS 2000 da localidade escolhida para a seção no RSA são: E 485787,824 e N 8185262,487. As coordenadas da seção no RSM são: E 488586,269 e N 8178322,011

A porção da Bacia Hidrográfica do RSA encontra-se inserida no município de Iporá (GO), na parte a montante da captação de água da SANEAGO, sendo que essa parte da bacia, localiza-se a noroeste da zona urbana de Iporá (GO). A porção da Bacia Hidrográfica do RSM abrange os municípios de Iporá e Amorinópolis, sendo que a maior parte da bacia localiza-se dentro desse último município (Mapa 1).

Segundo a classificação de Köppen o clima enquadra-se no tipo AW, caracterizado por climas úmidos tropicais, com duas estações bem definidas: seca no inverno, de maio a outubro, e úmida no verão, de novembro a abril (PEEL et al., 2007). A temperatura média anual fica entre 24° e 25° e a precipitação anual média histórica é de 1.600,8 mm. (MOURA, 2017).

Mapa 1: Localização da seção de medição de vazão



Fonte: Os Autores.

O RSA deságua no Rio Caiapó, que por sua vez integra a Bacia Hidrográfica do Rio Araguaia/Tocantins. O RSM deságua no Rio Claro, que integra a Bacia Hidrográfica do Rio Araguaia/Tocantins (Pfafstetter, 1989). O padrão de drenagem de ambas as bacias é dendrítico. A área da bacia do RSM possui 274,321 km², e do RSA possui 127,062 km².

MATERIAIS E MÉTODO

Para as medições de vazão foi utilizado um medidor acústico *doppler* de vazão – ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*) equipamento disponibilizado pela UFG/Jataí. O ADCP M9 é um equipamento utilizado para medição de vazão de rios e lagos por meio de ondas sonoras. Segundo Gamaro (2012) a onda sonora emitida pelo aparelho viaja em direção ao fundo e, conforme reflete nas partículas em suspensão na água, calcula através do efeito Doppler, a velocidade das partículas, a qual se assume ser igual à da água. De acordo com a velocidade da água e o mapeamento da seção o sistema calcula a vazão.

Segundo manual do equipamento, produzido pela SONTEK “Este ADP portátil de 9 feixes é projetado para uso desde embarcações em movimento ou barcos/flutuadores estacionários, tanto em canais rasos ou profundos. O M9 tem uma carcaça de Delrin de 13 cm (5 polegadas) de diâmetro. Ele é composto de dois conjuntos de transdutores para medição de velocidade, ambos em configuração Janus – quatro transdutores de 3,0 MHz e quatro transdutores de 1,0 MHz. Um feixe acústico vertical (sonda *echo sounder*) de 0,5 MHz fornece dados de profundidade”.

As localidades escolhidas para as seções das medições de vazão foram estabelecidas pela proximidade com os pontos exutórios, onde foram escolhidos os locais mais próximos e propícios

a montante, permitindo executar a medição sem nenhuma interferência para a obtenção de uma amostragem representativa do exutório.

Para a determinação da vazão com o uso do ADCP foi necessário a utilização dos seguintes materiais: veículo para deslocamento ao campo, estacas para marcação das seções, ADCP com acessórios, cordeletes para deslocar o ADCP na travessia, trena e *notebook*. Foram necessários tres integrantes para realização das medições de vazão. A Fotografia 1 ilustra a preparação dos equipamentos (ADCP e GPS) utilizados em campo.

Figura 1: Equipamento (ADCP e GPS) utilizados na leitura de vazão



Fonte: Os autores

Para o planejamento e mapeamento da localidade definida nas medições de vazões, foram utilizados o Sistemas de Informação Geográfica: Qgis e *Google Earth*, e posteriormente verificado em campo se a seção estaria em conformidade com os pré-requisitos para as medições de vazão, sendo eles : seção retilínea e sem obstruções como galhos e rochas. Na visita a campo foi possível verificar que a seção escolhida no mapeamento estava em conformidade com os padrões exigidos para a medição de vazão.

As medições foram programadas para ocorrer no mesmo dia, nos dois mananciais, para que se pudesse fazer uma comparação da vazão de ambos e não haver interferências, principalmente de precipitação.

A data escolhida seguiu o princípio de oportunidade, viabilidade de execução e disponibilidade para a medição na data escolhida para ir ao campo, conforme os princípios de condições climáticas favoráveis, neste período. Segundo os dados coletados na Estação Automática de Iporá-A028, coordenada pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), não ocorreram eventos de chuva nos últimos 70 dias que antecederam a medição de vazão.

Após a escolha e materialização com estacas dos locais das seções nos dois ribeirões, os mesmos foram georreferenciados com GPS para possibilitar medições futuras. A base do ADCP foi instalada em solo enquanto o transdutor foi acoplado no barco para permitir a travessia nos cursos d'água enquanto os dados das medições eram transmitidos via *Bluetooth* ao *notebook*. Com o auxílio de roldanas acopladas às estacas, a corda foi amarrada ao barco dando início a medição de vazão com movimentos transversais ao sentido do fluxo da água, repetindo-se quatro vezes no RSA e RSM, obtendo-se pela média das travessias as vazões de cada ribeirão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados da estação automática de Iporá-A028 do INMET, o último acúmulo de precipitação registrado em Iporá no ano de 2017 foi entre os dias 19 e 21 de maio, onde choveu 53 mm, sendo o último evento chuvoso do ano no dia 21 de maio. Até a data de medição de vazão que foi dia 30/07/2017 se passaram 70 dias sem precipitação. O Gráfico 1 ilustra a chuva acumulada mensal em Iporá para o ano de 2017 até 03/08/2017.

Figura 2: Chuva acumulada mensal na estação automática Iporá.



Fonte: INMET, (2017).

As medições de vazão foram executadas sem ocorrer evento de chuva nos 70 dias anteriores, dessa forma não tendo influência de escoamento superficial e sim apenas da exfiltração da água contida nas bacias hidrográficas. As Figuras 3 e 4 e as Figuras 5 e 6 ilustram a medição de vazão ocorrida no mesmo dia em ambos os mananciais.

Figura 3: Medição no RSA.



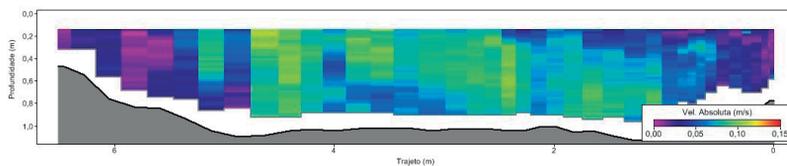
Fonte: Os autores.

Figura 2: Medição no RSM.



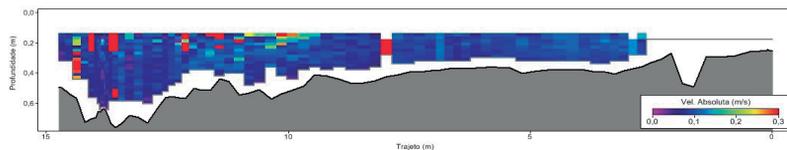
Fonte: Os autores

Figura 5: Perfil da seção no RSA.



Fonte: os autores.

Figura 6: Perfil da seção no RSM.



Fonte: os autores.

Segundo Moura et al. (2016), a vazão do RSA em 21 de Julho de 2016 obtida pelo método do flutuador foi de 463,68 L/s. Já os resultados obtidos na medição de vazão com o ADCP no dia 30 de julho de 2017 no RSA foi de 334 L/s.

Na análise comparativa da vazão dos mananciais RSA e RSM foi encontrada uma maior vazão no RSM conforme ilustra o Quadro 1:

Quadro 1: Comparativo das vazões do RSA e RSM (L/s).

Vazão RSA	Vazão RSM
334	444

Fonte: Os Autores.

As medições de vazão demonstram que o RSM estava com uma maior vazão, mas o percentual da vazão não equivale ao percentual da área da bacia, pois o RSA possui 46,31% da área da bacia do RSM, mas possui uma vazão equivalente a 76 % da vazão do RSM. Essa relação mostra que não somente a área da bacia influencia na capacidade de armazenamento e vazão de água, mas também outros fatores como geologia, geomorfologia, solos, uso da terra e cobertura vegetal, morfometria, etc. Dessa forma deverão ser feitos estudos que considerem tais fatores para melhor compreender as influências dos mesmos na vazão de água dos mananciais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho de comparação da vazão do RSA com a vazão do RSM forneceu informações sobre a quantidade de água de ambos os mananciais, e mostrou também que o RSM estava com maior vazão que o RSA, porém essa vazão não corresponde ao dobro conforme a área das bacias. A vazão do RSA corresponde a 76% da vazão do RSM. Há necessidade de novos estudos considerando outros aspectos

físicos e ambientais dessas bacias hidrográficas para melhor entender esses resultados.

Os resultados alcançados demonstraram que a vazão do RSA aferida no mês de julho de 2017 que foi de 334 L/s, está mais baixa que a vazão aferida no mês de julho de 2016 que foi 463,68L/s. Isto indica que se não ocorrer eventos de chuva no período de estiagem no ano de 2017, o RSA terá uma menor vazão que no ano de 2016, agravando ainda mais a situação de disponibilidade hídrica do manancial nesse ano.

Considerando que as águas do RSA são utilizadas para abastecimento público da cidade de Iporá, são necessários estudos que possam auxiliar na prevenção de possíveis reduções no armazenamento de água ao longo da área da bacia.

O trabalho de análise comparativa das vazões demonstrou que é necessário monitorar as vazões com frequência para compreensão da real situação do volume de água dos mananciais, e além disso, demonstrar que o RSM é uma fonte alternativa de captação de água para abastecimento da cidade, pois, no dia das medições, estava com uma vazão maior que o RSA e assim podendo contribuir para o sistema de abastecimento de água de Iporá.

REFERÊNCIAS

GAMARO, P. E. **Medidores Acústicos Doppler de Vazão**. Itaipu Binacional. Foz do Iguaçu, 2012.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. (Brasil) 2017. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br>>. Acesso em: 03 ago. 2017.

MOURA, D. M. B. **Avaliação ambiental e fisiográfica da bacia hidrográfica do Ribeirão Santo Antônio, com vistas ao abastecimento hídrico da cidade de Iporá (GO)**. 2017. 107p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2017.

MOURA, D. M. B.; OLIVEIRA, R. M.; COSTA, J. A.; MATOS, A. J. M.; CARDOSO, J. M.; ALVES, W. S. Medições da vazão do ribeirão santo Antônio, manancial de abastecimento hídrico da cidade de Iporá, Goiás – Brasil. **Revista Sapiência** – UEG/Campus Iporá, Goiás. v.5, n.1, p. 255-272, jul., 2016.

PEEL, M. C., FINLAYSON, B. L., MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology Earth System Sciences**, v. 11, p. 1633–1644, 2007.

PFAFSTETTER, O. **Classificação de bacias hidrográficas** – metodologia de codificação. Rio de Janeiro: Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS), 1989, 19 p.

SIEG. Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás. **Mapas em formato shapefile**. Disponível em: <www.sieg.go.gov.br>. Acesso em: 20 out. 2016.

ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA NO LAGO BOM SUCESSO NA CIDADE DE JATAÍ (GO), BRASIL

Fernanda Luisa Ramalho

Universidade Federal do Goiás – UFG Regional Jataí

Sheyla Olivia Groff Birro

Universidade Federal do Goiás – UFG Regional Jataí

Vilson Sousa Queiroz Junior

Universidade Federal do Goiás – UFG Regional Jataí

Lorena Paula Silva

Universidade Federal do Goiás – UFG Regional Jataí

INTRODUÇÃO

O principal recurso natural para o desenvolvimento da vida no Planeta Terra é a água. Nos últimos anos o desenvolvimento acelerado da rede urbana, os progressos tecnológicos e os avanços agropecuários têm colaborado para a degradação das características físico-químicas da água.

De acordo com o relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos do país em 2016, desenvolvido pela Agência Nacional das Águas – ANA, o Brasil é um país que se destaca na questão da disponibilidade hídrica, mas

esse recurso natural, entretanto, encontra-se distribuído de maneira heterogênea no território nacional. Passam pelo território brasileiro em média cerca de 260.000 m³/s de água, dos quais 205.000 m³/s estão localizados na bacia do rio Amazonas, restando para o restante do território 55.000 m³/s de vazão média (Agência Nacional de Águas Brasil, 2016, p.23).

A irregularidade do regime de chuva junto ao contexto da hidrogeologia de cada uma das regiões brasileira contribuem para este resultado, de acordo com a Agência Nacional de águas, as regiões semiáridas estão entre os cenários mais críticos dentro dos dados de disponibilidade hídrica. De acordo com a Embrapa, com relação ao Cerrado, das oito grandes bacias hidrográficas brasileiras, seis têm nascentes na região deste Bioma. São elas

a bacia Amazônica (rios Xingu, Madeira e Trombetas), a bacia do Tocantins (rios Araguaia e Tocantins), a bacia Atlântico Norte/ Nordeste (rios Parnaíba e Itapecuru), a bacia do São Francisco (rios São Francisco, Pará, Paraopeba, das Velhas, Jequitaiá, Paracatu, Urucuia, Carinhanha, Corrente e Grande), a bacia Atlântico Leste (rios Pardo e Jequitinhonha) e a bacia dos rios Paraná/Paraguai (rios Paranaíba, Grande, Sucuriú, Verde, Pardo, Cuiabá, São Lourenço, Taquari, Aquidauana, entre outros) (LIMA; SILVA, 2005, p. 65).

Este aspecto proporciona grande responsabilidade de abastecimento hídrico do território nacional, sendo essencial a gestão deste território, de forma a estabelecer a qualidade essencial para consumo. Há vários estudos da qualidade da água que reúnem aspectos físico-químicos e de eutrofização desses corpos d'água, estes vêm sendo realizados a fim de minimizar problemas que surgem com o uso e ocupação dessas áreas.

Para isso foram desenvolvidos vários parâmetros e resoluções a fim de aplicar nos estudos voltados à qualidade da água, como por exemplo, a Resolução N° 357, de 17 de março de 2005, que dispõe de diretrizes para a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, com o objetivo principal de estabelecer condições e padrões de lançamentos de efluentes em corpo d'água.

De acordo com a resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – Conama 357/2005, a saúde e o bem-estar humanos, assim como o equilíbrio ecológico aquático, não devem ser afetados pela deterioração da qualidade das águas. Pois, o controle com a poluição das águas está diretamente relacionado com a proteção da saúde e garantia com um ambiente ecologicamente equilibrado. No qual, apresenta padrões de qualidade das águas estabelecendo limites individuais para cada substância em cada classe, sendo 5 classes de análise.

Além da Resolução Conama nº357/2005, há estudos voltados para o processo de eutrofização das águas, que é um fenômeno que afeta rios, lagos, reservatórios e tanques de abastecimentos e águas costeiras, que tem provocado a deterioração dos ecossistemas aquáticos e produzido impactos ecológicos, econômicos, sociais e de saúde pública (TUNDISI, 2005).

Segundo Cordeiro (2013) esses impactos podem ser monitorados e avaliados por meio do Índice do Estado Trófico (IET), que é a avaliação do grau de trofia, ou seja, um modelo que busca resumir as variáveis analisadas a um número que possibilite analisar a evolução do ambiente, no tempo e no espaço, e que possa facilitar a interpretação de extensas listas de variáveis e indicadores.

A determinação do Índice do Estado Trófico – IET, tem por finalidade classificar corpos aquáticos em diferentes graus de trofia, ou seja, avaliar a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas, ou o potencial para o crescimento de macrófitas aquáticas (BEM, 2009).

Com o objetivo de tornar mais claro o entendimento de estudos envolvendo a eutrofização e a classificação de corpos aquáticos, o IET tem como base a análise de dados coletados em lagos sob os valores de clorofila-a, disco de Secchi e fósforo total (LAMPARELLI, 2004)

Além de avaliar o grau de trofia para a identificação da qualidade das águas de rios, lagos e reservatórios, pode-se fazer a análise

através das variáveis físico-químicas relacionando o potencial hidrogeniônico (pH), temperatura, turbidez (NTU), fósforo (PT), cor aparente e cor verdadeira, oxigênio dissolvido (OD).

Nesse sentido, o presente capítulo visa apresentar uma proposta de análise da qualidade da água no lago Bom Sucesso, situado no município de Jataí/GO.

MATERIAIS E MÉTODOS

Descrição da área de estudo

O lago Bom Sucesso está localizado no município de Jataí/GO, mais precisamente, na BR-158 a 12 km/h da cidade. O lago foi construído no ano de 2000 com o objetivo de ser uma área de lazer para a população local e desenvolver atividades turísticas. O barramento para a implantação do lago encontra-se um pouco a montante do encontro do Córrego Bom Sucesso com o Ribeirão Paraíso (Figura 01). Ou seja, o lago Bom Sucesso, interfere diretamente no Ribeirão Paraíso, por ser afluente do mesmo.

Figura 01 – Imagem dos usos em torno do Lago Bom Sucesso.



Fonte: Gonçalves (2013).

O lago e os empreendimentos imobiliários, como o hotel fazenda *Thermas Bonsucesso Ltda* e o clube de recreio com águas termais *Thermas Beach Park*, fazem parte do Complexo Turístico Vale do Paraíso. Além de duas praias públicas – do Pequi e da Torre – utilizadas para praticar esportes, como ciclismo, pesca, passeios de embarcações, banho, dentre outros.

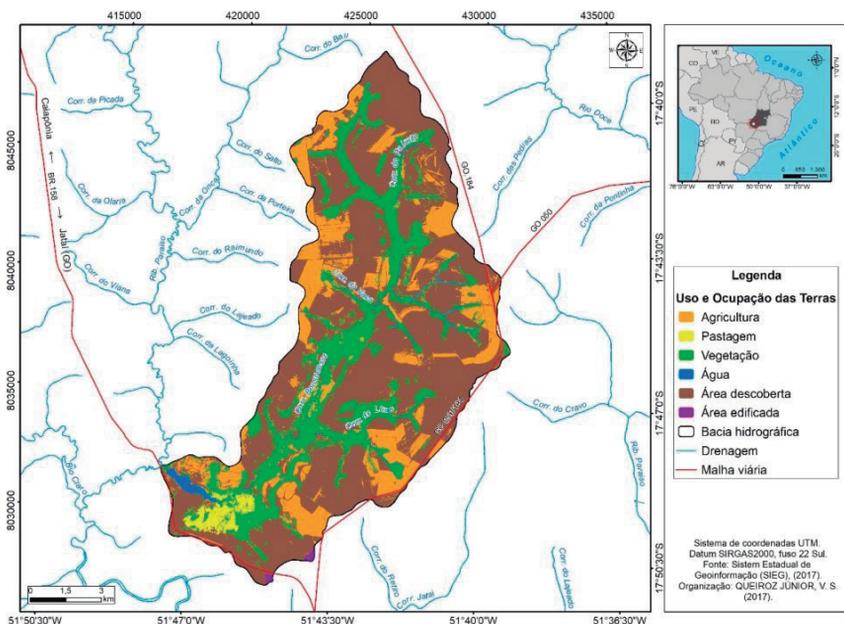
Desde a sua construção, o reservatório vem apresentando problemas, como um rompimento da barragem em 2001 devido à uma precipitação torrencial no período chuvoso, além de assoreamento devido aos processos erosivos provocados principalmente por falta de um gerenciamento do uso dos terrenos nas proximidades do lago, como destaca Silva (2007). No seu entorno, predomina-se o uso de agricultura e seguida de pastagem como mostra na tabela 01 e no mapa 01.

Tabela 01 – Dados do uso da terra na bacia do lago Bom Sucesso.

Classes	km ²	%
Área descoberta	85,64	57,49%
Vegetação	33,36	22,39%
Agricultura	26,89	18,05%
Pastagem	2,16	1,45%
Água	0,71	0,48%
Área edificada	0,20	0,14%
Total	148,96	100,00%

Organizador: JUNIOR QUEIROZ, V. S. (2017).

Mapa 01 – Uso e ocupação das terras na bacia do Lago Bom Sucesso no ano de 2016.



Fonte: U.S. Geological Survey – USGS, EarthExplorer, 2017. Sentinel 2, 4R3G2B, 25 de julho de 2017.

METODOLOGIA

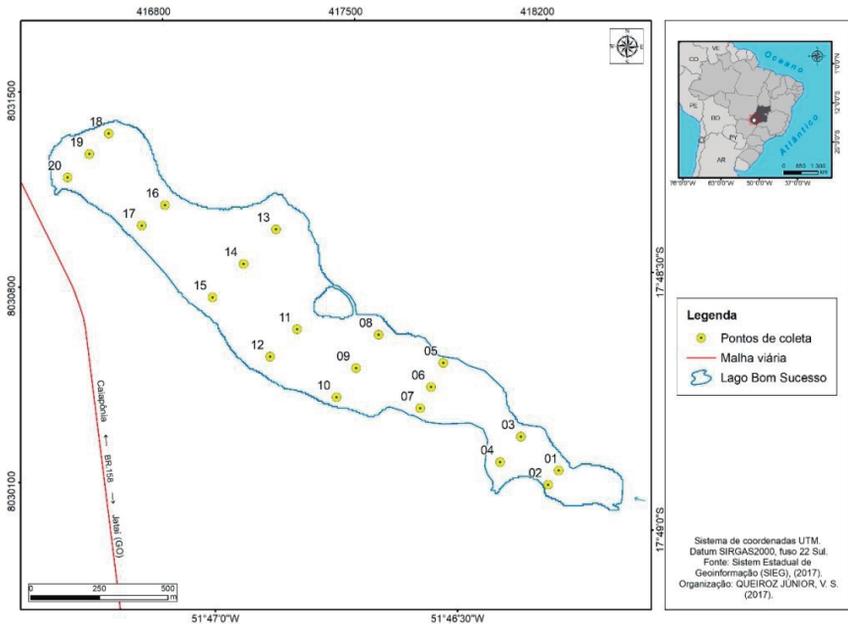
No dia 27 de maio de 2016, no período matutino, entre às 9:00h e 12:05h, foram coletadas amostras de água de 20 pontos (Mapa 02), com o objetivo de proceder a análise da qualidade da água do lago Bom Sucesso. Para a definição dos pontos de amostragem, levou em consideração o comprimento e largura do lago.

Os parâmetros OD (oxigênio dissolvido), pH (potencial hidrogeniônico), TDS (Total de sólidos dissolvidos), temperatura foram avaliados *in loco* utilizando a sonda multiparâmetro OAKTON PCD 650. As amostragens de água para análise das demais variáveis fósforo, turbidez, cor aparente e cor verdadeira, foram coletadas em

garrafas de 1 litro e transportadas em caixa de isopor com gelo (temp. 4° C). Os métodos de análises para cada um dos parâmetros seguiu aos procedimentos descritos na American Public Health Association – APHA 2005.

Em laboratório, foram realizadas as análises físico-químicas da turbidez com o turbidímetro da marca Hanna, do fósforo com o aparelho fotocolorímetro at-100PB série E005901, marca ALFAKIT Ltda., da cor aparente e cor verdadeira com o aparelho HI 93727, também da marca Hanna. Em campo fez-se a análise com o Disco de Secchi para pegar o dado de transparência. O Disco é de 20 cm a 30 cm de diâmetro, branco e preto. Os valores obtidos nas análises foram aplicados os estados de trófia segundo o método proposto de Carlson (1977), e modificado por Toledo (1984) e Lamparelli (2010).

Mapa 02 – Pontos de controle para coleta.



Organizador: JUNIOR QUEIROZ, V. S. (2015).

Já para análise do IET, fez-se a mensuração da clorofila e do fósforo com o aparelho espectrofotômetro, conforme indicado por Lamparelli (2004).

Em seguida, os dados coletados em campo, referentes as análises de laboratório, foram inseridos no Programa Microsoft Excel 2010 para a realização da tabulação e elaboração de gráficos. Além disso, os valores obtidos nas amostras de campo foram comparados com os valores estipulados na Resolução CONAMA 357/2005 que classifica o corpo hídrico em classes de 1 a 4 (Quadro 02).

Quadro 02- Enquadramento do corpo hídrico de acordo com a Resolução CONAMA de nº357/2005.

Parâmetros	Valor Máximo Classe 1	Valor Máximo Classe 2	Valor Máximo Classe 3	Valor Máximo Classe 4
OD	Não inferior a 6 mg/L	Não inferior a 5 mg/L	Não inferior a 4 mg/L	Não inferior a 2 mg/L
PH	6,0 – 9,0	6,0 – 9,0	6,0 – 9,0	6,0 – 9,0
Temperatura	Sem padrão	Sem padrão	Sem padrão	Sem padrão
Resíduos Totais	500mg/l	500mg/l	500mg/l	-
Turbidez	Até 40 UNT	Até 100 UNT	Até 100 UNT	Até 100 UNT
Fósforo	0,1mg/L	-	0,5mg/L	-
Clorofila	10 µg/L	30 µg/L	60 µg/L	-
Disco de Secchi	-	-	-	-

Adaptado por: RAMALHO, F. L. (2017).

Nogueira, et al (2012), aponta que o fenômeno de aceleração antrópica do processo de eutrofização pode ser observado em uma escala de tempo mais curta que pode ocorrer em décadas. Para fazer esse índice, leva em consideração clorofila-*a*, fósforo e transparência do disco de Secchi (Quadro 03).

Quadro 03 – Classe de abrangência do Estado Trófico, segundo Lamparelli (2004).

Estado Trófico	IET (Total)	IET (Clorofila)	IET (Fósforo)	IET (Secchi)
Ultraoligotrófico	≤ 47	≤ 1,17	≤ 8	> 2,4
Oligotrófico	47 < IET ≤ 52	1,17 < Cl ≤ 3,24	8 < FT ≤ 19	2,2 > S ≥ 1,7
Mesotrófico	52 < IET ≤ 59	3,24 < Cl ≤ 11,03	19 < FT ≤ 52	1,7 > S ≥ 1,1
Eutrófico	59 < IET ≤ 63	11,03 < Cl ≤ 30,55	52 < FT ≤ 120	1,1 > S ≥ 0,8
Supereutrófico	63 < IET ≤ 67	30,55 < Cl ≤ 69,05	≤ 120 < FT ≤ 233	0,8 > S ≥ 0,6
Hipereutrófico	> 67	> 69,05	> 233	< 0,6

Fonte: Lamparelli (2004).

IET de Carlson, modificado por Toledo (IET_m) é expresso pela seguinte equação:

$$\text{IET (Transp)} = 10 [6 - (0,64 + \ln \text{DS}) / \ln 2]$$

$$\text{IET (PT)} = 10 [6 - \ln (80,32 / \text{PT}) / \ln 2]$$

$$\text{IET (CHL)} = 10 \{6 - [(2,04 - 0,695 \ln \text{CHL}) / \ln 2]\}$$

Em que:

Transp = Transparência, calculada a partir do DS (Disco de Secchi);

PT = concentração de fósforo total em $\mu\text{g.L}^{-1}$;

CHL = concentração de clorofila-*a* em $\mu\text{g.L}^{-1}$.

O IET de Carlson, modificado por Lamparelli (IETm) é expresso pela seguinte equação:

$$\text{IET (S)} = 10^{(6 - ((\ln S) / \ln 2))}$$

$$\text{IET (PT)} = 10^{(6 - (1,77 - 0,42 \cdot (\ln \text{PT}) / \ln 2))}$$

$$\text{IET (CHL)} = 10^{(6 - ((0,92 - 0,34 \cdot (\ln \text{CHL})) / \ln 2))}$$

Em que:

Transp = Transparência, calculada a partir do DS (Disco de Secchi)

PT = concentração de fósforo total em $\mu\text{g.L}^{-1}$;

CHL = concentração de clorofila-a em $\mu\text{g.L}^{-1}$.

Para a determinação do IET, os resultados correspondentes ao fósforo, IET (PT), devem ser entendidos como uma medida do potencial de eutrofização, pois este nutriente atua como o agente causador do processo. A avaliação correspondente à clorofila-a, IET (Cla), por sua vez, deve ser considerada como uma medida da resposta do corpo hídrico ao agente causador, indicando de forma adequada o nível de crescimento de algas no corpo aquático (CETESB, 2006).

A variável transparência da água avaliada pela profundidade de Secchi, medida em metro (m), variou entre 0,50 e 1,00 m de profundidade, aponta um ambiente eutrófico.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os valores dos parâmetros coletados em campo e analisados no laboratório para enquadramento do corpo d'água e classificação pela Resolução CONAMA n° 357/2005 são apresentados na Tabela 02.

Os resultados de oxigênio dissolvido apresentaram valores próximos entre os pontos de coleta, o que demonstra uma homogeneidade em relação a este parâmetro, não sendo inferior a 5mg/L,

indicando que o corpo hídrico se enquadra na classe 1 da Resolução CONAMA n° 357/2005. A homogeneidade do OD na água representa um importante aspecto para desenvolvidos da vida aquática.

O pH apresentou variações mínimas de 7,21 a 7,24, com isso, todos encontram dentro do padrão estabelecido pela Resolução CONAMA de n°357/2005 na classe 1.

Os resultados para o fósforo total apresentaram valores anormais para os pontos 1 (1,56 mg/L), 3 (1,31 mg/L), 9 (1,03 mg/L) e 17 (1,25 mg/L), acima do limite estabelecido da classe 1 pela Resolução CONAMA de n°357/2005, enquadrando esses pontos para a classe 3. Esse aumento de fósforo pode ser associado ao carreamento de insumos da agricultura para o corpo hídrico em questão.

Tabela 02 – Resultados da coleta feita no mês de maio de 2016.

	Hora	OD (mg/L)	pH	PT (mg/L)	Temperatura (°C)	Turbidez (NTU)	Clorofila (µg/L)	Disco de Secchi (mg/L)
Pontos								
1	9,3	7,13	7,43	1,56	22,4	19	6,32	0,51
2	9,35	7,34	7,21	0,92	22,6	20	4,63	0,56
3	9,42	7,16	7,25	1,31	23,5	18	4,21	0,78
4	9,5	7,16	7,44	0,73	23,1	18	0	0,75
5	9,58	7,07	7,27	0,91	23,8	18	5,47	0,80
6	10	7,22	7,26	0,84	23,6	18	5,05	0,76
7	10,1	7,31	7,45	0,88	23,9	18	5,47	0,83
8	10,15	7,23	7,34	0,57	23,9	18	5,05	0,90
9	10,21	7,31	7,21	1,03	23,6	17	5,47	0,88
10	10,26	7,19	7,36	0,75	23,9	18	4,21	0,88
11	10,3	7,11	7,31	0,60	24,1	18	4,63	0,83
12	10,35	7,24	7,32	0,33	24,1	18	1,26	0,80
13	10,4	7,22	7,36	0,39	24,2	18	6,32	0,80
14	10,46	7,23	7,43	0,60	24,4	18	5,47	0,80
15	10,55	6,79	7,45	0,60	24,3	19	3,79	0,75
16	11,27	7,36	7,33	0,80	24	19	3,37	0,80
17	11,37	6,33	7,52	1,25	24,4	20	3,79	0,80
18	11,45	7,08	7,39	0,23	24,3	19	1,68	0,78
19	11,57	7,18	7,33	0,35	24,4	18	2,11	0,78
20	12,04	7,2	7,4	0	24,7	17	5,05	0,80
Média		7,20	7,35	1	23,95	18	4,63	0,80
Classe		1	1	3	Sem padrão	1	1	Sem padrão

Organizado: RAMALHO, F. L (2016).

A duração do horário de realização das análises, três horas (9h à 12h), em campo explica o aumento progressivo da temperatura durante as coletas, variando de 22°C a 24°C, devido a maior incidência de radiação solar no final do período.

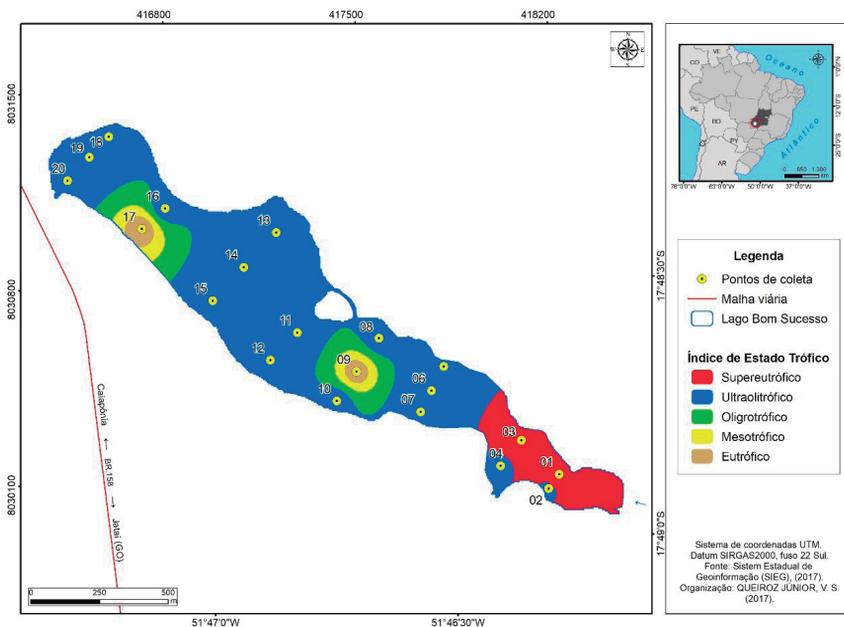
A turbidez enquadra o lago nos limites da classe 1 da Resolução CONAMA de nº357/2005. Haja vista que todos os pontos apresentaram valores inferiores a 40 NTU – Nephelometric Turbidity Units/ Unidade Nefelométrica de Turbidez, tendo uma variação temporal de 17 NTU á 20 NTU.

Com relação ao Índice de Estado Trófico – IET, o lago pode ser classificado de acordo com seu processo de eutrofização. Para Tundisi e Matsumura-Tundisi (2008) afirmam que o aumento do grau de trofia dos lagos e dos reservatórios pode resultar de condições naturais ao longo de centenas de anos, pois depende da carga inorgânica para os corpos d'água e da contribuição dos processos naturais nas bacias.

Segundo Lamparelli (2004), quando o processo de eutrofização deixa de ser natural, os ambientes tendem a passar de uma condição oligotrófica para a mesotrófica e, finalmente, para a eutrófica, colaborando futuramente para o processo de assoreamento e desaparecimento do lago.

Na análise do IET, 80% dos pontos foram considerados como ultraoligotrófico, o que indica que sua biomassa e fração de algas são bastante baixa, havendo maior demanda de oxigênio na camada superior e inferior – o que sugere baixo nível de contaminação do lago. No qual, é ausente os prejuízos aos usos da água. Apenas os pontos 1,3 resultaram em pontos supereutróficos 9 e 17 apresentaram resultados de eutrofia no lago, como mostra o Mapa 03.

Mapa 03 – Índice de Estado Trófico.



Organizador: JUNIOR QUEIROZ, V. S. (2015).

Para fins de cálculo do IET, a variável transparência de Secchi nem sempre é usada. Segundo Lamparelli (2004), a CETESB normalmente não considera, na estimativa de Estado Trófico, o cálculo do índice de transparência, pois esta é afetada pela elevada turbidez, decorrente de material em suspensão, comum em reservatórios e rios (CORDEIRO, 2013).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio da análise da qualidade da água do Lago Bom Sucesso, tanto as variáveis físico-químicas quanto o índice de Estado Trófico. O lago ele se enquadra na classe 3 da Resolução CONAMA

357/2005, devido aos resultados de fósforo em alguns pontos podem ser destinadas ao abastecimento para o consumo humano, após tratamento convencional ou avançado, irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, pesca amadora, recreação de contato secundário e dessedentação animal.

Na análise do IET, 80% dos pontos foram considerados como ultraoligotrófico. Quando o lago ou reservatório é considerado nessa classe, sua biomassa e fração de algas são bastante baixas, e a demanda de oxigênio na camada superior e inferior normalmente é saturada. No qual, é ausente os prejuízos aos usos da água.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Susy Ferreira Oliveira e Celso de Carvalho Braga no acompanhamento e colaboração nas atividades de campo para coleta de dados.

REFERÊNCIAS

ANA (Agência Nacional de Águas). **Conjuntura dos recursos hídricos: Informe 2016 / Agência Nacional de Águas – Brasília: ANA, 2016. 95p.**

CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental). **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo 2005/CETESB. São Paulo: CETESB, 2006. 488 p.**

CONAMA. **Conselho Nacional do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente. Resolução no 357, 17 de março de 2005. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf > Acesso em: 05 out.2011.**

CORDEIRO, S, F. O. **Avaliação do grau de Trofia das Águas do Reservatório da Usina Hidrelétrica Barra dos Coqueiros – GO. Dissertação de Mestrado, na Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí – GO, 2013.**

GONÇALVES, A. 2013. Foto Aérea. Disponível em: <http://www.olibat.com.br/wp-content/uploads/2013/05/Lago-Bonsucesso-geral.jpg>. Acesso em 01 de março de 2016.

LAMPARELLI, M.C. Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento. 2004. 238 f., Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

LIMA J. E. F. W; SILVA, E. M. Estimativa da produção hídrica superficial do Cerrado brasileiro. **In: Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação.** MMA. Brasília, DF. 2005.

SILVA, S. A. **Avaliação do assoreamento do Lago Bonsucesso Jataí – GO.** 2007. 110 f. Dissertações (Mestrado Geologia Ambiental) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

TOLEDO JR, A. P. **Informe preliminar sobre estudos para a obtenção de um índice para a avaliação simplificada do estado trófico de reservatórios de regiões quentes tropicais.** CETESB: São Paulo, 1990.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez.** 2ª ed. São Carlos, 2005.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA TUNDISI, T. **Limnologia.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p. 631.

RELAÇÃO ENTRE SÓLIDO SUSPENSO, TURBIDEZ E TRANSPARÊNCIA DA ÁGUA EM RESERVATÓRIOS – ESTUDO DE CASO DO RESERVATÓRIO DA UHE BARRA DOS COQUEIROS – GOIÁS⁷

Dalila Brito de Jesus

Universidade Federal de Goiás – Regional Jataí

João Batista Pereira Cabral

Universidade Federal de Goiás – Regional Jataí

Vilson Sousa Queiroz Júnior

Universidade Federal de Goiás – Regional Jataí

Ana Karoline Ferreira dos Santos

Universidade Federal de Goiás – Regional Jataí

INTRODUÇÃO

Os rios são submetidos permanentemente aos impactos provocados pelas atividades humanas que apresentam vários níveis de magnitude, desde a construção de canais, desmatamento das matas ciliares como as Área de Preservação Permanente (APP), liberação de metais pesados por herbicidas, dentre outros.

O reservatório analisado localiza-se no estado de Goiás entre as cidades de Caçu e Cachoeira Alta e destaca-se como objeto de estudo o reservatório da Usina Hidrelétrica (UHE) Barra dos Coqueiros (GO), tendo como principal curso hídrico o rio Claro, afluente do rio Paranaíba.

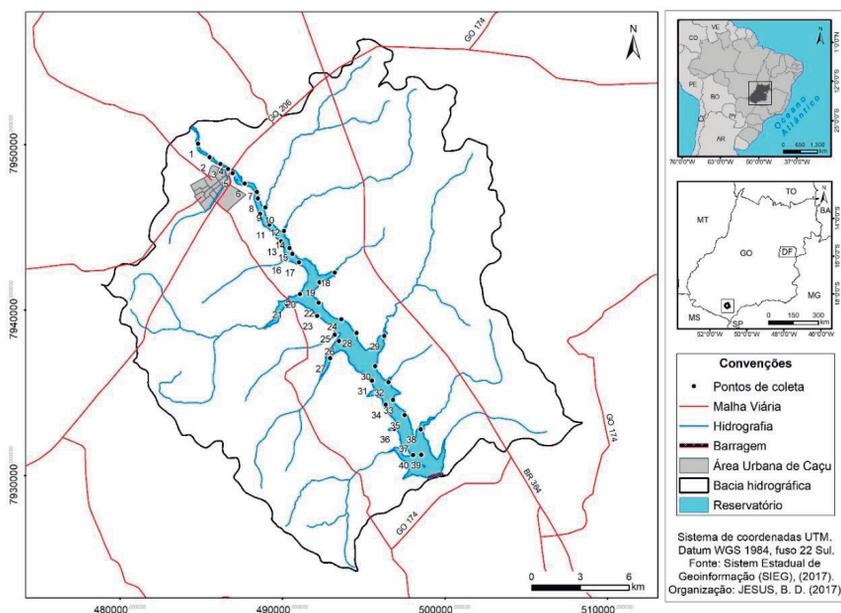
A bacia encontra-se inserida em extensas áreas de pastagens, e segundo Rocha (2012) e Braga (2012) as bacias das UHE's Barra dos

⁷ A presente pesquisa teve financiamento pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), via edital PROCAD n. 071/2013 – processo n. 88881.068465/2014-1.

Coqueiros e Caçu sofrem com elevado grau de antropização, pela alteração do uso da terra que é capaz de proporcionar degradação e compactação do solo, acarretando o escoamento superficial, condição que leva a intensificação dos processos erosivos e carreamento de nutrientes para os reservatórios.

Diante do exposto a presente pesquisa teve por objetivo analisar a qualidade das águas em dois períodos distintos do Cerrado goiano sendo eles, período chuvoso e período de estiagem, no reservatório da Usina Hidrelétrica Barra dos Coqueiros conforme a Figura 1. Os parâmetros analisados foram: Concentração de Sólidos em Suspensão (CSS), Turbidez (TURB) e Transparência da Água (SEC), os períodos analisados foram: janeiro de 2015 e agosto de 2015.

Figura 1– Bacia Hidrográfica Barra dos Coqueiros



Organização: JESUS, D. B (2017).

REFERENCIAL TEÓRICO

Bacias Hidrográficas

As bacias hidrográficas fazem parte do ambiente terrestre e tem um papel importante nos estudos da Geomorfologia Fluvial, que envolvem os recursos hídricos de modo geral, principalmente pelas suas características que condicionam o regime hidrológico, o escoamento superficial das águas e outros (CHRISTOFOLETTI, 1980; TUCCI, 2001).

De acordo com o Comitê de Bacias Hidrográficas do Estado de Sergipe (2017), bacia hidrográfica ou bacia de drenagem de um curso de água é o conjunto de terras que fazem a drenagem da água das precipitações para um determinado curso de água. A formação de uma bacia hidrográfica se dá através dos desníveis dos terrenos que orientam os cursos da água, sempre das áreas mais altas para as áreas mais baixas, sendo delimitada por um divisor de águas que a separa das bacias adjacentes e que pode ser determinado nas cartas topográficas.

A bacia hidrográfica é um sistema que integra os tipos de relevo e drenagem, constituindo-se em um sistema de transporte de água e sedimentos. A área da bacia hidrográfica é delimitada topograficamente pelos divisores de água. Essa unidade de área foi adotada pela Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) no ano de 2002, como a unidade de gestão dos recursos hídricos, por apresentar os múltiplos usos da água e do solo (BRASIL, 2002).

Cunha e Guerra (2010) definem bacias hidrográficas como uma rede interligada pelos divisores topográficos, em que cada uma delas drena água e material sólido e dissolvido para uma saída comum ou ponto terminal (exutório), podendo ser um rio de hierarquia igual ou superior, lago, reservatório ou oceano.

O Estudo Limnológico e Enquadramento de Corpos d'água

A Limnologia é de grande importância no que diz respeito à preservação e conservação das águas, pois, é a principal ciência que estuda nascentes, rios, lagos etc. Mesmo devido a sua importância a própria se deu como ciência somente no início do século XX, sendo considerada como uma descrição das observações realizadas em ambientes lacustres (lagos), abrangendo as leis e teorias que se referem. Hoje as pesquisas são voltadas para o estudo ecológico de todas as massas d'águas continentais (ESTEVEZ, 1998).

O estudo limnológico tem por objetivo analisar as características químicas, físicas e biológicas de ambientes de águas subterrâneas, nascentes, lagoas, lagos, dentre outros. E está intimamente ligado ao enquadramento de corpos d'água, pois, um caracteriza o ambiente e o outro analisa matematicamente o mesmo.

De acordo com a Agência Nacional das Águas (ANA, 2017), enquadramento de corpos d'água estabelece o nível de qualidade a ser alcançado ou mantido ao longo do tempo. Além de uma simples classificação, o enquadramento deve ser visto como um instrumento de planejamento, pois deve tomar como base os níveis de qualidade que deveriam possuir ou ser mantidos para atender às necessidades estabelecidas pela sociedade e não apenas a condição atual do corpo d'água em questão. Conforme o Art. 9 da Lei nº 9.433 de 1997, o enquadramento visa “assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas” e a “diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes”. (BRASIL, 1997).

A classificação dos corpos d'água, segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005, deve estar baseada não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis consideráveis de qualidade para atender às necessidades da sociedade, levando em consideração que a saúde e

o bem-estar humano não devem ser afetados, bem como o equilíbrio ecológico aquático pela deterioração da qualidade das águas.

A Resolução CONAMA nº 357/2005, classifica a qualidade das águas em 13 classes, sendo 05 classes para água doce, 04 classes para água salina e 04 classes para água salobra, englobando ainda as classes especiais. Cada classe apresenta sua subdivisão, em que as águas doces dividem-se em classe especial, classe um, classe dois, classe três e classe quatro. A classe especial é destinada a manter o equilíbrio aquático em unidade de conservação e proteção integral, livre de fontes poluentes, como resíduos domésticos, lançamento de efluentes agropecuários, aquicultura ou industriais, mesmo se forem tratados, devendo manter os padrões naturais dos corpos d'água.

Para as demais classes, os lançamentos de efluentes devem obedecer aos padrões contidos na Resolução CONAMA nº 357/2005, pois são águas destinadas ao abastecimento e consumo humano após o tratamento adequado. As classes de um a quatro enquadram-se nas análises de parâmetros limnológicos correspondentes as águas de corpos receptores, como lagos e rios. Ainda na referida resolução, os padrões para avaliação destes parâmetros devem corresponder a valores máximos e mínimos individuais ao serem avaliados.

PARÂMETROS LIMNOLÓGICOS

Transparência da Água (Secchi) e Turbidez

A análise da transparência de Secchi é realizada *in loco* de acordo com a proposta de Esteves (1998), onde a medida da transparência é obtida ao mergulhar um disco branco do lado da sombra do barco através de uma corda com marcações em metros.

A partir deste mergulho é possível medir a profundidade da zona fótica, ou seja, a profundidade de penetração vertical da luz

solar na coluna d'água, que indica o nível da atividade fotossintética de lagos ou reservatórios, quanto maior for a concentração de sólidos suspensos e a turbidez na água menor será a transparência da mesma. Paula et al (2011) descreve que as diferentes características de transparência da água podem estar associadas a diferentes tipos de uso da terra nas áreas de captação dos braços do reservatório, sendo seus afluentes.

O equipamento turbidímetro é utilizado para detecção do parâmetro turbidez, no qual durante a realização da análise um espalhamento de feixe de luz é passado na amostra, e quanto maior for o espalhamento maior será a turbidez e vice-versa.

Em um ambiente eutrofizado, a turbidez da água aumenta exponencialmente. Deste modo, o controle da turbidez da água é de grande importância para o controle da qualidade da mesma, tanto para consumo humano quanto para manutenção dos ecossistemas aquáticos. O parâmetro turbidez é provocado pela ação das chuvas, que, por meio de seus caminhos de escoamento na superfície do solo, carregam partículas de areia e argila. (PAVANELLI, 2001). Ao contrário da transparência da água, a turbidez reflete de maneira indireta no teor de material orgânico e inorgânico em suspensão na água (WETZEL, 2001).

De acordo com estudos de Esteves (1998), a eutrofização artificial é um processo dinâmico, no qual ocorrem profundas modificações nas comunidades aquáticas, nas condições físicas e químicas do meio e no nível de produção do sistema, podendo ser considerada uma forma de poluição.

Concentração de Sólidos em Suspensão

De acordo com Chistofolletti (1981) os veículos de deposição de sedimentos, bem como a erosão das margens dos leitos, dependem da vazão e da natureza das correntes fluviais, que variam no

decorrer do tempo, de modo interdependentes, gerando mudanças do fluxo, do leito e mudanças na carga de sedimentos transportados.

A Terra tem sido modelada desde seus primórdios, entre outros fatores, pelo transporte de sedimentos gerados pelo processo de erosão natural e a deposição de sedimentos, dando origem às formas geomorfológicas (BICALHO, 2006). De acordo com Carvalho (2008) controlar a sedimentação de um reservatório traz diversos benefícios, o que pode ser obtido através de um conjunto de medidas que vão desde a seleção adequada do local da barragem, projetos das obras, controles de erosão na bacia, controle de afluência e deposição de sedimentos, até a remoção dos depósitos.

É necessário que para a construção de reservatórios hidráulicos, sejam realizados controles de sedimentos através de diversas ações como, por exemplo, a manutenção ou formação de matas ciliares nas margens do lago, evitando a erosão de margens e impedindo que haja degradação. Esta manutenção é eficaz, pois, diminui a ocorrência de assoreamento e deposição de sedimentos no reservatório, evitando que ocorra a concentração de sólidos suspensos, mas, nem sempre são realizados este tipo de controle, ocorrendo descarga de sedimentos.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A nascente do rio Claro localiza-se na Serra do Caiapó localizada no Noroeste do Estado de Goiás, na divisa dos municípios de Jataí e Caiapônia, o rio corre em direção à região Sudoeste de Goiás englobando os municípios de Caiapônia, Jataí, Perolândia, Aparecida do Rio Doce, Caçu, Cachoeira Alta, Paranaiguara e São Simão, desaguando no rio Paranaíba, na divisa com o estado de Minas Gerais.

O rio Claro é um rio bastante antropizado, possuindo um grande potencial gerador de energia, que são as chamadas Usinas Hidrelétricas (UHE) e Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) como é o caso do reservatório em análise. A bacia do reservatório Barra dos Coqueiros é uma bacia rica em afluentes perenes, totalizando treze afluentes (figura 1). De acordo com Novelis (2005) a bacia hidrográfica do reservatório da Usina Hidrelétrica Barra dos Coqueiros tem uma área total aproximada de 531 km² e 25,48 km² de área inundada.

Para compreender a distribuição espacial e temporal da concentração de sólidos em suspensão e a turbidez da água no lago da UHE foram definidos 40 pontos de amostragem de modo a abranger todos os compartimentos aquáticos do reservatório, conforme a proposta de Kimmel *et al* (1990).

Em cada ponto de amostragem foram coletados 1000 ml de água para determinação dos sólidos em suspensão de acordo com os procedimentos propostos por Wetzel e Likens (1991), e APHA (1998). As amostras de água foram coletadas nos primeiros 20 cm de profundidade, camada mais superficial do corpo d'água (epilímnio) onde tende a ocorrer as maiores temperaturas, que juntamente com o aporte de nutrientes, aumenta a produtividade de organismos nas camadas superficiais.

Para a realização das análises da concentração de sólido em suspensão, as amostras de água foram filtradas utilizando-se uma bomba de sucção a vácuo, com pré-filtro em microfibras de vidro modelo AP20 com retenção nominal de 0,8 a 8 micrômetros e com 47 mm de diâmetro. Os filtros foram secos em estufa a 100 °C por uma hora, pesados em uma balança analítica e obteve-se o peso inicial. Posteriormente, utilizou-se a bomba de sucção a vácuo no qual foram filtradas duas amostras de 500 ml de água de cada ponto. Após este procedimento secou-se os filtros em estufa a 60 °C por 24 h e em seguida obteve-se o

peso final, por diferença de pesagem obteve-se a concentração de sólidos em suspensão em mg/L^{-1} , utilizando a seguinte equação:

Equação 1

$$\text{CSS} = (\text{Pf} - \text{Pi})/\text{V} * 1000$$

Onde:

Pf = é o peso final (g)

Pi = é o peso inicial dos filtros (g)

V = representa o volume de água filtrada (L).

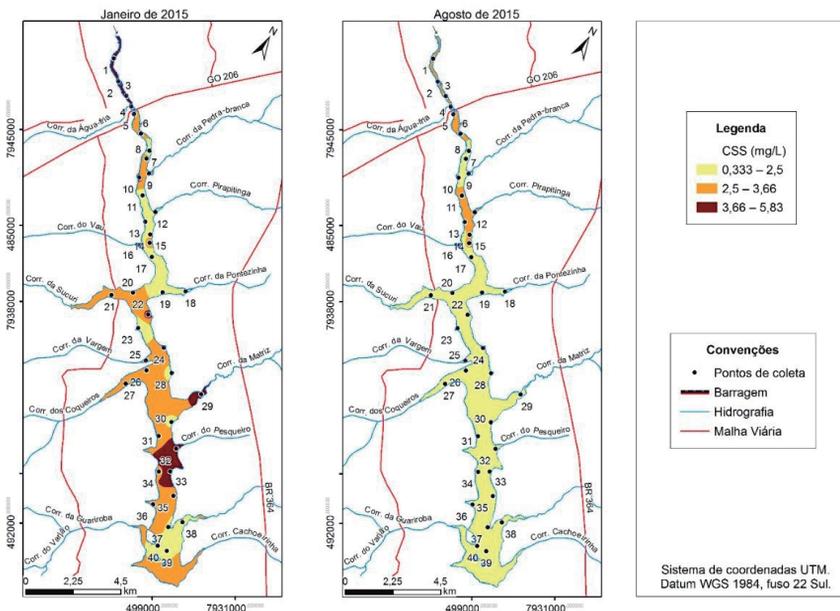
As medidas de transparência da água do reservatório foram realizadas com o disco de *Secchi* de acordo com a proposta de Esteves (1998). A turbidez foi realizada com um equipamento portátil que tem por objetivo realizar-se a medida do espelhamento de luz produzida pela presença de partículas coloidais ou em suspensão, que indica a presença de materiais sólidos como: areia, argila e silte e materiais orgânicos sendo, húmus e inorgânicos como óxidos. Os valores foram expressos em Unidade Nefelométrica de Turbidez (NTU).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os valores obtidos de concentração de sólidos em suspensão em todos os compartimentos do reservatório são mais elevados no período chuvoso que no período de estiagem. Analisando a figura 2 pode-se observar que os valores de concentração de sólidos em suspensão variaram de 5,83 a 0,33 mg/L durante as duas coletas de dados em campo, sendo que no período chuvoso os valores no ambiente de rio obtiveram três classes. Foram detectados os maiores valores devido aos valores altos de precipitação neste período e assim carreando sedimentos em suspensão para o lago, acarretando um maior nível

de concentração de sólidos em suspensão devido a força da água ser mais acelerada no ambiente de rio em relação ao ambiente de lago.

Figura 2– Concentração de sólidos suspensos, Janeiro (2015) e Agosto (2015)



Organização: JESUS, D. B (2017).

Os afluentes também contribuirão para o aumento da concentração de sólidos em suspensão, devido ao processo de dessedentação causado pelo pisoteio de animais ocasionando movimentação e liberação de partículas de solos e de tal modo sendo carregadas para o ambiente aquático.

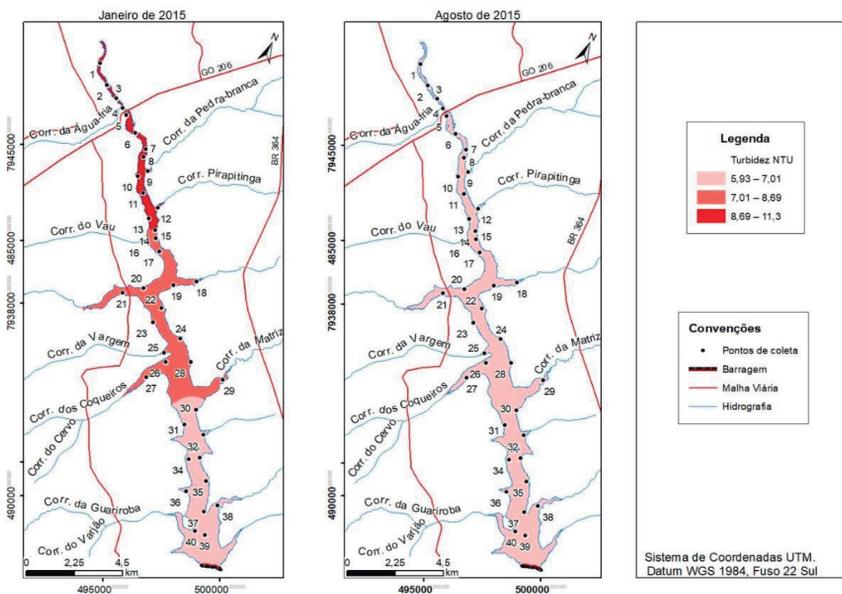
De acordo com a figura 2, no período chuvoso os valores variaram entre duas classes estabelecidas, com os valores variando de 3,66 a 5,83 mg/L no ambiente de rio, e no ambiente de lago os valores também oscilaram. No período de estiagem os valores obtidos foram entre 0,33 a 3,66 mg/L sendo que só permaneceram em duas classes,

devido a dinâmica do ambiente neste período. Os maiores valores encontrados foram a montante e os menores valores onde a água se movimenta lentamente.

Conforme estudos realizados pela Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária (EMBRAPA) no ano de 2009, quanto mais turva é a água, maior a quantidade de material em suspensão.

Os valores de turbidez (figura 3) do lago da UHE Barra dos Coqueiros variaram de 5,93 a 11,3 NTU, para ambos os períodos. Os valores com maior concentração foram detectados no período chuvoso com os valores entre 8,69 a 11,3 NTU. Desse modo, analisando a resolução vigente CONAMA nº 357/2005, define que águas com turbidez até 40 NTU são consideradas águas de classe 1, enquadrando-se para o abastecimento humano, após tratamento simplificado, comprovando os dados de CSS e transparência da água.

Figura 3– Espacialização Turbidez Janeiro (2015) e Agosto (2015).



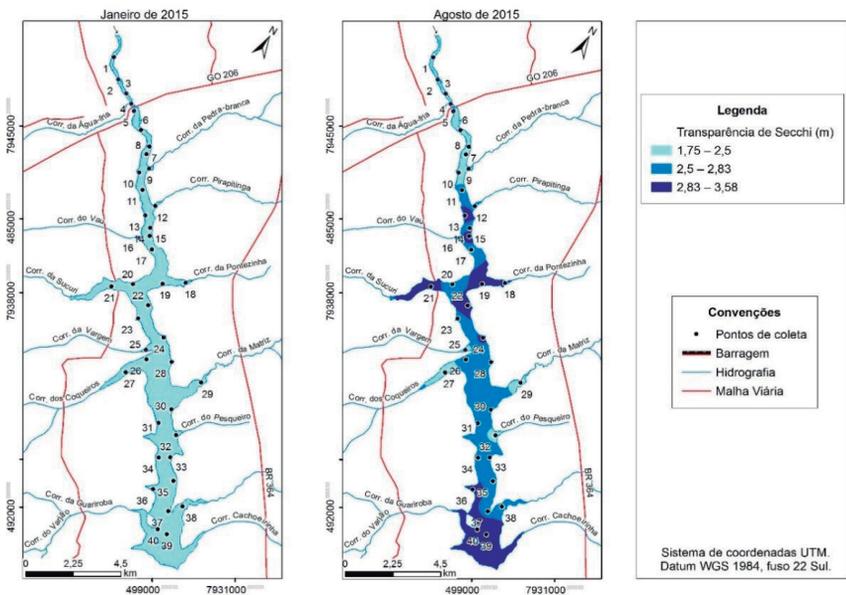
Organização: JESUS, D. B (2017).

Pode ser observado que os maiores valores de turbidez ocorreram à montante do lago, onde há maior movimentação da água, e menores valores a jusante, pois as águas são mais calmas, devido a pouca correnteza.

Os valores de turbidez encontrados na UHE Barra dos Coqueiros estão de acordo com os níveis estabelecidos pela resolução CONAMA nº 357/2005 como apropriados para o abastecimento humano, com índices inferiores a 75 NTU para os corpos de água doce.

A transparência da água no reservatório, no período chuvoso (Figura 4), medida pelo disco de *Secchi*, indicou uma transparência da água baixa, cujos valores ocuparam apenas uma classe com valores variando entre 1,75 e 2,5 m de transparência em toda a área do reservatório estudado.

Figura 4– Espacialização Transparência de Secchi (M), Janeiro (2015) e Agosto (2015)



Organização: JESUS, D. B (2017).

No período de estiagem os valores variaram de 2,5 a 3,58 m maiores índices foram observados próximo ao ambiente de lago, ou seja, menos correnteza e movimentação das águas. Os valores de transparência da água obtiveram maiores valores no período de estiagem, pois não há predominância de chuva, assim não carreando sedimentos para dentro do reservatório.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os parâmetros analisados mostraram-se intensamente relacionados no reservatório analisado.

Os valores oscilaram no ano analisado, tanto no período chuvoso quanto no período seco. Os valores de concentração de sólidos em suspensão variaram de 5,83 e 0,33 no período chuvoso seguido de 1,17 e 0,33 no período seco, e a transparência da água ficou entre 1,40 a 0,90 m no período chuvoso e 1,17 a 0,00 no período seco, enquanto a turbidez oscilou de 11,33 a 5,93 e 3,71 a 1,90 respectivamente.

Desta forma, é de grande importância a utilização de técnicas de geoprocessamento no que diz respeito a estudos em ambientes aquáticos, sendo bastante importante para exemplificação e quantificação de variáveis limnológicas perceptíveis, como são os casos de sedimentos em suspensão e turbidez notáveis por imagens orbitais, e que são ferramentas importantes para futuros monitoramentos. E estes tipos de pesquisas são considerados avançados pela sua importância no que diz respeito a estudo sobre gestão, planejamento e gestão de recursos hídricos no Brasil.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS-ANA. **Enquadramento de corpos d'água**. Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/planejamento/PlanejamentoRH_enquadramento.aspx>. Acesso em: 05 maio 2017.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environmental Federation, 20th ed. Washington. 1998.

ARC Gis. Versão 10.1. [s.l.]: **Environmental Systems Research**; 2012. CD. ROM.

BRASIL. Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Brasília: **Política Nacional de Recursos Hídricos**, 2002, 23-42 p.

BICALHO, C. C. Estudo do transporte de sedimentos em suspensão na bacia do Rio Descoberto. Brasília, 2006. **Dissertação** (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília.

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia** Prática. 2. ed. rev., atual. e ampliada. Rio de Janeiro: Interciência. 2008.

CHRISTOFOLETTI, A.; **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Edgar Blucher Ltda, 1981.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005**. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>> Acesso em: 05 Maio 2017.

CUNHA, S. B; GUERRA, A. J. T. Degradação Ambiental. In: GUERRA, A. J.T., CUNHA, S.B. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 9 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2009. Disponível em: <http://www.solos.ufmt.br/docs/esp/SIBCs_2009.pdf>. Acesso em 10 jul. 2017.

ESTEVEES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Cartas topográficas na escala de 1:50.000**. Rio de Janeiro: IBGE, 1978.

KIMMEL, B. L.; LIND; O. T. PAULSON, J. L. **Reservoir Primary Production**. In: Reservoir Limnology: Ecological Perspectives. In: THORTON, K.W; KIMMEL, B. L.; PAYNE, F. E. New York: John Wiley and sons, 1990. p.133-193.

NOVELIS. Inc. **RIA/RIMA UHE's Caçu e Barra dos Coqueiros**. 2005. 230 p.

PAULA, M. R., CABRAL, J. B. P. Uso de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento na análise da vulnerabilidade ambiental da Bacia Hidrográfica da UHE Barra dos Coqueiros – GO. In: XIX SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA / VIII COMPLEX, 2011, Goiânia. **Anais...** Universidade Federal de Goiás. Goiânia, GO, 2011.

PAVANELLI, G. Eficiência de diferentes tipos de coagulantes na coagulação, floculação e sedimentação da água com cor ou turbidez elevada. São Carlos, 2001. **Dissertação** (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS (Org) **Comitê de Bacias Hidrográficas: O que é uma bacia hidrográfica**. 2017. Comitê de Bacias Hidrográficas do Rio São Francisco. Disponível em: <<http://www.semarh.se.gov.br/comitesbacias/modules/tinyd0/index.php?id=22>>. Acesso em: 07 jan. 2017.

SISTEMA ESTADUAL DE ESTATÍSTICAS INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS DE GOIÁS – SIEG. Disponível em: <<http://www.sieg.go.gov.br>>. Acesso em: 27 nov. 2016.

WETZEL. R. G; L. G. E. **Limnological analisys**. 3ed. New York. Springer Verlag. 429 p. 1991.

WETZEL, R. G. **Limnology: Lake and river ecosystems**. California, USA: Academic Press, 2001.

OS EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS DE IPORÁ (GO) REGISTRADOS ENTRE 2013 E 2017

Ramonielly Malaquias Moreira de Deus
Universidade Estadual de Goiás – Campus Iporá

Diego Tarley Ferreira Nascimento
Universidade Estadual de Goiás – Campus Iporá

INTRODUÇÃO

As características do tempo e do clima têm influência direta e outras tantas indiretas na organização e na produção dos espaços, com repercussões diversas na agricultura, na indústria, no turismo e demais atividades humanas nas cidades e no meio rural (AYOADE, 2003).

Nascimento (2016) destaca que é justamente por isso que o conhecimento da variabilidade dos elementos climáticos se apresenta tão relevante, sobretudo por possibilitar melhor avaliação das características climáticas de determinada localidade, para variados fins e aplicações, constituindo ainda em importante subsídio ao planejamento urbano, rural e regional.

Nesse sentido, total atenção deve ser dada à ocorrência de eventos climáticos extremos, geralmente relacionados a um episódio com registro de valores extremos dos elementos climáticos (temperatura do ar, umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica, velocidade do vento etc.) ou à ocorrência de fenômenos ou eventos climáticos associados (ondas de calor ou de frio, estiagens, chuvas intensas, tornados, furacões etc.) (ARMOND; SANT'ANNA NETO, 2017).

Thomas Karl, diretor do Centro de Dados Climáticos Nacionais da Agência Oceânica e Atmosférica Nacional (NOAA, na sigla

em inglês), explica que os eventos climáticos extremos são causados por um gama de fatores, desde as mudanças climáticas globais ou as tendências regionais dos elementos climáticos até mesmo devido às condições geográficas de cada localidade.

Sobre isso, o aumento da temperatura do ar e as mudanças na variabilidade da precipitação devido as mudanças climáticas globais se relacionam a uma maior ocorrência de ondas de calor, de eventos intensos de precipitação ou longos períodos de seca (DUFEK E AMBRIZZI, 2008). Quian e Lin (2005) também relatam que estudos têm mostrado a frequência e a persistência das secas como uma das consequências do aquecimento global

Sabe-se que as mudanças nos ambientes naturais têm acontecido desde que o homem passou a existir. No entanto, para adaptar as suas próprias necessidades de vida, o homem tem acelerado cada vez mais esse processo de mudança, desde que adquiriu novas técnicas e meios de modificar a paisagem a sua volta de forma rápida (CASSETI, 2001; DREW, 2002; NASCIMENTO, 2015).

Assim, geralmente se relaciona a atuação do homem frente às mudanças climáticas globais (IPCC, 2014) a maior frequência e intensidade de eventos climáticos extremos, como foi o caso da grande seca de 2005 na Amazônia; em 2008, 2012 e 2015 no Nordeste e; em 2014 e 2015 no Sudeste; e as enchentes na Bacia do Rio Madeira em 2014

Os eventos extremos demonstram as vulnerabilidades às perdas e aos danos que há nos sistemas sociais e naturais. Isso porque os eventos climáticos extremos se tornam mais preocupantes quando passíveis de ocorrerem em locais ou em comunidades mais sensíveis a variação dos elementos climáticos, sejam em populações desprovidas de meio de se protegerem ou mesmo em locais que dependem economicamente do tempo e do clima, como é o caso do estado de Goiás que tem a base da sua economia voltada na produção agrícola.

Vários são os prejuízos decorrentes dos eventos climáticos extremos, como as perdas na produção agrícola, o risco de morte das criações pecuária, diminuição da vazão da água dos corpos hídricos, agressão ao conforto humano (ROSEGHINI, 2007).

Kostopoulo e Jones (2005) complementam que, regularmente, jornais têm veiculado notícias sobre o aumento nas perdas econômicas e de vidas devido a eventos climáticos extremos. A título de exemplo, em um estudo voltado especificamente para o estado de Goiás, Deus e Nascimento (2016) descrevem 67 reportagens verificadas em apenas três anos de publicação de um dos jornais de maior circulação local, sendo a maioria das reportagens relacionadas a chuvas extremas.

É por essa perspectiva que diversos estudos têm sido desenvolvidos com a intenção de identificar e analisar os eventos climáticos extremos, a exemplo do que pode ser conferido em Vicente (2005), Zamparoni (2010), Milanez e Fonseca (2011) e Fernandes e Anunciação (2012) – entre tantos outros.

Nesse sentido, o objetivo geral do trabalho foi identificar os eventos climáticos extremos registrados entre os anos de 2013 e 2017 para a cidade de Iporá (GO).

A título de objetivos específicos, almejou-se:

- ✓ Compilar e organizar um banco de dados meteorológicos dos principais elementos climáticos (temperatura máxima e mínima do ar, precipitação e umidade do ar);
- ✓ Tratar estatisticamente os dados com vistas a identificar os registros anômalos e, assim, elencar os eventos climáticos extremos;
- ✓ Apresentar a ocorrência de eventos climáticos extremos na área em estudo e associar aos possíveis fatores e consequências dos eventos.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos se apoiaram, inicialmente, na revisão bibliográfica e na coleta de dados diários de temperatura máxima e mínima do ar, precipitação e umidade do ar da Estação Meteorológica da Universidade Estadual de Goiás – Campus Iporá, instalada em 18/09/2013 e localizada na porção central do município. Os dados coletados compreendem a série temporal de 18/09/2013 a 15/03/2017.

Em seguida, os dados compilados foram organizados num arquivo tabular desenvolvido pelo software Excel, sendo então manipulados e tratados com vistas a identificação dos valores extremos e da data de ocorrência dos elementos climáticos temperatura, precipitação e umidade do ar para cada estação. A definição do que é extremo levou em consideração os maiores (temperatura máxima e precipitação) e os menores (temperatura mínima e umidade) registros verificados ao longo de toda série temporal para cada estação.

Por fim, os valores dos eventos climáticos extremos foram representados no formato de quadros e gráficos com vistas a identificar a sua distribuição temporal ao longo da série de dados e, analisadas as possíveis associações aos fatores climáticos e consequências socioeconômicas da ocorrência dos eventos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

No que se refere aos eventos climáticos extremos associados à temperatura máxima do ar, o maior valor registrado foi 44°C em 14/10/2015, seguido pelos valores de 43°C em 10/07/2014, 42°C em 24/09/2015 e 18/10/2015 e 41°C nos dias 22/09/2015, 06/10/2015 e 17/10/2015 – Quadro 1. Os menores valores de temperatura máxima do ar partem de 19°C, verificado em 08/07/2015, seguido de 20°C em 25/07/2014, 21°C em 21/12/2014 e 22°C em 27/07/2014 – Quadro 1

– destacando a ocorrência de temperaturas amenas durante o horário mais quente de alguns dias.

Vale destacar os anos de 2014 e 2015 com maior incidência de extremos de temperatura máxima do ar, enquanto que os extremos valores de temperatura mínima do ar são verificados nos anos de 2014, 2015 e 2013. Vale frisar que os meses de outubro e setembro representam os meses com os eventos extremos de temperatura máxima.

Quadro 1 – Temperatura máxima do ar em Iporá-GO (2013 e 2017).

Maior valor	Data	Menor valor	Data
44	14/10/2015	19,0	08/07/2015
43	10/07/2014	20,0	25/07/2014
42	24/09/2015	21,0	21/12/2014
42	18/10/2015	22,0	27/07/2014
41	22/09/2015	23,5	18/03/2015
41	06/10/2015	24,0	30/10/2013
41	17/10/2015	24,0	06/11/2013
40	30/08/2014	24,0	27/03/2014
40	13/10/2014	24,0	20/10/2014
40	14/10/2014	24,0	13/05/2015

Fonte: Estação Meteorológica da UEG – Campus Iporá.

Com relação aos eventos climáticos extremos associados às temperaturas mínimas, o menor valor foi de 10°C em 09/09/2016, seguido pelos registros de 11,6°C em 31/10/2014 e 12°C em 29/05/2014, 13/06/2016 e 15/06/2016 – Quadro 2. Os maiores valores de temperatura mínima chegam aos 31°C, em 13/06/2016, aos 29°C, em 04/10/2013 e 15/02/2014, 28,5°C em 04/11/2013 e 27°C nas datas de 02/04/2014, 12/08/2014 e 19/12/2015, indicando dias com elevados valores de temperatura mesmo durante a madrugada.

Quadro 2 – Temperatura mínima do ar em Iporá-GO (2013 e 2017)

Menor valor	Data	Maior valor	Data
10	09/09/2016	31	23/11/2015
11,6	31/10/2014	29	04/10/2013
12	29/05/2014	29	15/02/2014
12	13/06/2016	28,5	04/11/2013
12	15/06/2016	27	02/04/2014
12,5	18/07/2016	27	12/08/2014
12,5	19/07/2016	27	19/12/2015
12,5	23/08/2016	26	18/04/2014
12,8	22/08/2016	26	28/05/2014
13	31/05/2014	26	11/08/2014

Fonte: Estação Meteorológica da UEG – Campus Ipor.

Os anos de 2016 e 2014 foram os que possuíram maior ocorrência dos extremos de temperatura mínima do ar, sendo bem distribuídos entre os meses característicos do inverno: junho, julho e agosto.

Quanto aos eventos climáticos extremos de temperatura do ar, os menores registros de temperatura mínima são responsáveis por ocasionar grandes prejuízos na agricultura e pecuária, além de repercutirem, concomitantemente aos maiores valores de temperatura máxima, no desconforto térmico da população – com repercussões diversas relacionadas à saúde e bem estar, sobretudo em crianças, idosos e comunidades mais sensíveis.

Pelo Quadro 3 é possível destacar os maiores valores de precipitação diária partindo de 81,9 mm em 07/01/2016, seguido por 80,2 mm em 11/12/2014, 74,4 mm em 02/04/2015, 74 mm em 12/12/2015 e 72,8 mm em 22/03/2015. Os valores chamam a atenção, haja vista

representarem metade ou, em alguns casos, mais da metade do que é esperado de precipitação para todo o mês.

Quadro 3 – Precipitação e umidade ar em Iporá-GO (2013 e 2017).

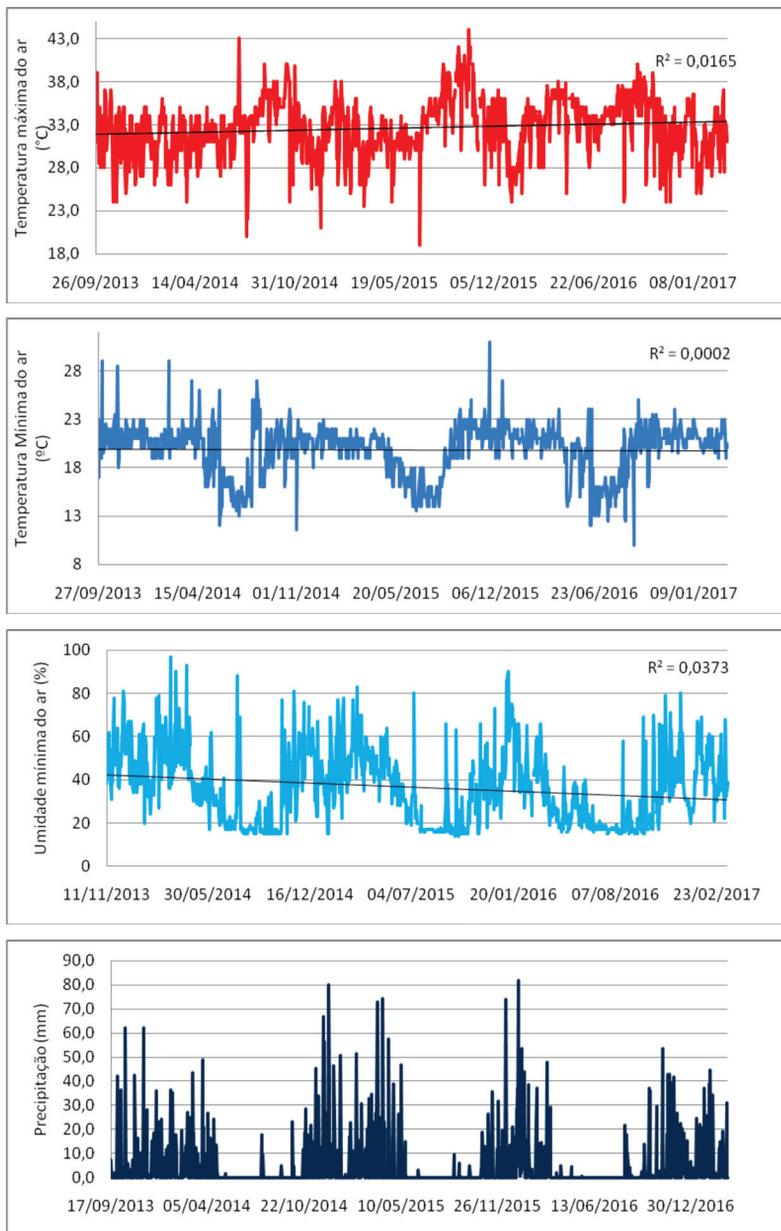
Precipitação (mm)		Umidade relativa do ar (%)	
Maior valor	Data	Menor valor	Data
81,9	07/01/2016	14	27/09/2015
80,2	11/12/2014	14	03/10/2015
74,4	02/04/2015	15	08/08/2014
74	12/12/2015	15	11/08/2014
72,8	22/03/2015	15	12/08/2014
66,8	30/11/2014	15	15/08/2014
62,3	17/10/2013	15	28/08/2014
62	23/11/2013	15	29/08/2014
57,6	14/04/2015	15	30/08/2014
56,6	02/12/2014	15	31/08/2014

Fonte: Estação Meteorológica da UEG – Campus Iporá.

O Quadro 3 ainda indica os eventos climáticos extremos relacionados aos menores valores de umidade relativa do ar, com registros mínimos que partem de 14%, em 27/09/2015 e 03/10/2015, aos 15% em várias datas de agosto de 2014.

A distribuição temporal dos registros de temperatura máxima e mínima, umidade e precipitação (Figura 2) não indicam nenhuma tendência de maior ou menor ocorrência de eventos extremos entre 2013 e 2017, possivelmente pelo pequeno intervalo de tempo analisado – o que sugere que a necessidade de análises de uma maior série temporal e correlação com fenômenos de mesoescala, como *El nino* e *La nina*.

Figura 2 – Temperatura, umidade e precipitação de Iporá 2003/2017



Fonte: Estação Meteorológica da UEG – Campus Iporá.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os objetivos e metodologia propostos, o presente trabalho foi capaz de apresentar os eventos climáticos extremos relacionados à temperatura máxima e mínima do ar, precipitação e umidade relativa do ar, indicando a data de ocorrência e a sua distribuição temporal entre 2013 e 2007 na cidade de Iporá, em Goiás.

Além das implicações sociais relacionadas ao desconforto térmico, agravas de saúde, perdas materiais e distúrbio no trânsito, os eventos climáticos extremos causam ainda grandes prejuízos a agropecuária, devendo ser levado em consideração perante o planejamento urbano e ambiental.

Como possibilidade de continuidade da pesquisa, sugere-se a correlação dos dias com registros de eventos climáticos extremos com os sistemas atmosféricos atuantes, tidos como produtores dos tipos de tempo e dos eventos extremos do clima.

REFERÊNCIAS

- ARMOND, N. B.; SANT'ANNA NETO, J. L. Entre eventos e episódios: ritmo climático e excepcionalidades para uma abordagem geográfica do clima no município de Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Climatologia**, n. 13, v. 20, p. 5-28, 2017.
- AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 332 p.
- CASSETI, W. **Ambiente e apropriação do relevo**. São Paulo: Contexto, 1991.
- DREW, D. **Processos Interativos Homem-Meio Ambiente**. São Paulo: Difel, 1986.
- DEUS, R. M. M. ; NASCIMENTO, D. T. F. . Como a mídia tem noticiado os eventos climáticos extremos no estado Goiás. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEÓGRAFOS, 2016, São Luís. Anais do ENG, 2016. p. 1-10.

DUFEK, A. S., AMBRIZZI, T. *Precipitation variability in São Paulo State, Brazil. Theoretical and Applied Climatology*, v. 93, p. 167-178, 2008.

FERNANDES, E. F. L.; ANUNCIACÃO, V. S. Impactos de eventos climáticos extremos e seus reflexos na cidade de Aquidauana-MS. **Rev. Geonorte** (Ed. Esp.), v. 1, p. 707-20, 2012.

KOSTOPOULOU, E., JONES, P. D. *Assesment of climate extremes in the Eastern Meditterreanean. Meteorology and Atmospheric Physics*, v. 89, p. 69-85, 2005.

MASTER/IAG/USP. Distribuição das zonas de conforto para diferentes graus de percepção térmica e suas respostas fisiológicas. Disponível em: <<http://www.masterantiga.iag.usp.br/conforto/>>. Acesso em: 30 julho. 2017.

MILANEZ, B.; FONSECA, I. F. Justiça climática e eventos climáticos extremos: uma análise da percepção social no Brasil. **Revista Terceiro Incluído**, v. 1, n. 2, p. 82-99, 2011.

NASCIMENTO, Diego Tarley Ferreira. Chuvas no estado de Goiás e no Distrito Federal a partir de estimativas por satélite e circulação atmosférica. 2016. 200 f. **Tese** (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

QIAN, W., LIN, X. *Regional trends in recent precipitation indices in China. Meteorology and Atmospheric Physics*, v. 90, p. 193-207, 2005.

ROSEGHINI, W. F. F. Ocorrência de eventos climáticos extremos e sua repercussão socioambiental no litoral norte paulista. 2007. 135 f. **Dissertação** (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2007.

VICENTE, A. K. Eventos extremos de precipitação na Região Metropolitana de Campinas. **Dissertação** (mestrado) Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas-SP, 2004.

CLASSIFICAÇÃO DOS ANOS-PADRÃO DE CHUVAS NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DE RECARGA DA PCH MOSQUITÃO – OESTE GOIANO

Thiago Rocha

Universidade Estadual de Goiás – Campus Iporá

Zilda de Fátima Mariano

Universidade Federal de Goiás – Regional Jataí

Valdir Specian

Universidade Estadual de Goiás – Campus Iporá

Daiane Ferreira Batista

Universidade Federal de Goiás – Regional Jataí

Gustavo Zen de Figueiredo Neves

Universidade de São Paulo – Campus de São Carlos

INTRODUÇÃO

Os estudos climáticos são importantes nas diferentes atividades do homem. Vários setores da sociedade estão voltando suas atenções para as questões climáticas, ao se referir para os possíveis impactos dessas. Ayoade (2007, p.300), afirma que as atividades humanas podem “influenciar o clima inadvertidamente através de suas várias atividades e ações, tais como a urbanização, industrialização, a retirada de árvores, atividades agrícolas, drenagem e construção de lagos artificial”.

Para os autores Specian e Vecchia (2014), a precipitação pluviométrica tem grande importância na caracterização do clima de uma região, podendo interferir tanto no planejamento de atividades nos perímetros urbanos como nas atividades agrícolas. Entender o

clima e compreender suas variações espaço-temporais é de fundamental importância para o homem em suas atividades produtivas, sendo elas agropecuárias ou agrícolas.

O estudo da precipitação pluviométrica contribui para o desenvolvimento de uma série de atividades, tanto nas áreas urbanas quanto nas rurais. Zavattini (1998) aponta a relação de dependência entre a dinâmica das massas de ar atmosférica e o ritmo das chuvas, com a produção de energia no Brasil. Para Conti (1975) o estudo da chuva é particularmente atraente, devido à dependência em que nos encontramos a esse fenômeno (SPECIAN; VECCHIA, 2014).

Para Monteiro (1963), os quadros climáticos regionais estão relacionados com os sistemas dinâmicos transientes, com os elementos da paisagem geográfica, tais como o relevo, a latitude, a maritimidade e a continentalidade. Assim a pluviosidade é condicionada pela dinâmica atmosférica em relação aos fatores físicos como a continentalidade e maritimidade, correntes marítimas, vegetação, latitude, altitude e relevo que, através da dinâmica das massas de ar, promove a distribuição espacial da chuva.

A precipitação pluvial é um dos elementos climáticos mais importantes no que se refere à sobrevivência da sociedade humana, pois é essencial para manutenção da nossa sociedade, a produção de alimentos, possui grande variabilidade na sua distribuição espacial e temporal. Além disso, as populações humanas podem experimentar situações variadas no que se refere à disponibilidade e distribuição das chuvas (secas e enchentes) que interferem e influenciam na organização espacial (SPECIAN; VECCHIA, 2014).

Com o intuito de fornecer informações sobre o regime habitual e excepcional das chuvas para as bacias hidrográficas de recarga da PCH-Mosquitão, o presente trabalho objetivou verificar a variabilidade das chuvas utilizando os anos padrão.

MATERIAIS E MÉTODOS

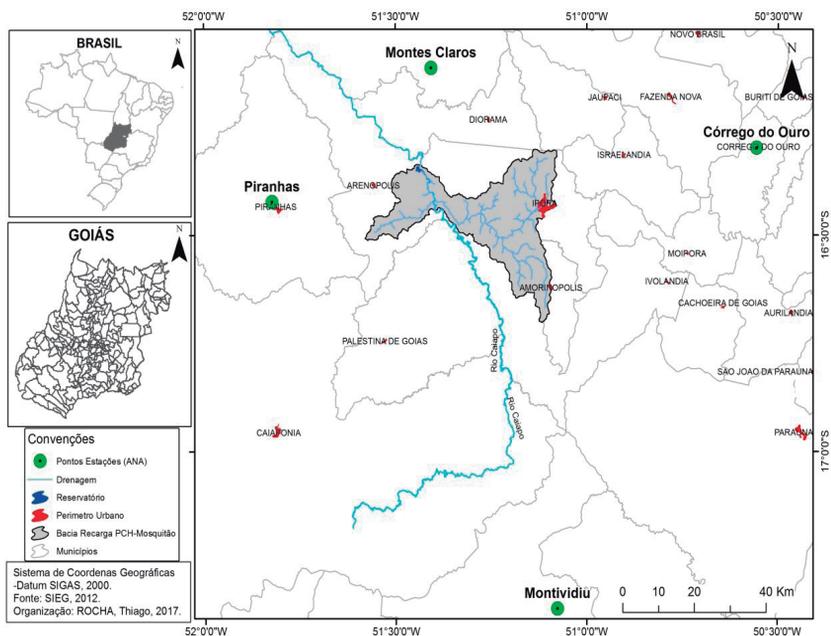
Característica da área de estudo

A bacia do Rio Caiapó é formadora dos cursos d'água do Rio Araguaia, tendo como foz no Rio Tocantins, ambos pertencentes à Bacia Hidrográfica do Araguaia/Tocantins (GOIÁS, 2006).

As bacias hidrográficas de recarga da PCH-Mosquitão situa entre as coordenadas geográficas 16° 22' 40" e 16° 25' 21" Sul e 51° 20' 58" e 51° 04' 28" Oeste, na Microrregião de Iporá, pertencente à Mesorregião Oeste-Goiano e a Microrregião de Aragarças, que pertence a Mesorregião Noroeste Goiano. Compostas por duas bacias, Ribeirão Santo Antônio e José Manuel, ambas contribuem para o abastecimento da bacia do Rio Caiapó, em que na margem esquerda do leito do rio Caiapó situa a bacia do Ribeirão José Manoel com a direção do seu fluxo Oeste-Leste, o comprimento do canal principal é de 30 km. A margem direita do leito há bacia do Ribeirão Santo Antônio com a direção Leste-Oeste, com comprimento do canal principal de 85,41 km. Ambas as bacias hidrográficas representam uma área total de 854,5 Km² (Figura 1).

Na área territorial das bacias estão instalados os municípios de Amorinópolis (GO) (3.447 habitantes) e Ivolândia-GO (2.554 habitantes), inseridos na porção sul da área de estudo. Ao norte, o município de Iporá (32.218 habitantes) e Arenópolis (3.011 habitantes), localizados ao oeste da bacia, e ao leste das bacias de recarga localiza-se o município de Israelândia (2.923 habitantes) (IBGE, 2016).

Figura 1 – Localização das bacias hidrográficas de recarga da PCH-Mosquitão e dos postos pluviométricos da ANA



Fonte: SIEG, (2012) e Agência Nacional de Águas (2017). **Organização:** ROCHA, T. (2017).

Obtenção dos dados pluviométricos

Para analisar a variabilidade e os anos-padrão das chuvas na escala regional foram utilizados quatro postos pluviométricos da Agência Nacional de Águas (ANA) mais próximos das bacias hidrográficas de recarga da PCH-Mosquitão situados nos municípios de Piranhas (34 km a oeste), Montes Claros (97 km ao norte), Córrego do Ouro (81 km a leste) e Montividiu (110 km ao sul), no estado de Goiás, (Tabela 1).

Tabela 1 – Dados de localização dos postos pluviométricas da ANA.

Código	Município	Lat (S)	Long (W)	Altitude	Período
01651002	Piranhas	-16,4233	-51,8228	364 (m)	1974/2016
01651005	Montes Claros	-16,1142	-51,4067	407 (m)	1974/2016
01650001	Córrego do Ouro	-16,2983	-50,5567	553 (m)	1974/2016
01751004	Montividiu	-17,3647	-51,0767	773 (m)	1974/2016

Fonte: Agência Nacional de Águas (ANA). Organização: ROCHA, T. (2017)

Os dados pluviométricos foram adquiridos através do sistema *Hidroweb* (2017), no período de 1974 a 2016. Em seguida foi elaborado um banco de dados da precipitação pluvial em planilha eletrônica *Excel*, averiguaram-se as falhas mensais e anuais as quais foram preenchidas utilizando a média do período. Posteriormente elaboraram-se os cálculos estatísticos e confeccionaram os gráficos dos anos-padrão com a nomenclatura: chuvoso, tendente a chuvoso, habitual, tendente a seco e seco, segundo a metodologia de Sant’Anna Neto (1995), conforme exposto a seguir, com adaptação para as estações analisadas:

- a) Ano Chuvoso: Pluviosidade excepcionalmente elevada, com índices positivos superiores a 30%. – Valores superiores a 2086,9 mm;
- b) Ano Tendente a Chuvoso: Pluviosidade ligeiramente elevada, com os desvios positivos oscilando entre 15% e 30%. – $1814,7 + 15\% = 2086,9$ mm, Valores entre 1814,7 a 2086,9 mm;
- c) Ano Habitual: Pluviosidade normal, cujos desvios variam entre -15% e $+15\%$. – $1341,3 + 15\% = 1814,7$ mm, Valores entre 1341,3 a 1814,7 mm;
- d) Ano Tendente a Seco: Pluviosidade ligeiramente reduzida, com desvios negativos oscilando entre -30% e -15% – $1341,3 - 15\% = 1140,1$ mm, Valores entre 1140,1 a 1341,3 mm

- e) **Ano Seco:** Pluviosidade excepcionalmente reduzida, quando os desvios negativos são maiores que 30% da média normal – Valores inferiores a 1140,1 mm

Para facilitar a compreensão da classificação dos anos-padrão adotou-se um intervalo de cores e os valores correspondentes aos 5 intervalos de classes valores pluviométricos baseado em Sant'Anna Neto (1995), (Quadro 2).

Quadro 2 – Classificação pluviométrica dos anos padrão, em intervalo de classes em cores

INTERVALOS DE CLASSE	VALORES ATRIBUÍDOS
Ano Chuvoso	Valores superiores a 2086,9 mm
Ano Tendente a Chuvoso	Valores entre 1814,7 a 2086,9 mm
Ano Habitual	Valores entre 1341,3 a 1814,7 mm
Ano Tendente a Seco	Valores entre 1140,1 a 1341,3 mm
Ano Seco	Valores inferiores a 1140,1 mm

Fonte: Sant'Anna Neto (1995). Organização: ROCHA, T. (2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

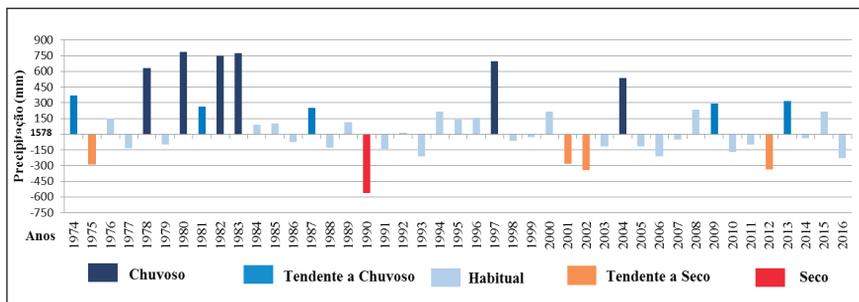
Partindo de uma série histórica de 42 anos ininterruptos (1974 – 2016) de 4 postos pluviométricos selecionados foi possível obter um conjunto de 168 dados de chuva em nível anual. Tais observações foram elencadas em ordem crescente de grandeza, registrados os resultando em um valor mínimo de 875,9 mm e um máximo de 2606,2 mm, com média de 1578,8 mm para o período.

Verificou-se que o posto pluviométrico de Piranhas, localizado na porção oeste da bacia, possui 6 anos chuvosos, sendo os anos de 1978, 1980, 1982, 1983, 1997 e 2004 com valores superiores a 2086,9 mm (Figura 2). Os anos classificados como tendente a chuvoso foram

5, dos quais foram: 1974, 1981, 1987, 2009 e 2013, sendo os valores da precipitação entre 1814,7 a 2086,9 mm.

Em toda a série temporal foram registrados 27 anos como habitual, entre os valores de 1341,3 a 1814,7 mm. Os anos classificados foram 1976, 1977, 1979, 1984, 1985, 1986, 1988, 1989, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1998, 1999, 2000, 2003, 2005, 2006, 2007, 2008, 2010, 2011, 2014, 2015 e 2016. Foram 4 anos tendente a seco com os valores de precipitação entre 1140,1 a 1341,3 mm, sendo 1975, 2001, 2002 e 2012 e ano seco foi apenas 1 ano, correspondente a 1990 com valor anual inferior a 1140,1 mm.

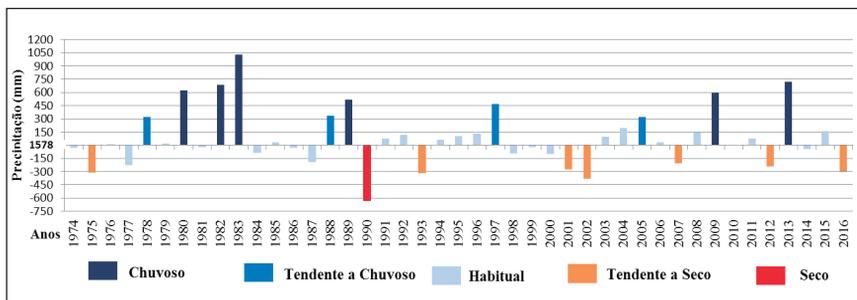
Figura 2 – Anos-padrão de precipitação pluvial em Piranhas-GO (Oeste da Bacia)



Fonte: ANA (2017). Elaboração: ROCHA, T. (2017)

A Figura 3 apresenta os dados do posto pluviométrico de Montes Claros de Goiás, localizado na porção norte da bacia da área de estudo. Foram classificados 6 anos como chuvoso, os quais foram 1980, 1982, 1983, 1989, 2009 e 2013; o tendente a chuvoso foram os anos de 1978, 1988, 1997 e 2005, total de 4 anos; como habitual foram 25 anos, os anos de 1974, 1976, 1977, 1979, 1981, 1984, 1985, 1986, 1987, 1991, 1992, 1994, 1995, 1996, 1998, 1999, 2000, 2003, 2004, 2006, 2008, 2010, 2011, 2014 e 2015; como tendente a seco foram 7 anos, 1975, 1993, 2001, 2002, 2007, 2012 e 2016; o ano seco foi 1990. (Figura 3).

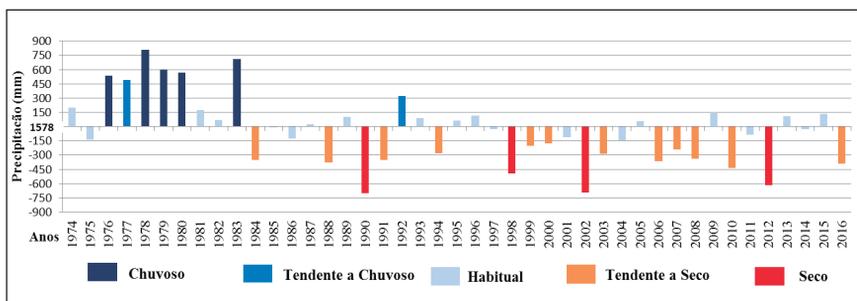
Figura 3 – Anos-padrão de precipitação pluvial em Montes Claros de Goiás-GO (Norte da Bacia)



Fonte: ANA (2017). Elaboração: ROCHA, T. (2017)

Para o posto pluviométrico do Córrego do Ouro, localizado na porção leste da área de estudo, foram classificados 5 anos como chuvoso, sendo 1976, 1978, 1979, 1980 e 1983; os anos de 1977 e 1992 foram classificados como tendente a chuvoso; anos classificados como habituais, observou-se 22 anos, os anos de 1974, 1975, 1981, 1982, 1985, 1986, 1987, 1989, 1993, 1995, 1996, 1997, 1999, 2000, 2001, 2004, 2005, 2009, 2011, 2013, 2014 e 2015; os anos tendentes a seco foram 10, dos quais constituíram 1984, 1988, 1991, 1994, 2003, 2006, 2007, 2008, 2010 e 2016 e os anos seco foram classificados 4 anos, sendo eles 1990, 1998, 2002 e 2012, (Figura 4).

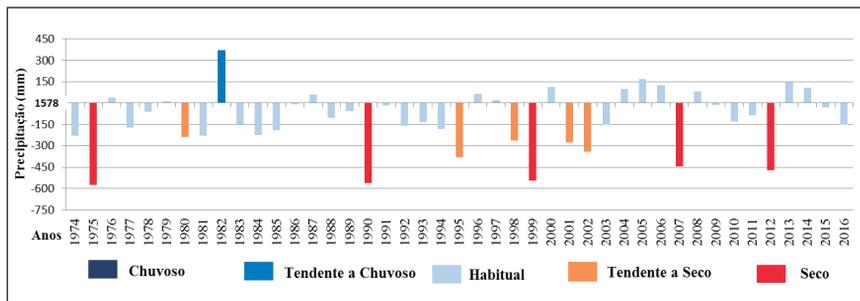
Figura 4 – Anos-padrão de precipitação pluvial em Córrego do Ouro-GO (Leste da bacia)



Fonte: ANA (2017). Elaboração: ROCHA, T. (2017)

Ao analisar o posto pluviométrico de Montividiu situado na porção Sul da bacia em questão, dos 42 anos da série temporal, não registrou nenhum ano como chuvoso; para o ano tendente a chuvoso foi classificado o ano de 1982; os anos classificados como habitual, notou-se 32 anos, sendo eles 1974, 1976, 1977, 1978, 1979, 1981, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1991, 1992, 1993, 1994, 1996, 1997, 2000, 2003, 2004, 2005, 2006, 2008, 2009, 2010, 2011, 2013, 2014, 2015 e 2016; os anos tendente a seco, foram classificados 5 anos que corresponde aos anos de 1980, 1995, 1998, 2001 e 2002 e os anos seco, foram 5 anos 1975, 1990, 1999, 2007 e 2012, (Figura 5). Esse posto pluviométrico de Montividiu está inserido nas áreas mais elevadas no interior da bacia sedimentar do Paraná (ALVES e SPECIAN, 2008), conhecido regionalmente como Chapadão Goiano, o qual pode ter ocorrido um destaque com mais anos secos (5) e anos habituais (32) e sem anos chuvoso e tendente a chuvoso em relação aos outros postos, (Figura 5).

Figura 5 – Anos-padrão de precipitação pluvial em Montividiu-GO, (Sul da Bacia)



Fonte: ANA (2017). Elaboração: ROCHA, T. (2017).

Os postos pluviométricos de Piranhas, Montes Claros de Goiás e Córrego do Ouro estão instalados na região Oeste de Goiás, área inserida na borda da bacia sedimentar do Paraná. Os sistemas climáticos para as incursões das massas polares podem determinar as

diferenças na variabilidade dos anos padrão. A ação da mPA pode levar chuvas para o sul e sudoeste do Estado de Goiás, mas não consegue levar chuvas para as regiões na borda da Bacia Sedimentar do Paraná (localização dos postos pluviométricos de Piranhas, Montes Claros e Córrego do Ouro) durante o período de inverno na região, que caracteriza-se como a estação seca.

A variabilidade da precipitação para série temporal de 42 anos, os postos pluviométricos de Piranhas e Montes Claros e Córrego do Ouro ocorreram mais anos chuvosos e tendentes a chuvosos. O posto de Montividiu teve maiores anos habitual (32 anos). Os postos de Córrego do Ouro e Montividiu apresentaram maiores quantidades em anos secos (4 e 5) respectivamente, (Quadro 3).

Quadro 3– Síntese dos valores pluviométricos e classificação dos anos padrões

Anos	Piranhas	Montes Claros	Córrego do Ouro	Montividiu
1974	1945,5	1551,2	1776,9	1347,3
1975	1287,2	1267,4	1440,1	1005,2
1976	1727,3	1590,9	2114,3	1615,2
1977	1445,7	1351,4	2070,8	1403,0
1978	2207,1	1900,4	2383,1	1518,4
1979	1478,5	1595,0	2178,8	1592,7
1980	2366,5	2202,6	2146,1	1338,7
1981	1840,4	1557,5	1751,4	1347,6
1982	2327,4	2263,7	1650,0	1947,7
1983	2351,8	2606,2	2289,0	1429,2
1984	1670,8	1491,6	1225,9	1352,8
1985	1682,6	1613,3	1570,7	1386,8
1986	1504,4	1551,4	1451,8	1568,9
1987	1827,3	1388,8	1604,0	1639,7

1988	1448,0	1914,6	1200,1	1474,6
1989	1693,2	2094,5	1677,8	1522,2
1990	1013,6	944,7	875,9	1016,3
1991	1438,4	1654,8	1225,6	1562,4
1992	1590,6	1694,2	1902,3	1417,8
1993	1364,4	1262,7	1665,9	1442,5
1994	1793,7	1638,4	1298,5	1395,1
1995	1718,5	1680,2	1638,9	1199,5
1996	1731,5	1707,4	1693,0	1640,6
1997	2277,5	2045,0	1548,8	1599,4
1998	1513,5	1482,4	1084,2	1315,2
1999	1551,7	1555,8	1375,5	1031,9
2000	1791,1	1476,3	1402,4	1690,3
2001	1293,0	1304,0	1464,6	1300,7
2002	1232,9	1195,8	885,0	1236,8
2003	1462,4	1677,9	1288,0	1428,0
2004	2115,7	1771,8	1435,5	1677,0
2005	1462,0	1901,4	1632,7	1747,2
2006	1364,8	1610,0	1214,7	1704,8
2007	1527,1	1369,6	1333,8	1134,9
2008	1808,8	1725,2	1239,0	1661,8
2009	1873,4	2175,6	1718,8	1564,0
2010	1409,6	1578,8	1141,7	1448,4
2011	1476,5	1655,8	1494,3	1492,3
2012	1239,8	1337,4	962,3	1108,1
2013	1895,5	2302,2	1688,3	1726,1
2014	1537,0	1533,2	1552,1	1683,8
2015	1793,1	1739,1	1715,2	1548,2
2016	1345,3	1284,4	1186,1	1426,0

Fonte: ANA (2017). Elaboração: ROCHA, T. (2017)

CONCLUSÃO

A metodologia de classificação de anos padrões é largamente utilizada na literatura científica da Climatologia Geográfica Brasileira. Seu aporte conceitual e metodológico é passível de adaptação, como realizado nesta pesquisa. A metodologia aplicada revela a importância da análise concomitante de séries temporais com a dinâmica dos sistemas atmosféricos.

O ano de 1990 foi classificado como seco para os quatro postos pluviométricos; o ano de 1980 foi chuvoso para três postos pluviométricos, com exceção de Montividiu (tendente à seco); o posto de Montividiu apresentou maior quantidade de anos habituais (32).

A região estudada, por sua vez, apresenta configurações de relevo e uso do solo que contribuem para promover situações peculiares de registro da distribuição de chuvas ao longo da série estudada.

A análise estatística para séries temporais longas revela-se como uma ferramenta importante para ressaltar as variações interanuais e interdecadais de chuvas em regiões hidrográficas espacialmente extensas.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Programa Nacional de Cooperação Acadêmica da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES/Brasil. Edital CAPES 071/2013-Processo número 88881.068465/2014-01. (Casadinho UFG-Regional Jataí/UFSM/USP). Agradecemos aos colaboradores deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em: 10 abr. 2017.

ALVES, E. D. L.; SPECIAN, V. Caracterização do balanço hídrico e clima do município de Iporá (GO). ENCONTRO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA DO OESTE DE GOIÁS, 1, 2008. Iporá. **Anais...** Iporá: UEG, 2008. p. 1-9 (CD-ROM).

AYOADE, J.O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Tradução de Maria Juraci Zani dos Santos, 2 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 332p. Revisão de Suely Bastos.

CONTI, José Bueno. A circulação Secundária e o efeito orográfico na gênese das chuvas: o exemplo do ENE Paulista: USP – Instituto de Geografia, (**série teses e monografias**). n. 18, 82 p. 1975.

GOIÁS (Estado). Secretaria de Indústria de Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. **Geomorfologia do Estado de Goiás e Distrito Federal**. Goiânia, GO, 2006. 147p.

IBGE. Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. **Censo demográfico**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. Disponível em < <https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/go/ipora/pesquisa/15/11863?detalhes=true>>. Acesso em 18 out. 2017.

MONTEIRO, Carlos Augusto de F. Sobre a análise geográfica de seqüências de cartas de tempo (pequeno ensaio metodológico sobre o estudo do clima no estopo da Geografia). **Revista Geográfica**, Rio de Janeiro, v.33, n.61, p.169-179, jan/jun. 1963.

SANT'ANNA NETO, J. L. As chuvas no Estado de São Paulo: contribuição ao estudo da variabilidade e tendência da pluviosidade na perspectiva da análise geográfica. 1995. 300f. **Tese** (Doutorado em Geografia Física)– Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo, 1995.

SPECIAN, V.; VECCHIA. F. A. da Silva. Distribuição da frequência mensal da precipitação para região Oeste de Goiás: comparação entre dois postos pluviométricos **Revista Ateliê Geográfico**. 2014, v. 8, n. 1, p. 200-214.

ZAVATTNI, J. A. Ritmo climático e possibilidades hidrenergéticas na Bacia do Paraná – estudo geográfico das variações pluviométricas e suas relações com a produção de energia elétrica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 3, 1998, Salvador. **Anais...** Salvador: Universidade Federal da Bahia, 1998. v.1 (CD-Room).

OS FENÔMENOS DE ENCHENTE, INUNDAÇÃO E ALAGAMENTO: UMA PROPOSTA PARA O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE GEOGRAFIA

Augusto César Magalhães de Souza
Pontifícia Universidade Católica de Goiás – PUC-GO

Diego Tarley Ferreira Nascimento
Universidade Estadual de Goiás – Campus Iporá

INTRODUÇÃO

É corriqueira a confusão ao se conceituar, caracterizar, diferenciar e exemplificar os fenômenos de inundação, alagamento e enchente, sobretudo no contexto escolar. Isso decorre do fato de tais fenômenos às vezes serem tratados como sinônimos, ou de maneira incorreta.

Assim, a justificativa da pesquisa está baseada na dificuldade do trato da temática referente aos fenômenos de enchente, inundações e alagamento, especialmente com relação à dificuldade da conceituação, diferenciação e exemplificação desses fenômenos, especialmente no contexto escolar. Ressalta-se que esta temática é muito importante, pois no período chuvoso, várias cidades presenciam esses fenômenos, sem ser pautada uma melhor e maior explanação e problematização a respeito dos mesmos.

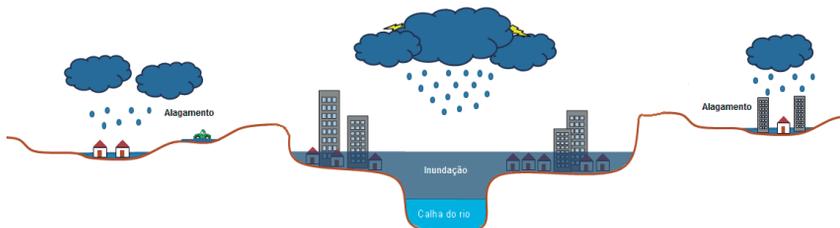
Dessa forma, o objetivo geral da presente pesquisa é apresentar uma melhor e maior explanação a respeito dos fenômenos de enchente, inundação e alagamento e descrever como é exigida e como pode ser trabalhada essa temática no processo de ensino-aprendizagem em Geografia, ao longo do Ensino Fundamental.

REVISÃO TEÓRICA

De maneira geral, as enchentes, também denominadas como cheias, representam a elevação do nível d'água atingindo a cota máxima do canal natural de drenagem, decorrente do aumento da vazão que normalmente e sazonalmente se dá em virtude do período das chuvas (LICCO; DOWELL, 2015).

Por sua vez, a inundação se baseia no transbordamento das águas para além do canal de drenagem, ocupando a planície de inundação que margeia o corpo hídrico – Figura 1. Esse transbordamento pode ocorrer em virtude de chuvas intensas ou por influência da sociedade, por meio da retirada da cobertura vegetal e da impermeabilização do solo – que resultam em menor capacidade de infiltração da água da chuva e potencializa o escoamento para os corpos hídricos, respectivamente.

Figura 1 – Representação do fenômeno de alagamento visto em áreas urbanas, desconexo das enchentes e inundações.



Fonte: <http://www.reporterunesp.jor.br/wp-content/uploads/2017/01/alagamento.png>

Por último, mas também importante, há o alagamento, que representa com o acúmulo de água em um determinado local pela deficiência do sistema de drenagem, decorrente de uma topografia côncava e de um solo impermeabilizado – conforme apontado por Licco e Dowell (2015) e ilustrado pela Figura 1.

Conforme apresentado, enquanto as enchentes ocorrem geralmente devido a causas naturais (regime de chuvas), as inundações decorrem da ação antrópica em virtude do desmatamento e da impermeabilização do solo, que, juntos, diminuem a infiltração e potencializam o escoamento superficial da água da chuva – que pode ser favorecido por uma topografia mais acidentada (declivosa).

A respeito da possibilidade das inundações ocorrerem naturalmente, por conta de chuvas intensas, Rego (2014, p. 5) salienta que por serem de curta duração e dificultarem a infiltração, “as águas resultantes ganham velocidade devido à declividade do terreno, chegando rapidamente e em maior quantidade aos rios, causando as inundações”.

Outra grande atenuante à ocorrência de inundações é a ocupação irregular das áreas marginais dos rios, onde deveriam ser verificadas as Áreas de Preservação Permanente (APP), que servem como uma barreira protegendo os cursos de água, desacelerando o escoamento superficial e favorecendo a infiltração (TUCCI, 2007).

As principais consequências negativas dos fenômenos de enchentes, inundações e alagamentos se referem aos prejuízos por perdas materiais, à poluição dos corpos hídricos pelo transporte de resíduos e à incidência de doenças de veiculação hídrica – tais como amebíase, giardíase, gastroenterite, febre tifoide e paratifoide, hepatite infecciosa, cólera etc. (FRANCO, 2007).

Seguindo uma orientação nacional a ser implantada nos municípios, a Defesa Civil é responsável pelo mapeamento e monitoramento dos locais de inundação e alagamento, mas no caso das inundações, na maioria das vezes, por falta de condições financeiras ou compreensão do risco envolvido, as pessoas que ocupam as áreas de riscos acabam não saindo desses locais ou, quando saem, logo retornam. Para locais com risco de alagamentos, o Departamento de Trânsito fixa placas de sinalização, sugerindo que os motoristas e pedestres evitem transitar em tais localidades em ocasiões de chuvas intensas, conforme ilustrado pela Figura 2.

Figura 2 – Sinalizações de áreas sujeitas a alagamento em Goiânia-GO



Fonte: <http://goias24horas.com.br/wp-content/uploads/2014/12/placas-alagou.jpg>

METODOLOGIA

O procedimento empregado no trabalho foi o monográfico, por se basear numa revisão a respeito da temática de enchente, inundação e alagamento. Tendo uma finalidade de ser aplicada ao ensino de Geografia, o desenvolvimento da pesquisa foi apoiado numa abordagem qualitativa e de caráter exploratório, uma vez que, conforme descrito por Marconi e Lakatos (2013), a pesquisa qualitativa visa abarcar as particularidades de um tema específico e o caráter exploratório pretende apresentar maiores e melhores informações a respeito de uma temática.

O desenvolvimento do trabalho se baseou primeiramente em revisão bibliográfica a respeito da temática tratada, com vistas a apresentar os conceitos, as causas e as consequências desses fenômenos, sendo os principais autores: Tucci (2007), Camapum de Carvalho et al. (2014), Rego (2014) e Licco e Dowell (2015).

Essa etapa de pesquisa documental também abarcou consulta no documento do Currículo Referência do Estado de Goiás (GOIÁS, 2012), com o intuito de fazer a identificação e análise das expectativas de aprendizagem em que seriam abordadas as temáticas de enchentes, inundações e alagamentos, da mesma forma que verificada a série do ensino fundamental e médio.

A etapa seguinte consistiu numa averiguação se a temática é contemplada em livros didáticos em Geografia adotados na Rede Municipal (Goiânia) e Estadual (Goiás) de Ensino, sendo utilizados dois livros didáticos voltados ao ensino fundamental: O “Projeto Araribá Geografia”, da Editora Moderna e de autoria de Vedovate (2010), em sua 3ª edição, e “Vontade de Saber Geografia”, da Editora FTD e de autoria de Torrezani (2012) – ambos voltados ao sexto ano.

Por fim, é proposto um plano de aula voltado aos professores que ministram aulas para alunos do 6º ano do Fundamental com a temática de enchente, inundações e alagamento, valendo-se da perspectiva de problematização, conceituação, discussão e exemplificação dos fenômenos, baseando-se num estudo de caso para o município de Goiânia (GO).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Por meio da leitura e análise do Currículo de Referência do Estado de Goiás (GOIÁS, 2012), percebe-se que as temáticas de enchentes, inundações e alagamentos não são postas enquanto expectativas de aprendizagem ao longo do ensino fundamental e médio.

Contudo, considerando a expectativa de aprendizagem no 6º ano do ensino fundamental de “Refletir o dinamismo e reconhecer as transformações realizadas pela ação humana na natureza e as formas de degradação ambiental e social decorrentes desse processo” (GOIÁS, 2012, p. 197), essa temática pode ser abarcada perante as

expectativas que tratam das formas de apropriação e de transformação da natureza pela sociedade e da degradação ambiental resultante, como um problema ambiental decorrente da apropriação inadequada da natureza.

Enquanto os fenômenos de inundação e alagamento não constam nos livros consultados, mesmo de forma superficial, no livro “Projeto Araribá” é abordada a temática de enchentes. Entretanto, a abordagem é insuficiente para a compreensão do fenômeno, pois não apresenta conceitos, causas e consequência de sua ocorrência.

Considerando a praticamente ausência dessa temática nos livros didáticos analisados, que pode ser realidade em tantos outros, apresenta-se na sequência uma proposta de plano de aula voltada ao 6º ano do ensino fundamental.

A aula proposta pode ter o objetivo de apresentar os conceitos, as diferenças, as causas e consequências dos fenômenos de enchente, inundação e alagamento, ilustrando como estudo de caso, para a problematização e exemplificação dos estudantes, o município de Goiânia (GO).

Primeiramente, com base nos trabalhos desenvolvidos por Lico e Dowell (2015) e Camapum de Carvalho et al. (2014), podem ser apresentados os conceitos, causas e consequências dos fenômenos. Por meio de cartazes, figuras, ilustrações, desenhos, fotografias ou slides, pode ser apresentada a conceituação concomitantemente à diferenciação dos três fenômenos – como exemplificado pela Figuras 1.

Ainda, valendo-se de desenhos ou fotografias constantes em revistas, jornais ou na *internet*, podem ser apresentados aos alunos alguns relatos de ocorrências de enchentes, inundações e alagamentos em Goiânia, como feito pelas Figuras 3 e 4, que ilustram as consequências e transtornos causados por enchentes e alagamentos nesta cidade.

Figura 3 – Enchente do Córrego Botafogo, em dia 15/02/2015.



Fonte: <http://g1.globo.com/goias/noticia/2015/02/chuva-e-ventania-provocam-queda-de-arvores-em-varios-bairros-de-goiania.html>.

Figura 4 – Alagamento junto ao túnel Jaime Câmara



Fonte:http://www.opopular.com.br/polopoly_fs/1.443457.1387227875!/image/image.jpg_gen/derivatives/landscape_800/image.jpg

Além de abarcarem os fenômenos de enchente, inundação e alagamento e as consequências de perdas materiais, poluição de corpos hídricos e veiculação de doenças, essa temática pode ser relacionada a outros assuntos, como mudanças climáticas, ocupação irregular de áreas urbanas e população de risco. Tais possibilidades devem ser consideradas pelo professor, decorrente de seu papel como mediador do ensino-aprendizagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os fenômenos de enchente, inundação e alagamento, tão presentes no dia-a-dia, muitas vezes não são contemplados nos livros didáticos e/ou são introduzidos no processo de ensino de Geografia de maneira confusa e sem muito rendimento de aprendizagem. Conteúdo, apesar de não serem exigidos como expectativas de aprendizagem no Currículo de Referência da Rede Estadual de Ensino de Goiás, essa temática pode e deve ser pautada em sala de aula, por meio de uma aula que envolva a problematização, conceituação e apresentação de relatos e exemplos por parte do professor ou estudante.

Essa foi a proposta do presente capítulo, ao apresentar os conceitos, causas e consequências dos fenômenos de enchente, inundação e alagamento, diferenciando-os, e de apresentar uma proposta de plano de aula para a temática, de modo a servir como roteiro para o ensino-aprendizagem dessa temática.

REFERÊNCIAS

GOIÁS. Secretaria de Estado da Educação. **Currículo de Referência da Rede Estadual de Educação de Goiás**. Goiânia, 2012.

REGO, Thalyta Lopes. Inundações Nas Áreas de Preservação Permanentes em Goiânia-GO. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEÓGRAFOS, 7., 2014, Vitória-ES. **Anais...** Vitória-ES: AGB, 2014. p.01-10.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia do Trabalho Científico**. 7ª ed. São Paulo: Atlas, 2013.

LICCO, Eduardo Antônio; DOWELL, Silvia Ferreira Mac. Alagamentos, Enchentes, Enxurradas e Inundações: digressões sobre seus impactos sócio econômicos e governança. **Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística**, v. 5, n. 3, 2015.

CAMAPUM DE CARVALHO, José, et al. Enchentes, alagamentos e inundações: causas, consequências e soluções. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DOS SOLOS E ENGENHARIA GEOTÉCNICA, 17., 2014, Goiânia. **Anais do XVII COBRANSEG**, 2014. São Paulo: ABMS, 2014. p. 1-8.

TUCCI, C. E. M.. **Inundações Urbanas**. 1. ed. Porto Alegre: ABRH, 2007. 352p.

VEDOVATE, Fernando Carlos. **Projeto Araribá Geografia 6º ano**. São Paulo: 3ªed. Moderna, 2010.

TORREZANI, Neiva. **Vontade de Saber Geografia**. São Paulo: 1ªed. FTD, 2012.

TUCCI, Carlos E. M; PORTO, Rubem La Laina, Barros, Mario T. de. **Drenagem urbana** Porto Alegre: Ed. da UFRGS: ABRH, 1995. 428 p.

TUCCI, Carlos E. M et.al. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: 4ªed. Ed. Da UFRGS: ABRH, 2013. 940p.

AGRADECIMENTOS

Os organizadores desse livro, conjuntamente aos autores dos diversos capítulos, agradecem ao apoio institucional da Universidade Estadual de Goiás – Campus Iporá e financeiro cedido pela Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG).





Em apoio à sustentabilidade, à preservação ambiental, a PRONTO EDITORA GRÁFICA/ KELPS, declara que este livro foi impresso com papel produzido de florestas cultivadas em áreas degradadas e que é inteiramente reciclável.

Este livro foi impresso na oficina da PRONTO EDITORA
GRÁFICA/ KELPS, no papel: Off-set 75g/m², composto na fonte
Minion Pro, corpos 8, 9, 11 e 12
Fevereiro, 2018

A revisão final desta obra é de responsabilidade do autor

