



IV Fórum Regional das Águas
XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

ANAIS

IV FÓRUM REGIONAL DAS ÁGUAS

XV SEMANA DO CURSO DE GEOGRAFIA

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

Formosa/Go, 11 a 14 de junho de 2019

Elton Souza Oliveira
(Organização e Editoração)

FORMOSA/GO

2019



IV Fórum Regional das Águas XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

ANAIS

IV FÓRUM REGIONAL DAS ÁGUAS

XV SEMANA DO CURSO DE GEOGRAFIA

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

OLIVEIRA, Elton Souza (Organizador) 2019. ANAIS do IV Fórum Regional das Águas e XV Semana do curso de Geografia - Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos. OLIVEIRA, Elton Souza (Org.). Formosa: UEG, 2019. 96p

1. IV Fórum Regional das Águas e XV Semana do curso de Geografia. 2. Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos. 2. Universidade Estadual de Goiás.



IV Fórum Regional das Águas

XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

COMISSÃO ORGANIZADORA

Coordenação Geral

Prof. Me. Elton Souza Oliveira

Comissão de Organização

Dr. Amom C. de Oliveira Teixeira

Me. Giuliano Tostes Novais

Esp. Patrícia Monteiro

Dr. Patrick Thomaz de Aquino Martins

Esp. Rodrigo Botelho Salomão

Dra. Thiara Messias de Almeida Teixeira

Me. Wilson Lopes Mendonça Neto

Comissão Científica

Me. Adjair Maranhão de Sousa (Docente/Geografia - UEG - Câmpus Iporá)

Dr. Antônio Fernandes dos Anjos (Docente/Geografia - UEG - Câmpus Iporá)

Dr. Amom C. de Oliveira Teixeira (Docente/Geografia - UEG - Câmpus Formosa)

Me. Divino José Lemes de Oliveira (Docente/Geografia - UEG - Câmpus Iporá)

Dr. Flávio Alves de Sousa (Docente/Geografia - UEG - Câmpus Iporá)

Me. Elton Souza Oliveira (Docente/Geografia - UEG - Câmpus Formosa)

Me. Washington Silva Alves (Docente/Geografia - UEG - Câmpus Iporá)

Me. Marcos Vinicius Santos Dourado (Docente - Seduce - GO)

Dr. Patrick Thomaz de Aquino Martins (Docente/Geografia - UEG - Câmpus Formosa)

Dr. Pedro Rogerio Giongo (Docente/Geografia - UEG - Câmpus Sant Helena)

Ma. Priscylla Karoline de Menezes (Docente/Geografia - UEG - Câmpus Iporá)

Dr.^a Thiara Messias de Almeida Teixeira (Docente/Geografia - UEG - Câmpus Formosa)

Me. Valdir Specian (Docente/Geografia - UEG - Câmpus Iporá)

Me. Wilson Lopes Mendonça Neto (Docente/Geografia - UEG - Câmpus Formosa)

Comissão de Apoio Editorial e Comunicação

Me. Elton Souza Oliveira (Docente/Geografia - UEG - Câmpus Formosa)

Adriene dos Reis Colli (Discente/Geografia – UEG – Câmpus Formosa)

Jakeline Martins da Silva (Discente/Geografia – UEG – Câmpus Formosa)



IV Fórum Regional das Águas

XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

Comissão de Inscrições

Dr. Wilson Lopes Mendonça Neto (Docente/Geografia - UEG - Câmpus Formosa)
Daniel Victor Pereira Gouveia da Guirra (Discente/História - UEG - Câmpus Formosa)
Douglas Aguiar Pires (Discente/Geografia – UEG – Câmpus Formosa)
Emily Teles De Oliveira (Discente/Geografia – UEG – Câmpus Formosa)
Jefferson da Silva Pimenta (Discente/Geografia – UEG – Câmpus Formosa)
Jéssica da Silva Monteiro (Discente/Geografia – UEG – Câmpus Formosa)
Leide Daiana (Discente/Geografia – UEG – Câmpus Formosa)
Luan Santos Cardoso (Discente/Geografia – UEG – Câmpus Formosa)
Raquel Pereira dos Santos (Discente/Geografia – UEG – Câmpus Formosa)

Comissão de Divulgação

Esp. Patrícia Monteiro (Docente/Geografia - UEG - Câmpus Formosa)
Alessandra da Silva Moreno (Discente/Geografia – UEG – Câmpus Formosa)
Anderson Victor Moreira (Discente/Geografia – UEG – Câmpus Formosa)
Bárbara Maria de Melo (Discente/Geografia – UEG – Câmpus Formosa)
Douglas Rodrigues de Jesus (Discente/Geografia – UEG – Câmpus Formosa)
Karolainy Alves Valverde (Discente/Geografia – UEG – Câmpus Formosa)
Maria Rita Pablyne Mendes da Cruz (Discente/Geografia – UEG – Câmpus Formosa)
Pedro Henrique de Matos Alves (Discente/Geografia – UEG – Câmpus Formosa)
Samara Francisca da Silva (Discente/Geografia – UEG – Câmpus Formosa)
Vanessa Faria da Silva (Discente/Geografia – UEG – Câmpus Formosa)

Comissão Técnica Operacional

Esp. Rodrigo Botelho Salomão (Docente/Geografia - UEG - Câmpus Formosa)
Arlei Correa dos Santos Junior (Discente/Geografia -UEG -Câmpus Formosa)
Edson Moisés Chaves (Discente/Geografia -UEG -Câmpus Formosa)
Lucas Azevedo Braga (Discente/Geografia -UEG -Câmpus Formosa)
Marco Túlio Abreu Vieira (Discente/Geografia -UEG -Câmpus Formosa)
Matheus Santiago Vieira (Discente/Geografia -UEG -Câmpus Formosa)
Vinícius Alberto Nunes de Almeida (Discente/Geografia -UEG -Câmpus Formosa)

Contato

Email: eventosgeafsa@gmail.com



IV Fórum Regional das Águas

XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	1
TRABALHOS COMPLETOS	
Caracterização física da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Rita, Formosa-GO.....	2
Vulnerabilidade natural à perda de solo da Sub-Bacia Hidrográfica do Córrego Raizama, Formosa-GO.....	18
Levantamento de impactos ambientais por processamento digital de imagens capturadas por Vant e uso de fotogrametria na recuperação de áreas degradadas.....	34
Avaliação da importância das Veredas para o equilíbrio hidroecológico do Bioma Cerrado e as ameaças da agropecuária.....	48
Monitoramento pluviométrico dos setores Nordeste e Central de Formosa (GO): uma análise das chuvas do ano de 2017 a 2019.....	64
Análise de tendências em séries pluviométricas na região administrativa de Planaltina-DF.....	75
Análise da concentração de sólidos em suspensão e parâmetros físico-químicos na Lagoa Feia, no município de Formosa-GO.....	86



IV Fórum Regional das Águas

XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

APRESENTAÇÃO

O evento teve seu início em 2016, no curso de Geografia da Universidade Estadual de Goiás - Câmpus Iporá e foi um importante marco para consolidação da importância em se discutir os recursos hídricos na região. Todas as três primeiras edições do evento foram realizadas no Câmpus de Iporá e trataram temáticas como: "Geopolítica, estratégias de apropriação e usos sustentáveis das águas"; "Águas do Cerrado: gestão, usos e conflitos"; "Água para o amanhã: educação, gestão, manejo e recuperação de mananciais".

Em sua IV edição o evento foi realizado pelo curso de Geografia do Câmpus Formosa fazendo com que o evento passasse a ter um caráter rotativo. Além da importância natural de se discutir os recursos hídricos o evento chegou à cidade de Formosa em um momento impar visto que o município estava passando por complicações em um de seus principais cartões postais, a Lagoa Feia.

Assim em sua quarta edição o evento buscou discutir como os ambientes aquáticos vem sendo impactados por meio da temática "Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos".

Elton Souza Oliveira
Coordenador Geral do Evento



CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SANTA RITA, FORMOSA-GO

Amom Chrystian de Oliveira Teixeira¹; Thiara Messias de Almeida Teixeira¹

¹Professores do Curso de Geografia da UEG Câmpus Formosa.

Resumo

A presente pesquisa teve como objetivo caracterizar os aspectos físicos-ambientais da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Rita, localizada entre Formosa-GO e a Região Administrativa de Planaltina (DF), visando produzir um conjunto de informações para subsidiar a gestão dos recursos hídricos. Para isso, utilizou-se dados geoambientais (geologia, geomorfologia, clima e tipos de solos) disponíveis no banco de dados do SIEG em formato shapefile, dados da missão SRTM e dados de parâmetros de qualidade da água. O software utilizado foi o ArcGis 10.3 para construção de mapas temáticos. As condições edafoclimáticas favoreceram o avanço da monocultura de grãos em larga escala e as atividades pecuaristas. Os usos do solo têm provocado a contaminação e a modificação das características físico-químicas dos corpos hídricos.

Palavras-chave: paisagem; cerrado; recursos hídricos; qualidade da água; parâmetros morfométricos.

INTRODUÇÃO

A água é o principal e mais importante recurso para humanidade, estando associada a todos os aspectos de sua vida – biológicos, sociais, econômicos e culturais. O uso sustentável, a perda de qualidade e os conflitos relacionados à gestão deste recurso constituem-se em temas de crescente relevância em decorrência dos efeitos antropogênicos. Dessa forma, a administração sustentável e racional dos recursos naturais torna-se um dos principais desafios das sociedades modernas.

Os recursos hídricos do Cerrado são marcados pela alternância entre estações secas e chuvosas e pela pressão antrópica da expansão da agricultura e urbanização ocorrida nas últimas décadas, o que tem levado ao desenvolvimento de conflitos ligados ao acesso a água.

Uma das principais barreiras para a gestão da água em países não desenvolvidos, como o Brasil, é a escassez de dados que possibilitem a implantação de políticas públicas racionais que considerem as potencialidades e limites dos sistemas aquáticos e dos demais sistemas e elementos associados aos corpos hídricos (BRASIL, 2014). Como no resto do país, o Cerrado, embora seja um dos principais *hotspots* mundiais da conservação, tem uma rede monitoramentos precária.

Sob a perspectiva sistêmica, a água atua como integrador entre os principais elementos e processos da paisagem, sendo a qualidade da água um reflexo das condições geomorfológicas, climáticas, hidrológicas, biológicas e de uso e manejo dos solos (HUNSAKER et al., 1998;



PIRES et al., 2005). Dessa forma, os estudos hidrológicos consubstanciam-se de caráter multidisciplinar, pois derivam da necessidade, não apenas de compreendê-los, mas de entender os outros fenômenos a ele associados (LORANDI; CANÇADO, 2005).

Os estudos integrados propõem a compreensão da interconectividade dos componentes ambientais do meio físico em busca de uma noção holística e de totalidade, para subsidiar a melhor compreensão do binômio sociedade-natureza (SANTOS; SOUZA, 2011).

Nesse prisma, este trabalho seleciona a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Rita (BHRSR) situada entre o município de Formosa-GO, onde desagua na Lagoa Feia, e a Região Administrativa de Planaltina no Distrito Federal (DF) (Figura 01). Esta Bacia Hidrográfica (BH) é marcada pela pressão da expansão da agricultura irrigada em larga escala e pastagens, atividades que podem modificar o equilíbrio dinâmico deste sistema e conseqüentemente dos corpos hídricos. Por isso, esta pesquisa teve como objetivo caracterizar os aspectos físicos-ambientais da BHRSR, visando produzir um conjunto de informações para subsidiar a gestão dos recursos hídricos da área.

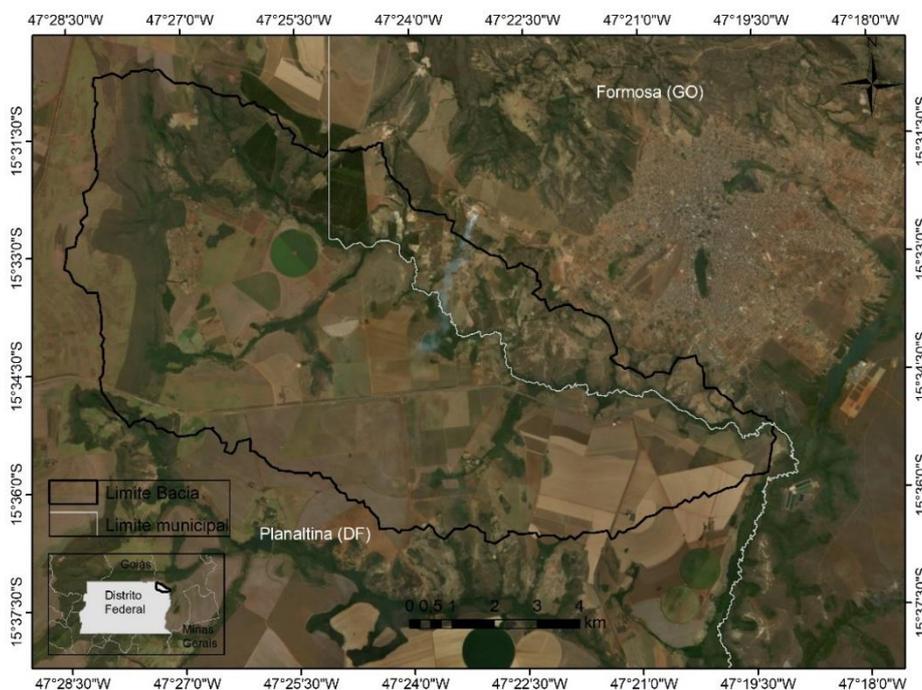


Figura 01: Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Rita.

MATERIAL E MÉTODOS

Levantamento do Meio Físico

O trabalho utilizou dados cartográficos obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG) e imagens de radar do projeto SRTM, através do qual foi



criado um Modelo Digital de Elevação (MDE), onde foi possível realizar cálculos de dados morfométricos segundo Christofolletti (1981). Os dados dos mapas geoambientais foram recortados tendo por base os limites da bacia hidrográfica, utilizando o software Arcgis 10.3, onde foi montado um banco de dados e imagens cartográficas – geologia, geomorfologia, solos, clima, hidrografia e uso da terra – que deu suporte às demais fases do trabalho.

Caracterização físico-química das águas do Ribeirão Santa Rita

Em 23 de janeiro de 2019 realizou-se trabalho de campo onde percorreu-se toda a bacia para levantamento das características ambientais, registro fotográfico e seleção de pontos para coleta de água ao longo do curso hídrico. Foram selecionados três pontos para avaliação características físico-químicas da água. A seleção dos pontos, dos parâmetros físico-químicos e da metodologia empregada se baliza nas visitas de campo realizadas em 2018 com vistas a compreensão da paisagem da bacia hidrográfica, dos dados geoambientais obtidos na fase anterior do trabalho, nas orientações da Agência Nacional de Águas (ANA) através do Programa Nacional de Avaliação da Qualidade da Água (PNQA) (BRASIL, 2014).

Em campo foram obtidas as coordenadas geográficas e os dados de temperatura da água, temperatura do ar, potencial de Hidrogênio, total de sólidos dissolvidos e condutividade elétrica. Além disso, foram coletadas amostras de água de cada ponto que foram acondicionadas e transportadas até o laboratório da Companhia Saneamento de Goiás (SANEAGO) e Laboratório de Análises Hidroclimáticas da UEG-Formosa.

No laboratório da SANEAGO foram realizadas análises de turbidez, cor aparente, potencial de hidrogênio, sólidos totais dissolvidos, fosforo total, nitrato, nitrito, condutividade, oxigênio dissolvido, DBO (5 dias a 20°C), índice de Coliformes Termotolerantes e índice de *Escherichia coli*. No Laboratório de Análises Hidroclimáticas foram realizadas análises de turbidez e concentração de sólidos em suspensão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Descrição dos aspectos físicos ambientais da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Rita

Contexto Geológico Regional

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Rita encontra-se situada no contexto geológico da Província Tocantins, uma entidade litotectônica – formada durante Orogênese Brasileira Neoproterozóica – que encontra-se balizada entre os Crátoms Amazônico e São Francisco e pelos depósitos fanerozóicos das bacias do Parnaíba e Paraná (ALMEIDA et al., 1981; PEROSI, 2006; PIMENTEL et al. 2000; SORDI, 2007).



IV Fórum Regional das Águas XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

As características desta província são herdadas do cinturão de dobras e empurrões, resultado da convergência dos blocos continentais representados pelos Crátons Amazônico, São Francisco/Congo e Parapanema (ALMEIDA et al., 1981; PEROSI, 2006) que ocorreu na amalgamação do supercontinente Gondwana (UNRUG, 1992).

A Província Tocantins compreende três importantes cinturões de dobramentos supracrustais: Araguaia, Paraguai e Brasília (ALMEIDA et al., 1981; PIMENTEL et al., 2000). A Faixa Brasília, sobre a qual se localiza a BHRSR, a principal unidade da província Tocantins (PEROSI, 2006), se formou pela convergência dos blocos Amazônia, São Francisco-Congo e Parapanema (Rio de La Plata), bem como de blocos alóctones menores (PIMENTEL, 2016).

Segundo Fuck et al. (1994) a Faixa Brasília pode ser compartimentada em Zona Externa (compostas pelos grupos Paranoá, Canastra e Bambuí e formações Vazante e Ibiá, além de porções de seu embasamento) e Zona interna (composta pelo grupo Araxá e seus embasamentos). Os grupos Bambuí e Paranoá estendem-se pela borda ocidental do Cráton do São Francisco e ocorrem tanto no domínio cratônico quanto na faixa Brasília (ALVARENGA, et al., 2007).

Na BHRSR, o Grupo Paranoá possui seções próximas aos divisores de água noroeste nas proximidades da cabeceira (Figura 02). O Paranoá – individualizado e elevado a grupo por Dardene (1978) – representa uma sequência preenchimentos detríticos siliclásticos de bacia de primeira ordem que se estende para o interior do Cráton, em geral, recoberta por unidades do Grupo Bambuí (DARDENE, 1978; PIMENTEL, 2016).

Segundo Alvarenga et al. (2007) este grupo corresponde a uma sucessão psamo-pelito-carbonatada depositada em condições plataformais, em “ambiente de margem passiva caracterizada pela presença de fácies sublitorâneos, litorâneos e continentais, traduzindo uma sedimentação deltaica costeira de uma bacia epicontinental” (DARDENNE, 1981 *apud* LIMA, 1997, p. 11).

Na região de Formosa-Bezerra-Cabeceiras, o grupo Paranoá é exposto no centro de grandes anticlinais inversos de flancos falhados, podendo estar recoberto pelos diamictitos glaciais da Formação Jequitáí ou diretamente pelos carbonatos do Grupo Bambuí. A Unidade basal do Grupo Paranoá nessa região é composta por quartzitos finos a grossos com selecionamento variável. Por meio de um contato intercalado essa unidade passa ao Ritmito Inferior, que é caracterizado pela alternância de quartzitos finos e metassiltito com freqüentes lentes de calcário e dolomito no seu topo. Um intervalo de arcóseo médio a muito grosso recobre o Ritmito Inferior, sendo recoberto pelo Ritmito Superior formado por alternância de camadas de quartzito, siltito e argilito com ocasionais ocorrências de glauconita (ALVARENGA et al., 2007, p. 1000).



IV Fórum Regional das Águas

XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

A BH também revela, em seu setor nordeste, seções do grupo Bambuí. O Bambuí é uma unidade sedimentar neoproterozóica que cobre grandes partes do Cráton do São Francisco (DARDENE, 1978; PIMENTEL, 2016). Este grupo representa uma “associação de litofácies siliciclásticas e bioquímicas, na forma de sedimentos plataformais depositados em extenso mar epicontinental” (IGLESIAS; UHLEIN, 2009, p. 259).

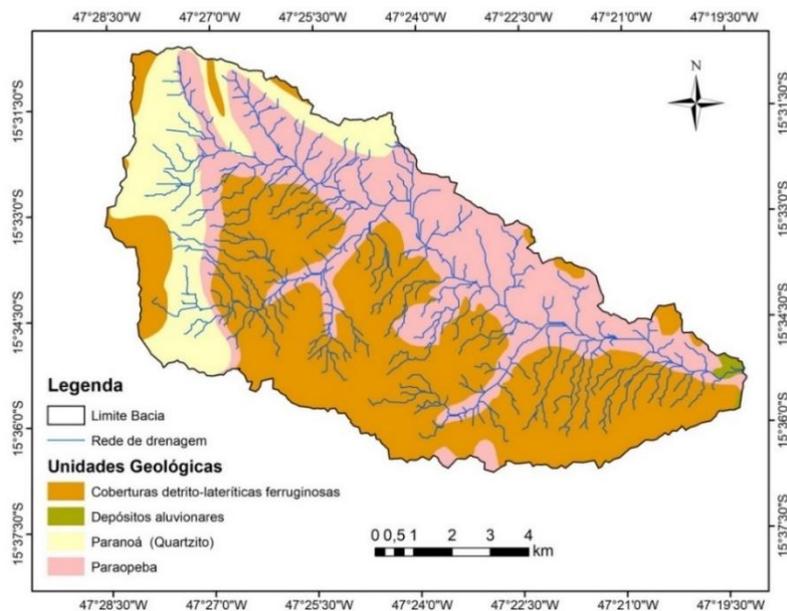


Figura 02: Unidades Geológicas da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Rita.

A única formação do Bambuí encontrada na BHRSR é a Formação Paraopeba, um conjunto de rochas pelito-carbonatadas. Tal arranjo dá origem a rochas clasto-químicas, tais como calcarenitos, dolomitos, folhelhos, siltitos, e argilitos dentre outros (ALVARENGA et al., 2007).

A bacia possui também um pequeno trecho de depósito aluvional na desembocadura arrastado e depositado pelo corpo fluvial e áreas extensas de coberturas detrito-laterítica ferruginosas de idade cenozóica que formam uma crosta detrito-laterítica, principalmente no setor setentrional da bacia hidrográfica, onde podem ser encontrados desde camadas silticoargilosas a cascalhos finos que dão origem a Latossolos. Essas coberturas lateríticas podem ser consideradas a principal unidade da bacia em extensão, recobrendo mais da metade de sua área, sobretudo na borda do planalto.



Contexto Geomorfológico

A bacia hidrográfica possui desnível superior a 300 metros entre a sua foz e a cabeceira (Figura 03). As altitudes são menores no entorno do leito fluvial, situadas abaixo dos 900 metros, enquanto no resto do baixo curso e na maior parte do médio curso predominam altitudes entre 900 e 1000 metros. Nas proximidades da cabeceira há a rápida elevação da altitude e declividades (Figuras 03 e 04) até a área mais alta (1150 m a 1200 m) que marca os divisores de água entre a BHRSR e a BH do Rio Píripau.

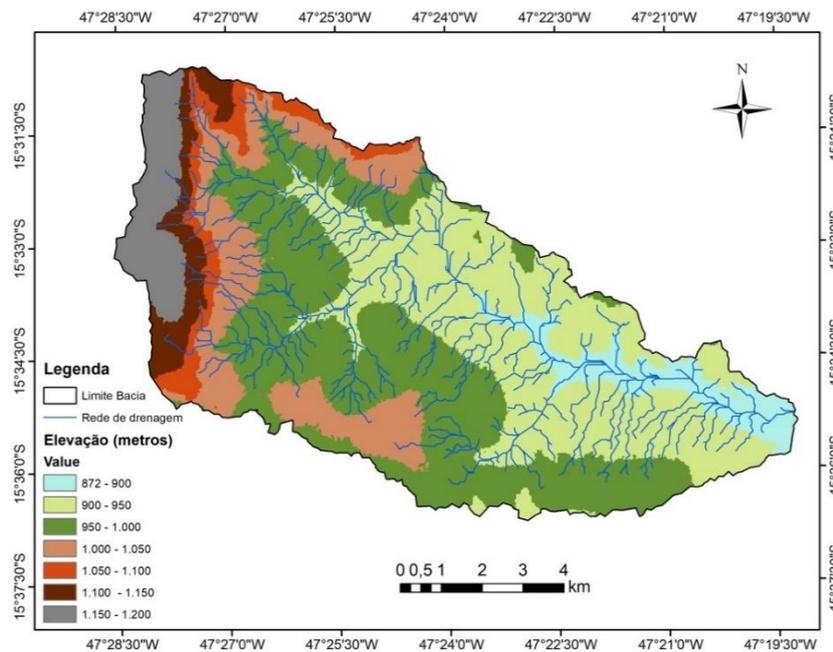


Figura 03: Altitudes da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Rita.

No mapa geomorfológico elaborado por Pinto (1994 *apud* MARTINS et al., 2004) é possível distinguir duas unidades para essa BH: No alto curso a Região da Chapada do Piripau e no resto da BH a Área de Dissecação Intermediária Vale do Rio Preto. A unidade de chapada é caracterizada por uma topografia plano-ondulada acima de 1000 m (de 1150 a 1200 metros na BHRSR) desenvolvida sobre quartzitos, ardósias, filitos e micaxistos (MARTINS, et al., 2004), recobertos por Plintossolos, Latossolos e couraças lateríticas. Já a unidade de dissecação intermediária corresponde a uma área fracamente dissecada sobre ardósias, filitos e quartzitos onde, nos interflúvios, podem ocorrer couraças, Latossolos e fragmentos de quartzo (MARTINS et al., 2004).



IV Fórum Regional das Águas

XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

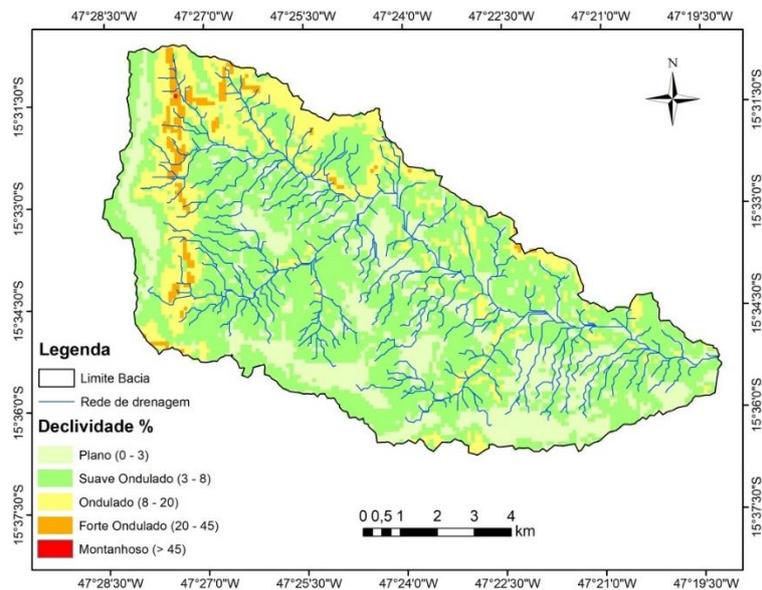


Figura 04: Declividade da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Rita.

Já segundo o mapa da CODEPLAN (1984), que realiza a compartimentação do relevo do Distrito Federal, há duas unidades nesta Bacia Hidrográfica. A primeira ocorre nas áreas mais altas e próximas as cabeceiras dos córregos, bem como na margem esquerda e é denominada de Pediplano Brasília, uma formação geomorfológica sustentada, segundo Martins (2004), por quartzitos.

Segundo este estudo da CODEPLAN (1984), predominam no Pediplano Brasília as chapadas, os chapadões e os interflúvios tabulares cobertos por materiais oriundos das áreas mais altas. Na porção da BHRSR localizada no Pediplano, as maiores elevações correspondem aos divisores de água e as maiores declividades, marcam a transição de duas áreas de relevo sub-horizontal.

A segunda unidade presente no médio e baixo curso do Ribeirão Santa Rita, é denominada pelo estudo da CODEPLAN (1984) de Depressões Interplanálticas Pediplanadas e o Planalto Dissecado do Alto Maranhão. A gênese dessa unidade é associada a alternância de clima úmido e seco, gerando erosões sucessivas, provavelmente associadas a soerguimentos tectônicos (MARTINS et al., 2004). Nas áreas do Rio Preto, da qual faz parte da BHRSR aparecem relevos e colinas e interflúvios tabulares, predominando declives acentuados (MARTINS et al., 2004; CODEPLAN, 2017).

Uma classificação do relevo mais recente foi realizada também pela CODEPLAN (2017) baseada, principalmente, nas declividades e altitudes do Distrito Federal. Nessa classificação aparecem três unidades na BHRSR: Em quase toda a bacia hidrográfica encontra-



se na unidade Plano Intermediário (Chapadas) com altitudes entre 950m e 1200m; nas proximidades da cabeceira uma área de transição em forma de faixa estreita denominada de Rampa Íngreme (depressões interplanálticas) e após essa a unidade o Plano Elevado (chapadas) que atua como divisor de águas a unidade plano elevado (chapadas). Essas unidades do estudo da CODEPLAN (2017) podem ser relacionadas com os mapas de declividade e altitudes das Figuras 03 e 04.

Classes de Solos

Na BHRSR são encontradas três classes de solos: Latossolos (distróficos no médio e alto curso da BH e ácricos no baixo e médio curso), Cambissolos e Pintossolos (Figura 05). Os Latossolos são os solos predominantes em extensão na BH, recobrando parte significativa do baixo e médio curso. Na BHRSR, estão associados às coberturas detrito-lateríticas ferruginosas e a relevos planos. São solos minerais bastante intemperizados, com pequena diferenciação de horizontes caracterizados pela presença do horizonte diagnóstico B latossólico (Bw) abaixo de qualquer horizonte, exceto hístico (LEPSCH, 2010; EMBRAPA, 2013).

São em geral profundos, mas pobre em nutrientes e frequentemente com acidez elevada. Segundo a Embrapa (2013), o horizonte B latossólico é um horizonte mineral sub-superficial cujos constituintes evidenciam o estágio avançado de intemperização (alteração quase completa de minerais primários menos resistentes e argilas 2:1, dessilificação, lixiviação de bases, concentração residual de sesquióxidos e argilas 1:1 e minerais primários resistentes ao intemperismo). Sua constituição geral é formada por quantidades variáveis de óxidos de ferro e alumínio, minerais de argila 1:1, quartzo e outros minerais resistentes ao intemperismo.

Na bacia hidrográfica aparecem Latossolos vermelhos – classe definida pela matriz 2,5YR ou mais nos primeiros 100 cm do horizonte B (EMBRAPA, 2013), em geral dada pela elevada quantidade de hematita não hidratada – distróficos e ácricos. Em ambos os casos, são solos caracterizados pela pobreza nutricional e o solo ácrico ainda possui necessidades de correção de acidez. Apesar da pobreza nutricional, a boa drenagem e as propriedades físicas em combinação com os relevos planos da bacia favorecem a mecanização destes solos.

Os Cambissolos são solos minerais caracterizados pela presença do horizonte diagnóstico B incipiente (Bi) subjacente a qualquer horizonte superficial, com exceção do hístico ou chernozêmico quando o horizonte B incipiente possuir alta atividade das argilas e saturação por bases (EMBRAPA, 2013). São solos jovens, rasos, pouco evoluídos, com profundidade entre 50 a 100 cm, e ainda apresentam características da rocha matriz, com grandes quantidades de minerais primários.



IV Fórum Regional das Águas

XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

Na bacia, os Cambissolos ocorrem no baixo e médio curso, principalmente nos rios da margem direita do Ribeirão Santa Rita, em uma faixa relativamente estreita. Estes solos se relacionam à geologia do Paranoá e a relevos suave-ondulados a ondulados. Na área de estudo apresentam cores vivas e mesmo com suas limitações são usados intensamente com agricultura e pastagem.

Os Plintossolos ocorrem principalmente no alto curso da bacia. Sua principal característica é a expressiva plintização, isto é, horizonte plíntico que se caracteriza pela presença de plintita em quantidade igual ou superior a 15% e espessura de no mínimo 15% (EMBRAPA, 2013). Na BH, ele se mostra pela presença mosqueados de nódulos ferruginosos.

As características dos Plintossolos da BHRSR, indicadas pelos segundo nível (pétrico) e terceiro nível (concrecionário) são decorrentes da presença de concreções de óxidos de ferro, que constituem-se em obstáculos a agricultura. Sua posição na bacia hidrográfica encontra-se associada ao Grupo Paranoá e ao relevo mais movimentado da rampa que liga os planos elevado e intermediário.

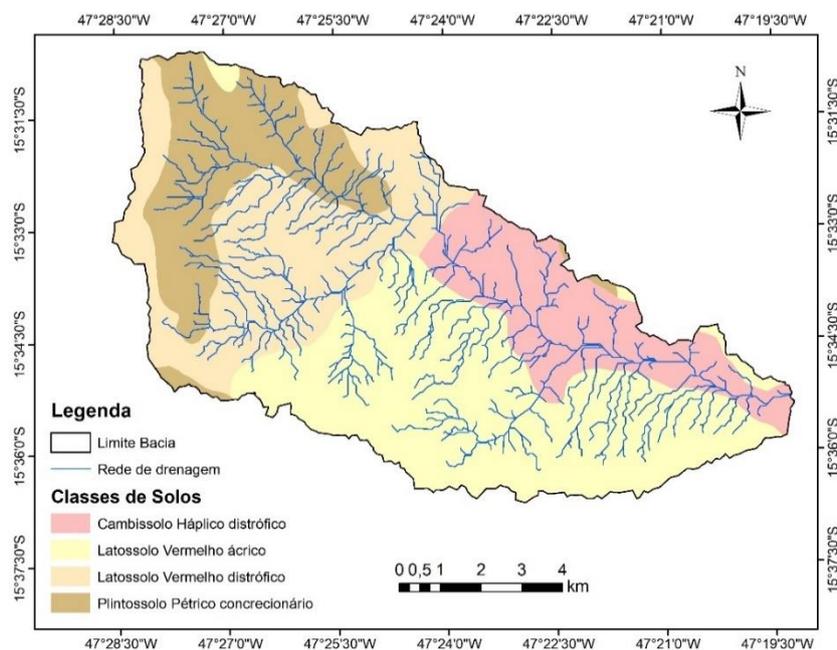


Figura 05: Classes de solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Rita.

Aspectos Hidroclimáticos

Caracterização do Clima

Embora a maior parte da BH se localize no DF, a proximidade com a estação meteorológica de Formosa-GO faz com que o clima desta BH seja melhor identificado com os



dados obtidos nessa estação. A BH apresenta, de acordo com a Classificação de Koppen, o clima do tipo Aw, tropical com chuvas de verão e inverno seco.

O tempo seco no meio do ano, segundo Cardoso et al. (2014, p. 41) se justifica pela “estabilidade gerada pela influência do anticiclone subtropical do Atlântico Sul e de pequenas dorsais que se formam sobre a parte continental sul americana”. Já a época das chuvas está relacionada com o deslocamento da Zona de Convergência Intertropical para sul no verão, o que gera instabilidade em todo a região central do país (CARDOSO et al., 2014).

No climograma de Formosa (Gráfico 01), verifica-se a precipitação de 1.465 mm anuais, concentradas entre os meses de outubro a março (primavera e verão), sendo os demais meses do ano secos, com precipitação inferior a 60 mm, podendo ficar abaixo de 10 mm nos meses centrais do ano. A temperatura média é de 22,1°C, com menores valores registrados no inverno, justificando a classificação do clima em Aw.

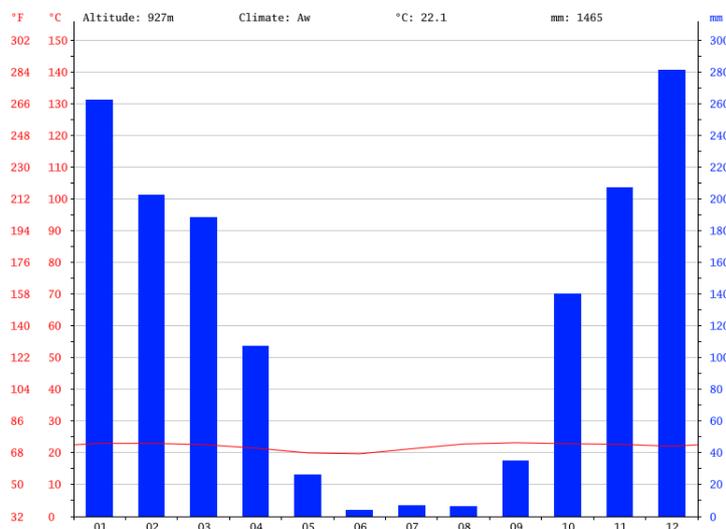


Gráfico 01: Climograma de Formosa-GO entre o período de 1982 a 2012.

Fonte: Climate-Data.Org (2016)

Os dados extraídos, para a área da BHRSR, a partir dos mapas climáticos de Goiás (2006) mostram temperaturas máximas variando entre 26°C e 27°C nos meses de maio a julho e 29°C a 30°C nos meses mais quentes e temperaturas mínimas entre 13 e 14°C em junho e julho e, 18 a 19°C janeiro a março.

Este mesmo estudo mostra que a umidade do ar varia entre 50-52% no mês mais seco (agosto), e 80-82% no mês mais úmido (dezembro) e que a evaporação anual da área da BHRSR é de 1.700 mm a 1.800 mm anuais, superior, portanto, ao volume de precipitações gerando



déficits hídricos na BH. Mas as precipitações e a evaporação não é uniforme ao longo do ano e o déficit não ocorre durante todo o ano. O déficit hídrico ocorre entre meses de maio e outubro pela combinação de baixas precipitações (que podem ser inferiores a 10 mm mensais) e a evaporação alta que pode chegar a 240 mm.

Sendo a BHRSR de pequena extensão (cerca de 18 km entre a foz e a cabeceira), as variações climáticas espaciais na área da BH são pouco significativas, exceto para precipitações, que na cabeceira, em decorrência das mudanças rápidas do relevo apresentam diferenças de volume, em alguns meses, em relação às partes mais baixas.

Descrição das características físico-químicas do corpo hídrico.

A BHRSR desagua na Lagoa Feia, em Formosa e faz parte da Alta Bacia Hidrográfica do Rio Preto, afluente do Rio São Francisco e representa um importante recurso para o desenvolvimento das atividades econômicas e manutenção de processos ecológicos ao longo de toda a bacia.

As condições climáticas da área, principalmente a precipitação, apresentam relação direta sobre os fluxos de água na superfície e subsuperfície. O que também está relacionado as características geológicas, geomorfológicas e cobertura vegetal. Na estação seca, os rios apresentam descida significativa do nível da água e alguns chegam a desaparecer (intermitentes).

Os recursos hídricos apresentam fragilidade natural em decorrência das condições climáticas que alternam estações secas e úmidas e apresentam em diversos anos e meses déficit hídrico. Ainda assim, este recurso é usado intensivamente nas atividades agropecuárias da região, incluindo extensas áreas monocultoras irrigadas e o pastoreio. Além disso, o desague da bacia hidrográfica ocorre na Lagoa Feia, um importante ponto turístico do município de Formosa.

Os pontos selecionados (Quadro 01) buscaram refletir as características dos diversos ambientes da BH. O primeiro, em um espelho d'água de uma barragem artificial, ambiente com características lênticas, mas drenando a área mais preservada da BH; o segundo no médio curso, em ambiente lótico drenando áreas com usos relacionados à agropecuária e; o último, também lótico, situado pouco antes de chegar na área urbana do município e desaguar na Lagoa Feia, tratando-se de um trecho do ribeirão que recebe contribuições de quase toda a bacia.

O parâmetro turbidez cresce ao longo do corpo hídrico, evidenciando o incremento partículas provindas, provavelmente pela erosão natural e causada pelo uso dos solos da BHRSR (Quadro 01). O carreamento de material da BH também pode ser relacionado aos



IV Fórum Regional das Águas

XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

aumentos significativos ao longo do corpo hídrico dos parâmetros CSS e Sólidos Totais Dissolvidos (TDS). Segundo Medeiros et al. (2010), a CSS de um rio é influenciada por diversos fatores tais como: o embasamento geológico, o relevo, os solos, o clima e a cobertura dos solos.

O carreamento de partículas (inclusive de origem orgânica) em solução ou não, também provoca modificações no parâmetro cor aparente, que tem aumento superior a 300% ao longo do corpo hídrico. A cor aparente é um parâmetro ligado principalmente à dissolução de substâncias na água mas também influenciada pela turbidez.

O pH não apresentou grandes variações na campanha, provavelmente em decorrência do período de coleta (janeiro), quando as precipitações podem mascarar os incrementos de ácidos orgânicos.

As oscilações de pH, condutividade elétrica e na presença dos nutrientes analisados (nitrito, nitrato e fosforo) ao longo dos três pontos, tiveram suas variações relacionadas tanto pelos incrementos causados pelos usos do solo quanto pela ciclagem biogeoquímica dos nutrientes. A ciclagem de nutrientes e a atividade biológica é evidenciada pela diminuição do oxigênio dissolvido e pelo aumento da demanda bioquímica de oxigênio.

Embora existam diferenças significativas entre as águas da cabeceira e da baixo curso, a maior parte dos parâmetros analisados em todos os três pontos são compatíveis com corpos hídricos de classe 1 (água doce), segundo a resolução CONAMA N°357/05. No entanto, a contagem de coliformes termotolerantes e Escherichia Coli demonstram a perda significativa de qualidade, a existência de vetores e pontos de contaminação na bacia hidrográfica e a sua descaracterização como corpo hídrico de classe 1. A contaminação coloca em risco as pessoas e animais que consomem a água, os usos (incluindo turísticos) bem como os vegetais irrigados com essa água.

Quadro 01: Caracterização físico-química do corpo hídrico.

Parâmetro	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
Coordenadas geográficas	15,571854°S 47,382283°W	15,567015°S 47,384179°W	15,582107°S 47,344729°W
Temperatura da água (°C)	31,3	24,3	26,3
Turbidez (uT)	4,12	11,9	29,0
Cor aparente (uC)	34,8	51,5	158
Ph	6,45	6,98	6,21
Sólidos totais dissolvidos (mg/L)	12,26	26,21	25,69
Condutividade (µS/cm)	26,66	47,57	47,26
CSS (mg/L)	0,0072	0,0108	0,0233



IV Fórum Regional das Águas

XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

Fósforo (mg/LP)	0,014	0,032	0,027
Nitrato (mg/L N-NO ₃)	0,6	0,3	1,5
Nitrito (mg/L N-NO ₂)	0,007	0,16	0,017
Oxigênio Dissolvido (mg/L O ₂)	7,2	7,5	2,7
DBO (5 dias a 20°C) (mg/L O ₂)	0,7	1,3	1,8
Índice de Coliformes termotolerante (N.M. P 100 mL)	2.030	5.580	4.170
Índice de Escherichia coli (N.M. P 100 mL)	>1	1100	410

Análise morfométrica

Os principais parâmetros morfométricos da BH são apresentados no Quadro 02. Os dados morfométricos colocam a BHRSR como uma bacia de 5ª ordem, segundo classificação de Strahler (1952), com um total de 276 canais de primeira ordem que se distribuem ao longo de uma área de 100,29 km².

O padrão de drenagem, principalmente dendrítico, evidencia o fraco controle estrutural já levantado anteriormente e o curso d'água principal é classificado como reto (índice de sinuosidade entre 20% e 29,9%). Além disso, a densidade de drenagem classifica essa como uma bacia de boa drenagem (1,5 a 2,5 km/km²) e a água percorre em média 206 metros até chegar ao leito dos rios.

A área da BHRSR é distribuída, sobretudo longitudinalmente, sua relação com o perímetro e com o comprimento (índices de conformação e compacidade) indicam uma BH com tendência baixa a picos de cheia, e portanto à inundações.

Quadro 01: Dados morfométricos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Rita

PARÂMETRO	VALOR	PARÂMETRO	VALOR
Área da BH	100,79 km ²	-	-
Ordem da BH	5ª ordem	Distância em linha reta foz-nascente	16,93 km
Perímetro da BH	53,5 km	Índice de sinuosidade	20,8%
Número de rios (canais de 1ª ordem)	276 canais	Densidade de drenagem	2,42 km/km ²
Comprimento total da rede de drenagem	244,43 km	Índice de Conformação (fator forma)	0,312
Comprimento do Rio Principal	20,45 km	Índice de Compacidade (Kc)	1,49
Comprimento do eixo principal da BH	17,96 km	Extensão do percurso superficial	0,206 km

Fonte: Elaborado pelo autor



CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. A BHRSR apresenta extensas áreas com relevo plano a suave ondulado, predominância dos Latossolos em área de clima Aw. As condições edafoclimáticas favoreceram o avanço da monocultura de grãos em larga escala e as atividades pecuaristas.
2. Os usos do solo têm provocado a contaminação e a modificação das características físico-químicas dos corpos hídricos. A realização e continuidade de trabalhos e pesquisas dessa natureza permitirão a investigação dos vetores de contaminação e o comportamento do Ribeirão Santa Rita em outros períodos do ano com condições meteorológicas diferentes.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y.; NEVES, B. B. B.; FUCK, R. A. Brazilian structural provinces: an introduction. **Earth-Science Reviews**, v. 17, n. 1-2, p. 1-29, 1981.
- ALVARENGA, C. J. S.; GIUSTINA, M. E. S. D.; SILVA, N. G. C.; SANTOS, R. V.; GIOIA, S. M. C. L.; GUIMARÃES, E. M.; DARDENNE, M. A.; SIAL, A. N.; FERREIRA, V. P. Variações dos isótopos de C e Sr em carbonatos pré e pós-glaciação Jequitaiá (Esturtiano) na região de Bezerra-Formosa, Goiás. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 37, n. 4 suppl, p. 147-155, 2007.
- BRASIL, **Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas**. Brasília: Agência Nacional de Águas, ANA, 2014.
- CARDOSO, M. R. D; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, J. R. Classificação climática de Köppen-geiger para o estado de Goiás e o Distrito Federal. **Acta Geográfica**, Boa Vista, v. 8, n. 16, jan./mar., 2014. pp. 40-55.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blucher, 1981.
- CODEPLAN. **Atlas do Distrito Federal**. Brasília, DF, 1984.
- CODEPLAN. **Atlas do Distrito Federal**. Brasília, DF, 2017.
- DARDENNE, M. A. Síntese sobre a estratigrafia do Grupo Bambuí no Brasil Central. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30., 1978. Salvador. **Anais [...]**, Salvador: SBG, 1978. v. 2, p. 597-610.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013.
- FUCK, R. A.; PIMENTEL, M. M.; SILVA, L. J. H. D. Compartimentação tectônica da porção oriental da Província Tocantins. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38., Camboriu. **Anais [...]**, Camboriu: SBG, 1994. p. 215-216.
- GOIÁS. **Caracterização Climática do Estado de Goiás**. Goiânia: Superintendência de Geologia e Mineração, 2006.



IV Fórum Regional das Águas

XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

- HUNSAKER, C. T. et al.. Regional assessment for watershed management in the Mid-Atlantic states. In: REIMOLD, R. D. (ed.): **Watershed management: Practice, policy and coordination**. New York: McGraw-Hill, 1998. p.11-34.
- IGLESIAS, Mario; UHLEIN, Alexandre. Estratigrafia do Grupo Bambuí e coberturas fanerozóicas no vale do rio São Francisco, norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 39, n. 2, p. 256-266, 2009.
- LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.
- LIMA, T. M. **Geologia, estratigrafia e petrologia da porção sul do Complexo Máfico-ultramáfico de Canabrava, Goiás**. 1997. Dissertação (Instituto de Geociências), Universidade de Brasília. 1997.
- LORANDI, R.; CANÇADO, C.R. Parâmetros Físicos para gerenciamento de bacias hidrográficas. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. (Eds.) **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus, BA: Editus, 2005. p. 37-66.
- MARTINS, E. S. et al.. **Evolução geomorfológica do Distrito Federal**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004.
- MEDEIROS, P. R. et al. Aporte de sedimentos em suspensão no baixo rio São Francisco (SE/AL), em diferentes condições hidrológicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 4., 2010. Rio Grande. **Anais [...]**, Rio Grande: Aoceano, 2010, p. 2001-2003.
- PEROSI, F. A. **Estrutura crustal do setor central da província Tocantins utilizando ondas p, se fases refletidas com dados de refração sísmica profunda**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2006.
- PIMENTEL, Márcio Martins. The tectonic evolution of the Neoproterozoic Brasília Belt, central Brazil: a geochronological and isotopic approach. **Brazilian Journal of Geology**, v. 46, p. 67-82, 2016.
- PIMENTEL M. M., et al.. The basement of the Brasília Fold Belt and the Goiás Magmatic Arc. In: Cordani U.G., Milani E.J., Thomaz Filho A., Campos D. A. (eds.). **Tectonic Evolution of South America**. 31st International Geological Congress, Rio de Janeiro, 2000. p. 195-229.
- PIRES, J. S. et al. A utilização do conceito de bacia hidrográfica para a conservação dos recursos naturais. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus, BA: Editus, 2005. p. 17-35.
- SANTOS, J. O.; SOUZA, M. J. N. Impactos ambientais e riscos de ocupação na Bacia Hidrográfica do Rio Cocó-Ceará. In: SILVA, E. V. et al. **Planejamento e Gestão de Bacias Hidrográficas: planejamento e gestão de bacias hidrográficas**. Fortaleza: Edições UFC, 2011. 149p.
- SORDI, D.A. **Aerogeofísica aplicada à compreensão do sistema de empurrões da Sequência Santa Terezinha de Goiás, Brasil Central**. 2007. Dissertação (Instituto de Geociências), Universidade de Brasília, 2007.



IV Fórum Regional das Águas

XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

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

UNRUG, R. The supercontinent cycle and Gondwanaland assembly: component cratons and the timing of suturing events. **Journal of Geodynamics**, v. 16, n. 4, p. 215-240, 1992.



VULNERABILIDADE NATURAL À PERDA DE SOLO DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO RAIZAMA, FORMOSA-GO

Bruna Felix de Brito¹; Amom Chrystian de Oliveira Teixeira²; Thiara Messias de Almeida Teixeira²

¹Graduada em Geografia pela UEG *campus* Formosa.

²Professores do Curso de Geografia da UEG *campus* Formosa.

Resumo

A presente pesquisa teve como objetivo avaliar a vulnerabilidade natural à perda de solo da Sub-bacia do Córrego Raizama, que faz parte do Alto da Bacia Hidrográfica do Rio Paranã, localizada no município de Formosa-GO. Para isso, utilizou-se dados geoambientais (geologia, geomorfologia, clima, solos e usos da terra) disponíveis no banco de dados do SIEG em formato shapefile. O software utilizado foi o ArcGis 10.3 para construção de mapas temáticos, observando a metodologia preconizada por Crepani et al. (2001). A pesquisa mostrou que mais de 63% da bacia apresenta vulnerabilidade ambiental moderada ou média.

Palavras-chave: paisagem; fragilidade; cerrado; recursos hídricos; geotecnologias.

INTRODUÇÃO

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, apresentando alta biodiversidade para áreas de savanas, sendo considerado um hotspots da conservação mundial devido à pressão que vem sofrendo com o desmatamento e abertura de novas áreas, principalmente para a produção de grãos e carnes.

Mesmo sendo um dos maiores domínios naturais do país, é também um dos menos estudados e menos protegidos pela legislação. A questão ambiental nas últimas décadas se tornou umas das grandes preocupações da sociedade, visto que as ações antrópicas têm modificado o comportamento de processos naturais com sérias consequências para a natureza e para a sociedade (OLIVEIRA et al., 2008).

Embora a tomada de consciência de seus resultados seja recente, a utilização dos recursos naturais pelos grupos humanos, visando atender suas necessidades biológicas e socioeconômicas, sempre resultou em impactos ambientais, colocado em foco a urgência de um planejamento e gestão racional.

Tendo em vista a compatibilização entre produção e restrições ambientais, este trabalho seleciona a Sub-bacia Hidrográfica do Córrego Raizama (SBHCR) em Formosa-GO, que possui coberturas do solo voltadas a agropecuária e áreas preservadas de Cerrado, para analisar e avaliar a sua vulnerabilidade natural à perda de solo.

A SBHCR possui uma área de 3.441,75 ha e localiza-se entre as coordenadas geográficas de 15°28' e 15°32' Sul e 47°17' e 47°14' Oeste (Figura 01), fazendo parte do alto



IV Fórum Regional das Águas

XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

curso da Bacia Hidrográfica do Rio Paranã, uma importante bacia do ponto de vista ambiental e econômico do estado de Goiás.

Na SBHCR, a redução das áreas de Cerrado nas últimas décadas tem sido significativa, em detrimento do avanço das áreas de pastagens, principalmente, nas áreas onde a drenagem é perene durante todo o ano. Essas atividades desenvolvidas sem um planejamento adequado contribuem para a alteração no equilíbrio dinâmico dos sistemas ambientais, favorecendo a ocorrência de processos erosivos como respostas as modificações na paisagem aos estímulos antropogênicos, aumentando assim a sua vulnerabilidade.

Portanto, a elaboração do mapa vulnerabilidade natural à perda de solo para a Sub-bacia Hidrográfica do Córrego Raizama configura-se como uma importante informação ao planejamento ambiental, para a redução de impactos e levantamento de potencialidades da área. O planejamento pode ser encarado como um instrumento racionalizador da ocupação e do ordenamento territorial, tendo por fim o desenvolvimento sustentável.

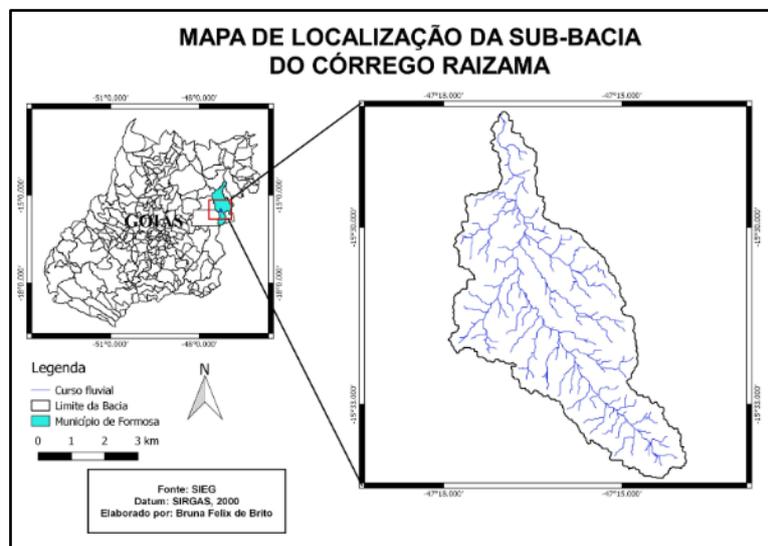


Figura 1: Mapa de localização da Sub-bacia do Córrego Raizama.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados dos aspectos ambientais como: geologia, geomorfologia, clima, tipos de solos e usos da terra foram obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG). O software utilizado foi o ArcGis 10.3. Foi realizado trabalho de campo em 02 de outubro de 2018, onde percorreu-se toda a área da bacia para reconhecimento, registro fotográfico, levantamento de informações geoambientais e uso da terra.



IV Fórum Regional das Águas

XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

A metodologia proposta por Crepani et al. (2001) considera cinco variáveis ambientais (geologia, geomorfologia, clima, solos e cobertura da terra) com valores de vulnerabilidade entre 1 e 3, cuja média aritmética seria a vulnerabilidade do sistema (Vulnerabilidade Natural a Perda de Solo), conforme Equação 1:

$$V = \frac{R + G + S + C + U}{5}$$

Equação 1: Equação empírica de escala de vulnerabilidade natural

Onde: V é a vulnerabilidade ambiental à perda de solo, R é a vulnerabilidade do substrato rochoso, G é a vulnerabilidade associada a geomorfologia, S é a vulnerabilidade associada ao solo, C é a vulnerabilidade do Clima e U é a vulnerabilidade associada aos usos do solo.

Os mapas de origem para composição dos mapas de vulnerabilidade, e que posteriormente foram cruzados são:

- Mapa de geologia na escala de 1:500.000 da Superintendência de Geologia e Mineração – SIC (GO);
- Mapa de declividade gerado a partir de imagens SRTM com resolução 30 metros.
- Mapa de solos na escala de 1:250.000, refinamento do mapeamento de solos da EMATER (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural);
- Mapa de usos e cobertura do solo do bioma Cerrado de 2014 do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) com recorte para o Estado de Goiás;
- Dados de precipitações mensais e anuais do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil) para o município de Formosa (estação Formosa, código OMM 83379) e mapa Koeppen Brasil detalhado produzido por Alvares et al. (2013).

A integração dos mapas do meio físico foi realizada através de uma álgebra de mapas no raster calculator do ArcGIS 10.3, utilizando a aplicação da Equação 01, segundo Crepani et al. (2001).

A vulnerabilidade de Crepani et al. (2001), é composta por unidades territoriais básicas que devem ser aplicados ao modelo estatístico de forma individual com as temáticas de geologia, geomorfologia, solos, vegetação e clima, que geram um valor final resultante da



média aritmética de cada valor individual, gerando o modelo da Equação 1. Essa equação representa cada valor individual dos elementos na escala de vulnerabilidade natural à perda do solo.

Ainda no modelo de vulnerabilidade natural de Crepani et al. (2001), dentro dessa escala, as unidades de maior estabilidade são representados por valores próximos a 1, unidades intermediárias valores mais próximos de 2 e os valores mais próximos de 3 para as unidades que são mais vulneráveis (Quadro 01).

Quadro 1 – Avaliação da estabilidade das categorias morfodinâmicas.

Categoria	Relação Pedogênese/Morfogênese	Valor
Estável	Prevalece Pedogênese	1,0
Intermediária	Equilíbrio Pedogênese/Morfogênese	2,0
Instável	Prevalece Morfogênese	3,0

Fonte: Crepani et al. (2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização Ambiental da Área de Estudo

Contexto geológico

A SBHCR faz parte da Província Tocantins, uma mega-entidade litotectônica, situada entre os Crátoms Amazônico e São Francisco, erigida no ciclo orogênico Brasileiro durante o Neoproterozoico, formando um cinturão de dobras e empurrões, resultado da convergência dos blocos continentais representados pelos Crátoms Amazônico, São Francisco/Congo e Parapanema (ALMEIDA et al., 1981), ocorrida na amalgamação do supercontinente Gondwana (UNRUG, 1992).

A Província do Tocantins compreende as faixas de dobramentos Araguaia, Paraguai e Brasília (ALMEIDA et al., 1981). A Faixa Brasília, sobre a qual encontra-se a SBHCR, desenvolveu-se na borda oeste do Cráton do São Francisco, sendo representante de um sistema de dobramentos neoproterozoicos (PIMENTEL, 2016), tendo sido compartimentada segundo Fuck et al. (1994), em Zona Externa (compostas pelos grupos Paranoá, Canastra e Bambuí e formações Vazante e Ibiá, além de porções de seu embasamento) e Zona interna (composta pelo grupo Araxá e seus embasamentos). Os grupos Bambuí e Paranoá estendem-se pela borda ocidental do Cráton do São Francisco e ocorrendo tanto no domínio cratônico quanto na faixa Brasília (ALVARENGA et al., 2007).

O grupo Bambuí é a unidade sedimentar neoproterozóica mais importante do Brasil Central, formando a parte mais oriental do cinturão Brasília, cobrindo grandes partes do Cráton



IV Fórum Regional das Águas

XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

do São Francisco (PIMENTEL, 2016). Representa segundo Iglesias e Uhlein (2009, p. 259) a “associação de litofácies siliciclásticas e bioquímicas, na forma de sedimentos plataformais depositados em extenso mar epicontinental”.

Na SBHCR, o Bambuí é constituído pelas formações Paraopeba e Sete Lagoas. A Formação Sete Lagoas representa a unidade basal do Bambuí foi formada no primeiro grande ciclo de transgressão, subsidência e regressão marinha consiste de calcários dolomitos, margas e siltitos calcíferos que recobre diretamente diamictitos glaciais em diversos locais (ALVARENGA et al., 2007).

Já o subgrupo Paraopeba, principal unidade geológica em extensão da SBHCR (Figura 2), ocupando a maior parte de sua área, é representado por um conjunto de rochas pelito-carbonatadas do Grupo Bambuí (ALVARENGA et al., 2007).

A sub-bacia conta ainda com áreas de sedimentação detrítico-laterítica e carbonática de idade Cenozóica, formando uma crosta detrítico-laterítica, principalmente no divisor de águas sudoeste, onde podem ser encontrados desde camadas siltico-argilosas a cascalhos finos que dão origem a Latossolos.

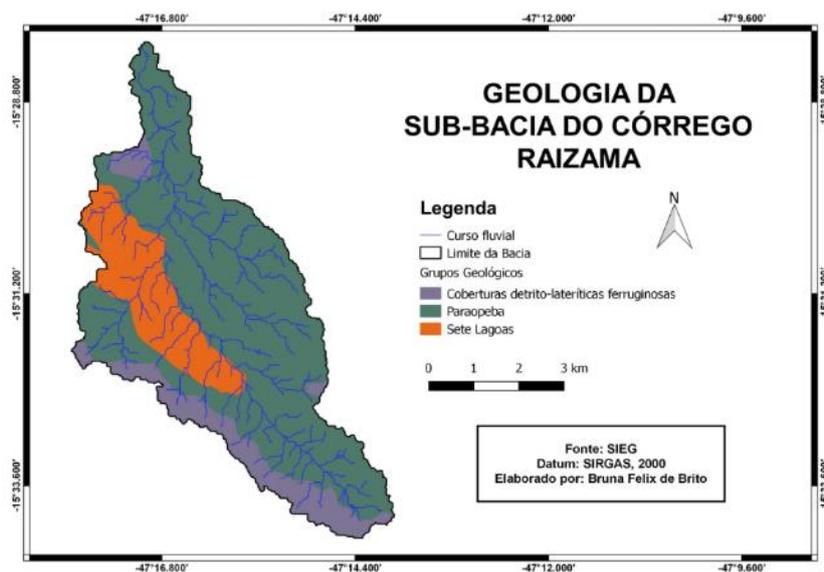


Figura 2: Mapa geológico da Sub-bacia do Córrego Raizama.

Contexto Geomorfológico

A SBHCR apresenta sistemas geomorfológicos denudacionais associadas Superfície Regional de Aplainamento II A (SRAIIA) e a Zona de Erosão Recuante (ZER) (Figura 3). A geomorfologia da bacia está intimamente ligada ao substrato rochoso de idade proterozóica e à estruturação tectônica.



IV Fórum Regional das Águas

XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

A Superfície Regional de Aplainamento apresenta cotas entre 900 e 1.100 m, com padrão de dissecação fraca, média e forte (Figura 3). Quando está fortemente erodida, é representada cartograficamente como Zona de Erosão Recuante (LATRUBESSE et al., 2005).

As Superfícies Regionais de Aplainamento em todo o estado de Goiás apresentam diversas cotas altimétricas e, geralmente, estão delimitadas por escarpas de erosão ou grandes engolfamentos que marcam a erosão dessas unidades antigas, podendo estar associadas a redes de drenagem que evoluem por erosão recuante (LATRUBESSE; CARVALHO, 2006). Quando as superfícies de aplainamento são dissecadas, são geradas outras SRAs em cotas inferiores. Estas áreas identificadas como ZER frequentemente passam transicionalmente para a SRA, que atua como nível de base local (LATRUBESSE et al., 2005). Com a evolução do processo, podem aparecer morros e colinas, o que representa um estágio intermediário para a evolução de uma SRA de menor altitude.

O relevo plano com topos tabulares e convexos à suave ondulado favorecem a agricultura e a pecuária (Figura 4). A altitude da bacia está entre 1.000 m e 700 m. A rede de drenagem é do tipo paralela formada, por uma série de cursos d'água que correm paralelo entre si.

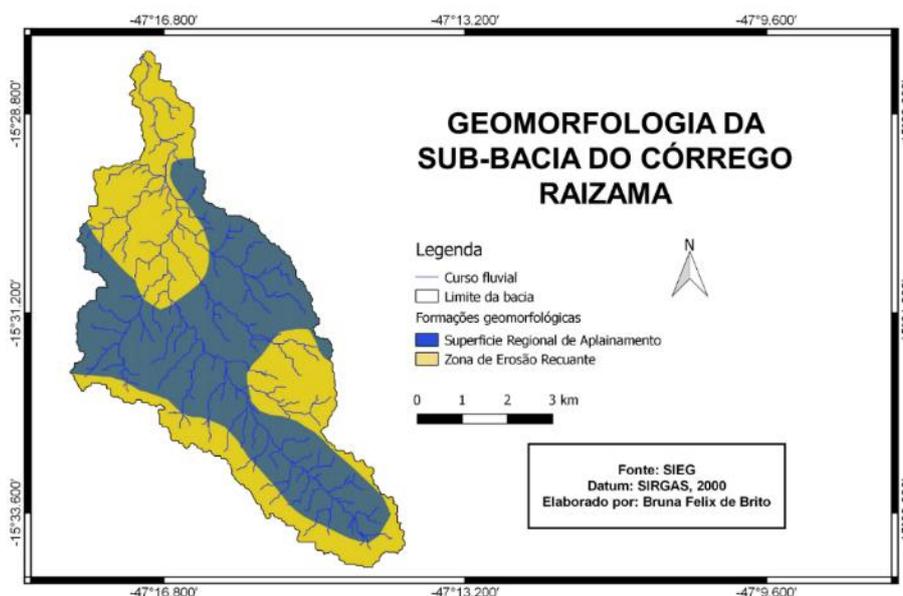


Figura 3: Mapa de geomorfologia da Sub-bacia do Córrego Raizama.



IV Fórum Regional das Águas

XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos



Figura 4: Superfície de Aplainamento do Vão do Paranã, Sub-bacia do Córrego Raizama.

A Figura 5 apresenta a declividade da sub-bacia do Córrego Raizama. Verifica-se que a bacia em questão apresenta significativas áreas de relevo escarpado nos divisores de água da nascente principal com forte ondulação no centro. A maior parte da bacia tem declividades entre as classes de 0 a 3% e 8 a 30% com relevo plano a suave ondulado.

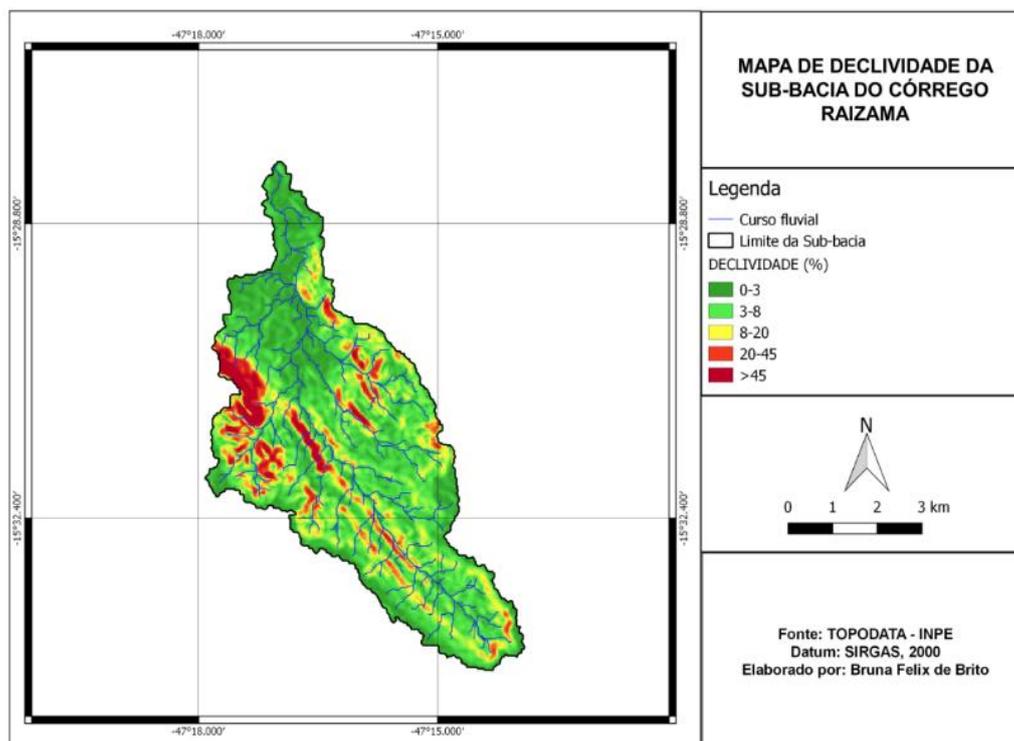


Figura 5: Mapa de Declividade da Sub-bacia do Córrego Raizama.



Aspectos Hidroclimáticos

O município de Formosa, de acordo com a Classificação de Köppen, apresenta clima do tipo Aw, clima tropical com chuvas de verão e inverno seco. O tempo seco no meio do ano, segundo Cardoso et al. (2014, p.41) se justifica pela “estabilidade gerada pela influência do anticiclone subtropical do Atlântico Sul e de pequenas dorsais que se formam sobre a parte continental sul americana”. Já a época das chuvas está relacionada com o deslocamento da Zona de Convergência Intertropical para sul no verão, o que gera instabilidade em todo a região central do país (CARDOSO et al., 2014).

Na Figura 6, verifica-se que o município apresenta uma precipitação de 1.465 mm anuais, concentradas entre os meses de outubro a março (primavera e verão), sendo os demais meses do ano secos, com precipitação inferior a 60 mm. Os meses com maior quantidade de chuvas são dezembro e janeiro. A temperatura média é de 22.1°C, com menores valores registrados no inverno seco com baixa umidade relativa do ar. Esse comportamento do clima, influencia na vegetação do cerrado, que durante o inverno seco parte das plantas perdem suas folhas.

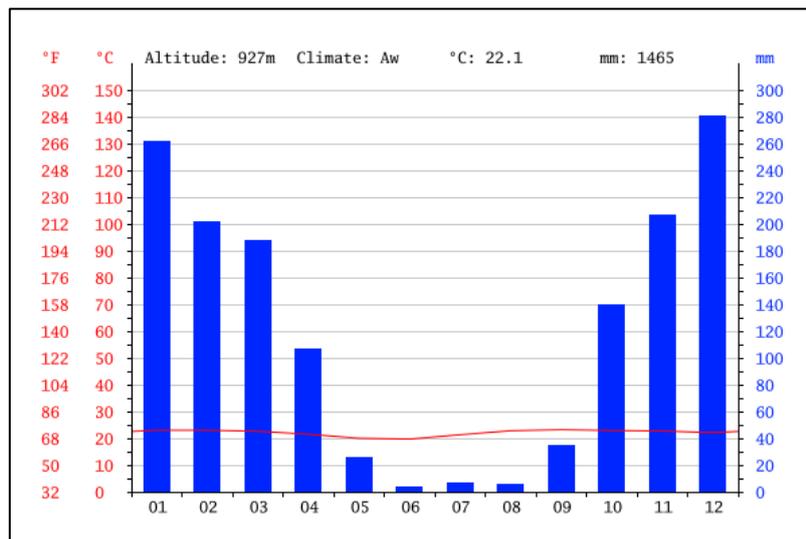


Figura 6: Climograma de Formosa-GO entre o período de 1982 a 2012.

Fonte: Climate-Data.Org (2016).

As condições climáticas da área, principalmente a precipitação, apresentam relação direta sobre os fluxos de água na superfície e subsuperfície. O que também está relacionado as características geológicas, geomorfológicas e cobertura vegetal. Na estação seca, os rios apresentam descida significativa do nível da água e alguns chegam a desaparecer.



IV Fórum Regional das Águas

XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

A SBHCR faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio Paranã, afluente do Rio Tocantins, e se estende desde o nordeste de Goiás até sudeste do Tocantins. Este recurso, é importante para o desenvolvimento das atividades econômicas e manutenção de processos ecológicos ao longo de toda a bacia.

Classes de Solos

Compreender as principais classes de solos e suas características, é de extrema importância para entender a dinâmica da paisagem em uma bacia hidrográfica. Na SBHCR, são encontradas duas classes de solos: Cambissolos e Latossolos, sendo os primeiros predominantes (Figura 7).

Os Cambissolos são solos minerais caracterizados pela presença do horizonte diagnóstico B incipiente (Bi) subjacente a qualquer horizonte superficial, com exceção do hístico com no mínimo 40 cm ou A Chernozêmico, quando o horizonte B incipiente possuir alta atividade das argilas e saturação por bases (EMBRAPA, 2013). São solos jovens, rasos, pouco evoluídos, com profundidade entre 50 a 100 cm, e ainda apresentam características da rocha matriz, com grandes quantidades de minerais primários. Na bacia, apresentam cores vivas e estão aptos para a agricultura e pastagem. Nas áreas de relevo mais movimentado como nas Zonas de Erosão Recuante apresentam alta pedregosidade e estão associados a solos litólicos (Figura 8).

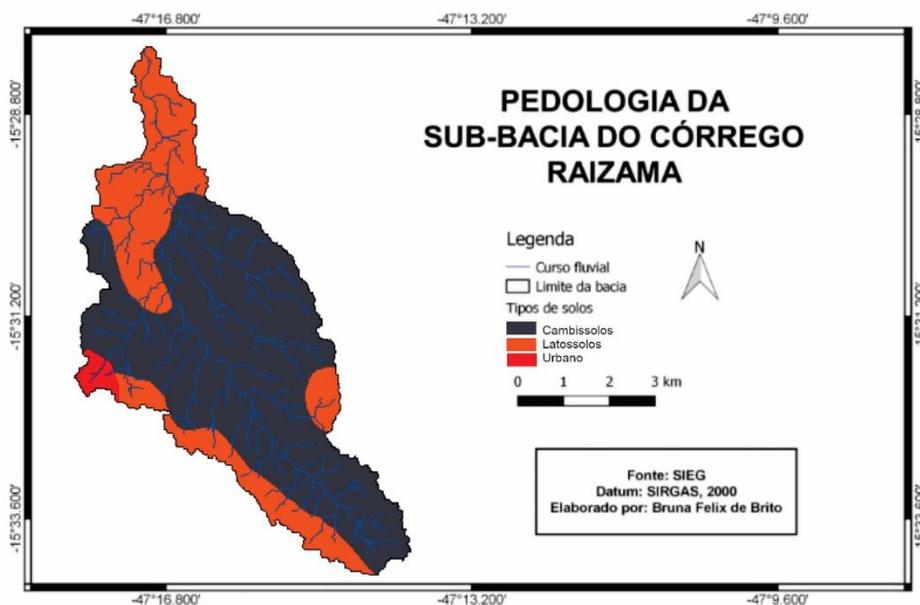


Figura 7: Mapa pedológico da sub-bacia do Córrego Raizama.



Figura 8: Perfil exposto de Cambissolo na Sub-bacia do Córrego Raizama.

Os Latossolos são solos minerais bastante evoluídos, e desgastados pelos processos intempéricos. São caracterizados pela presença do horizonte diagnóstico B latossólico (Bw) e sofreram intenso processo de laterização. São de forma geral profundos e pobres em nutrientes com acidez elevada. As argilas são de baixa atividade, apresentando CTC de até 13meq/100g, quando reduzida a participação do carbono, e formada principalmente por óxidos de ferro e alumínio e argilominerais do tipo 1:1 (PALMIERI; LARACH, 2010). Apresentam pouca diferenciação entre os horizontes ou camadas, sendo reconhecido facilmente pela cor quase homogênea em todo o perfil. Geralmente, a sequência é A, Bw e C. São bem drenados, com boas propriedades físicas, em revelo que favorece a mecanização (Figura 9).



Figura 9: Corte de estrada com exposição do solo em área de Latossolos na Sub-bacia do Córrego Raizama.



Uso e cobertura da terra

A Figura 10 apresenta as formas de o uso e cobertura do solo da Sub-bacia do Córrego Raizama que correspondem a áreas antropizadas, e importantes áreas de Cerrado. A Tabela 1 mostra o quantitativo de áreas que representam esses usos.

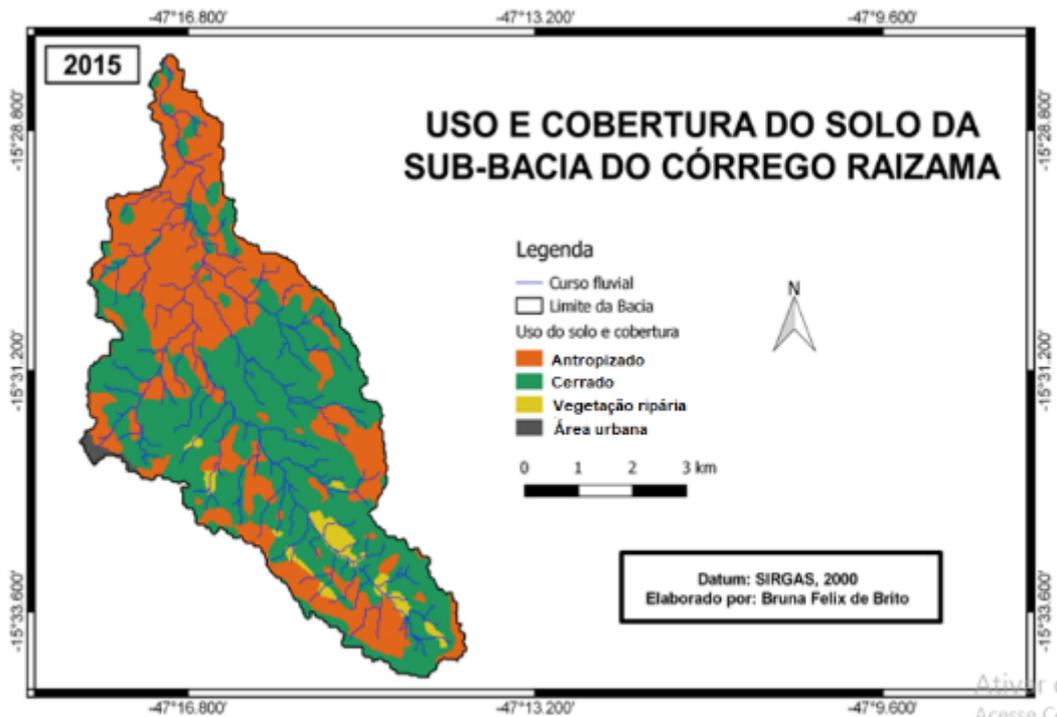


Figura 10: Uso e cobertura do solo da Sub-bacia do Córrego Raizama.

O relevo menos movimentado e os Cambissolos contribuiram para uma ocupação pela pecuária de forma mais ampla. Nestas áreas, embora seja possível encontrar áreas destinadas a agricultura, elas estão mais próximas da área urbana.

Tabela 1: Uso e cobertura do solo da SBHCR.

Classe	Área (há)	%
Antropizado	1519,32	44
Cerrado	1788,67	52
Vegetação ripária	114,18	3
Área urbana	19,58	1
Total	3441,75	100

As áreas de pastagens se distribuem por toda a bacia hidrográfica nas variadas formas de relevo, sendo a forma de antropismo predominante, especialmente sobre as áreas mais planas que possuem condições edáficas, de relevo e hídricas mais propícias para o manejo, inclusive



áreas que apresentam conflito com a legislação ambiental que define Áreas de Preservação Permanente. É comum o uso do fogo em toda a bacia no manejo das pastagens (Figura 11).



Figura 11: Limpeza da pastagem com fogo na Sub-bacia do Córrego Raizama.

Vulnerabilidade natural à perda de solo da SBHCR

A avaliação da vulnerabilidade e fragilidade ambiental da bacia representa as relações da interconectividade e interdependência dos elementos que compõem o ambiente. Assim, considera as transformações na paisagem causadas pelas diversas atividades antrópicas e a capacidade de suporte de cada unidade geoambiental, com o intuito de compreender as relações processuais e o comportamento da estrutura superficial (ALMEIDA, 2011). Para essas categorias, são analisados os elementos do quadro ambiental e as relações que os mesmos desenvolvem.

As bases teóricas da pesquisa para a compreensão da dinâmica ambiental da paisagem partem das concepções teóricas do conceito de Ecodinâmica proposto por Tricart (1977) que propõe uma análise integrada da paisagem.

Com os aspectos do meio físico da sub-bacia foi possível a construção de uma tabela representando as unidades de cada aspecto e seus respectivos valores de vulnerabilidade atribuídos de acordo com o que é proposto por Crepani et al. (2001). Com a variação média no grau de vulnerabilidade ambiental de 1 como nível estável de vulnerabilidade, 2 nível moderado e quanto mais próximo a 3 como mais vulnerável. Foi feita uma combinação de cores entre o vermelho, amarelo e azul para associar a cada classe de vulnerabilidade conforme apresentado em Crepani et al. (2001) (Quadro 2).



IV Fórum Regional das Águas

XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

Quadro 2: Valores de vulnerabilidade para os aspectos ambientais da Sub-bacia hidrográfica do Córrego Raizama, Formosa- GO.

GEOLOGIA	
Unidades	Valores de vulnerabilidade
Grupo Paranoá	1
Grupo Bambuí-Sete Lagoas	1
Coberturas detrítico-laterísticas	3
DECLIVIDADE	
0-3%	1
3-8%	1,2
8-20%	2
20-45%	2,5
>45%	3
CLIMA	
Aw	2,4
SOLOS	
Latossolo	1
Cambissolo	2,5
USO DO SOLO	
Cerrado	1
Antropizado	2,5
Área urbana	3

Fonte: Adaptado de Crepani et al. (2001)

Pelo o método elaborado por Crepani et al. (2001) foram identificadas as áreas de maior e menor vulnerabilidade da SBHCR. Foi constatado que 2,15% da área total da sub-bacia tem sua classificação de vulnerabilidade como muito baixa, 10,84% corresponde a baixa vulnerabilidade, 63,63% caracterizado por vulnerabilidade moderada, 19,62% como de alta vulnerabilidade, e 3,77% representa vulnerabilidade muito alta (Tabela 2; Figura 12).

Tabela 2: Vulnerabilidade da Sub-bacia do Córrego Raizama.

Vulnerabilidade	Área	
	(ha)	%
Muito baixa	73,96	2,15
Baixa	373,01	10,84
Moderada	2.189,81	63,63
Alta	675,27	19,62
Muito Alta	129,70	3,77
Total	3.441,75	100

Sobre a vulnerabilidade da geologia, ela é maior nas coberturas detrítico-lateríticas e menor no Grupo Paraopeba e Sete Lagoas. A vulnerabilidade da declividade na maior parte da bacia é moderada, sendo as áreas mais próximas ao exutório de menor vulnerabilidade. A



IV Fórum Regional das Águas

XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

vulnerabilidade do clima é alta devido as taxas de precipitações anuais serem altas e concentradas em um período do ano. A vulnerabilidade do solo é alta em toda a bacia pela predominância dos Cambissolos (Figura 12).

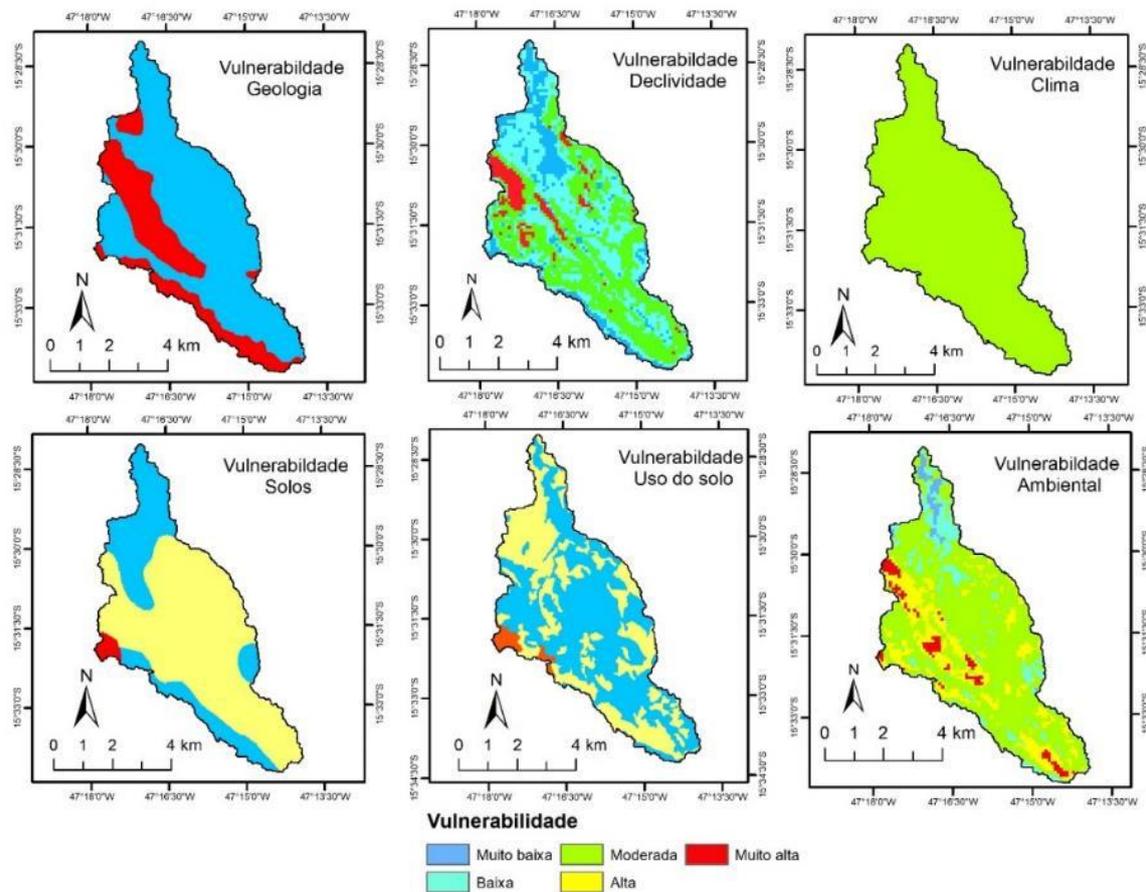


Figura 12: Vulnerabilidade natural à perda de solo da Sub-bacia do Corrêgo Raizama.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os modelos de vulnerabilidade para os aspectos do meio físico produzidos para a bacia hidrográfica são importantes informações para uma avaliação integrada da paisagem e representam através de uma álgebra de mapas em ambiente computacional associado ao conhecimento humano, uma forma de síntese da dinâmica ambiental que pode dar suporte as ações de planejamento dos recursos hídricos. Essa bacia ainda possui áreas significativas de Cerrado que precisa ser conservada dada as ameaças que esse bioma vem sofrendo para evitar impactos ambientais. Mais de 63% da área apresenta vulnerabilidade moderada ou média, o que satisfaz condição de equilíbrio, mas que podem ser modificadas por usos da terra que favoreçam processos erosivos.



IV Fórum Regional das Águas

XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y.; NEVES, B. B. B.; FUCK, R. A. Brazilian structural provinces: an introduction. **Earth-Science Reviews**, v. 17, n. 1-2, p. 1-29, 1981.
- ALMEIDA, T. M de. **Análise Geossistêmica aplicada ao estudo da fragilidade ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio São João de Tiba, Bahia**. 2014. Tese (Programa de Pós-graduação em Geografia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza 2014.
- ALVARENGA, C. J. S.; GIUSTINA, M. E. S. D.; SILVA, N. G. C.; SANTOS, R. V.; GIOIA, S. M. C. L.; GUIMARÃES, E. M.; DARDENNE, M. A.; SIAL, A. N.; FERREIRA, V. P. Variações dos isótopos de C e Sr em carbonatos pré e pós-glaciação Jequitai (Esturiano) na região de Bezerra-Formosa, Goiás. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 37, n. 4, p. 147-155, 2007.
- CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; FILHO, P. H.; FLORENZANO, T. G; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001.
- CARDOSO, M. R. D; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, J. R. Classificação climática de Köppen-geiger para o estado de Goiás e o Distrito Federal. **Acta Geográfica**, Boa Vista, v. 8, n. 16, jan./mar., 2014. pp.40-55.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013.
- FUCK, R. A.; PIMENTEL, M. M.; SILVA, L. J. H. D. Compartimentação tectônica da porção oriental da Província Tocantins. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38., Camboriu. **Anais [...]**. Camboriu, 1994. p. 215-216.
- IGLESIAS, Mario; UHLEIN, Alexandre. Estratigrafia do Grupo Bambuí e coberturas fanerozóicas no vale do rio São Francisco, norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 39, n. 2, p. 256-266, 2009.
- LATRUBESSE, E. M.; CARVALHO, T. M. **Geomorfologia do Estado de Goiás e Distrito Federal**. Goiânia, 2006.
- LATRUBESSE, E.M.; CARVALHO, T.M.; STEVAUX, J.C. **Mapa Geomorfológico do Estado de Goiás**: Relatório final. Goiânia, 2005, 81p.
- OLIVEIRA, P. C. A. de; RODRIGUES, G. S. de S.; RODRIGUES, S. C. Fragilidade ambiental e uso do solo da bacia hidrográfica do Córrego Pindaíba, Uberlândia, MG, Brasil. **Revista Ambiente & Água**. v. 3, n. 1, 2008.
- PALMIERI, F. e LARACH, J. O. I. Pedologia e geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T. et CUNHA. S. B. da (org). **Geomorfologia e meio ambiente**. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.
- PIMENTEL, Márcio Martins. The tectonic evolution of the Neoproterozoic Brasília Belt, central Brazil: a geochronological and isotopic approach. **Brazilian Journal of Geology**, v. 46, p. 67-82, 2016.



IV Fórum Regional das Águas

XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: FIBGE, 1977. 91p.

UNRUG, R. The supercontinent cycle and Gondwanaland assembly: component cratons and the timing of suturing events. **Journal of Geodynamics**, v. 16, n. 4, p. 215-240, 1992.



**LEVANTAMENTO DE IMPACTOS AMBIENTAIS POR PROCESSAMENTO
DIGITAL DE IMAGENS CAPTURADAS POR VANT E USO DE
FOTOGRAMETRIA NA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS**

Bruno da Silva Souza¹; Priscylla Karoline de Menezes²

¹Pós-graduando no curso de Pós-graduação em Geografia e Análise Ambiental.

²Orientadora.

Resumo

As alterações ambientais decorrentes de ações humanas e naturais acontecem de forma cada vez mais acelerada, demandando respostas eficazes e na mesma velocidade para que sejam minimizados os impactos ambientais. O uso de veículos aéreos não tripulados (VANT's) pela população explodiu nos últimos anos e a evolução da tecnologia proporcionou uma nova possibilidade de levantamento da cobertura terrestre por meio dessas ferramentas, que apresentam alguns pontos positivos frente as técnicas tradicionais de fotogrametria como o baixo custo, velocidade do mapeamento e alta resolução espacial, principalmente para o estudo de pequenas áreas. O objetivo deste trabalho foi analisar a capacidade de levantamento visual de impactos ambientais pela observação de mapas gerados pela sobreposição de fotos georreferenciadas obtidas em sobrevoo de um VANT em uma área degradada e posteriormente processadas pelo software Agisoft PhotoScan para que fossem gerados o Modelo Digital de Elevação, curvas de nível e a Ortoimagem da área alvo, buscando identificar possíveis patologias ambientais no local. Os resultados se mostraram satisfatórios evidenciando o potencial da utilização do equipamento em pequenas áreas e o nível de detalhamento atingido pelos dados gerados ficaram dentro do esperado, possibilitando a identificação de danos ambientais presentes no local, proporcionando o apontamento de diversas medidas mitigadoras visando a recuperação da área degradada encontrada no Parque Recreativo Sucupira, em Planaltina, Distrito Federal.

Palavras-chave: Georreferenciamento; Modelo digital de Elevação; Drone.

INTRODUÇÃO

As constantes mudanças no espaço geográfico ocorrem de forma significativa e cada vez mais rápida, oriunda de fenômenos naturais ou por atividades antrópicas. Tal velocidade dificulta o acompanhamento adequado e acentua a ocorrência da desatualização cartográfica. No início do Séc. XIX o método foi chamado de iconometria, metrofotografia e fototopografia. Hoje em dia há diversas formas para obtenção de dados e imagens aéreas da cobertura terrestre, dentre elas a utilização de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT). Devido à grande popularização desta tecnologia, mundialmente conhecidos como drones, houve uma grande mudança na forma como as pessoas obtinham dados de observação da cobertura terrestre.

Equipamentos dotados de sensores fotográficos e GPS ganharam o mercado e se popularizaram entre os consumidores, possibilitando acesso a uma nova forma de ver o mundo não apenas utilizando os drones para fotografia, mas também para obter informações de onde



habitam. Já para uso profissional, esses equipamentos podem ser aplicados para diversos fins, desde inspeção do trabalho (HAARBRINCK & KOERS, 2006), emergência ambiental, mapeamento de pastagens (LALIBERTE et al., 2010), monitoramento de pontes e pavimentos de estradas (CHEN, 2011), avaliação de câmera de pequeno formato para uso de aerolevanteamento (FERREIRA, 2014), gerenciamento de colheita (MESAS-CARRASCOSA et al., 2015), atualização de cadastro florestal (BRAZ et al. 2015), dentre outras.

As ortofotos obtidas com VANT constituem importante ferramenta para análise da problemática socioambiental na perspectiva de riscos e vulnerabilidades (BUFFON *et al.*, 2017). Na recuperação de áreas degradadas, um levantamento de campo adequado é primordial para o sucesso das ações corretivas da área. Entender os padrões e a dinâmica da cobertura da terra é essencial para compreender os efeitos das ações antrópicas na paisagem. Tais efeitos causam alterações locais e globais, sendo o seu entendimento ainda limitado (Jia et al., 2014). Surge então como alternativa a obtenção de imagens de alta resolução espacial por meio de VANT's capazes de capturarem imagens georreferenciadas que combinadas a técnicas de processamento de dados que dão origem a diversos cenários da área de estudo, como o Modelo Digital de Elevação (MDE), Modelagem espacial, Ortoimagem, Nuvem de Pontos, Cobertura Vegetal etc.

A utilização de VANT's para auxílio na fotogrametria proporciona rapidez e baixo custo frente às técnicas dominantes de mercado. Essa nova fronteira tecnológica pode causar grandes benefícios em diversos setores. No campo da recuperação de áreas degradadas, levantamentos podem ser onerosos financeiramente, causar dispendiosas horas de trabalho de campo, com inúmeras ferramentas e profissionais, aumentando o lapso temporal entre a obtenção de dados e a resposta para solucionar os problemas da área.

Desse modo, esta pesquisa teve por objetivo analisar a capacidade de levantamento visual de impactos ambientais pela observação de mapas gerados pela sobreposição de fotos georreferenciadas obtidas em sobrevoo de um veículo aéreo não tripulado (VANT) em uma área degradada e posteriormente processadas pelo *software* Agisoft PhotoScan para que fossem gerados o Modelo Digital de Elevação, curvas de nível e a Ortoimagem da área alvo, buscando identificar possíveis patologias ambientais no local.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo, representada na Figura 1, se encontra no interior do Parque Recreativo Sucupira que está localizado no bairro de Vila de Fátima, na área norte de Planaltina DF, vizinho à Estação Ecológica de Águas Emendadas (ESECAE). A unidade é uma importante



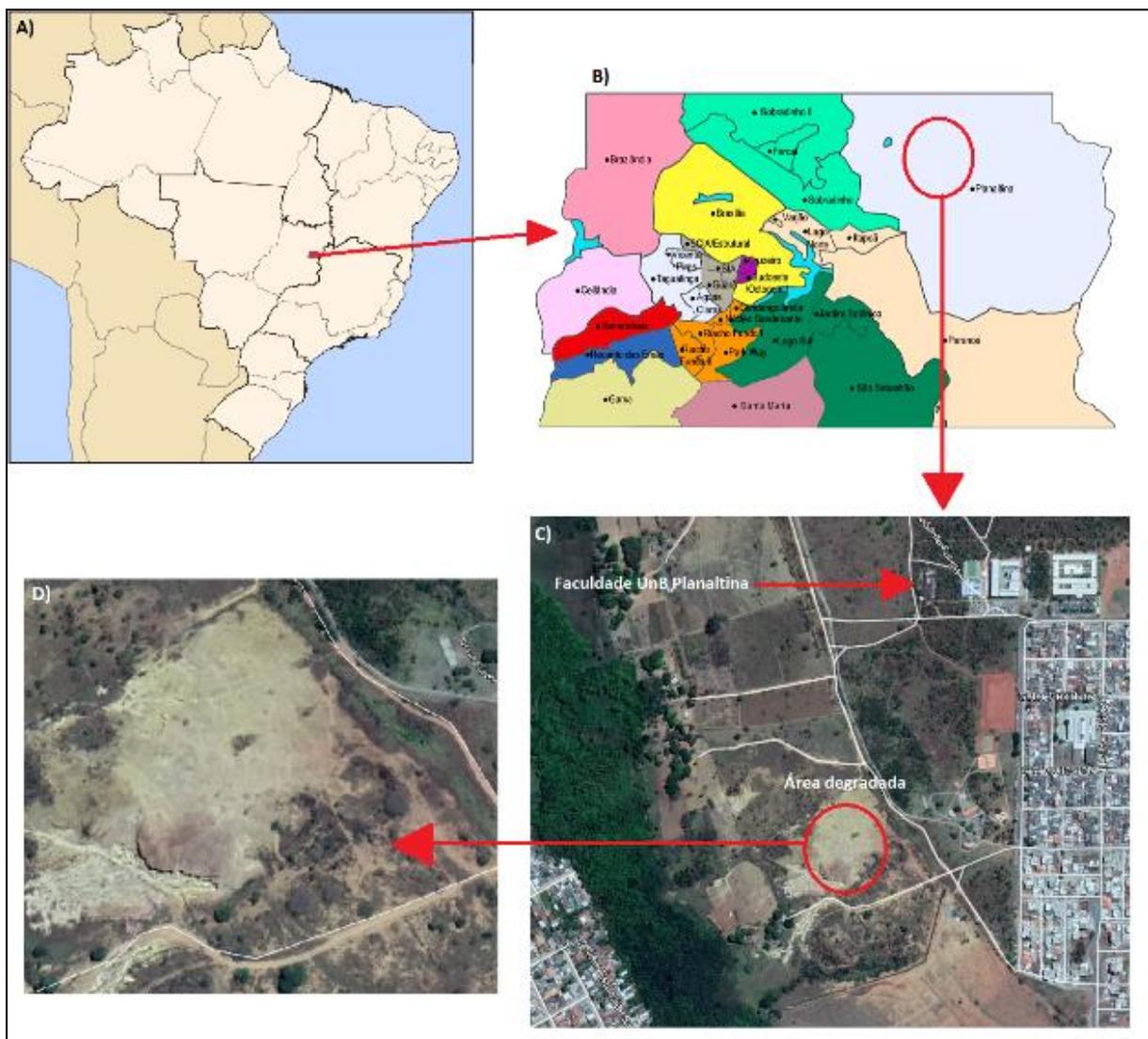
IV Fórum Regional das Águas

XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

zona de amortecimento entre a cidade de Planaltina e a Estação Ecológica de Águas Emendadas (ESECAE), além de disponibilizar espaços para atividades artísticas, culturais, desportivas e de educação ambiental. A área degradada possui uma área total de 5,37 ha e está no local há pelo menos 15 anos sem atividade de mineração e em situação completamente degradada (NASCIMENTO DE ALMEIDA, et. al 2017). A Faculdade UnB Planaltina (FUP) está localizada ao lado do parque e oferece cursos diretamente ligados à temática ambiental, como a Gestão do Agronegócio e Gestão ambiental.

Figura 1: A) Mapa do Brasil, em destaque o Distrito Federal; B) Mapa do Distrito Federal, em destaque a região de Planaltina - DF; C) Localização da área de estudo; D) Ampliação da área de estudo



Fonte: Imagens obtidas e organizadas por Souza (2019).



IV Fórum Regional das Águas

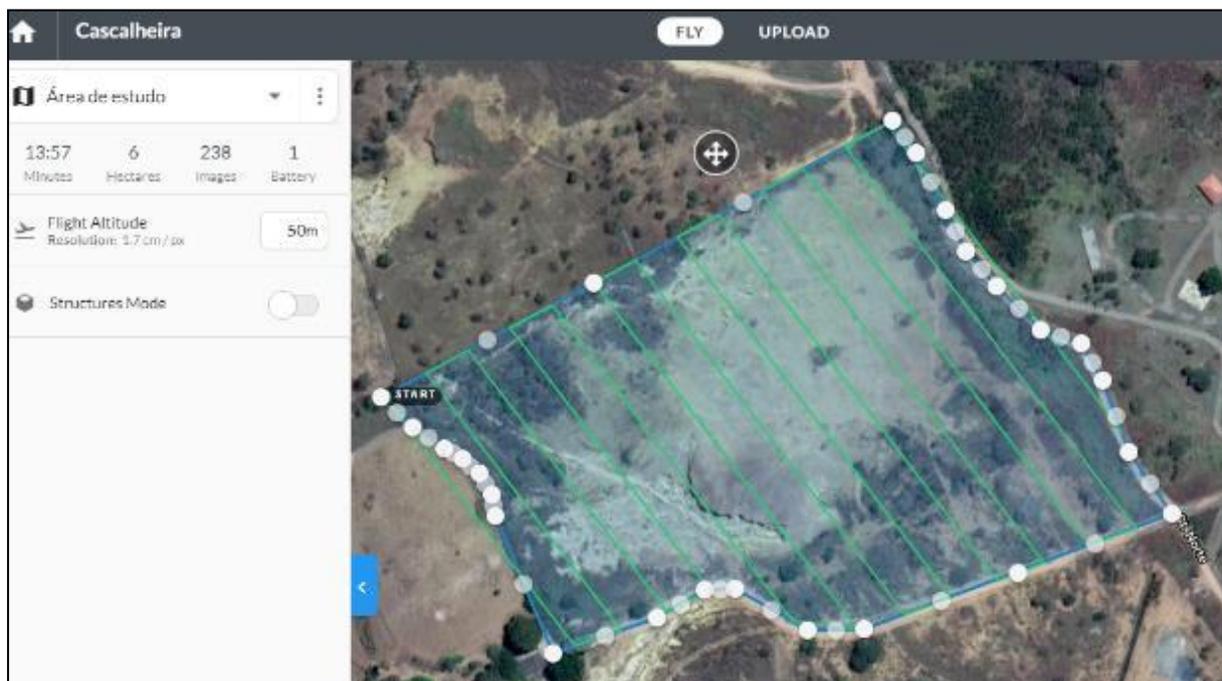
XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

A FUP é fruto do processo de expansão da Universidade de Brasília (UnB), iniciado começo dos anos 2000 e que hoje conta com 3 campus: Ceilândia, Gama e Planaltina. Este último ficou responsável pela recuperação da área degradada objeto deste estudo, como pré-requisito para obtenção do licenciamento ambiental para construção de suas instalações cujas obras começaram em 2003. Apesar de não ter cumprido a condicionante, atualmente a instituição está em pleno funcionamento.

O processo de aquisição das imagens da área de estudo foi feito em etapas, começando com a definição do plano de voo; sobrevoo da área escolhida; processamento das imagens; adequação dos dados e geração dos mapas para a atividade a ser desenvolvida. Na etapa do plano de voo, foram definidos os atributos de delimitação da área, traçado de voo, altura de voo, velocidade, angulação e o modo de voo. Para a área escolhida foram necessários 13:57 minutos de voo, e a obtenção de 238 imagens que foram capturadas utilizando o VANT *Dji Mavic Air* para sobrevoar 6 hectares (Figura 2).

Figura 2: Tela do sítio DroneDeploy.com evidenciando o plano de voo para a área de estudo.



Fonte: Acervo Souza (2019).

O número de imagens, tempo de voo e quantidade de baterias necessárias variam de acordo com a delimitação da área a ser sobrevoada e do modelo do equipamento utilizado. O Software utilizado para definição do plano de voo foi o sítio *DroneDeploy.com*, que permite além de gerar planos de voos, o processamento das imagens, com algumas limitações de uso na



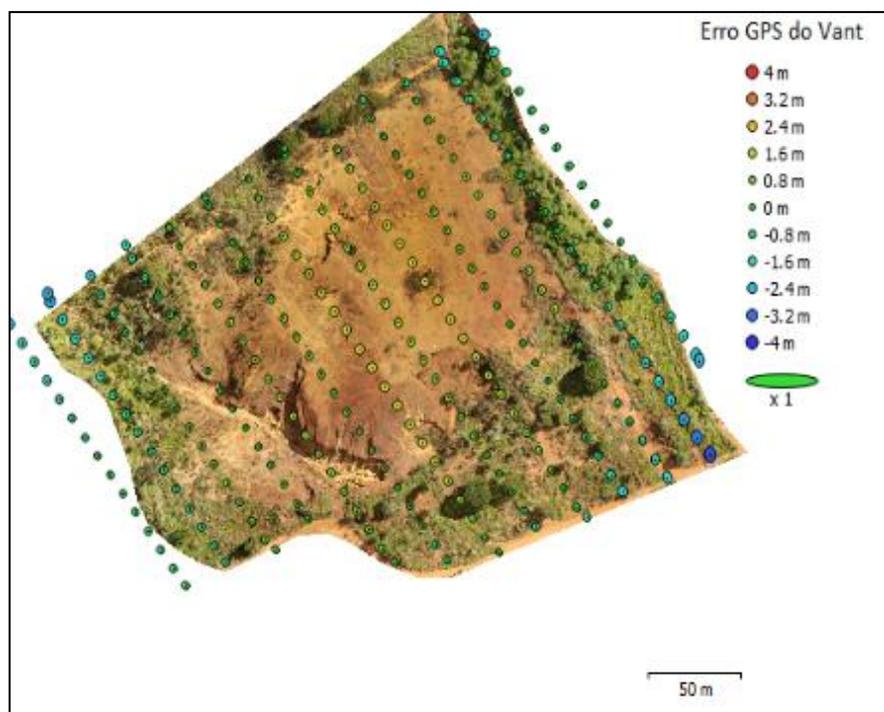
versão gratuita. Para análise da área de estudo foram utilizados os softwares *Quantum Gis 3.0*, *Agisoft Photoscan 1.4*, *Google Earth Pro*, e *Global Mapper 19*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nas considerações teóricas, o objetivo deste estudo foi gerar um modelo digital de elevação (MDE), as curvas de nível do solo e a Ortoimagem com base no processamento dos dados georreferenciados coletados pelo VANT para auxílio na identificação dos impactos ambientais presentes e na definição de técnicas para recuperação da área degradada escolhida.

Como a geração dos mapas ocorre com a sobreposição de imagens para composição da ortofoto da área, a qualidade das imagens e sua posição contam muito para o sucesso do trabalho, e cada imagem deve ser verificada antes do início do processamento. Após levantar voo, o drone coleta os dados de GPS do local de partida para que sirva como parâmetro durante o voo. Em casos de projetos que necessitem de acurácia ainda maior, é recomendado o uso de pontos de controle ao longo a área, para que as coordenadas coletadas em campo sejam utilizadas no alinhamento das imagens no software para diminuir possíveis distorções dos dados. Na figura 3, podemos observar a localização da câmera e estimativa de erros. O erro Z é representado pela cor da elipse. Os erros X e Y são representados pela forma de elipse.

Figura 3: Acurácia adquirida com o sobrevoo a uma altura de 50m.



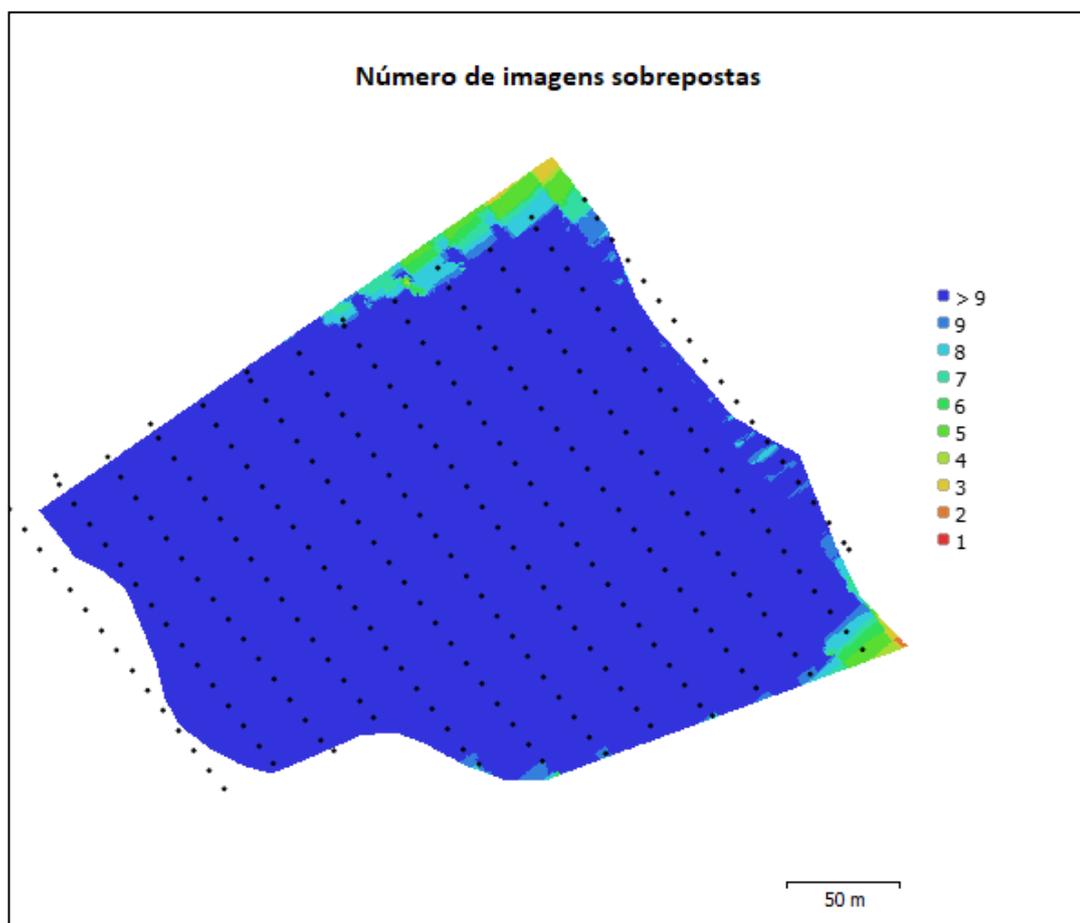
Fonte: Acervo Souza (2019).



Após o sobrevoo da área de estudo, o processamento foi feito utilizando o *Software Agisoft Photoscan*, em seis etapas: alinhamento das fotos, construção da nuvem de pontos, geração do modelo 3D do terreno, modelo de azulejos, construção do modelo digital de elevação e ortomagem. O tempo depende da capacidade de processamento do computador, que varia de acordo com as configurações de hardware do equipamento.

A sobreposição (figura 4) refere-se à porcentagem da lateral e da frente. Sidelap é a porcentagem de sobreposição entre cada perna de um voo, enquanto que frontlap se refere à porcentagem de sobreposição entre uma imagem e a próxima. Quanto mais imagens georreferenciadas sobrepostas, mais acurácia terá o levantamento. Muitos operadores de drones ajustam a sobreposição de acordo com as necessidades do projeto em particular, obtendo um equilíbrio que cria a quantidade certa de precisão para os resultados do projeto.

Figura 3: localizações de câmeras e sobreposição de imagens.



Fonte: Acervo Souza (2019).

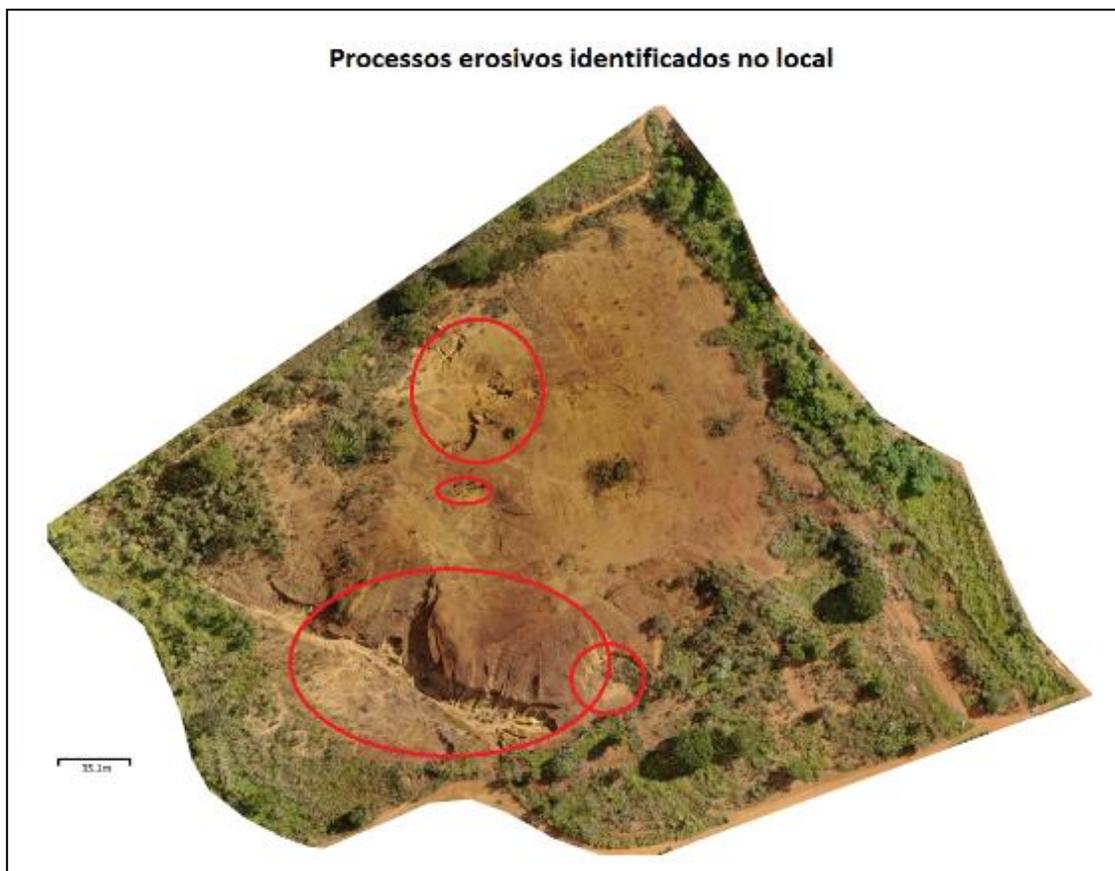
Após cumprida todas as etapas de processamento, através do software é possível a exportação dos dados em diversos formatos de arquivos para serem utilizados em outros



softwares de geoprocessamento como o *Google Earth*, *ArcGis*, *QGis* etc. Para o estudo da área, foram escolhidos o Modelo Digital de Elevação (MDE), composição da ortofoto, e a elucidação das curvas de nível da área.

A Ortoimagem da área de estudo, obteve a resolução espacial de 2.12 cm por pixel, proporcionando visualização detalhada de vários processos erosivos e outros impactos ambientais presentes no local. Pela observação da ortofoto, ficou claro a ausência da cobertura vegetal no local, o que pode ser um dos fatores intensificadores do carreamento do solo, aumentando o número de erosões no local. Características pluviométricas concentradas associadas a outros elementos do meio físico como: tipo de solo, declividade, comprimento da rampa, forma da encosta e tipo de uso e ocupação do solo favorecem o surgimento de incisões erosivas. Portanto, o uso inadequado do solo pelo homem é um fator agravante da degradação ambiental intensificando os processos erosivos (SALAZAR, 2015). Na figura 5, estão destacados diversos pontos de erosão presentes no local, com diferentes níveis de intensidade.

Figura 4: Processos erosivos por carreamento do solo do local.



Fonte: Acervo Souza (2019).

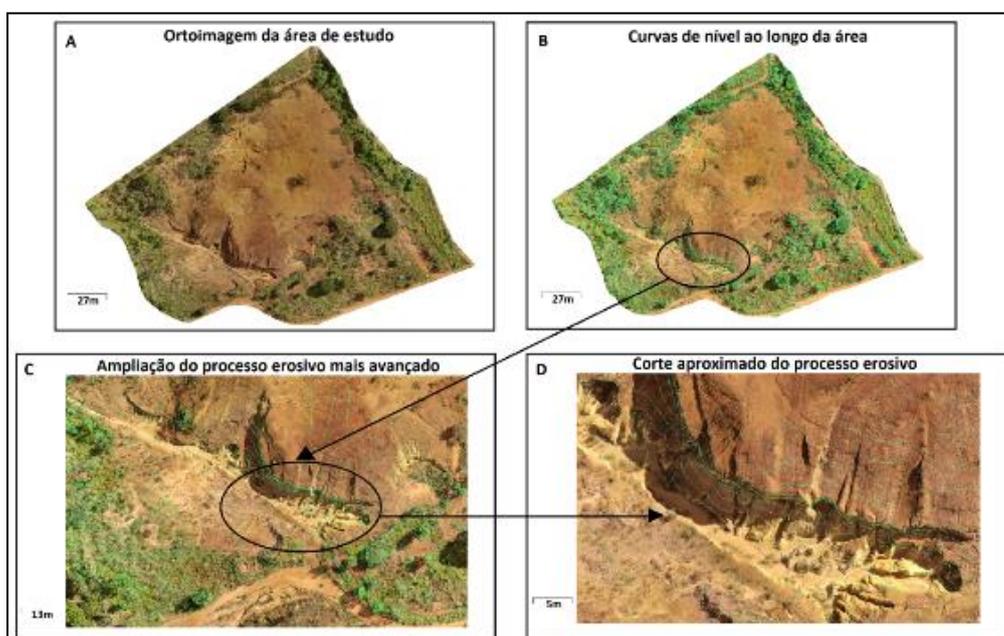


Dentre as diversas formas de erosões, as voçorocas são as que causam os maiores danos, pois carreiam nutrientes até a parte baixa e corpos d'água causando o empobrecimento das terras de forma acelerada, promovem o assoreamento dos rios e posterior inundação de casas próximas às margens, além de diminuir a área utilizável para agricultura e pecuária (MACHADO, 2007).

Oliveira (1999) define que os principais mecanismos responsáveis pela erosão em ravinas e voçorocas são: (a) destacamento das partículas de solo por impacto das gotas de chuva; (b) transporte de partículas do solo pelo escoamento superficial difuso e pelo fluxo concentrado; (c) erosão por queda-d'água (plunge pool erosion); (d) solapamento da base dos taludes; (e) liquefação das partículas de solo; (f) movimentos de massa localizados; e (g) arraste das partículas do solo por percolação em meio poroso e através de dutos (piping).

Na figura 6, podemos observar o maior processo erosivo da área, onde já se faz presente uma ravina, que se originou em função da alteração do escoamento superficial gerado pela ausência da cobertura vegetal na parte mais alta do terreno associado a declividade acentuada do local, o que torna a área mais susceptível a processos lineares de erosão hídrica, pois ao tocar o solo, a água oriunda da precipitação que não sofre processo de evaporação ou infiltração escoam por caminhos preferenciais no solo, provocando o carreamento de sua parte superficial e dando origem a processos erosivos por meio do transporte do solo de áreas mais altas para áreas mais baixas do relevo.

Figura 6: A) Ortoimagem da área de estudo; B) Ortoimagem com as curvas de nível do terreno com variação de 1m; C) Corte da ortóimagem evidenciando erosão acentuada; D: Aproximação mais detalhada da erosão.

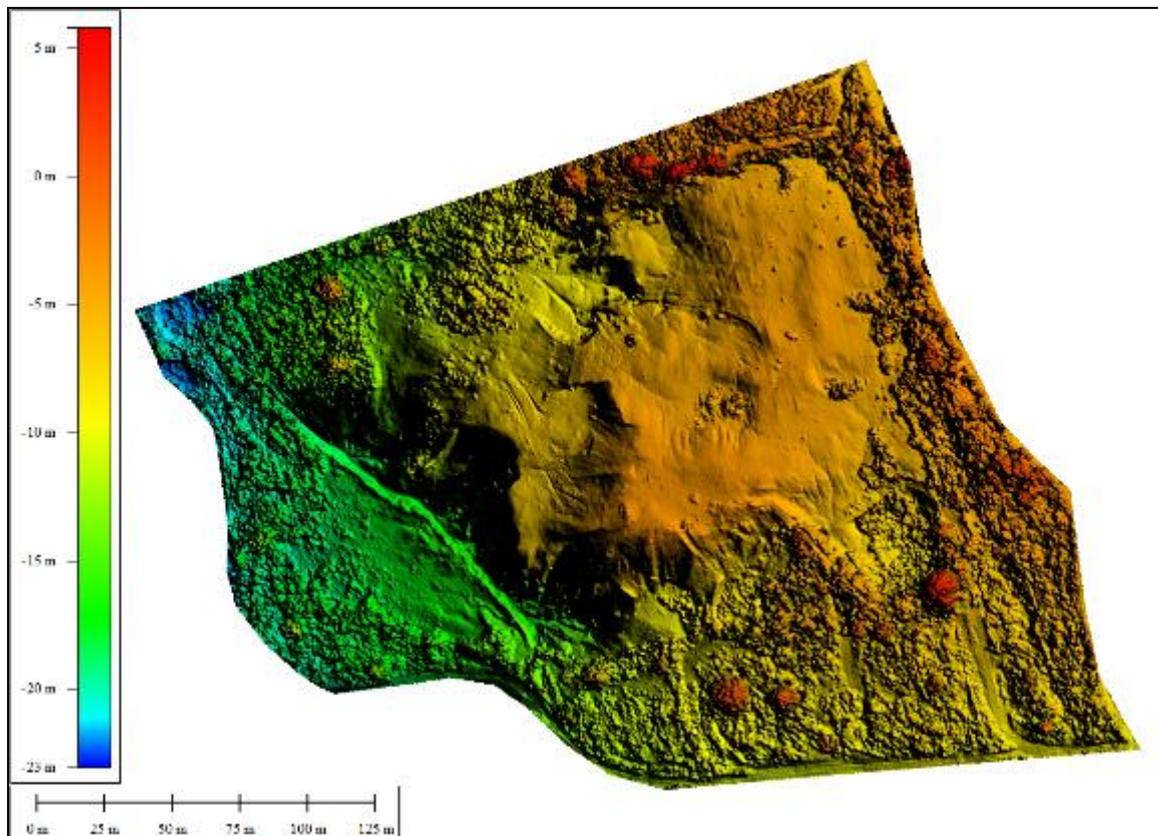


Fonte: Imagens obtidas e organizadas por Souza (2019).



O modelo digital de elevação (MDE), também chamado de modelo de elevação, descreve as elevações da superfície da área, identificando os pontos de aclave e declive existente, apresentado junto a um gradiente de cores que varia de acordo com a declividade do local (SOUZA; RÔMULO, DEBIASH; PAULA). É notório que a parte com maior elevação do terreno não conta com uma cobertura vegetal adequada para ajudar a absorver parte da energia da chuva ao tocar o solo, o que intensifica o escoamento superficial no local, fazendo com que a água procure pelo caminho preferencial no solo, formando sucros e posteriormente agravando ainda mais a condição do local. O modelo digital de elevação (MDE) evidencia esses caminhos preferenciais que a água tende a percorrer, facilitando assim ações mais pontuais para correção da dinâmica da água no local (Figura 7). As mudanças na altitude do terreno, associadas à ausência de cobertura vegetal, deixam claro que local possui áreas com potencial erosivo por ação da água, o que ocorre na área de estudo.

Figura 5: Altimetria da área de estudo.



Fonte: Acervo Souza (2019).

Podemos citar uma importante vantagem que o MDE obtido por dados coletados pelo VANT apresenta em relação àqueles disponíveis gratuitamente na internet: a sua elevada



IV Fórum Regional das Águas

XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

resolução espacial, que possibilita sua utilização ou modelagem 3D de forma mais detalhada e o entendimento de certas relações que ocorrem na paisagem (Isioye & Jobin, 2012). A resolução temporal das aeronaves é outro diferencial, pois permite a escolha do período de repetição do levantamento facilitando o acompanhamento dos alvos ao longo do tempo (FIGUEIRA & OLIVEIRA, 2013). Para levantamento e diagnósticos de impactos ambientais é ainda mais interessante, pois o acompanhamento da área é de suma importância para o sucesso do projeto de recuperação, e com o auxílio do VANT, o tempo gasto para visitação de toda área é muito menor, se comparado a visita técnica e fotografia de toda área pela equipe contratada. Na tabela 1, há alguns dos impactos ambientais identificados nesta área de estudo que conseguimos identificar com o auxílio dos dados produzidos pelo VANT.

Tabela 1: Impactos identificados e apresentação de medidas mitigadoras.

Impactos identificados	Medidas mitigadoras propostas
Ausência de cobertura vegetal do solo	Plantio de espécies primárias de crescimento rápido, sucedido das espécies secundárias
Carreamento do solo para partes mais baixas	Aplicação de curvas de nível ao longo da área para facilitar a infiltração e diminuir a velocidade do escoamento superficial
Formação de erosões no solo do local	Pode ser utilizado técnicas de barreira física para conter os sedimentos interno da erosão e controlar a descida do material que vai para as partes mais baixas do terreno.

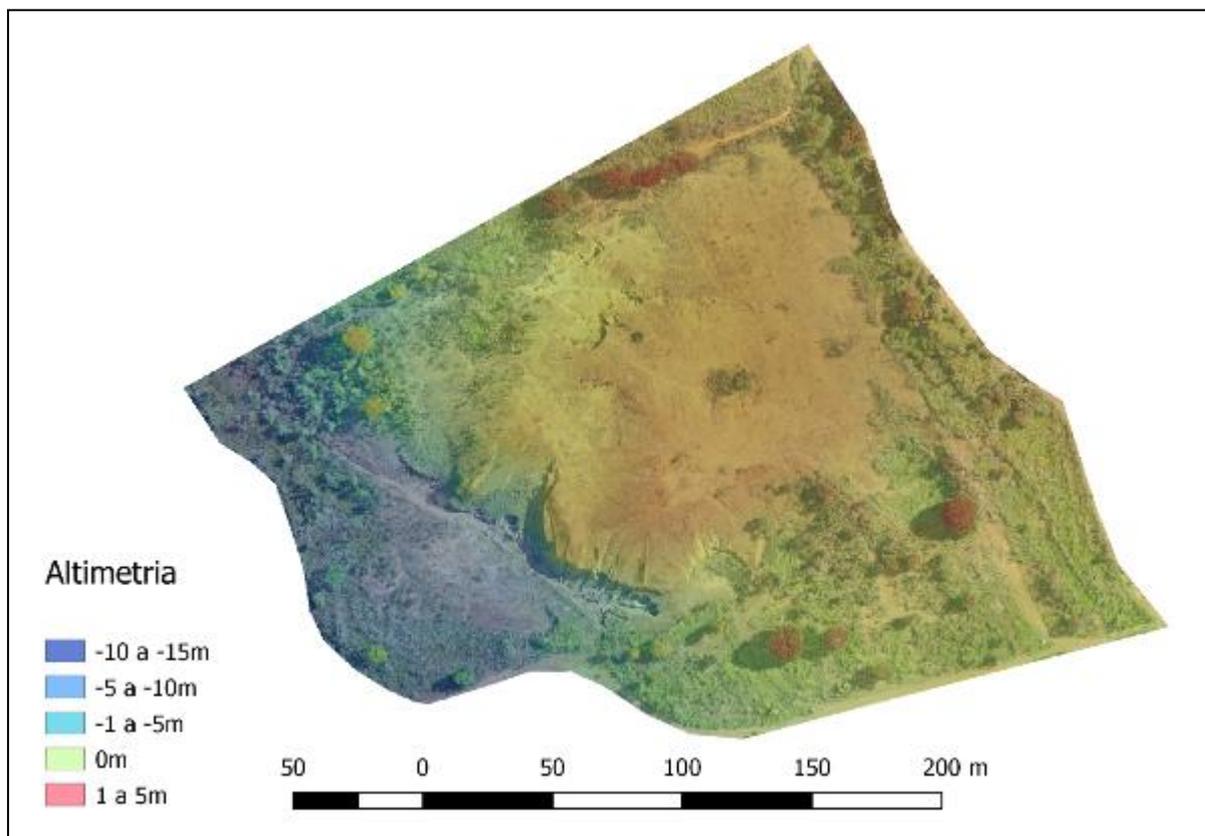
Fonte: Souza (2019)

Além das medidas mitigadoras citadas acima, também podem ser utilizadas técnicas de barreira física para conter os sedimentos internos da erosão. Outra alternativa também seria, após a mudança da dinâmica do escoamento a montante do processo erosivo, que fossem feitos aterramentos e compactação do solo no local, seguidos de plantio de espécies de crescimento rápido e com grande desenvolvimento radicular, afim de assegurar a presença do solo no local onde ele se encontra. Segundo Brandão (1985), quando a perturbação diminui, as espécies nativas são capazes de colonizar a área, facilitando o retorno da fauna, contribuindo para a recuperação do ambiente.



Contudo, toda técnica de controle por meio de barreiras físicas só será eficiente se antes for feito o controle da água a montante do processo erosivo. Nesse caso podem ser feitas canaletas para drenar o fluxo da água para outro lugar de solo mais estável. É fundamental consorciar essas técnicas com outras técnicas edáficas ou biológicas, bem como, mecânicas para contenção da erosão (NARDIN et. Al, 2010). A depender do tamanho da área e das condicionantes do levantamento de dados, é possível ter um panorama de toda a área de interesse, como podemos ver na figura 8.

Figura 6: Mapa de altimetria aliado a ortoimagem da área, evidenciando pontos baixos onde o solo do local foi lixiviado possivelmente pelas águas oriundas da precipitação de chuva no local.



Fonte: Acervo Souza (2019).

Na figura 8, o cruzamento da ortofoto com o modelo digital de elevação da área demonstra que a erosão está avançada, ocasionada por meio do carreamento do solo por ação da água no local. A imagem também evidencia a importância da cobertura vegetal do solo: onde não há presença de vegetação, se agravam os processos erosivos, que tendem a aumentar a cada estação chuvosa na região se nada for feito.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo teve como principal objetivo avaliar a capacidade de obtenção de dados obtidos por VANT para a identificação de impactos ambientais, através da geração de ortoimagens e mapas altimétricos da área de estudo. A utilização de VANT para obtenção de dados e imagens de áreas afetadas por alguma degradação ambiental pode ser de grande valia, haja vista que proporciona um mapeamento financeiramente atraente, rápido e conciso com a realidade para as mais diversas temáticas de interesse. Destaca-se no estudo o papel dos VANT's para questões de planejamento ambiental a curto e médio prazo e para questões de monitoramento de projetos de recuperação de áreas degradadas.

Os resultados foram satisfatórios e os mapas e imagens gerados atenderam às exigências para conhecimento dos impactos ambientais que a área sofre: erosões por toda a área causando o carreamento do solo e ausência da cobertura vegetal na maior parte do terreno.

A degradação que a área sofre pode ser contornada com diversas medidas mitigadoras, como o emprego de curvas de nível no solo e bolsões para conter e aumentar a infiltração da água de chuva, para logo após a estabilização do solo seja possível o emprego de outras medidas como o plantio de espécies primárias com crescimento rápido nos locais sem cobertura vegetal, sucedido da inserção de espécies nativas do cerrado para que não se perca a integração ambiental do local.

Portanto, os dados obtidos pelo VANT se mostraram satisfatórios para a avaliação dos impactos ambientais ocorrentes, o que evidencia ainda mais o potencial que a tecnologia trás para a sociedade. Vale destacar também o potencial de inspeção de áreas de risco e de difícil acesso que proporciona o uso desta tecnologia. Desde que respeitado os padrões e adequações de acurácia para cada atividade de interesse, os VANT's podem ser uma ótima alternativa para levantamentos de dados e acompanhamento de projetos em diversos campos de atuação.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO FILHO, J.A.; SOUSA, F.B.; SILVA, N.L. e BEZERRA, T.S. Avaliação de leguminosas arbóreas, para recuperação de solos e povoamentos em áreas degradadas: Quixeramobim - CE. In: **Revista Brasileira de Agroecologia**, vol. 2, n. 2, p.1592-1595, 2007.

BRAZ, Adalto M., BORGES, Josué Pedro S., BERNARDES, Deany Cristina S., e TEREZAN, Luiz Henrique. Análise da aplicação de VANT na atualização de cadastro florestal com uso de pontos de controle. In: **XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR**: João Pessoa: INPE,2015. p. 6381-88.



BUFFON, Elaiz; SAMPAIO, Tony e PAZ, Otacílio. **Veículo aéreo não tripulado (VANT): aplicação na análise de inundações em áreas urbanas.** GOT [online]. 2018, n.13, pp.85-108. ISSN 2182-1267. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.17127/got/2018.13.004>. Acessado em 20 de março de 2019.

Chen, Shen-Em, Rice, Corey, Boyle, Chuck, Hauser, Edd, and Philbrick, Brian. **Small-format aerial photography for highway-bridge monitoring.** *Journal of Performance of Constructed Facilities* 25.2 (2011): 105-112.

BRANDÃO, M. **Plantas Invasoras de Pastagens no município de Cantagalo-RJ.** In **XXXVI Congresso de Botânica.** Sociedade de Botânica do Brasil. Curitiba, 1985.

Ferreira, Alexandre M.R. **Avaliação de câmara de pequeno formato transportada por Veículo Aéreo não Tripulado - VANT, para uso em aerolevantamentos.** *Dissertação de Mestrado*, Instituto de Geociências da Universidade de Brasília, 2014.

Figueira, N. M.; Oliveira, L. C. De. **Super-resolução: técnicas existentes e possibilidade de emprego às imagens do Vant vt-15.** *Revista Militar de Ciência e Tecnologia*, v. 30, p. 3-19, 2013.

Nascimento de Almeida, Alexandre & Gebrim Rodrigues, Nikolas & Angelo, Humberto. (2017). **Recuperação ambiental da cascalheira do Parque Recreativo Sucupira (Planaltina, Distrito Federal, Brasil).** *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*. 4. 203-217. 10.21438/rbgas.040720.

Haarbrinck, R.B., and Koers, E. **Helicopter UAV for photogrammetry and rapid response.”** *InSecond International Workshop: The Future of Remote Sensing*, Antuérpia. Bélgica, 2006.

Isioye, A. O.; Jobin, P. **An Assessment of Digital Elevation Models (DEMs) From Different Spatial Data Sources.** *Asian Journal of Engineering, Sciences & Technology*, v. 2, n. 1, 2012.

Jia, K.; Liang, S.; Wei, X.; Yao, Y.; Su, Y.; Jiang, B.; Wang, X. Land cover classification of Landsat data with phenological features extracted from time series modis NDVI data. *Remote Sensing*, vol. 6, n. 11, p. 11518-11532, 2014.

Laliberte, Andrea S., Herrick, Jeffrey E., Rango, Albert, and Winters, Craig. **Acquisition, orthorectification, and object-based classification of unmanned aerial vehicle (UAV) imagery for rangeland monitoring.** *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* Vol. 76, No. 6, junho, 661-672, 2010.

Lima, R.L.F.A.; Salcedo, I.H. e Fraga, V.S. (2007) - **Propágulos de fungos micorrízicos arbusculares em solos deficientes em fósforo sob diferentes usos, da região semi-árida no nordeste do Brasil.** *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol. 31, n. 2, p. 257-268. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832007000200008>>. Acesso em 21 de março 2019.

LONGHITANO, G. A. **VANTS para sensoriamento remoto: aplicabilidade na avaliação e monitoramento de impactos ambientais causados por acidentes com cargas perigosas.**



IV Fórum Regional das Águas

XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica. Universidade de São Paulo, 2010, 148 p.

MELO JUNIOR, Carlos Mariano et al. **Geração de mapas de danos de fachadas de edifícios por processamento digital de imagens capturadas por Vant e uso de fotogrametria digital.** *Ambient. constr.*, Porto Alegre, v. 18, n. 3, p. 211-226, set. 2018. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212018000300211&lng=en&nrm=iso. Acesso em 21 de março 2019.

Mesas-Carrascosa, Francisco-Javier, Torres-Sánchez, J., Clavero-Rumbao, I., García-Ferrer, A., Peña, J., Borra-Serrano, I. and López-Granados, F. **Assessing Optimal Flight Parameters for Generating Accurate Multispectral Orthomosaics by UAV to Support Site-Specific Crop Management.** *Remote Sensing* 7-10 (2015): 12793.

NARDIN, C. F. SILVA, A. H. JÚNIOR, R. A. P. RODRIGUES, S. C. **Uso de medida física para recuperação de áreas degradadas em ambiente de cerrado. Resultado para o uso de barreiras com material de baixo custo na recuperação de voçorocas.** *Revista de Geografia.* Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. especial VIII SINAGEO, n. 2, set. 2010.

S. A.; RÔMULO, DEBIASI; PAULA. **Geração do Modelo Digital de terreno na UFRRJ através de Software fotogramétrico livre.** Rio de Janeiro. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2012.



AVALIAÇÃO DA IMPORTÂNCIA DAS VEREDAS PARA O EQUILÍBRIO HIDROECOLÓGICO DO BIOMA CERRADO E AS AMEAÇAS DA AGROPECUÁRIA

Gabriela Nascentes Pereira Barbosa¹

gabriela_nascentes@hotmail.com

José Carlos de Souza²

jose.souza@ueg.br

Resumo

Este trabalho tem por objetivo avaliar a importância dos subsistemas de veredas para o equilíbrio ecológico e hidrológico do bioma Cerrado e descrever as condições ambientais de uma vereda localizada entre os municípios de Formosa e Planaltina, Goiás, frente à expansão agropecuária. Foi realizada uma revisão bibliográfica para descrição dos aspectos físico-naturais e ecológicos das veredas, bem como o processo de expansão das atividades agropastoris e as consequências ambientais nos subsistemas de veredas. Também foram realizadas visitas de campo para descrição das condições ambientais da vereda e das atividades que a margeiam. Com grande relevância para o Bioma Cerrado, as veredas são fundamentais por participarem diretamente no controle do fluxo do lençol freático, desempenhando um papel fundamental no equilíbrio hidrológico. Também são responsáveis por constituírem corredores ecológicos e pela manutenção e multiplicação da fauna terrestre e aquática, além de possuírem um importante papel socioeconômico e estético-paisagístico regional.

Palavras-chave: Paisagem. Meios biótico e abiótico. Biodiversidade. Fitofisionomias de Cerrado.

INTRODUÇÃO

O bioma Cerrado está localizado no Planalto Central brasileiro e as águas que drenam a região alimentam as três principais bacias hidrográficas da América do Sul. O domínio fitogeográfico do Cerrado ocupa 2.036.448 Km², ou seja, 23,92% do território brasileiro. Ocupa a totalidade do Distrito Federal, mais da metade dos estados de Goiás (97%), Maranhão (65%), Mato Grosso do Sul (61%), Minas Gerais (57%) e Tocantins (91%), além de porções de outros seis estados (IBGE, 2004). O Cerrado abriga uma imensa biodiversidade, porém, nas últimas décadas, essa distribuição de Cerrado foi fortemente modificada. Levantamentos do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira - PROBIO (SANO et al., 2008). O cerrado foi transformado por atividades antrópicas e boa parte desta conversão antrópica se deve às políticas de expansão agropecuária, intensificadas a partir da década de 1970 (MIZIARA; FERREIRA, 2008).

A ocupação do Cerrado tem afetado gravemente os ambientes naturais, tornando-os cada vez mais alterados. A ocupação humana no Cerrado se deu historicamente relacionada ao uso de recursos naturais. Desde os indígenas que praticavam a caça, a pesca, a coleta e a



IV Fórum Regional das Águas XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

agricultura de coivara, aos bandeirantes em busca do ouro, até os pecuaristas e agricultores modernos que utilizam o solo para implantação das extensas monoculturas. Na medida em que o “ser humano” desenvolveu tecnologias, do machado ao trator de esteira, do uso moderado das áreas florestadas aos ímpetus mais fortes da revolução verde, o seu poder de destruição da natureza só ganhou em escala (DELLA GIUSTINA, 2013; ANJOS, 2016).

A agricultura moderna no Cerrado obteve êxito em função das altas demandas de mercado, mas também pelos incentivos estatais e pelo avanço das pesquisas agrônômicas. Esta fase representa um marco para a destruição do bioma Cerrado. Com a chamada “revolução verde”, em que as tecnologias de correção da acidez dos solos, a fertilização química, o uso de sementes geneticamente modificadas e o uso de defensivos agrícolas facilitaram a escolha das áreas para a produção agrícola, de forma que outras fitofisionomias, além das matas até então utilizadas, foram incorporadas ao sistema produtivo. Com isso, os solos de baixa fertilidade natural passaram a ter valor econômico, abrindo uma nova fase de desmatamentos (DELLA GIUSTINA, 2013; SANTOS, 2016).

Sendo considerada uma das principais causas da degradação do Cerrado, a expansão da fronteira agrícola brasileira passou a ocupar em larga escala os domínios antes pertencentes ao domínio natural. O processo foi, em grande parte, facilitado pelos avanços tecnológicos no que diz respeito às diferentes técnicas de cultivo e a partir dos processos de correção dos solos ácidos, antes pouco desfavoráveis à inserção de monoculturas (MATOS; PESSÔA, 2014). Della Giustina (2013) afirma que o processo foi de suma importância para o aumento da produtividade agrícola brasileira, embora a maior parte do cultivo tenha sido direcionada para o mercado externo, sobretudo pelo cultivo da soja, e recentemente, da cana-de-açúcar. Por outro lado, a expansão foi desordenada destruindo matas ciliares, veredas e áreas de prioritárias para a conservação, entre outras, causando danos irreversíveis aos ecossistemas.

O Cerrado é considerado a savana mais rica em biodiversidade do mundo onde se podem identificar várias fitofisionomias (MENDONÇA *et al.* 1998). Ferreira (2003) passou a denominar essas fitofisionomias de “Formação Típicas do Cerrado”, por entender que é uma denominação mais condizente com a regionalização brasileira, visto que não temos Savana no Brasil, mas sim o Cerrado. As fitofisionomias são características da vegetação que se encontra em um determinado lugar, para Ribeiro e Walter (2008) o cerrado possui três formações paisagísticas.

Os critérios aqui adotados para diferenciar os tipos fitofisionômicos são baseados primeiramente na fisionomia (forma), definida pela estrutura, pelas formas de crescimento dominantes e por possíveis mudanças



estacionais. Posteriormente consideram-se aspectos do ambiente (fatores edáficos) e da composição florística. No caso de tipos fitofisionômicos em que há subtipos, o ambiente e a composição florística, nesta ordem, são os critérios de separação. São descritos doze tipos principais de vegetação para o Bioma, enquadrados em formações florestais (Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão), savânicas (Cerrado sentido restrito, Parque de Cerrado, Palmeiral e Vereda) e campestres (Campo Sujo, Campo Limpo e Campo Rupestre). Considerando também os subtipos, neste sistema são reconhecidas 25 fitofisionomias. (RIBEIRO; WALTER 2008, p. 164).

Nesse sentido vale ressaltar a importância das veredas para o equilíbrio do ecossistema Cerrado pertencente aos aspectos fitofisionômicos das Formações Savânicas. As veredas são subsistemas úmidos que participam do controle do fluxo do lençol freático, desempenhando um papel fundamental no equilíbrio hidrológico dos cursos d'água no ambiente do cerrado. Constitui-se num sistema represador da água armazenada na chapada, sendo importante para a perenização dos córregos, ribeirões e até mesmo dos rios, a jusante destes sistemas. Representam também um ambiente de grande relevância dentro do Cerrado, por serem responsáveis pela manutenção e multiplicação da fauna terrestre e aquática. Esses ambientes, entretanto, são sensíveis à alteração e de pouca capacidade regenerativa, quando perturbados (BOAVENTURA, 1978; CARVALHO, 1991; FERREIRA, 2006).

Devido sua importância ecológica e hidrológica o subsistema de vereda necessita de atenção sobre sua preservação, já que tem sofrido bastante com a ação antrópica, ocasionando um desequilíbrio para todo o bioma. Assim, este trabalho tem por objetivo a avaliar a importância dos subsistemas de veredas para o equilíbrio ecológico e hidrológico do bioma Cerrado e descrever as condições ambientais de uma vereda localizada no município de Planaltina, Goiás frente a expansão da agropecuária.

Caracterização Físico-Natural e Ecológica das Veredas

Com todo processo de degradação do Cerrado é notório o desequilíbrio dos ecossistemas que o formam, principalmente nos subsistemas de veredas que são consideradas comunidades hidrófilas formadas por dois tipos de vegetação, a herbáceo-graminosa que ocupa a maior parte de sua área e a arbórea- arbustiva com predominância dos buritis (CARVALHO, 1991). Os buritis e palmeirais são plantas símbolos das veredas e indicativos hidrogeomorfológicos de áreas encharcadas com afloramento de água.

As veredas constituem importantes subsistemas representativos do Cerrado no Brasil, sendo uma fitofisionomia com paisagem única (FERREIRA, 2008). São quase sempre cercadas por campo limpo e ocorrendo em locais muito úmidos, as veredas participam diretamente do



controle do fluxo do lençol freático, desempenhando um papel fundamental no equilíbrio hidrológico dos cursos d'água (RAMOS et al., 2006), além de sua importância ecológica, possui um valor paisagístico e grande papel social para agricultores, que exploram a palmeira buriti (FONSECA e SILVA, 1998).

Nesse conceito fundamental do seu papel no equilíbrio do Cerrado tem se a necessidade dessas áreas serem protegidas por lei, segundo o Código Florestal essas áreas são conhecidas como Área de Preservação Permanente (APP), a Resolução CONAMA (nº 303/2002, artigo 2º, item 3), que a define como espaço brejoso ou encharcado, que contém nascentes ou cabeceiras de cursos d'água, onde há ocorrência de solos hidromórficos. Ainda assim (FERREIRA, 2005) afirma que o homem vem interferindo no meio natural, o que tem levado a perda de um patrimônio fauno florístico importantíssimo, além da interrupção destes corredores ecológicos. Toda essa antropização tem causado um desequilíbrio, levando à degradação ambiental.

As veredas podem ser classificadas desta forma segundo Boaventura (2007), como: Vereda de Superfície Aplainada, em que a nascente (ou área de exsudação) se encontra em solo argiloso, turfoso, rico em matéria orgânica na zona encharcada e arenoso na zona menos úmida, com buritis e matas de galeria; Vereda-Várzea, quando a nascente ocorre em transição para área de acumulação de sedimentos aluviais, localizada em planícies de inundação com vegetação transicional de herbáceas para buritizais e mata de galeria; e Vereda de Encosta, em que a nascente ocorre em solo arenoso, raramente argiloso, apresenta uma cobertura herbácea com presença ou não do buriti, costuma ocorrer sob a forma de meia lua, em bordas de chapadas e declives pouco acentuados.

As veredas, são conhecidas como “Berço das Águas, não são paisagens restritas ou oásis limitados por ambientes áridos, funcionam como um corredor natural da fauna e da flora, interligando ecossistemas (BOAVENTURA, 2007) e permitindo a movimentação do fluxo gênico”. A relevância desse subsistema tem uma carência de estudos sobre sua flora, fauna, ecologia, relevo, hidrologia, entre outras diversas características presentes no ecossistema. Diante disto é preciso que haja maior esforço em conhecer estes ambientes, valorizando suas peculiaridades e sua importância para todo o bioma.

A Figura 1 apresenta um diagrama de perfil e cobertura arbórea de uma vereda, caracterização proposta por Ribeiro e Walter (2008). O diagrama representa uma faixa de 40 metros de comprimento por 10 metros de largura. Na figura podemos observar uma vegetação arbóreo-arbustiva esparsa, representada pelos buritis e vegetação gramínea predominante.

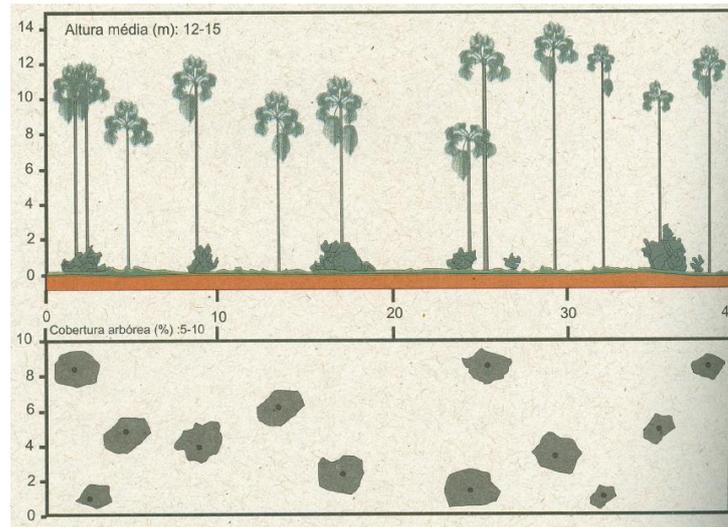
Figura 1 – diagrama de perfil e cobertura arbórea de uma vereda.



IV Fórum Regional das Águas

XV Semana do Curso de Geografia

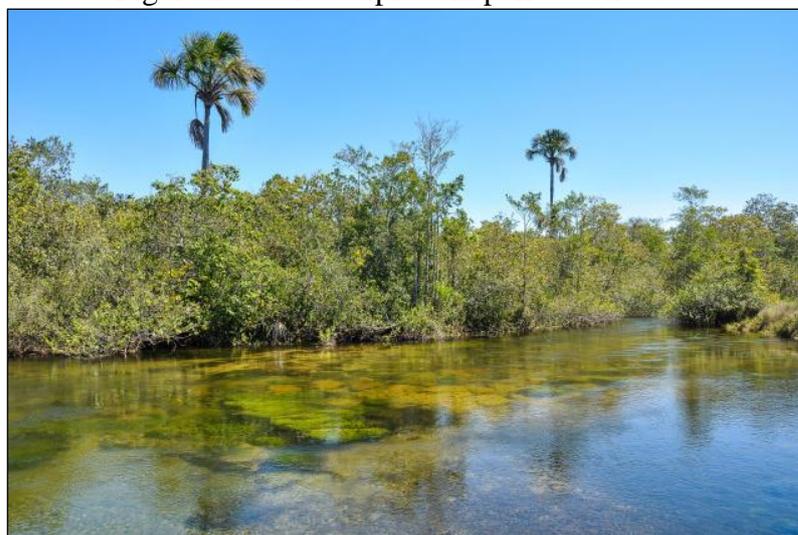
Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos



Fonte: Ribeiro e Walter (2008).

Na Figura 2 temos uma vereda típica em período chuvoso, com abundante afloramento de água e formação de superfície alagado. Neste caso podem ser identificados varias espécies de plantas além dos típicos buritis.

Figura 2 – Vereda típica em período chuvoso.



Fonte: Vereda com Buritis Por: Bastos, Fabiano foto realizada no oeste da Bahia. Unidade: Embrapa Cerrados Data de publicação: 04/06/2014.

Assim, como em todo o Cerrado, as veredas são usadas e exploradas para diversos fins como: pecuária, agricultura, mineração, drenagem da água, dentre outros, que geram grandes problemas ambientais alterando suas funções bióticas e abióticas desses subsistemas.

Boaventura (1978, p. 111-112), ao caracterizar as veredas, chama a atenção para a necessidade de sua proteção em função de sua fragilidade, segundo este autor as veredas se configuram como vales rasos, com vertentes côncavas suaves cobertas por solos arenosos e



fundos planos preenchidos por solos argilosos, frequentemente turfosos, ou seja, com elevada concentração de restos vegetais em decomposição. Em toda a extensão das veredas o lençol freático aflora ou está muito próximo da superfície. As veredas são, portanto, áreas de exsudação do lençol freático e, por isto mesmo, em todas as suas variações tipológicas, são nascentes muito suscetíveis de se degradarem rapidamente sob intervenção humana predatória.

METODOLOGIA E DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada na coordenada geográfica 47° 32'00" longitude W/15° 17'00" latitude S, entre as cidades de Formosa e Planaltina, municípios do entorno de Brasília que enfrenta um crescimento acelerado de áreas urbanas e de ocupação de suas áreas por agricultura e pastagens. A vereda é interceptada pela rodovia GO 118, nas proximidades do Distrito de São Gabriel.

A região apresenta predominantemente relevos plano e suave ondulado. Segundo a classificação de Köppen - Geiger, o clima na área de estudo é do tipo Aw, essa nomenclatura se refere ao clima tropical. Ou seja, apresenta duas estações bem definidas; inverno seco, com baixos índices pluviométricos, baixa umidade do ar e alta taxa de evaporação, este período compreende de maio a outubro; e um verão chuvoso, com altos índices pluviométricos ocasionando o aumento da umidade do ar, abarcando os demais meses do ano. A precipitação média na área varia entre 1.000 mm a 1.700 mm, aproximadamente, sendo que mais de 80% da chuva, em geral, ocorre entre os meses de outubro a março (LIMA, 2010).



IV Fórum Regional das Águas

XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

Figura 3 – Mapa de localização da área de estudo.



Foi realizada uma revisão bibliográfica para descrição dos aspectos físico-naturais e ecológicos das veredas, bem como do processo de expansão das atividades agropastoris e as consequências ambientais nos subsistemas de veredas. Foram realizadas visitas de campo para descrição das condições ambientais da vereda e das atividades que a margeiam. Os produtos cartográficos foram gerados no *software* ArcGIS 10.3 e as bases utilizadas foram adquiridas no Sistema de Geoinformação do Estado de Goiás (SIEG-GO). Para delimitação da vereda foi utilizada imagens do Google Earth Pro.

A foto da Figura 4 apresenta uma vista panorâmica da vereda, onde no segundo plano pode se perceber a presença dos buritis, dominados pela espécie *Mauritia flexuosa*, indicativo de áreas úmidas, são espécies hidrófilas que estão adaptadas a áreas encharcadas, sendo consideradas espécies típicas do Cerrado. No primeiro plano percebe uma área alterada devido à introdução de pastagem e algumas espécies arbustivas típicas de Savana Parque (Campo Sujo) em processo de regeneração.



Figura 4 – Vista panorâmica da Vereda analisada.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre as atividades agropastoris desenvolvidas nas bordas da vereda, esta a introdução de pastagem (Figura 5). Na figura podemos observar um fator determinante nas alterações das fitofisionomias, que é a inserção de gado de corte, que causam a compactação do solo por pisoteio dos animais e acaba suprimindo a vegetação herbácea e desencadeando todo um processo de degradação.

Figura 5 – Introdução de pastagens e criação de gado de corte na borda da Vereda.



A fitofisionomia campestre do Cerrado, denominada de Campo Limpo é uma cobertura vegetal típica de áreas de vereda e foi identificada na área de estudo (Figura 6). Na imagem



percebemos ao fundo a área da vereda. Segundo Ribeiro e Walter (2008) nas bordas das veredas podem desenvolver gramíneas típicas de Campo Limpo com solos geralmente úmidos.

Figura 6 – Em primeiro plano, ocorrência da fitofisionomia Campo Limpo.



Nas observações de campo foi possível constatar o intenso processo de antropização das paisagens nas bordas e proximidades da vereda. A silvicultura com a plantação de eucaliptos (Figura 7) é uma das atividades desenvolvidas na região.

O *Eucalyptus* sp. é uma espécie exótica advinda da Austrália, foi introduzido no Brasil no final do século XIX. Dentre as décadas de 70 e 90, quase toda a fitomassa natural do Cerrado foi substituída principalmente por imensos latifúndios de monocultura de soja e milho, posteriormente por pecuária extensiva e atualmente por monoculturas de *Pinus* e *Eucalyptus* (VIANA; HORN, 2006). As formações florestais de *Eucalyptus* sp. requerem um aporte hídrico muito grande nos estágios iniciais, sendo este o principal elemento controlador da produtividade (SOUZA *et al.* 2006).

A monocultura tende a se “alimentar” das reservas contidas no solo. Com isso, seu plantio próximo a áreas permanentemente alagadas, como as veredas, torna-se viável para a produção em larga escala. Conforme (VITAL, 2007), isso pode reduzir o freático localmente e a jusante, além de secar as nascentes dos rios e reduzir a fertilidade do solo (ALCIDES *et al.*, 2007), alterando a composição quantitativa específica da flora e da fauna.

Os efeitos ambientais causados pelo plantio de eucalipto nas proximidades de áreas de veredas são: a retirada de água do solo, tornando o balanço hídrico deficitário; o rebaixamento do lençol freático; podendo levar ao secamento de nascentes; o empobrecimento em nutrientes e ressecamento do solo; a inibição de germinação de sementes e do desenvolvimento de outras



IV Fórum Regional das Águas XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

plantas, dando início ao processo de desertificação, e como consequência de todos estes impactos, a extinção da fauna e flora presentes nas veredas.

Figuras 7 – Plantação de eucalipto nas proximidades da vereda.



Os relevos planos com predominância de Latossolos Vermelhos influenciam o intenso uso agrícola na região. Na Figura 8 temos uma extensa área com cultura temporária. Os cultivos comuns na região e proximidades da vereda é a plantação de grãos como soja, milho e feijão. A soja é o principal produto agrícola introduzido nos chapadões do centro-sul do estado de Goiás, e esta atividade tem avançado para os municípios a norte do Distrito federal, ocupando as extensas superfícies de aplainamento, que do ponto de vista do agronegócio, são áreas especiais para o transito de maquinários.

Figura 8 – Cultura anual desenvolvida às margens da vereda.





IV Fórum Regional das Águas

XV Semana do Curso de Geografia

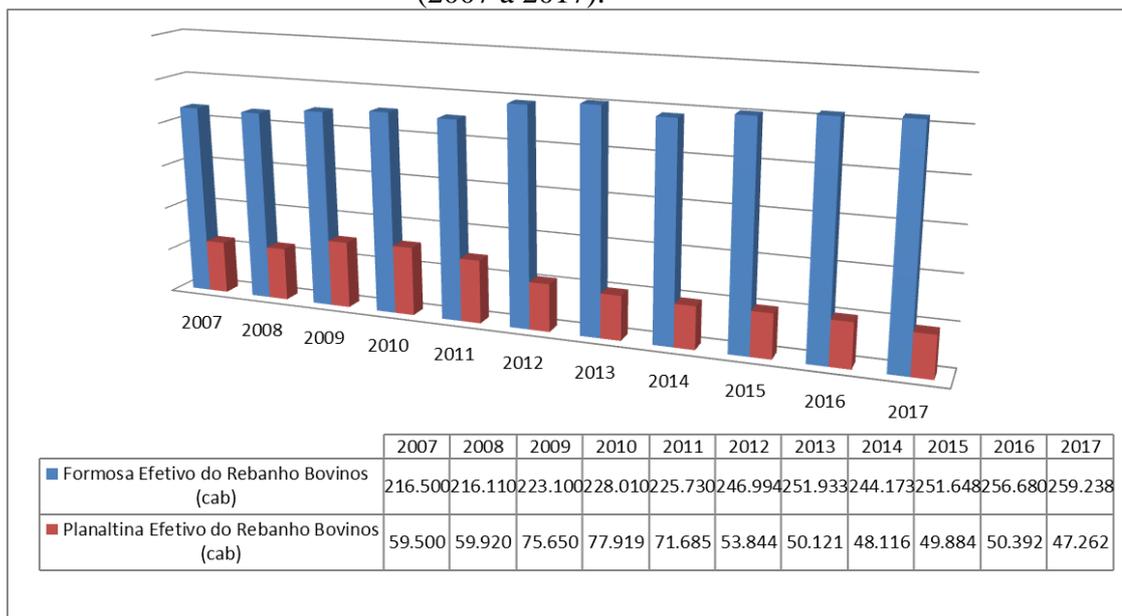
Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

A exploração do plantio de grãos substitui valiosas riquezas naturais por vastas planícies de lavoura (MEDEIROS, 2007). Juntamente com a agropecuária intensiva e moderna o Cerrado transformou-se, havendo excesso de desmatamento, compactação do solo, erosão, assoreamento de rios, contaminação da água subterrânea, e perda da biodiversidade.

Mesmo com tantos problemas causados pela agropecuária intensiva o que podemos constatar foi um aumento significativo nos municípios de Formosa e Planaltina, Goiás, em relação à quantidade de soja produzida e o efetivo de rebanho, como mostram os dados coletados no site do Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos, (IMB).

O gráfico da Figura 9 apresenta o efetivo de rebanho bovino, em cabeças, nos municípios de Planaltina e Formosa, no período de 2007 a 2017. Os dados evidenciam que em Formosa o efetivo de animais é ligeiramente crescente e indica uma vocação para esta atividade econômica. Já no município de Planaltina o efetivo é significativamente menor e no decorrer do período apresentou uma ligeira redução. Em relação à produção de soja, os dois municípios apresentam uma produção crescente de 2007 a 2017 (Figura 10), com certa similaridade em toneladas produzidas anualmente.

Figura 9 – Efetivo de Rebanho Bovino (cab) nos municípios de Planaltina e Formosa (2007 a 2017).



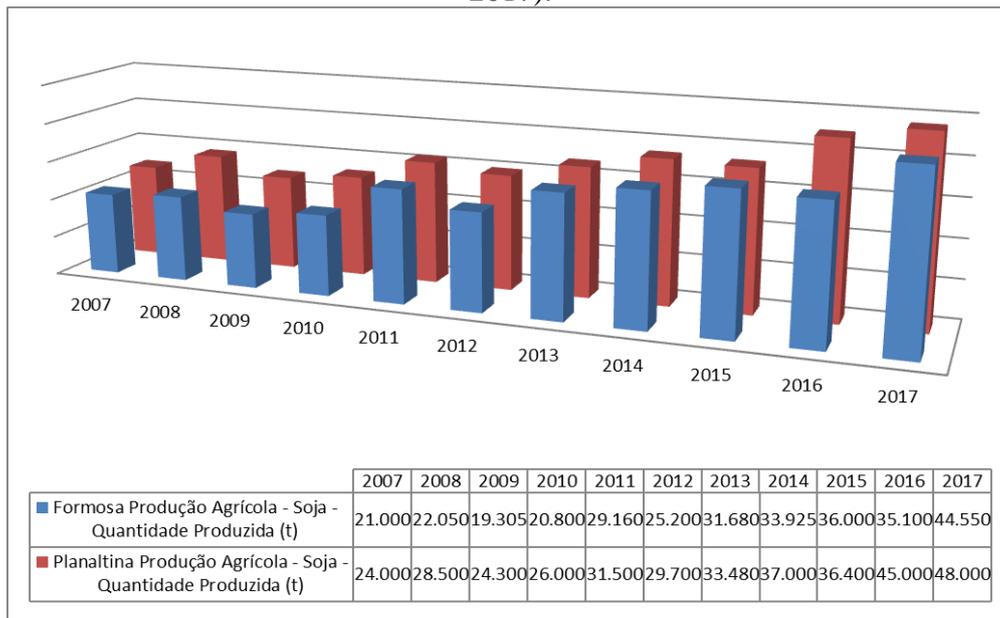
Fonte: <http://www.imb.go.gov.br/>



IV Fórum Regional das Águas XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

Figura 10 – Total de Soja Produzida (t) nos municípios de Planaltina e Formosa (2007 a 2017).

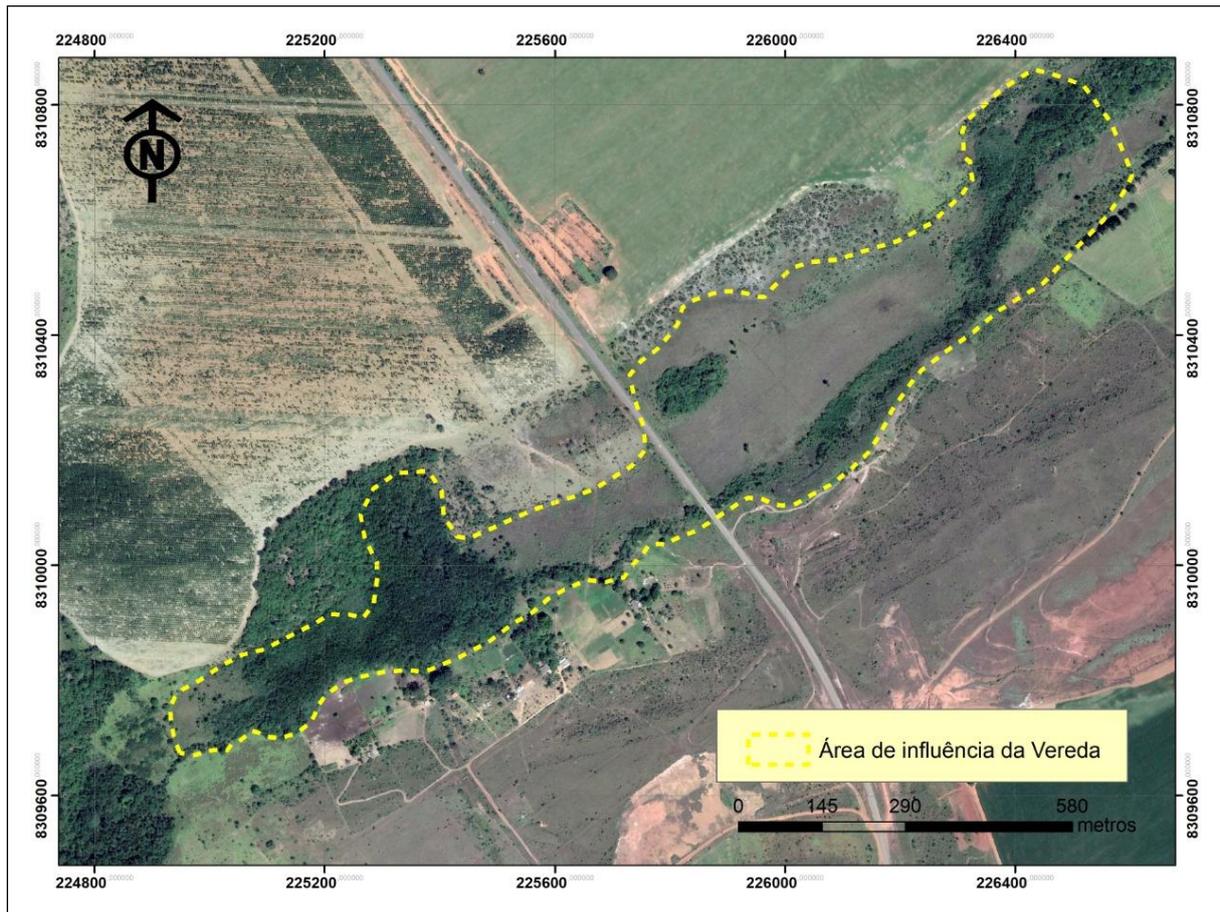


Fonte: <http://www.imb.go.gov.br/>

Na Figura 11 a seguir podemos verificar a dimensão do problema causado por essas atividades agropastoris às margens da vereda e em sua área de influencia. A figura apresenta a delimitação da área de influência da vereda sobre uma imagem *Google Earth Pro*. A coloração mais escura dentro o da área delimitada é um indicativo de solos mais encharcados, típicos de áreas de vereda. Os solos destas áreas são geralmente classificados como solos hidromórficos com ocorrência de Gleissolos.



Figura 11 – Delimitação da área de influência da Vereda em imagem Google Earth Pro.



A imagem (Figura 11) deixa evidente o grau de alteração da paisagem pela introdução de pastagem, silvicultura e cultivos agrícolas diversos, comprometendo a dinâmica hidrogeológica de recarga e afloramento de água e o equilíbrio ecológico desse ecossistema influenciando diretamente na redução da biodiversidade faunística e florística.

O estudo caminhou no sentido de analisar e avaliar o que a agricultura tem causado nas áreas de veredas, trazendo à pauta discussões sobre os prejuízos ambientais gerados com a intensificação da monocultura nesta região. Pode-se verificar que tais áreas, cuja vegetação nativa foi retirada, estão classificadas como sendo de grau vulnerável, ou seja, são áreas que obrigatoriamente e legalmente, deveriam estar preservadas devido à sua vulnerabilidade, mas estão antropizadas, comprometidas e com possibilidades reais de rápido desgaste e degradação total.

As veredas, portanto, merece uma atenção especial, levando em consideração que não há como reverter o processo de ocupação da região, porém, deve-se buscar fazê-lo com planejamento e formas de manejo adequadas, procurando respeitar o limite de subsistema Vereda, garantindo que não haja mais degradação da mesma. Para que isso aconteça precisamos



IV Fórum Regional das Águas

XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

de uma modificação do Código Florestal, já que a atual redação do Código Florestal autoriza uma interpretação de que veredas não são APPs.

Há um O projeto apresentado pela Comissão de Legislação Participativa da Câmara dos Deputados de Brasília, de Lei 10982/18 que pretende deixar claro, no Código Florestal (Lei 12.651/12), que as veredas, em zonas rurais ou urbanas, são área de preservação permanente (APP) 'Agência Câmara Notícias' notícia publicada em 16/01/2019 - 17h09. Conforme a proposta, o Código Florestal passa então a definir como área de proteção permanente “as veredas e sua faixa marginal, em proteção horizontal, com largura mínima de 50 metros a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado”.

O Código Florestal Brasileiro seria a expressão de uma política que teria efeitos diretos na conservação da natureza. A nova lei protegeria em regime de “preservação permanente” todas as formas de vegetação nativa associadas à proteção dos recursos hídricos (margens e nascentes) e a determinadas situações de relevo (bordas de chapada, altas declividades, topos de morros, etc.) resguardando os solos. Além das Áreas de Preservação Permanente - APP, o novo Código previu que as propriedades rurais, deveriam conservar 20% de suas glebas.

O Código Florestal atingiu diretamente as atividades produtivas. Em que pese diversas situações de desrespeito às duas formas de proteção, as APP e as Reservas Legais, de uma forma geral, pode-se considerar que, em boa medida, a norma teve efeitos positivos e consideráveis na proteção do cerrado. As matas ciliares representam importantes vias de conexão entre áreas fragmentadas. Além disso, a proteção das florestas ripárias tem importância fundamental para a manutenção da qualidade das águas, contendo a erosão dos solos e filtrando possíveis poluentes (esgotos, fertilizantes, defensivos agrícolas, dentre outros) que possam fluir para os cursos d'água.

Durante a pesquisa pode se constar que todos seus subsistemas sofrem com a degradação, alterando sua dinâmica, segundo (FERREIRA, 2003) as veredas estão perdendo sua função de corredores e refúgios para a fauna da região, decorrente das interrupções por estradas e represas que se tornam barreiras para a maioria das espécies, provocando também a extinção das espécies da fauna regional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de ocupação histórica do bioma Cerrado, conforme foi descrito, esteve estreitamente relacionado às características dos recursos naturais encontrados no seu território. Sobretudo no século XX, quando a devastação do Cerrado tornou-se mais ampla e de caráter definitivo, o solo foi o recurso natural mais demandado, em termos de dimensão geográfica. Ou



IV Fórum Regional das Águas

XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

seja, as atividades agropecuárias modernizadas nos últimos 40 anos foram responsáveis pelas maiores mudanças na paisagem. Essa modernização das técnicas produtivas no campo, aliada a investimentos financeiros subsidiados por programas e políticas oficiais, proporcionou um avanço indiscriminado sobre a paisagem do Cerrado.

Alterando assim vários subsistemas importantes pra a manutenção do bioma, dentre eles o de vereda, extremamente relevante, como descrevi Lima (1991, p. 213), a Vereda funciona como um filtro, regulando o fluxo de água, sedimentos e nutrientes, entre outros terrenos mais altos da bacia hidrológica e o ecossistema aquático. Podendo ainda servir de refúgio para a fauna, numa área de ocupação agrícola e pecuária, porém, a preservação das veredas se impõe, sobretudo, pelo fato de que o equilíbrio dos mananciais d'água depende diretamente disto. Todo o estudo nos leva a compreender a importância e a necessidade de se preservar esse domínio e seus subsistemas.

REFERÊNCIAS

AB`SÁBER, A. N. **Os domínios da natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. 3. ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

AGUIAR, L. M. S.; CAMARGO, A. J. A. Cerrado: ecologia e caracterização. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. 249p. ARAÚJO, G. M.; BARBOSA, A. A. A.; ARANTES, A. A.; AMARAL, A. F. Composição florística de veredas no município de Uberlândia, MG. Revista Brasileira de Botânica, v. 25, n. 4, p. 475-493, 2002.

ANJOS, A. F. **A Sociedade, o Estado e a Ciência na Apropriação e na Diferenciação Socioespacial do Cerrado**. Tese (doutorado). Universidade Federal de Goiás. Instituto de Estudos Socioambientais (IESA), Programa de Pós-Graduação em Geografia. Goiânia, 2016.

BOAVENTURA, R. S. Contribuição aos estudos sobre a evolução das veredas. In: **2º Plano de Desenvolvimento Integrado no Noroeste Mineiro**. CETEC, Informe Técnico, v. 1, n. 1, Belo Horizonte, 1978.

CERRADO: Ecologia, Biodiversidade e Conservação/Aldicir Scariot, José Carlos Sousa-Silva, Jeanine M. Felfili (Organizadores). Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005, 439 p:il.

DELLA GIUSTINA, Carlos Christian **Degradação e Conservação do Cerrado: uma história ambiental do estado de Goiás/ Carlos Christian Della Giustina**. Brasília, 2013.

FERREIRA, I. M. aspectos geomorfológicos e paisagísticos das veredas. **Anais do VI Simpósio Nacional de Geomorfologia**. Goiânia, setembro de 2006.

FERREIRA, I. M. **O afogar das Veredas: uma análise comparativa espacial e temporal das Veredas do Chapadão de Catalão (GO)**. 2003. 242 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2003.



IV Fórum Regional das Águas

XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

FERREIRA, Manuel Eduardo. F383m Modelagem da dinâmica de paisagem do cerrado [manuscrito] / Manuel Eduardo Ferreira. – 2009. 115 f.: il., color., figs.

<https://www2.camara.leg.br/camaranoticias/noticias/MEIO-AMBIENTE/570588>

PROPOSTA-EXPLICITA-NO-CODIGO-FLORESTAL-QUE-VEREDAS-SAO-AREAS-DE-PRESERVACAO-PERMANENTE.html.

KLINK, Carlos A.; Machado, Ricardo B. A conservação do Cerrado brasileiro. In: Megadiversidade: Volume1, Nº 1, Julho 2005.

MATOS, P. F.; PESSÔA, V. L. S. A APROPRIAÇÃO DO CERRADO PELO GRONEGÓCIO E OS NOVOS USOS DO TERRITÓRIO. **CAMPO-TERRITÓRIO: revista de geografia agrária**, v. 9, n. 17, p. 6-26, abr., 2014.

RIBEIRO, J. F; WALTER, B. M. T. **As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado**. In.: SANO, S. M; ALMEIDA, S. P; RIBEIRO, J. F. **Ecologia e flora**. Brasília: EMBRAPA, 2008. v. 1, p. 152 – 212.

SANTANA, Vanilda Lourdes **Os remanescentes de Cerrado no Município de Anápolis/GO: proteção jurídica em prol do meio ambiente**, Anápolis/GO, 2014.

SANTOS, C.C.M. Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados – PRODECER: um espectro ronda os Cerrados brasileiros. **Estudos Sociedade e Agricultura**, v.24, n.2, p.384-416, 2016.



MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO DOS SETORES NORDESTE E CENTRAL DE FORMOSA (GO): UMA ANÁLISE DAS CHUVAS DO ANO DE 2017 a 2019

Jefferson da Silva Pimenta¹; Giuliano Tostes Novais²

¹Discente do curso de Geografia da UEG - Campus Formosa

²Docente do curso de Geografia da UEG - Campus Formosa

Resumo

Para compreender o comportamento da precipitação faz-se necessário o entendimento da dinâmica climática regional, sendo relevante o conhecimento dos sistemas meteorológicos que atingem a região. O objetivo desse trabalho foi monitorar a precipitação pluviométrica durante dois anos (2017-2019), em dois setores da cidade de Formosa (GO). Os dados mostraram que a chuva se comportou como em um típico clima tropical, com duas estações bem definidas, um verão chuvoso e uma estação seca de inverno. Os valores extremos de precipitação excederam os 40 mm durante a passagem da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) nos meses de março e novembro, mostrando a grande influência desse sistema atmosférico na quantidade de chuva na região. A Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) e o anticiclone anômalo em baixos níveis da atmosfera (JBN) associado ao pulso subsidente da oscilação de Madden-Julian (OMJ) proporcionou um grande período de estiagem na cidade, durante os meses de maio a setembro de 2017, totalizando 131 dias sem chuva em 2017 e no período de 2018. Os dados produzidos por esse trabalho servirão de base para o grupo de pesquisa Geografia e Análise Ambiental, para estudos críticos à luz das intervenções sociais na paisagem, bem como dos processos naturais que possam refletir na qualidade de vida das populações.

Palavras-chave: Chuva; Sistemas Meteorológicos; Formosa.

INTRODUÇÃO

O monitoramento climatológico é o acompanhamento do comportamento médio dos elementos climáticos da atmosfera numa determinada região por um longo período de tempo (mês, estação ou ano). Programas de monitoramento climatológico são usuais em empreendimentos agrícolas, de geração de energia elétrica, em áreas de risco e em cidades, pois permitem a identificação de eventuais alterações nas características climáticas e, eventualmente, dão subsídios para a elaboração e quantificação de medidas corretivas.

Os elementos climáticos são definidos pelos atributos físicos que representam as propriedades da atmosfera geográfica de um dado local. Os mais comumente utilizados para



IV Fórum Regional das Águas XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

caracterizar a atmosfera geográfica são a temperatura, a umidade e a pressão, que influenciados pela diversidade geográfica, manifestam-se por meio de precipitação, vento, nebulosidade, ondas de calor e frio, entre outros (MENDONÇA, 2007). A grande variação espacial e temporal da manifestação dos elementos climáticos deve-se à ação dos controles climáticos, também conhecidos como fatores do clima. A estes se juntam os aspectos dinâmicos do meio oceânico e atmosférico, como correntes oceânicas, massas de ar e frentes, que, atuando integradamente, irão qualificar os distintos climas da Terra. Os fatores climáticos correspondem àquelas características geográficas estáticas diversificadoras da paisagem, como latitude, altitude, relevo, vegetação, continentalidade/maritimidade e atividades humanas.

A precipitação pluviométrica (chuva) é dada em milímetros e refere-se a altura da água coletada em pluviômetros e pluviógrafos, que registram os dados em gráficos. Trabalha-se comumente com a quantidade total de água precipitada em um dia e, a partir do total diário, obtêm-se o mensal, sazonal, anual e ainda os valores pluviométricos normais.

Os dados de chuva obtidos diariamente nas estações meteorológicas do INMET, como norma internacional, são totalizados a partir dos valores observados nas leituras horárias. Para compreender o comportamento da precipitação faz-se necessário o entendimento da dinâmica climática, sendo relevante o conhecimento da circulação das massas de ar que atingem a região, identificar sua origem e as condições regionais e locais, determinadas por variáveis, como topografia, cobertura vegetal, dentre outras, que influenciarão a dinâmica climática local.

O clima é considerado um fenômeno dinâmico, dessa forma somente o conhecimento dos fatores geográficos ou estáticos não é suficiente para a sua compreensão. Devemos levar em consideração fatores dinâmicos (mecanismos atmosféricos) para analisar e compreender o clima com propriedade. Os fatores climáticos estáticos agem sobre o clima de determinada região em interação com os sistemas regionais de circulação atmosférica (NIMER, 1989).

Para Vianello (1986) as condições gerais do tempo meteorológico atuantes em uma região estão relacionadas aos mecanismos da escala global da atmosfera. Daí qualquer tentativa de entendimento da dinâmica atmosférica sobre uma área deve iniciar-se com uma visão mais ampla. Conforme Cavalcanti (2009) a climatologia indica a média das condições do tempo meteorológico ao longo de um período de algumas décadas (o mínimo de 30 anos de observações), sendo que no dia a dia, temos os sistemas de tempo que provocam a variabilidade que observamos e que afetam as atividades humanas.

De acordo com Nimer (1989), o clima da Região Centro-Oeste do Brasil é classificado como tropical semiúmido, com duas estações bem definidas, um inverno seco (abril a setembro) e um verão chuvoso (outubro a março). Esta classificação tem uma pequena abordagem em



IV Fórum Regional das Águas XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

relação às temperaturas e grande influência no regime de chuvas. Devido a sua posição geográfica, é controlado por sistemas atmosféricos equatoriais e tropicais. Essas características refletem diretamente em uma multiplicidade de tipos de tempo durante o ano, os quentes e úmidos concentrados no verão e os quentes e secos, no inverno, embora com quedas pontuais e médias de temperatura nesta última estação (NIMER, 1989).

Os sistemas meteorológicos atuam diretamente em todos os climas ao redor do mundo. Para Cavalcanti et al (2009), uma das características mais marcantes do clima tropical durante o verão é a presença de uma banda de nebulosidade e chuvas com orientação noroeste-sudeste, a qual se estende desde a Amazônia até o Sudeste do Brasil e, frequentemente, sobre o oceano Atlântico subtropical. Essa característica climatológica que se associa a um escoamento convergente de umidade na baixa troposfera, convencionou-se chamar de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

Anticiclones são circulações de vento em larga escala sob alta pressão atmosférica, circundando regiões de baixa pressão atmosférica. No Brasil, a Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) quando avança para o continente é responsável por provocar o período de seca de inverno no centro do país, já o Anticiclone Polar gera quedas de temperatura acentuadas na Região Sul (BASTOS, 2000).

De acordo com Marengo et al (2009) o Jato de Baixos Níveis (JBN) da América do Sul transporta umidade atmosférica oriunda do fluxo dos ventos alísios que passa sobre a Amazônia adquirindo ainda mais umidade, devido a evapotranspiração na região da floresta, sofrendo mudança na direção devido ao bloqueio topográfico e corre paralelamente aos Andes em direção ao norte da Argentina e Sul e Sudeste do Brasil.

A oscilação Madden-Julian (MJO) é uma perturbação no campo de pressão que cria zonas sucessivas de baixa e alta pressão na região equatorial, variando de 30 a 60 dias para que se volte a fase inicial, começando na Indonésia e terminando na América do Sul. Esta oscilação caracteriza-se por um deslocamento de oeste para leste de uma célula zonal de grande escala termicamente direta que causa variações na convecção tropical (Melo, 2006).

Compreender a distribuição espacial de dados oriundos de fenômenos ocorridos no espaço constitui hoje um grande desafio para a elucidação de questões centrais em diversas áreas do conhecimento, como a climatologia e o meio ambiente. Tais estudos vêm se tornando cada vez mais comuns, com a utilização de sistemas de informação geográfica (SIG) de baixo custo e de interfaces amigáveis. Estes sistemas permitem a visualização espacial de variáveis como a precipitação e temperatura de uma região (ROSA, 2004).



IV Fórum Regional das Águas

XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

O objetivo do trabalho é o monitoramento da quantidade de chuva e a análise das alturas pluviométricas de dois setores da cidade de Formosa-GO. Os objetivos específicos são:

- Elaborar um diagnóstico climatológico da área de interesse;
- Contribuir para a ampliação do banco de dados climatológico das redes estadual e nacional;
- Fornecer informações climatológicas básicas para outros programas ambientais;
- Realizar análise dos dados da região, conclusões e/ou pareceres e, verificar alguma possível alteração nas características climáticas ocorridas na região.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o monitoramento foram coletadas as alturas pluviométricas (precipitação), a partir da estação meteorológica convencional do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) na cidade de Formosa, e de um pluviômetro instalado no Câmpus da Universidade Estadual de Goiás (UEG) localizado no setor norte da cidade de Formosa.

O pluviômetro do Campus foi instalado no dia 15 de fevereiro de 2017, portanto, os dados da análise desse trabalho serão no período de dois anos a partir dessa data.

A coleta de dados no pluviômetro da UEG foi feita pelos alunos bolsistas de iniciação científica, alunos da disciplina de Climatologia e vigias treinados, no horário das 09:00. Os dados para a elaboração dos relatórios são adquiridos a partir da rede mundial de computadores (internet).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da precipitação na cidade foi feita no período de dois anos (15 de Fevereiro de 2017 a 15 de Fevereiro de 2019) para este trabalho.

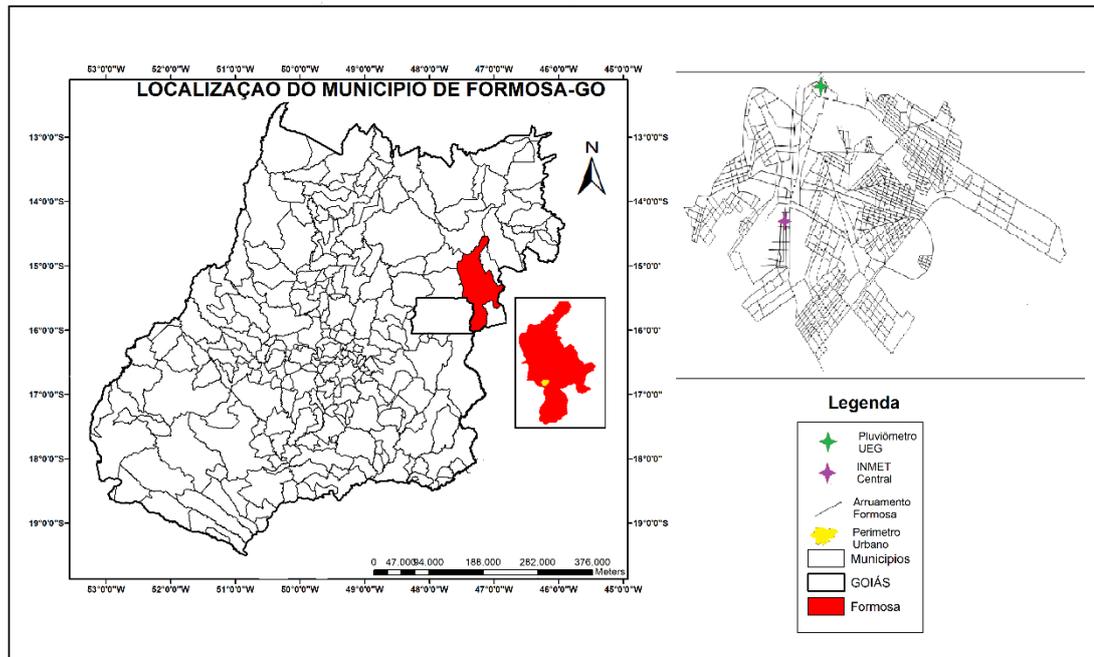
O município de Formosa está localizado na mesorregião leste goiano, no entorno do Distrito Federal a área urbana situa-se a 80 quilômetros de Brasília, os pontos de coleta de dados INMET central e pluviômetro UEG estão à distância de 2,09 km um do outro (Mapa 1). O local possui um clima Tropical típico, caracterizado por verões chuvosos (Novembro a Março) e inverno seco (Maio a Setembro).



IV Fórum Regional das Águas

XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos



Mapa 1: Localização do município de Formosa (GO) Fonte: IBGE/SIEG

De acordo com o Gráfico 1, na UEG o mês mais chuvoso foi Novembro de 2017 com 319,6 mm, precipitação provocada principalmente por formação de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) nesse mês (INFOCLIMA,2017). O período seco durou de 22 de maio a primeiro de outubro de 2017, com 131 dias sem chuva causada pela presença da Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS). O total da precipitação durante o período analisado (15 de Fevereiro de 2017 a 15 de Fevereiro de 2018) foi de 996,6 mm, na UEG. No Gráfico 2, o mês mais chuvoso foi Março de 2018 com 215,2 precipitação também provocada pela ZCAS, Por dois eventos de ZCAS, que provocaram aumento na precipitação média do mês. No ano de 2018 o período seco durou 01 de maio a 18 de setembro, totalizando 123 dias sem chuva causada também pela influência da ASAS com contribuição do pulso subsidente da oscilação de Madden-Julian (OMJ), resultando esse um déficit pluviométrico na região. O total anual de precipitação foi de 1125,3mm no período analisado (15 de Fevereiro de 2018 a 15 de Fevereiro de 2019).



IV Fórum Regional das Águas

XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

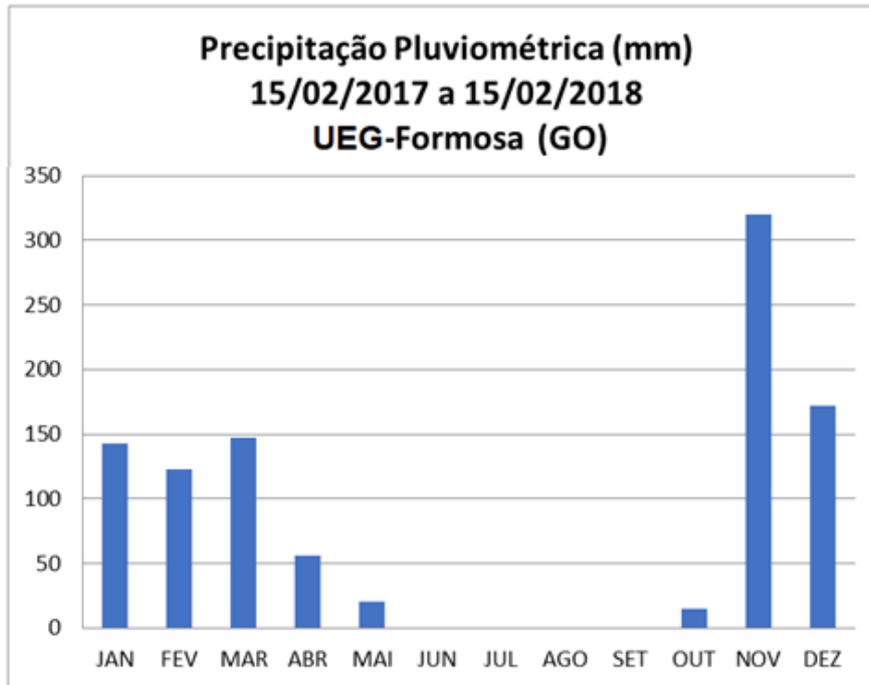


Gráfico 1: Precipitação Pluviométrica (mm) 15/02/2017 a 15/02/2018. Fonte: UEG-Formosa (GO)

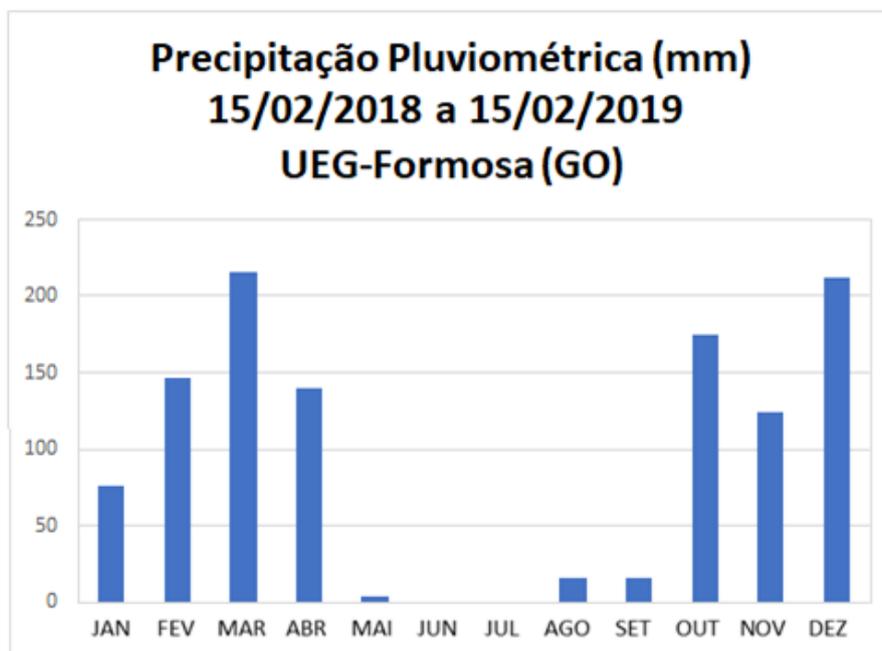


Gráfico 2: Precipitação Pluviométrica (mm) 15/02/2018 a 15/02/2019. Fonte: UEG-Formosa (GO)

No Gráfico 3 o mês mais chuvoso na estação do INMET foi Novembro de 2017 com 330,8 mm, precipitação também provocada pela formação da ZCAS (INFOCLIMA,2017). O período seco foi influenciada pela ASAS que ficou estacionada no continente, impedindo a formação de precipitação, período esse que durou de 22 de maio a primeiro de outubro de 2017, em destaque o ASAS que ficou estacionado por um tempo maior nesse ano, provocando assim um



IV Fórum Regional das Águas

XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

longo período de estiagem, totalizando 131 dias sem chuva. A precipitação total durante o período analisado (15 de Fevereiro de 2017 a 15 de Fevereiro de 2018) foi de 1007,9 mm. Referente ao Gráfico 4 INMET o mês mais chuvoso foi em março de 2018 com 259,6 mm, precipitação causada pela presença da ZCAS. Período seco durou entre primeiro de maio a 18 de setembro influenciado pela ASAS e com associação de evento subsidente da OMJ., causando na região um período de seca menor que 2017 no total de 122 dias, com precipitação total anual em 1290 mm no período analisado (15 de fevereiro de 2018 a 15 de fevereiro de 2019).

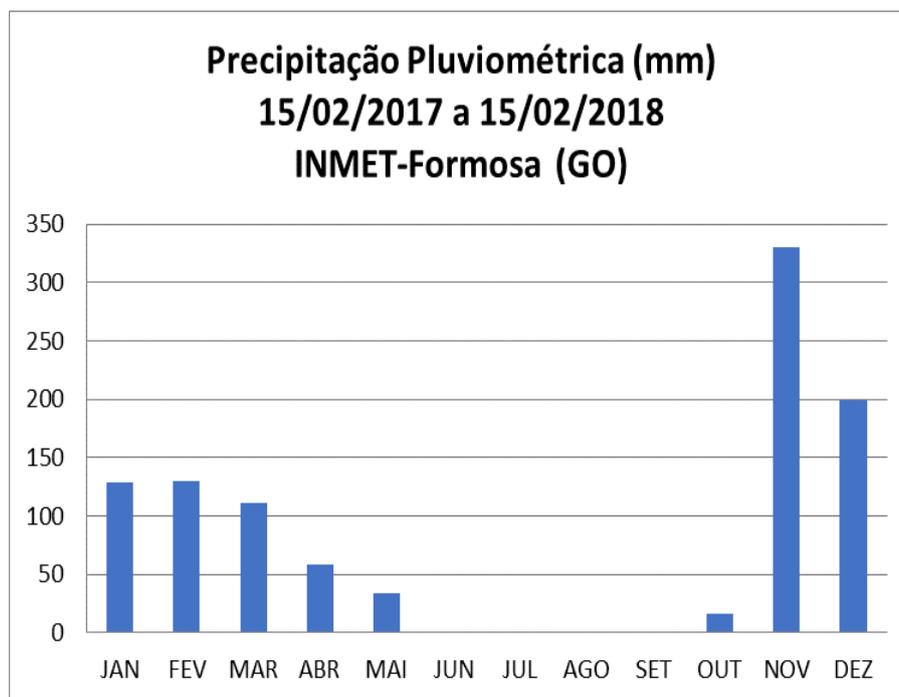


Gráfico 3: Precipitação Pluviométrica (mm) 15/02/2017 a 15/02/2018. Fonte: INMET-Formosa (GO)

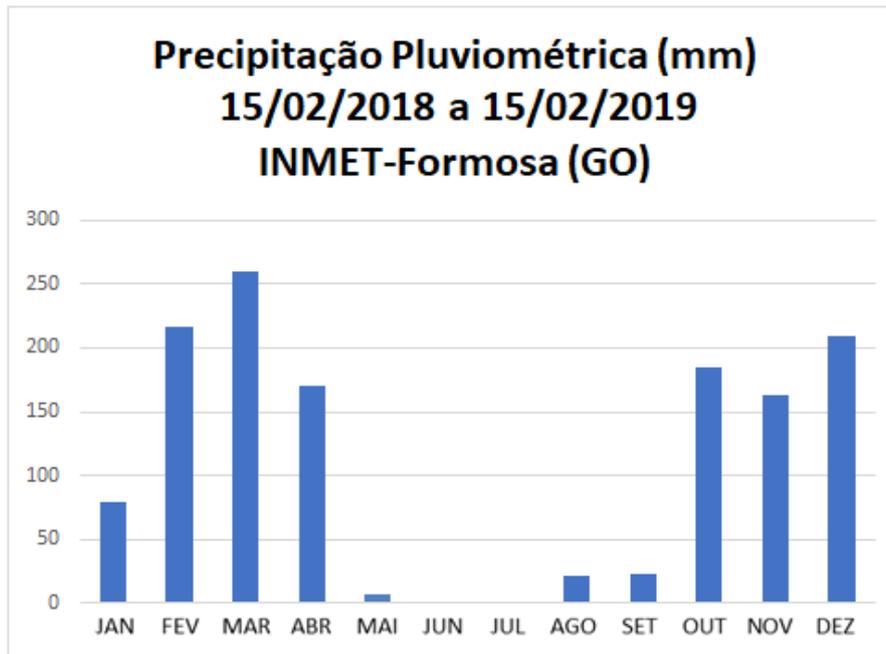


Gráfico 4: Precipitação Pluviométrica (mm) 15/02/2017 a 15/02/2018. Fonte: INMET-Formosa (GO)

Observamos um padrão em relação aos níveis de precipitação entre as estações da UEG e INMET dos dois anos de monitoramento, com uma diferença de 11,3mm em 2017-2018 e 164,7 em 2018-2019 a mais para a estação do INMET. O ano hidrológico foi mais tardio em 2017 começando em outubro, mas em compensação em 2018 foi antecipado, com média anual de precipitação maior começando em agosto, sendo que os dados históricos demonstram um começo no mês de Setembro.

O valor total da precipitação pluviométrica no primeiro ano (2017) ficou abaixo da média dos últimos 30 anos na cidade de Formosa (1383,4mm), provocado principalmente pela falta de chuvas nos meses de dezembro e janeiro, mas no período do ano (2018) foi demonstrado média maior anual de precipitação em comparação a média histórica (1461,2mm), provocada pela antecipação da chuvas no mês de agosto e o fim da chuvas em abril Gráfico 5.

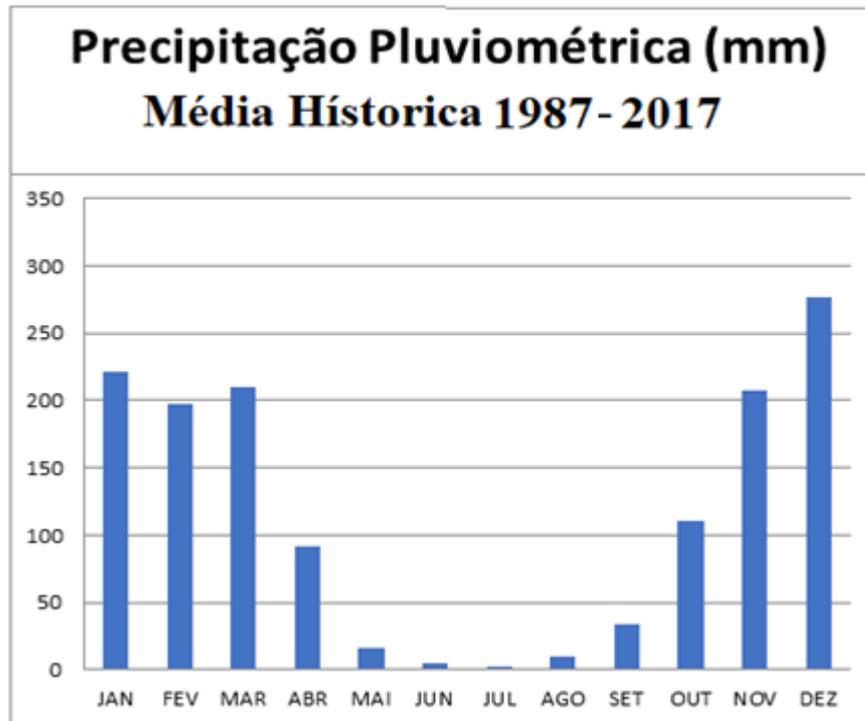


Gráfico 5: Precipitação Pluviométrica média (mm) 1987- 2017 Fonte: INMET-Formosa (GO)

Precipitação alta (mm) em 24 horas UEG	Precipitação alta (mm) em 24 horas INMET	Data
40,0	31,2	30/03/2017
46,2	27,3	08/11/2017
45,0	50,5	06/02/2018
66,8	104,6	08/03/2018
50,0	50,0	18/04/2018
75,0	55,8	15/10/2018
50,2	51,6	19/10/2018
55,5	59,1	12/12/2018

Tabela 1: Anomalias extremas de precipitação em Formosa-GO Fonte: UEG/INMET.

Sobre as anomalias extremas de precipitação (Tabela 1) foram registrados dois episódios acima de 40mm em 24 horas provocados pela presença da ZCAS nos meses de novembro e março de 2017. Vale destacar a maior quantidade de chuva em um dia dentro do período de monitoramento desse trabalho, com 104,6mm no dia 8 de março de 2018 também ocasionado pelo fenômeno ZCAS (INFOCLIMA,2018) que ficou estacionado na região por três dias, provocando transtornos na cidade em forma de alagamentos e enchentes.



IV Fórum Regional das Águas

XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O monitoramento pluviométrico identificou um período de escassez de chuva (Maio a setembro-outubro), atingindo mais de 100 dias sem chuva. Influenciada pela ASAS e também pelo anticiclone polar atlântico, provocando diminuição do índice pluviométrico, característica essa típica de um clima tropical.

O retorno das chuvas acontece na estação da Primavera (Setembro-outubro) ocasionada pelo inícios de episódios de ZCAS, e frentes frias provocando chuvas torrenciais que atingem o solo da região castigado pelo o inverno seco. De acordo com NIMER (1979), para ser considerado mês seco o valor da precipitação média mensal tem de ser menor que o dobro do valor da temperatura média mensal. No período de 2017-2018 houve seis meses secos; já no período de 2018-2019 foram cinco meses.

O total pluviométrico registrado no Setor Central da cidade (INMET) foi maior do que o verificado no Setor Nordeste da cidade (UEG) nos dois anos de medições. Uma provável causa dessa diferença pode ser a quantidade de partículas em suspensão, originadas da poluição atmosférica no centro da cidade, que contribuem para a condensação do vapor d'água e consequentemente a formação de nuvens de chuva. Mas não podemos afirmar essa condição, pois ainda não temos um monitoramento efetivo da precipitação pluviométrica por um período satisfatório, que seria de 30 anos de dados. Entender o comportamento pluviométrico determina meios de planejar os decorrentes problemas de alagamentos, racionamento de água, escassez ou excesso de chuvas causadoras de transtornos na sociedade esse trabalho serviu para iniciar os estudos climatológicos na cidade de Formosa e mostrar seus primeiros resultados. A pesquisa continuará nos próximos anos e servirá para análise de novos dados que surgirão com o decorrer do tempo.

Esses dados produzidos servirão de base para o grupo de pesquisa Geografia e Análise Ambiental com ênfase em estudos críticos à luz das intervenções sociais na paisagem, bem como dos processos naturais que possam refletir na qualidade de vida das populações. É esperado, ainda, o intercâmbio de informação/experiência entre os componentes da equipe acadêmica, podendo assim culminar na continuidade de questões científicas que surgirão durante e após os períodos de monitoramento, retroalimentando as possibilidades de aplicação no meio acadêmico em forma de artigos científicos ou didáticos.

REFERÊNCIAS

BASTOS, C.C.; FERREIRA, N.J. **Análise climatológica da Alta Subtropical do Atlântico Sul**. Anais do XI Congresso Brasileiro de Meteorologia. Rio de Janeiro. P.612-619. 2000.



IV Fórum Regional das Águas

XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

CAVALCANTI, I.F.A. [et al.] **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). <http://www.inmet.gov.br/>.

INFOCLIMA. **Boletim de informações climáticas do INPE/CPTEC**. São José dos Campos: INPE, Novembro de 2017.

INFOCLIMA. **Boletim de informações climáticas do INPE/CPTEC**. São José dos Campos: INPE, Março de 2018

INFOCLIMA. **Boletim de informações climáticas do INPE/CPTEC**. São José dos Campos: INPE, Abril de 2019.

MENDONÇA, F. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MARENGO, J.A.; JONES, R.; ALVES, L.M.; VALVERDEA, M.C. **Future change of temperature and precipitation extremes in South America as derived from the PRECIS regional climate modeling system**. International Journal of Climatology, v.29, p.2241-2255, 2009.

MELO, L.M. **A oscilação Madden e Julian (MJO) e sua influência sobre a Região Centro-Oeste**. XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia. Florianópolis, 2006.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. 422p.

ROSA, R. **Sistema de informação geográfica**. Laboratório de Geoprocessamento do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia. 2004

VIANELLO, R. L.; MAIA, L. F. P. G. Estudo preliminar da climatologia dinâmica do estado de Minas Gerais. In: **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte: EPAMIG. UFMG. UFV. v.12. n°138. jun. p.6-8.1986.



IV Fórum Regional das Águas

XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

ANÁLISE DE TENDÊNCIAS EM SÉRIES PLUVIOMÉTRICAS NA REGIÃO ADMINISTRATIVA DE PLANALTINA-DF

Jonathan Gomes Fraga¹; Amom Chrystian de Oliveira Teixeira²;
Giuliano Tostes Novais²; Thiara Messias de Almeida Teixeira²

¹Pós-graduado em Geografia e Análise Ambiental pela UEG *campus* Formosa.

²Professores do Curso de Geografia da UEG *campus* Formosa.

Resumo

O trabalho analisou a tendência e o perfil pluviométrico da Região Administrativa (R.A.) de Planaltina-DF. Para isso, foram selecionados três postos próximos da área urbana da R.A. de Planaltina (Posto de Planaltina, Taquara e CPAC-Principal) no sistema HIDROWEB da Agência Nacional de Águas (ANA) para a coleta das séries pluviométricas que perfazem o período de 1975 a 2012. Os dados foram plotados em gráficos, que permitiram sua interpretação, utilizando as metodologias de tendência linear, teste do sinal e média móvel. O conjunto dos gráficos analisados mostraram uma lenta redução da precipitação na Região Administrativa de Planaltina.

Palavras-chave: pluviosidade; tendência linear; teste do sinal; média móvel; séries históricas.

INTRODUÇÃO

Alguns fatores podem afetar a precipitação de uma região como o mau uso dos ecossistemas, pressão demográfica e o crescimento urbano desordenado. Esses fatores alteram o clima regional e, assim, contribuem para as alterações no sistema global (MONTENEGRO; SILVA; SOUZA, 2017).

Em geral, as mudanças climáticas locais são verificadas por meio de análise de séries históricas, entre elas a precipitação pluvial. Uma série é denominada temporal quando uma sequência de dados é observada em intervalo de tempo regular (QUEIROZ, 2013).

Dessa forma, a análise de tendências são previsões feitas para o futuro com dados históricos anteriores ao atual. A análise da tendência de séries históricas de precipitação deve ser baseada em índices pluviométricos em grandes intervalos de dados de séries históricas, para uma melhor previsão. Assim, ela é uma das maneiras de se determinar a ocorrência de mudança climática local, e seu comportamento durante o tempo, possibilitando a avaliação de suas consequências sobre as bacias hidrográficas e, conseqüentemente, sobre a sociedade (MONTENEGRO; SILVA; SOUZA, 2017).

Atualmente existem muitas metodologias em trabalhos e pesquisas que podem ser utilizadas para estudos de tendências pluviométricas, como as apresentadas nos trabalhos de



Ferreira (2012), Queiroz (2013), Montenegro et al. (2017), Graciano et al. (2013) e Groppo et al. (2016).

Diante do exposto, e tendo em vista o rápido crescimento urbano da Região Administrativa (R. A.) de Planaltina, localizada no Distrito Federal, o trabalho teve como objetivo analisar a tendência e o perfil pluviométrico da Região Administrativa de Planaltina, utilizando a metodologia de análise apresentada por Ferreira (2012), composta por análises de tendência linear, teste do sinal e média móvel, para estudos de séries temporais de precipitação na região.

Essas três metodologias foram selecionadas por serem simples e práticas e, comumente utilizadas na literatura correlata, mostrando-se úteis para a análise de tendências pluviométricas.

MATERIAL E MÉTODOS

Para utilizar as três possibilidades metodológicas para análise de tendências em séries temporais, usadas por Ferreira (2012) (linha de tendência linear, média móvel e teste do sinal), adotou-se séries históricas de totais pluviométricos mensais de 3 postos próximos da área urbana da R. A. de Planaltina, sendo eles, posto da CAESB (Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal), de FURNAS (Eletrobras Furnas) e o da EMBRAPA/IPAGRO (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), situados nas bacias dos rios Paraná e Tocantins, na R. A. de Planaltina (Figura 1), com 34 anos de registro, com início em 1975 e término em 2012.

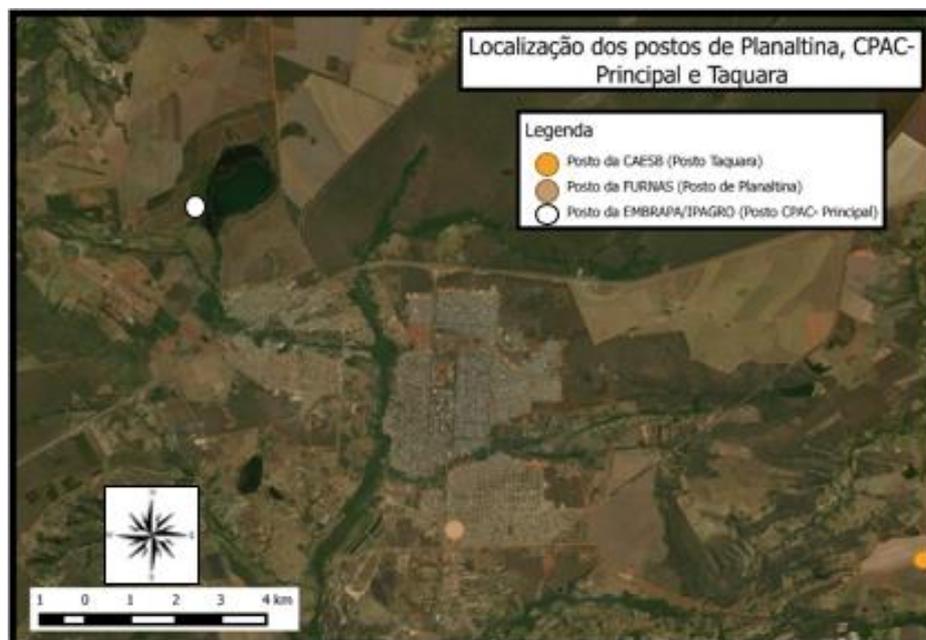


Figura 1 – Localização dos postos de Planaltina, CPAC-Principal e Taquara.



A área de estudo enquadra-se no clima do tipo Aw, o típico tropical com duas estações bem definidas, uma chuvosa de verão (outubro a março), e outra seca de inverno (abril a setembro), apresentando temperaturas elevadas durante o ano, com médias mensais acima de 18°C em todos os meses do ano, onde o mês de setembro é o que apresenta as maiores temperaturas do ar com médias máximas em torno de 34°C, enquanto que as médias mínimas estão em torno de 12°C e ocorrem nos meses de junho e julho (SEGPLAN, 2011). A vegetação predominante na área é o Cerrado, onde se localiza a Estação Ecológica de Águas Emendadas, destinada à proteção do ambiente natural.

Inicialmente foram analisadas, tratadas e consistidas as séries históricas dos totais pluviométricos mensais dos 3 postos, localizados na R. A. de Planaltina. Posto da CAESB, situado na bacia hidrográfica do rio Paraná (posto Taquara, código 01547013, latitude -15.632222, longitude -47.520278); do posto da FURNAS, situado na bacia hidrográfica do rio Tocantins (posto Planaltina, código 01547002, latitude -15.648056, longitude -47.650833); e o posto da EMBRAPA/IPAGRO, situado na bacia hidrográfica do rio Paraná (posto CPAC-Principal, código 01547016, latitude -15.583333, longitude -47.699987) (Figura 1); como já enfatizado, todas as séries históricas tiveram início em 1975 e término em 2012 (33 anos após eliminação dos anos com falhas nas séries de dados e padronização dos anos restantes em cada série histórica). Os dados têm origem no sistema HIDROWEB mantido pela Agência Nacional de Águas. Os dados foram plotados no Microsoft Excel que foi utilizado para gerar os gráficos. As análises foram realizadas conforme Ferreira (2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ano mais chuvoso teve precipitação de 1.951 mm no posto Planaltina, 1.843 mm no posto Taquara e 1.998 mm no posto CPAC-Principal. Já o ano menos chuvoso recebeu 755 mm, 898 mm e 765 mm, respectivamente nessas três estações. Tais postos são separados por distâncias entre 8 a 20 km, em uma área com variações no relevo entre 200 m a 300 m, as diferenças significativas dos valores de precipitações podem ser relacionadas aos usos do solo da R. A. de Planaltina.

Os resultados são apresentados nas Figuras 2 a 6 que mostram, respectivamente, as séries de precipitações e linhas de tendência, os testes de sinal e média móvel dos postos Planaltina, CPAC-Principal e Taquara.

Nas Figuras 2, 3 e 4 é apresentada a linha de tendência linear em vermelho, de forma simples e rápida ela mostra que a pluviosidade está diminuindo com uma taxa fixa nas áreas dos postos CPAC-Principal e Taquara, e estagnada no posto Planaltina. Assim, o Posto



Planaltina apresenta as menores variações de precipitação entre o início e o fim do período e é o único que se localiza em uma área urbana, ambiente que altera de forma significativa os microclimas.

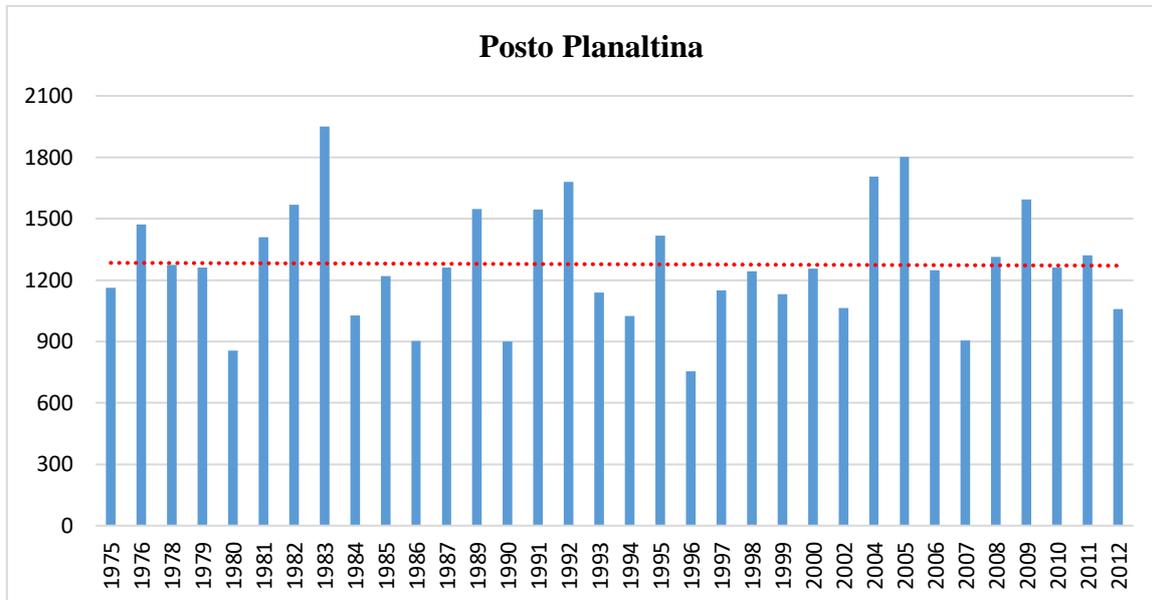


Figura 2 – Série de pluviosidade anual no posto Planaltina, situado na bacia do rio Tocantins, Planaltina-DF, mostrando linha de tendência linear. Fonte: ANA (2018).

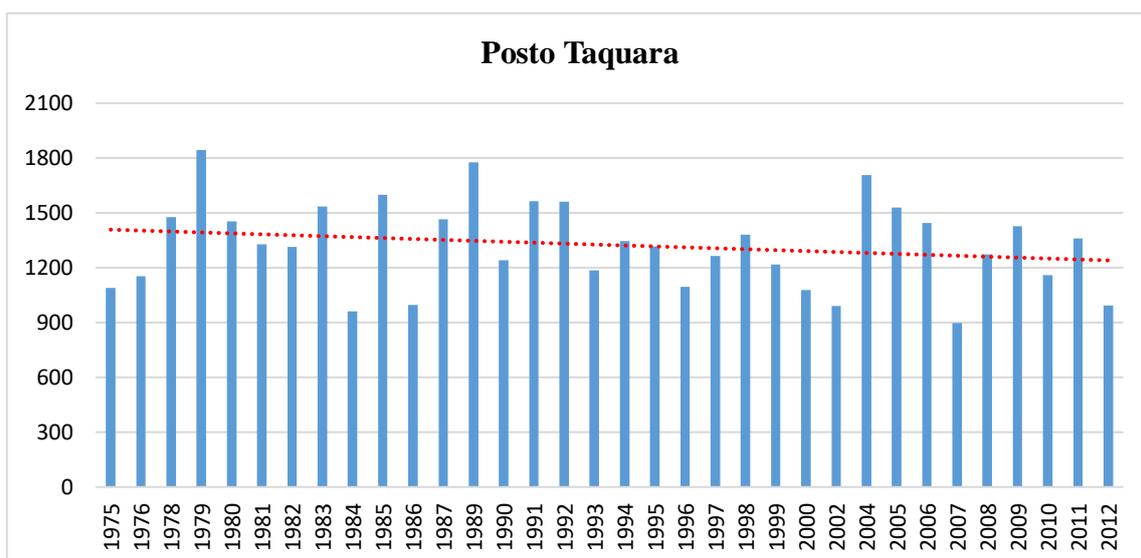


Figura 3 – Série de pluviosidade anual no posto Taquara, situado na bacia do rio Paraná, Planaltina-DF, mostrando linha de tendência linear. Fonte: ANA (2018).

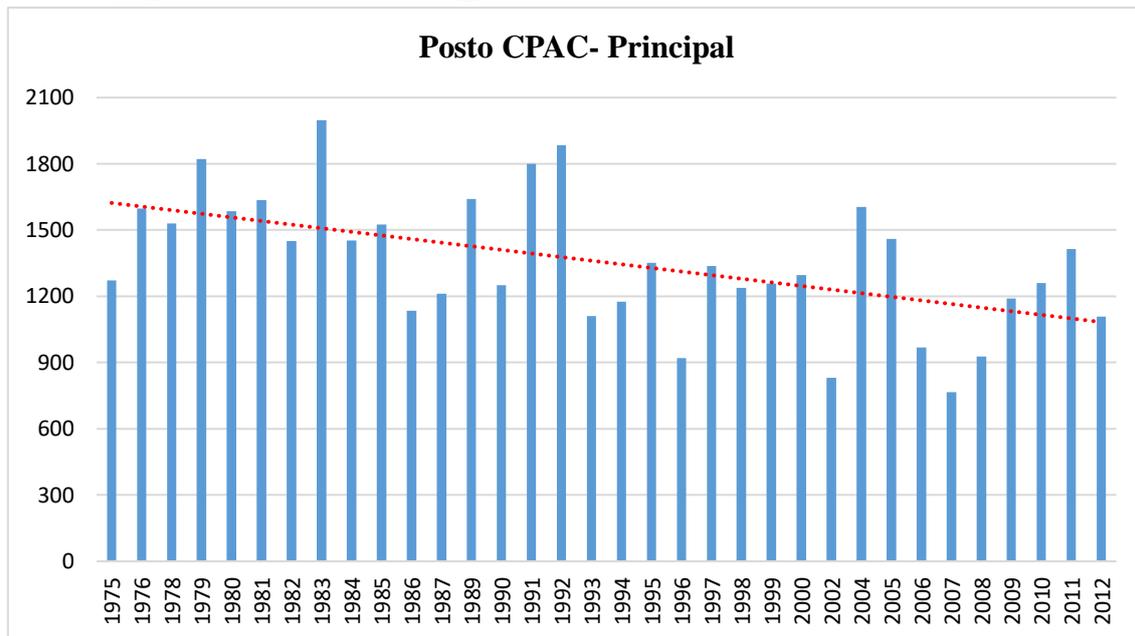


Figura 4 – Série de pluviosidade anual no posto CPAC-Principal, situado na bacia do rio Paraná, Planaltina-DF, mostrando linha de tendência linear. Fonte: ANA (2018).

Os cálculos de tendência linear utilizam o método por mínimos quadrados. O método aproxima um padrão linear de uso, durante determinado período, para atributos selecionados com base em seus valores no passado. Esse método é utilizado para calcular o valor de tendência de um atributo monitorado e dos dados de status, como a intensidade da tendência e se a tendência está aumentando ou diminuindo (BOLDRINI, 1980).

Segundo Moreira (1998), o valor da tendência de uma equação linear calcula o valor aproximado de um atributo monitorado durante um determinado período de previsão. É uma técnica de otimização matemática que, ao receber uma série de dados mensurados, tenta localizar uma função linear que aproxima muito os dados. Este método tenta minimizar a soma dos quadrados das diferenças ordenadas entre pontos gerados pela função e pontos de dados correspondentes.

O teste do sinal é mais uma alternativa simples para detectar tendências em séries temporais. Inicialmente a série temporal deve ser dividida em duas sub-séries de igual tamanho, seguindo a cronologia original. Em seguida calcula-se a diferença (D_i) para cada par de observações: $D_i = X_i - Y_i$. Se $D_i > 0$, ao par é atribuído um sinal positivo (+). Se $D_i < 0$, ele recebe um sinal negativo (-). Se $D_i = 0$ exclui-se o par de observações e o tamanho da amostra é reduzido (FERREIRA, 2012).

Se o número de sinais positivos for aproximadamente igual ao número de sinais negativos a tendência indica manutenção (equilíbrio) do comportamento da variável estudada.



Se o sinal negativo prevalecer admite-se que está havendo tendência de aumento (a primeira sub-série apresenta valores menores). Se prevalecer o sinal positivo a situação é de redução da variável estudada (a primeira sub-série apresenta valores maiores) (FERREIRA, 2012). A Figura 5 apresenta os resultados da aplicação do teste do sinal à série pluviométrica dos postos em análise.

Dessa forma, no posto Planaltina e no posto Taquara (Figura 5), dos 17 pares de dados, 5 apresentam sinal negativo, indicando que os totais anuais de pluviosidade apresentam tendência de declínio. Já no posto CPAC-Principal (Figura 5), dos 17 pares de dados, apenas 1 apresenta sinal negativo, indicando alta tendência de declínio dos totais anuais de pluviosidade, uma observação interessante, é que tal posto se localiza em uma área de preservação permanente cercada por campos agrícolas.

Segundo Ferreira (2012), o teste considerou somente o sinal do resultado da operação, ignorando, portanto, a grandeza das diferenças. Para a consideração das grandezas das diferenças, assim como seus sinais, existem alternativas metodológicas que procuram sub-tendências dentro da tendência principal, como a média móvel. Se torna necessário também analisar as sub-tendências existentes dentro de uma tendência principal (SILVA; SOUZA, 2014), para isso a média móvel se mostrou uma importante ferramenta.

A média móvel é um indicador de previsões, consiste em sua simplicidade operacional e facilidade de entendimento, ela usa dados de um número predeterminado de períodos, normalmente os mais recentes, para gerar sua previsão, sempre que dispomos de dado novo o introduzimos na previsão abandonamos o mais antigo. O número de períodos do cálculo da média móvel determina sua sensibilidade com relação aos mais recentes. Pequenos períodos permitem reação maior a mudanças da demanda, enquanto grandes tratam a média de forma mais homogênea (TUBINO, 2000).



IV Fórum Regional das Águas

XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

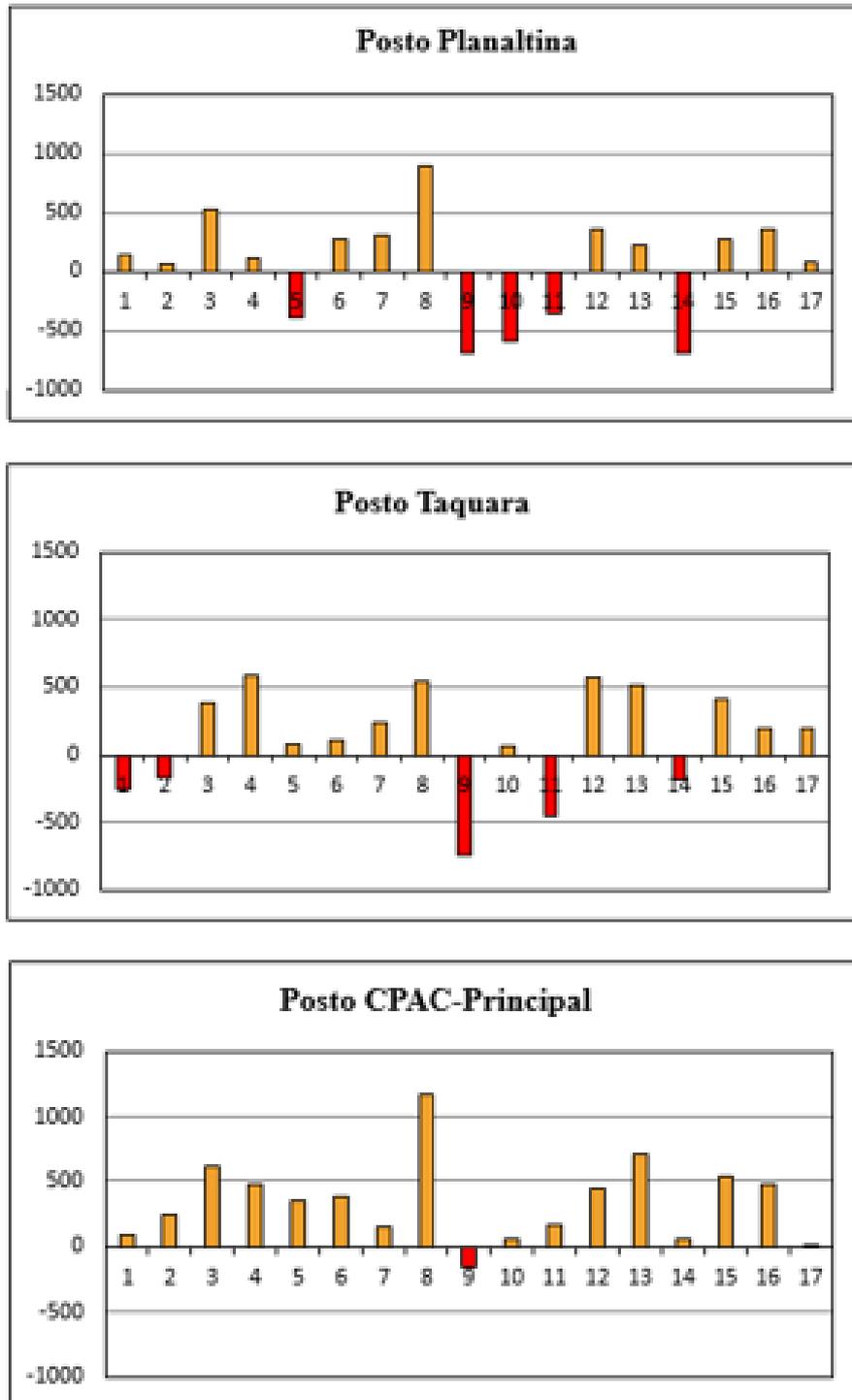


Figura 5 – Resultado da aplicação do teste do sinal à série pluviométrica anual do posto Planaltina, Taquara e CPAC Principal. Fonte: ANA (2018).

A Figura 6, mostra a média móvel através da linha vermelha para períodos de 4 anos. Nota-se que no posto Planaltina, entre 1976 e 1980 (5 anos) começou um pequeno ciclo seco. De 1981 a 1983 (3 anos) houve um curto, mas intenso ciclo chuvoso, atingindo o ápice em



1983. De 1984 a 2002 (19 anos) houve um ciclo mais seco, com flutuações nos totais pluviométricos, seguido por um aumento na precipitação entre 2004 a 2012 (9 anos), apresentando algumas flutuações.

Já no posto Taquara (Figura 6), observa-se um ciclo úmido entre 1975 a 1979 (5 anos), atingindo o seu ápice em 1979. De 1980 a 1987 (8 anos) houve uma queda na precipitação, seguida por um aumento entre 1987 a 1992 (6 anos). De 1993 a 2002 (10 anos) formou um ciclo mais seco. Entre 2004 e 2012 (9 anos) formou um ciclo mais úmido, com baixas precipitações em 2007 e 2012. E no posto CPAC- Principal (Figura 6), houve um ciclo chuvoso entre 1975 a 1983, atingindo o seu ápice em 1983, Em seguida, entre 1984 a 2012 começou um ciclo seco, demonstrando o declínio na precipitação, com variações nos totais de alguns anos chuvosos, como no ano de 1992.

Assim, no posto Planaltina apresenta variações entre ciclos chuvosos e os mais secos, aumentando e diminuindo os totais pluviométricos durante o período analisado. Nos postos Taquara e CPAC- Principal ocorreu uma redução na precipitação, com flutuações de alguns ciclos chuvosos. É importante enfatizar que o posto Taquara é localizado no núcleo rural de mesmo nome que se trata de um agrupamento de casas residenciais e comerciais localizado às margens da Rodovia DF-230, cercado por campos agrícolas, sofrendo menor efeito da urbanização em seu microclima, e o posto CPAC-Principal se localiza em uma área de preservação permanente cercada por campos agrícolas.

A análise da Figura 6 mostra que a média móvel funcionou como um filtro que suavizou as oscilações bruscas, permitindo identificar ciclos chuvosos e ciclos secos nas áreas dos postos analisados. Isso ocorre dentro de um cenário de paulatina redução da pluviosidade, conforme demonstrado pelas demais metodologias aplicadas. Cada um destes ciclos pode ser analisado internamente de forma mais detalhada, o que permitiria identificar causas e consequências dos mesmos (FERREIRA, 2012), sendo possível também, através de uma análise mais detalhada, como afirma (MONTENEGRO; SILVA; SOUZA, 2017) identificar a ocorrência de mudança climática local.

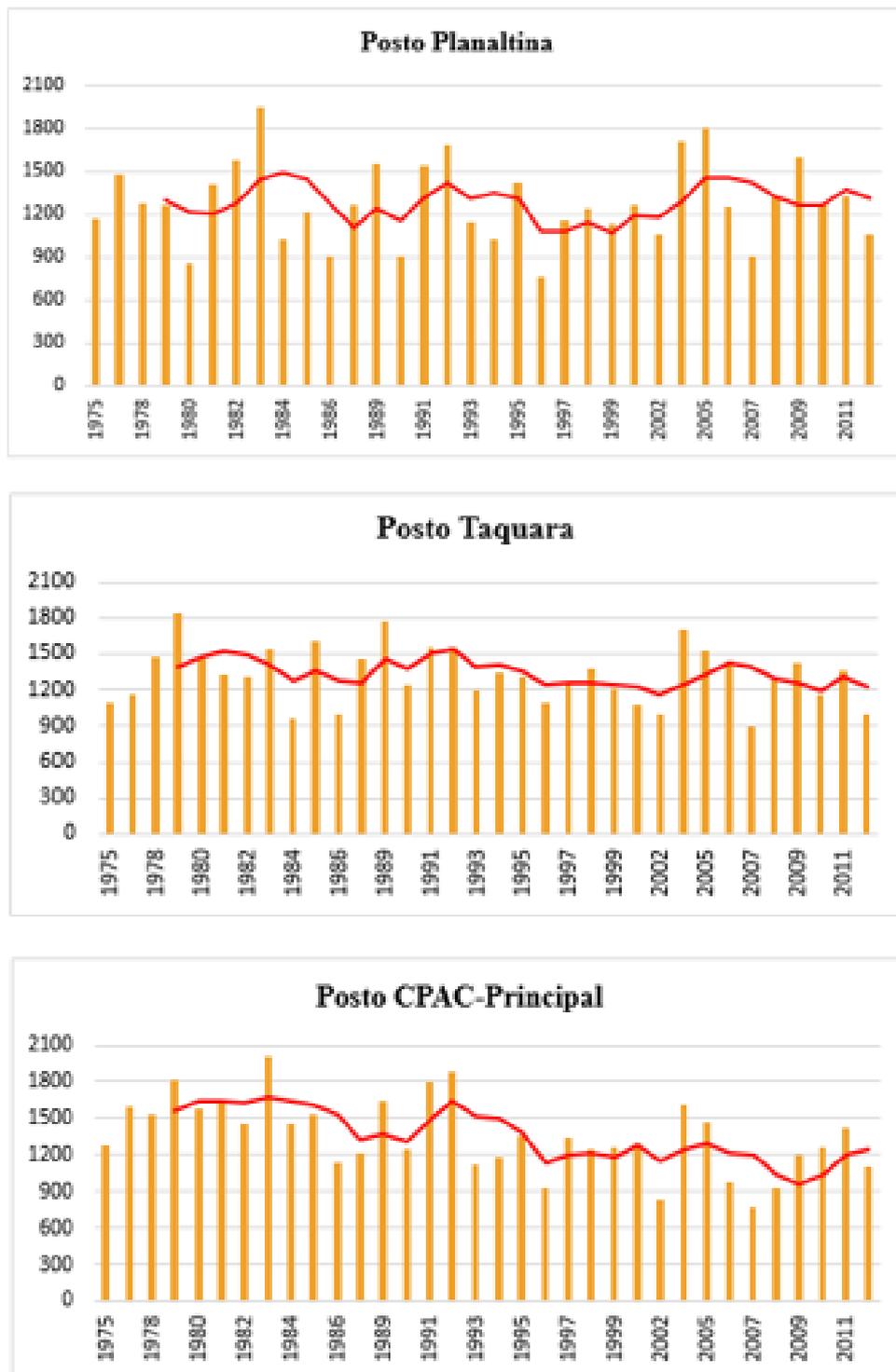


Figura 6 – Série de precipitações anuais no posto Planaltina, Taquara e CPAC Principal, mostrando média móvel com períodos de 4 anos. Fonte: ANA (2018).

Em síntese, os resultados obtidos pela linha de tendência linear mostram uma queda mais acentuada nos postos CPAC-Principal e Taquara e menor no Posto Planaltina. Os dados corroboram com os obtidos no teste de sinal, no qual o número prevalência de sinais positivos



indica redução da variável estudada. Essa situação ocorre nos três postos com destaque para o posto CPAC-Principal que tem apenas um sinal negativo, o que indica para os três postos o declínio das precipitações. Já a média móvel indica a existência de ciclos plurianuais de maior e menor precipitação e declínio ao longo do período estudado das precipitações, principalmente na estação CPAC-Principal.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudos de tendências pluviométricas se tornam cada vez mais importantes, em vista das mudanças nas precipitações causadas por diversas interferências antrópicas. Dessa forma, as três metodologias (linha de tendência linear, média móvel e teste do sinal) se mostraram bastante eficazes, rápidas e fáceis de trabalhar, além de corroborarem entre si. Essas metodologias permitiram analisar o perfil pluviométrico e a tendência da Região Administrativa de Planaltina, através do posto Planaltina, Taquara e CPAC-Principal.

Os resultados indicam a lenta redução das precipitações anuais, principalmente no posto CPAC-Principal, seguida do posto Taquara e uma menor redução no posto Planaltina. Os resultados servem como primeira aproximação dos estudos pluviométricos para a área. Este trabalho preliminar deverá continuar e incluir a correlação entre as características geoespaciais tais como os usos da terra e o relevo e as precipitações de modo possam ser identificados às causas para a variação espacial das precipitações.

REFERÊNCIAS

- BOLDRINI, J. L. **Álgebra Linear**. 3ª Edição. São Paulo: Editora Harbra, 1980.
- FERREIRA, V. O. Análise de tendências em séries pluviométricas: algumas possibilidades metodológicas. **Revista Geonorte**, Edição Especial 2, V.1, N.5, p.317 – 324, 2012.
- GRACIANO, R. G.; PINHEIRO, A.; SEVERO, D. L. Tendência das séries temporais de precipitação da região Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.28, n.3, 281 - 290, 2013.
- GROPPO, J. D.; PELLEGRINO, G. Q.; SALVIANO, M. F. Análise de Tendências em Dados de Precipitação e Temperatura no Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, n. 1, 64-73, 2016.
- MONTENEGRO, S. M. G. L.; SILVA, R. O. B.; SOUZA, W. M. Tendências de mudanças climáticas na precipitação pluviométrica nas bacias hidrográficas do estado de Pernambuco. **Engineering Sanit Ambient**, v. 22, n. 3, p. 579-589, maio/jun. 2017.
- MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações**. 3ª ed. São Paulo: Pioneira. 1998.



IV Fórum Regional das Águas

XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

QUEIROZ, M. A. **Avaliação de Tendências em Séries de Precipitação Diária Máxima Anual na Faixa Central do Estado de Minas Gerais**. 2013. 184 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

SEGPLAN. Secretaria de Estado de Gestão e Planejamento; Superintendência de Estatísticas, Pesquisa e Informações Socioeconômicas. **Goiás em Dados**, Goiânia, 106 p. 2011.

SILVA, R. M.; SOUZA, R. D. J. VII Congresso Brasileiro de Geógrafos, 2014, Vitória/ ES. Análise das tendências em séries pluviométricas nas bacias do Rio Vaza Barris e Itapicuru, no Estado de Sergipe. Vitória/ ES: **Anais do VII CBG**, 2014.



ANÁLISE DA CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS EM SUSPENSÃO E PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS NA LAGOA FEIA, NO MUNICÍPIO DE FORMOSA-GO

Matheus Santiago Vieira¹; Elton Souza Oliveira²

¹Discente de Geografia; ²Docente na Universidade Estadual de Goiás

Resumo

A água doce é um dos mais importantes elementos para a manutenção da vida na Terra, assim, estudos voltados para preservação das águas se tornam importantes afim de mitigar possíveis impactos que possam alterar as características físico-químicas deste precioso recurso. Nesse sentido o presente estudo teve por objetivo analisar os parâmetros físico-químicos da água, como, pH, temperatura, condutividade elétrica (CE) e Concentração de Sólidos em Suspensão (CSS). Foram identificados cinco pontos de amostragens, sendo um no exutório do Córrego Josefa Gomes e outros quatros na Lagoa Feia no intuito de compreender o comportamento hidrossedimentológico e possíveis relações com os parâmetros físico-químicos que possam estar impactando o meio. As coletas ocorreram nos meses de novembro de 2018, janeiro e maio de 2019. Para a obtenção dos parâmetros físico-químicos foi utilizado o Multiparâmetro PH-1500 já para a determinação da CSS foi utilizado o método da filtração proposto por Carvalho (2000). Foi constatado que a CSS teve uma relação com o regime de chuvas e esteve maior próximo ao exutório do afluente, assim como a condutividade elétrica. O pH e a temperatura apresentaram pouca variação nas campanhas realizadas. E as singelas alterações identificadas nos parâmetros analisados, podem estar associados as características tanto de ordem natural quanto antrópicas do ambiente como decomposição de matéria orgânica e o uso ocupação do solo da bacia hidrográfica.

Palavras-chave: Dinâmica Hidrossedimentológica; Recursos Hídricos; Bacia Hidrográfica.

INTRODUÇÃO

O ciclo sedimentológico é um processo complexo que envolvem a erosão, deslocamento, transporte, deposição e compactação dos sedimentos. Estes processos ocorrem nas vertentes da bacia hidrográfica, no leito e margens dos canais fluviais, e podem alterar as características físico-químicas da água (Santos et.al, 2001; Vestena et.al, 2007; Carvalho, 2008) devido a presença de substâncias que são transportadas como sólidos em suspensão.

A carga em suspensão é composta por partículas como, o silte, argila e algumas granulometrias de areia, matéria orgânica e inorgânica finamente divididas, algas e organismos microscópicos (Sabesp, 1999). Essas partículas são suficientemente pequenas para serem transportadas pelo fluxo da água, onde tendem a se depositar em ambientes ao qual a turbulência da água diminui e o fluxo se torna mais lento. Devido a presença de agregados transportados em conjunto com tais partículas deve-se atentar aos possíveis impactos ocasionados por tais substâncias.

De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA, 2010) é necessário haver atenção com os sólidos em suspensão, pois este material aumenta a turbidez da água, afetando assim a



biota aquática; as partículas suspensas tendem absorver a luz solar e aumentar a temperatura também da água; os sedimentos podem carrear nutrientes e pesticidas e provocar a morte de peixes; e a alta concentração destes materiais podem causar o assoreamento nos corpos d'água em ambientes de baixo de curso.

Além do já mencionado os sólidos suspensos podem ainda implicar nos usos da água para as atividades humanas, como: a) o tratamento de água para abastecimento público; b) irrigação; c) navegação; d) geração de energia elétrica; e) assoreamento de rios e lagos; d) crescimento de vegetação em locais indevidos; f) degradação da água para uso industrial, ocasionando em um maior custo para o tratamento de água diante as exigências de cada usuário (Santos et.al, 2001; Kothiary et.al, 2002; Carvalho, 2008).

Portanto, este trabalho visa analisar o comportamento do transporte dos sólidos em suspensão e os parâmetros físico-químicos na Lagoa Feia, localizada na cidade de Formosa – Goiás. A área de estudo atende ao princípio dos usos múltiplos das águas uma vez que o espaço é utilizado para o lazer, banho, esportes aquáticos e pesca. Em suas margens concentram-se bares, restaurantes, clubes e praças aos quais propiciam renda para os moradores locais e para o município. Além de sua importância social e econômica a Lagoa Feia está inserida na área do Alto Rio Preto, um dos afluentes do rio São Francisco.

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa se baseou na descrição de variáveis quantitativas através de trabalhos de campo com aquisição de dados primários. Foi seguido a metodologia proposta por Carvalho (2000) para determinação da Concentração de Sólidos em Suspensão e por Dias (2017) para determinação dos parâmetros físico-químicos da água.

Os pontos de amostragem P1 (8277370 S - 253276 E); P2 (8277583 S - 253438 E); P3 (8277694 S - 253579 E); P4 (8277907 S - 253718 E); P5 (8278070 S - 253794 E) foram definidos após a realização de campo de reconhecimento e análise de imagens do satélite Pleides para escolha dos melhores locais. Os pontos de campo, figura 1, foram marcados com auxílio de GPS da marca Garmin, modelo 60Cx, e os produtos cartográficos foram gerados no software Quantum GIS (QGIS).

Após a definição dos pontos de amostragem, foram realizadas as campanhas nos dias: 11 de novembro de 2018 (transição do período seco/chuvoso); 21 de janeiro de 2019 (período chuvoso) e 05 de maio de 2019 (transição do período chuvoso/seco). Em cada ponto foram realizadas medições dos parâmetros físico-químicos e coleta das amostras para análise da CSS, com exceção do ponto P5 na campanha de 11 de novembro de 2018 e o ponto P3 na campanha

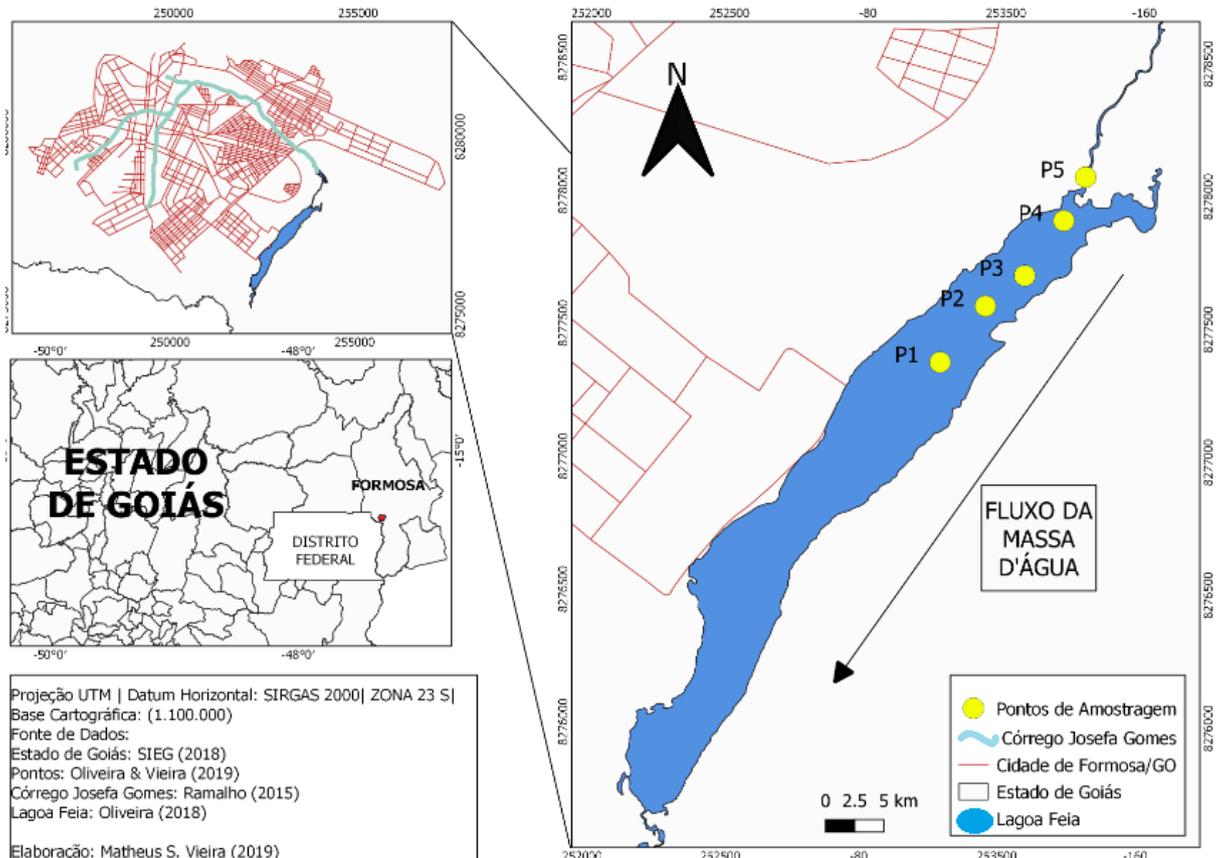


IV Fórum Regional das Águas XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

de 21 de janeiro de 2019 devido as péssimas condições de navegabilidade no local. Nos resultados esses pontos foram identificados como Sem Dados (SD).

Figura 1 –Pontos de Monitoramento, Lagoa Feia

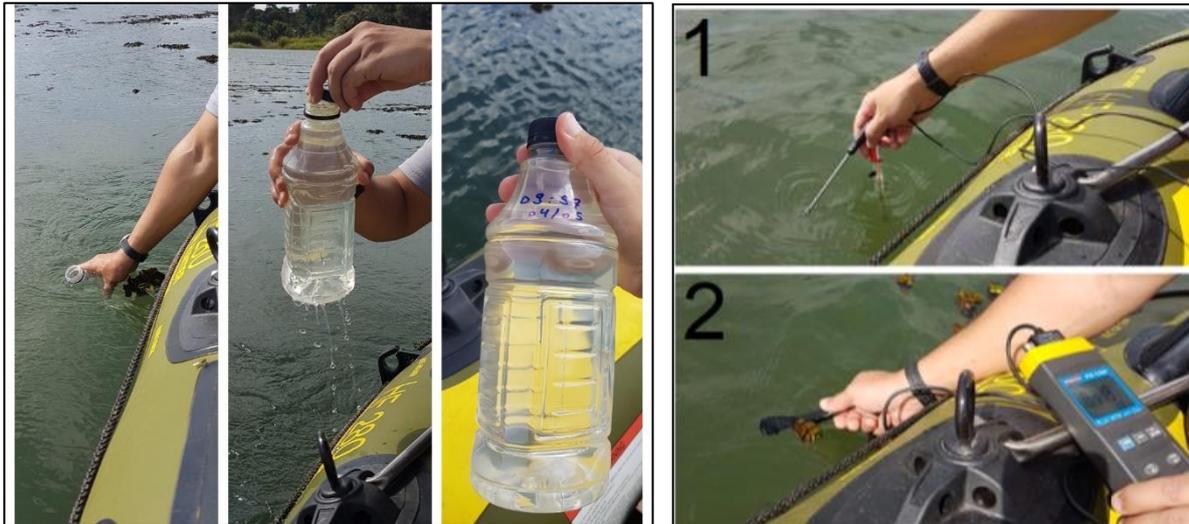


Elaboração: Vieira (2019)

Os parâmetros físico-químicos de pH, Temperatura e Condutividade Elétrica foram medidos em campo, através do aparelho Multiparâmetro Portátil PH-1500 seguindo a metodologia proposta por Dias (2017). Após a realização das leituras foram coletadas amostras de água, figura 2, e em seguida encaminhadas para determinação da CSS. Nas duas primeiras campanhas as amostras foram processadas no Laboratório de Geoquímica e Água (LAGEQ) do Instituto de Geociências da Universidade de Brasília, já na última campanha as mostras foram processadas no Laboratório de Análises Hidroclimáticas da Universidade Estadual de Goiás - Câmpus Formosa.



Figura 2 – Coleta de amostras e medição dos parâmetros físico-químicos. 1 – temperatura e pH; 2 – Condutividade elétrica.



Fonte: Vieira (2019)

Para a determinação da CSS, figura 3, foram seguidos os procedimentos de acordo com a metodologia proposta por Carvalho (2000). Os filtros de acetato de celulose de 0,45 (µm) foram secos em estufa por 1 hora a 110 °C para remoção da umidade presente no filtro. Depois os filtros foram pesados e obtido o peso inicial. Posteriormente os filtros foram colocados nas unidades de filtração e as amostras coletadas foram filtradas utilizando a bomba de sucção a vácuo, onde todo material das amostras ficou retido nos filtros. Em seguida os filtros foram retirados das unidades de filtração, identificados e destinados novamente para a estufa por 1 hora a 110 C° para que toda umidade fosse removida. Na quarta etapa os filtros foram pesados novamente para obtenção do peso final. Por fim foi calculado a CSS a partir da equação abaixo:

$$CSS = \frac{P2 - P1}{V}$$

Onde:

CSS = Concentração de Sólidos em Suspensão;

P1= Peso Seco do Filtro;

P2= Peso do Filtro com material retido após secagem em estufa;

V= Volume da amostra coletada utilizado na filtração (L)



Figura 3 – Procedimentos para determinação da CSS



Fonte: Vieira (2019)

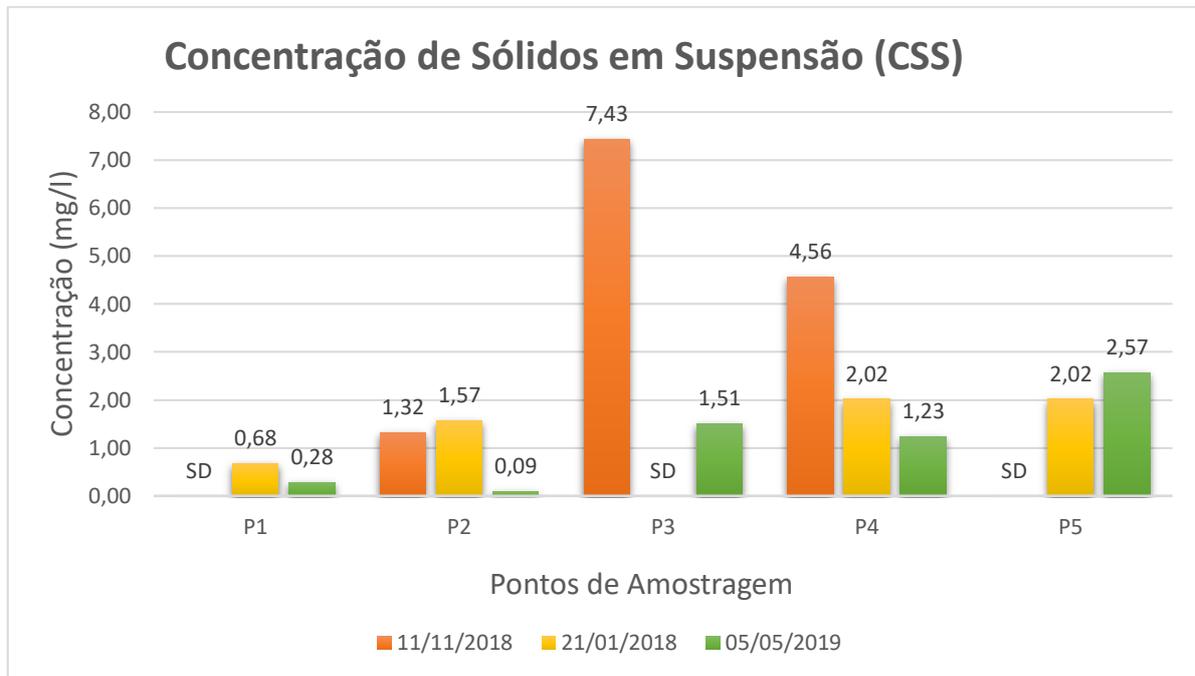
RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados avaliados, gráfico 1, verificou-se que a CSS, variou de 0,09 mg/l á 7,43 mg/l nos pontos monitorados, evidenciando que houve uma heterogeneidade. Os maiores valores de CSS foram identificados na 1º campanha nos pontos P3 com 7,43 mg/l e P4 com 4,56 mg/l. Tal fator pode estar associado ao início do regime pluviométrico na bacia de contribuição, que segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018) no mês de novembro apresentou índice pluviométrico de 164,5 mm. Fatores antrópicos como o uso e ocupação do solo, (áreas de solo exposto e impermeabilizadas) e a presença de resíduos sólidos urbanos associados a lavagem de tais estruturas devido o início do período das chuvas devem exercer influência sobre os resultados. Já os menores valores de CSS foram identificados na 2º e 3º Campanha. Apesar do mês de janeiro ser considerado chuvoso, segundo o INMET (2019), o mês apresentou apenas 79,8 mm, porém que se espera é uma maior concentração de sólidos em suspensão apenas nas primeiras chuvas. Já o mês de maio como é considerado um mês de



estiagem no município os índices pluviométricos são baixos o que corrobora com a relação dos dados.

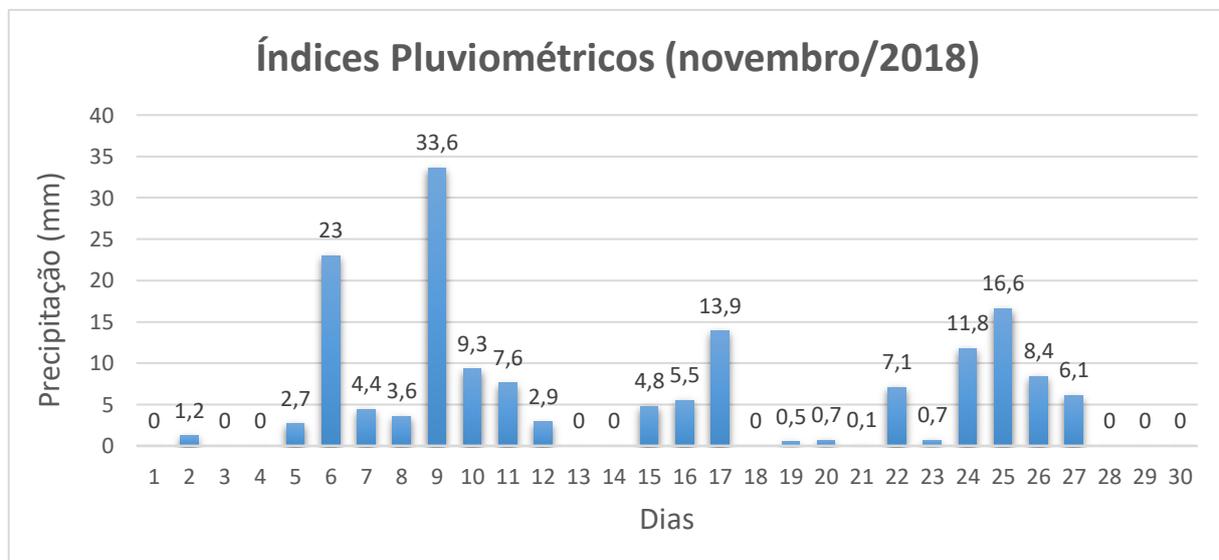
Gráfico 1 – Dados referentes a CSS



Fonte: Vieira (2019)

Analisando o gráfico 2, pode se constatar que os dados do INMET (2018) evidenciam que no dia 09 de novembro de 2018 foi o dia de maior índice pluviométrico do mês com 33,6 mm, sendo que no dia da campanha foi registrado apenas 7,6 mm.

Gráfico 2 – Índices Pluviométricos referentes a Novembro de 2018



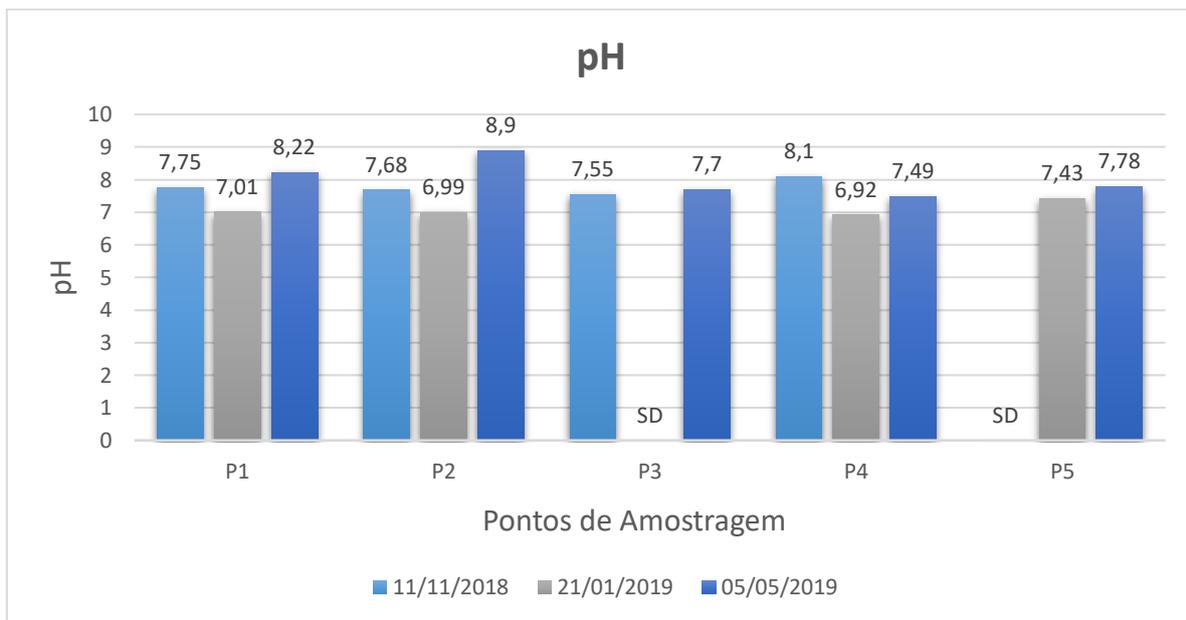
Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (2018)



Assim, como evidenciado anteriormente, como novembro sendo um período de transição do seco para o chuvoso, as primeiras chuvas tendem a lavar os materiais presentes na bacia hidrográfica (resíduos sólidos urbanos, solos expostos e impermeabilizados) proporcionando um aumento na concentração de sólidos em suspensão.

Já os valores de pH apresentaram baixa variação, de acordo com o gráfico 3, os valores de pH apresentaram variação de 6,92 à 8,9 nas campanhas realizadas.

Gráfico 3 – Dados Referentes ao pH



Elaboração: Vieira (2019)

Segundo Sperling (2005) os valores de pH, estão relacionados a fatores antrópicos como, o despejo de esgotos domésticos e efluentes industriais – oxidação da matéria orgânica e lavagem ácidas de tanques, e a fatores naturais, como a dissolução das rochas, oxidação de matéria orgânica e absorção de gases atmosféricos.

Em relação ao pH, a 3ª Campanha se destaca pois apresentou maior valor. Em todos os pontos desta campanha foram registrados pH entre 7 e 8, tal fator pode estar associado ao baixo regime de chuvas e a presença de grande quantidade de matéria orgânica na água, oriunda da decomposição das plantas aquáticas presentes na área, conforme figura 4. Devido as características da vegetação aquática é possível inferir que as mesmas se encontram em estado de decomposição. Já nas 1ª e 2ª campanhas o pH esteve normal, variando de 6 a 7. Não foi evidenciando nenhuma fonte de poluição, como esgotos domésticos ou industriais no local.



IV Fórum Regional das Águas XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

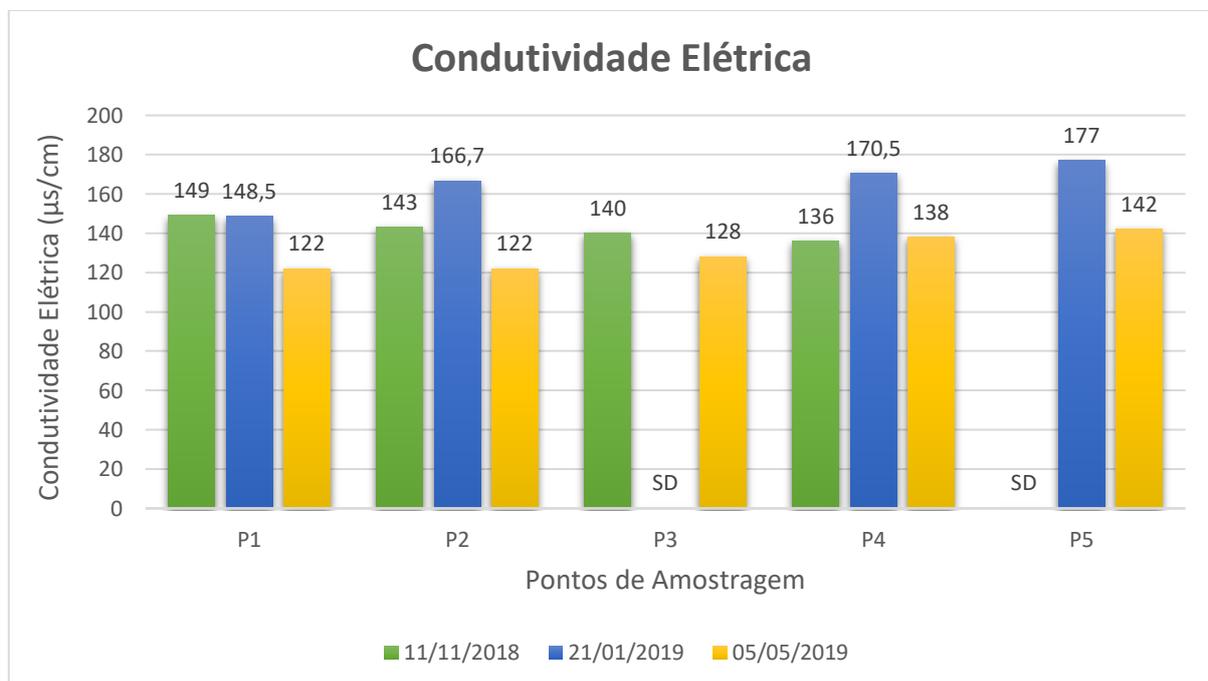
Figura 4 – Vegetação em estágio de decomposição na Lagoa Feia



Fonte: Vieira (2019)

Outro dado levantado e que apresentou variação ao longo das campanhas e pontos de amostragem foi a condutividade elétrica da água, gráfico 4. A CE apresentou variação de 122 $\mu\text{s}/\text{cm}$ a 177 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

Gráfico 4 – Dados de Condutividade Elétrica



Fonte: Vieira (2019)



IV Fórum Regional das Águas

XV Semana do Curso de Geografia

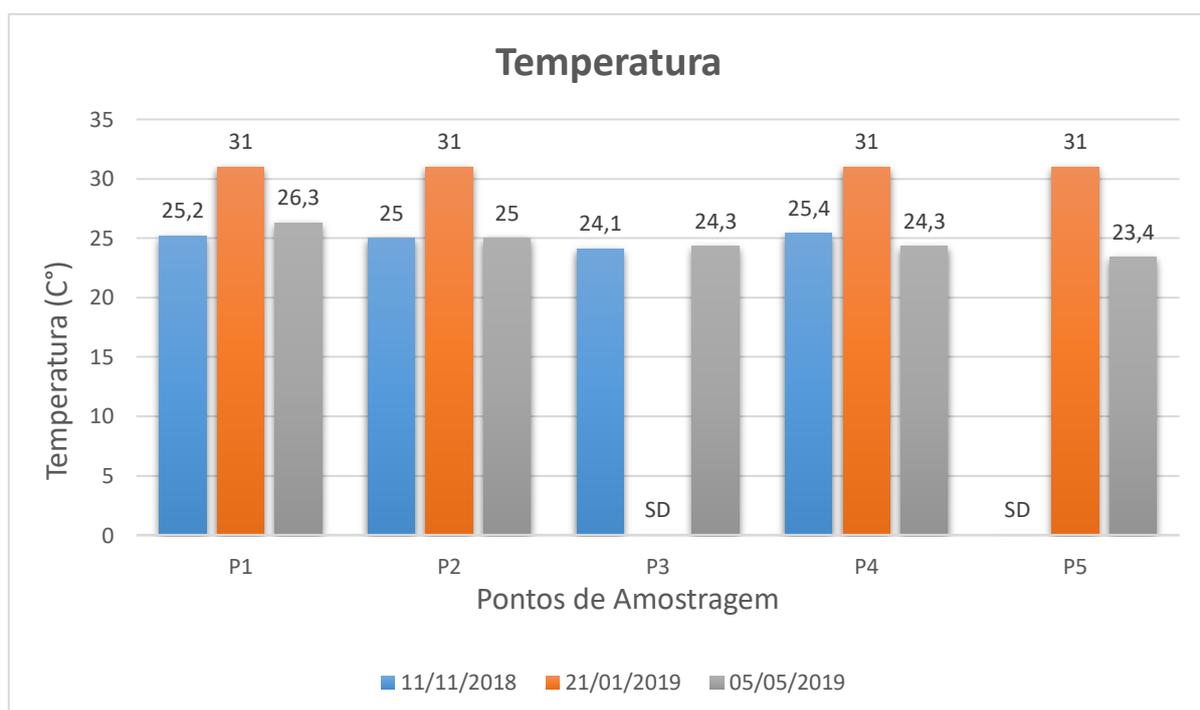
Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

Dependendo de fatores como a geologia, pedologia, uso e cobertura do solo e regimes pluviométricos de determinada bacia hidrográfica, em águas naturais os valores de condutividade elétrica da água variam entre 10 a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Em ambientes com águas potáveis tais valores se apresentam na faixa de 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$, enquanto em ambientes poluídos por esgotos domésticos e industriais os valores podem subir para 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Geralmente em ambientes salobros a condutividade elétrica da água, tende a ser maior, já em ambientes marinhos os valores podem chegar a 53.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (CPRM, 2007; Funasa, 2014).

Com relação a condutividade elétrica, a 2^o Campanha obteve os maiores valores. Pode-se observar que quanto mais próximo do exutório do Córrego Josefa Gomes maior foi a condutividade. Tal fator pode estar associado a capacidade do córrego em carrear materiais e nutrientes para a lagoa, oriundos da bacia urbana. Apesar de janeiro ser um mês chuvoso no município, como foi apresentado anteriormente, de acordo com dados do (INMET, 2019) ocorreu baixo índice pluviométrico neste mês. Assim, como na 3^o campanha devido maio ser considerado um mês de seca na região, a condutividade elétrica da água apresentou os menores valores, apresentando resultados entre 122 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 142 $\mu\text{S}/\text{cm}$, porém, quanto mais próximo do exutório mais alto eram os valores, tal fator pode estar associado a capacidade da massa d' água em dissolver tais substâncias.

Já os dados de temperatura não apresentaram variação significativa, conforme apresentado no gráfico 5.

Gráfico 5 – Dados de Temperatura da água



Fonte: Vieira (2019)



IV Fórum Regional das Águas

XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

De acordo com a Fundação Nacional da Saúde (2014) as temperaturas em ambientes aquáticos brasileiros variam de 20° C a 30° C e alterações na temperatura podem estar associados tanto por fontes naturais (energia solar) quanto por fontes antrópicas (efluentes industriais e águas de resfriamento de máquinas).

Pode compreender que a 2ª Campanha se destacou por todos os pontos apresentarem temperaturas iguais, como valor de 31° C. Enquanto nas outras duas campanhas a temperatura apresentou pouca variação, entre 23° C e 26° C. Não há fontes de poluição de esgotos comprovadas, seja domésticos ou industriais na Lagoa Feia, logo, tais valores apresentados estão em sua normalidade, sendo apenas por fator natural.

A Fundação Nacional da Saúde (2014) destaca que as causas de acidez na água podem ser naturais como a presença de gás carbônico na água e decomposição de matéria orgânica, e também antrópica como despejo de efluentes industriais e domésticos. Já para a alcalinidade está devidamente associada à presença de bicarbonatos, onde estes valores podem ser expressivos diante a decomposição da matéria orgânica e à alta taxa respiratória dos micro-organismos que liberam de gás carbônico na água.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar dos dados levantados, ainda são necessárias mais campanhas ao decorrer do ano para haver um maior e mais significativo panorama da situação das águas da Lagoa Feia, e descobrir se realmente há fontes de poluição no ambiente. Entretanto, Oliveira (2018) ao analisar a degradação no córrego Josefa Gomes (afluente da Lagoa Feia), concluiu que há diversos processos erosivos (sulcos e erosão fluvial), assoreamento do canal fluvial, descarte de resíduos sólidos e efluentes não tratados dentro do canal, áreas de solo exposto e canalizações, e estes fatores vem alterando a qualidade de água do córrego comparando com outros trabalhos.

AGRADECIMENTOS

Ao Grupo de Pesquisa Geografia e Análise Ambiental, pelo fornecimento dos instrumentos utilizados para medição dos parâmetros físico-químicos e as coletas das amostras. Ao Laboratório de Geoquímica e Água (LAGEQ) do Instituto de Geociências da Universidade de Brasília e ao Laboratório de Análises Hidroclimáticas da Universidade Estadual de Goiás - Campus Formosa.



REFERÊNCIAS

ANA. Agência Nacional de Águas. Ministério do Meio Ambiente. **Enquadramento dos corpos d'água.** (2010). *Interfaces*. Brasil. Disponível em: ><http://pnqa.ana.gov.br><. Acesso em 26 de abr de 2019.

CARVALHO, N.O. **Hidrossedimentologia prática.** Brasília: Companhia de Pesquisas e Recursos Minerais – CPRM /Eletrobrás, 2008.

CARVALHO, N.O.; FILIZOLA JÚNIOR, N.P.; SANTOS, P.M.C.; LIMA, J.E.F.W. **Guia de práticas sedimentométricas.** Brasília: ANEEL. 2000. 154p.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Manual de medição in loco: Temperatura, pH, Condutividade Elétrica, e Oxigênio Dissolvido.** (2007). Superintendência Regional de Belo Horizonte – SUREG-BH Gerência de Hidrologia e Gestão Territorial - GEHTE Laboratório de Sedimentometria e Qualidade das Águas – LSQA.

DIAS, D. F. **Processos Geoquímicos na Interface Sedimento-Água no Braço Riacho Fundo do Lago Paranoá – DF.** 2017. 88p. Dissertação de Mestrado – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília – Distrito Federal.

FUNASA. Brasil. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde.** – Brasília: Funasa, 2014.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia (2018). Consulta **Índices Pluviométricos de Novembro de 2018.** Estação Formosa/GO. Disponível em: ><http://www.inmet.gov.br>< Acesso em: 30 de maio de 2019.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia (2019). Consulta **Índices Pluviométricos de Janeiro de 2019.** Estação Formosa/GO. Disponível em: > <http://www.inmet.gov.br>< Acesso em 25 de maio de 2019.

KOTHYARI, U.C.; JAIN, M.K.; RAJU, K.G.R. (2002). **Estimation of temporal variation of sediment yield using GIS.** IAHS Publication, v. 47, n. 5, pp. 693-706.

OLIVEIRA. A. C de A. **Degradação Ambiental no Córrego Josefa Gomes, Formosa/GO.** Universidade Estadual de Goiás / Campus Formosa. Graduação em Geografia. (2018). 63p.

SANTOS, I. dos; FILL, H. D.; SUGAI, M.R.V.B; BUBA, H.; KISHI, R. T.; LAUTERT, L. F. 2001. **Hidrometria Aplicada.** LACTEC- Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento. Curitiba, PR. 372p.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (1999). NTS 013 - **Sólidos: método de ensaio.** Norma Técnica Interna SABESP, São Paulo, 12p.

SPERLING, M. von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 3.ed. Belo Horizonte: UFMG/Departamento de Engenharia Sanitária, 2005. v.1, 452p.

VESTENA, L.R.; LUCINI, H.; KOBIYAMA, M. (2007). **Monitoramento automático da concentração de sedimentos em suspensão na bacia hidrográfica do Caeté, Alfredo Wagner/SC.** In: I Workshop Regional de Geografia e Mudanças Ambientais: Desafios da sociedade do presente e do futuro. Guarapuava: Ed. Unicentro, 2007. p.56 – 66.