

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS  
CÂMPUS FORMOSA  
CURSO DE LICENCIATURA EM GEOGRAFIA

**BRUNA FELIX DE BRITO**

**AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL NA SUB-BACIA  
HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO RAÍZAMA, FORMOSA-GO**

Formosa

2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS  
CÂMPUS FORMOSA  
CURSO DE LICENCIATURA EM GEOGRAFIA

**BRUNA FELIX DE BRITO**

**AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL NA SUB-BACIA  
HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO RAÍZAMA, FORMOSA-GO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura Plena em Geografia da Universidade Estadual de Goiás – Câmpus Formosa, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Licenciado em Geografia.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Thiara Messias de Almeida Teixeira

Co-orientador: Esp. Olavo Amâncio de Oliveira

Formosa

2018

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UEG  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

|      |  |
|------|--|
| 862a | <p>Brito, Bruna Felix de<br/>Avaliação da vulnerabilidade ambiental na Sub-bacia Hidrográfica do<br/>Córrego Raízama, Formosa-GO / Bruna Felix de Brito; orientador<br/>Thiara Messias de Almeida Teixeira; co-orientador Olavo Amâncio de<br/>Oliveira. -- Formosa, 2018.<br/>53 p.</p> <p>Graduação - Geografia -- Câmpus-Formosa, Universidade Estadual de<br/>Goiás, 2018.</p> <p>1. Bacia hidrográfica. 2. vulnerabilidade ambiental. 3. Cerrado . I.<br/>Teixeira, Thiara Messias de Almeida , orient. II. Oliveira, Olavo Amâncio<br/>de, co-orient. III. Título.</p> |
|------|--|

**BRUNA FELIX DE BRITO**

**AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL NA SUB-BACIA  
HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO RAÍZAMA, FORMOSA-GO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura Plena em Geografia da Universidade Estadual de Goiás – câmpus Formosa, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Licenciado em Geografia.

Orientador: Dr<sup>a</sup>. Thiara Messias de Almeida Teixeira.

Co-orientador: Esp. Olavo Amâncio de Oliveira.

**Banca Examinadora:**

*Thiara Messias de Almeida Teixeira*

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Thiara Messias de Almeida Teixeira – Presidente  
Universidade Estadual de Goiás – UEG

*Patrick Thomaz de Aquino Martins*

Prof<sup>o</sup>. Dr. Patrick Thomaz de Aquino Martins – Membro Interno  
Universidade Estadual de Goiás – UEG

*Amom Chrystian de Oliveira Teixeira*

Prof<sup>o</sup>. Dr. Amom Chrystian de Oliveira Teixeira – Membro Interno  
Universidade Estadual de Goiás – UEG

Formosa: 05 / 12 / 18

Resultado: APROVADA

## **DEDICATÓRIA**

Dedico a Deus por sua onipotência e a minha amável mãe por seu amor.

## EPÍGRAFE

Espero que, cada vez mais, mais pessoas possam fazer o voto de viver, de usar sua energia vital, para beneficiar todos os seres.

**MONJA COEN**

## **AGRADECIMENTOS**

Foi uma longa caminhada até aqui e a mesma não poderia ter sido feita sem a colaboração de algumas pessoas essenciais para minha formação acadêmica e humana. Por essa razão meus agradecimentos são dedicados a eles. A minha família que desde sempre depositou em mim todo o amor e o incentivo necessário para meu desenvolvimento, à minha querida mãe que lutou por mim continuamente ao longo da vida que me priorizou perante a si mesma, sendo meu melhor exemplo de mulher.

Aos meus amáveis amigos em especial Diego e Marilha que estiveram ao meu lado e que me mostraram que sem amizade a vida não vale a pena ser vivida. Foram meu motivo de alegria e meu refúgio da tormenta de minha vida universitária, aguentaram meus dramas e indagações sobre o mundo e aceitaram com carinho essa pessoa nova a qual me tornei.

Aos meus amigos da academia para a vida Débora Haifa, Wilkison Queiroz, José Luiz, Anailton Candido, Guilherme Martins e Amarilson Avelino, juntos vivemos com intensidade a mágica aventura que foram esses últimos quatro anos. Meu agradecimento especial ao meu mais que amigo Wilkison Queiroz seu amor me fez forte quando pensava não conseguir, quando minhas angústias foram maiores que meus sonhos, foi sua presença e confiança que me fez acreditar que tudo acabaria bem, você foi parte essencial no desenvolvimento desse trabalho então obrigada por sua colaboração na elaboração dos mapas aqui anexados, obrigada por ser meu porto seguro nessa linda jornada universitária, por ser minha pessoa. Vocês agora são parte da minha vida fixados para sempre em minha história.

A minha doce Larissa Maria por ser minha melhor colega de quarto, por ter me proporcionado sua amizade e toda sua paciência no último ano.

A todos os docentes do curso de Geografia da UEG e seus funcionários que se dedicam diariamente a favor de nossa instituição.

A minha bibliotecária favorita Marília, que foi alguém que confortou meu coração nos momentos de angústia e as meninas da biblioteca por serem tão graciosas.

A minha paciente orientadora Thiara Messias, uma profissional de extrema competência a qual tive a honra de ter como professora e mentora na produção deste trabalho. Por sua dedicação em me proporcionar o melhor meu muito obrigado Thiara. Também ao meu co-orientador Olavo Amâncio por seu tempo e apoio.

O meu agradecimento também a Embrapa Cerrados, onde estagiei por quase dois anos e onde aprendi imensamente, tive o prazer de conhecer pessoas extraordinárias que tem verdadeiro amor pelo que fazem que são exemplo de profissionais a serem seguidos de conhecer e me encantar pelas práticas de laboratório e as saídas de campo.

Aos professores Patrick Thomaz e AmomChrystian por concordarem em participar desta banca e por todo ensinamento passado a mim durante minha formação.

E o agradecimento mais importante a minha Geografia, essa ciência enigmática que me proporcionou desde nosso primeiro contato ainda na educação básica desbravar um novo mundo. Foi através dela que me tornei alguém mais consciente de meu papel na sociedade, foi ela que me ensinou que criticidade é arte da sobrevivência em um mundo como o que vivemos e que é sempre possível constatar o impossível. Tornei-me alguém diferente mais aberta à diversidade humana igualmente curiosa a cerca da existência humana e suas ramificações, alguém que entende a importância do debate político e que se tornará uma professora melhor pelas experiências aqui vividas.

**RESUMO:** A presente pesquisa tem como objetivo avaliar a vulnerabilidade ambiental da sub-bacia hidrográfica do Córrego Raizama, que faz parte do Alto da Bacia Hidrográfica do Rio Paranã, localizada no município de Formosa-GO. Para isso, a metodologia aplicada fez uso de técnicas de geoprocessamento nas ferramentas QGIS e Arqgis para construção de mapas temáticos de representatividade da realidade, observando a metodologia elaborada por Crepani. A pesquisa mostrou que mais de 63% da bacia apresenta vulnerabilidade ambiental moderada ou média, o que significa que as formas de uso da terra devem levar em consideração esses aspectos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cerrado, paisagem, uso do solo

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 01- Mapa de localização da SBCRH, Formosa-GO.....                        | 16 |
| Figura 02- Esquema representativo de uma bacia hidrográfica.....                | 20 |
| Figura 03- Mapa geológico da sub-bacia do Córrego Raizama .....                 | 32 |
| Figura 04- Mapa de geomorfologia da sub-bacia do Córrego Raizama .....          | 33 |
| Figura 05- Superfície de Aplainamento do Vão do Paranã .....                    | 34 |
| Figura 06- Zona de Erosão Recuante na sub-bacia do Córrego Raizama .....        | 35 |
| Figura 07- Mapa de Declividade da sub-bacia do Córrego Raizama .....            | 36 |
| Figura 08- Climograma do município de Formosa GO .....                          | 37 |
| Figura 09- Mapa pedológico da sub-bacia do Córrego Raizama .....                | 38 |
| Figura 10- Perfil exposto de Cambissolo na sub-bacia do Córrego Raizama .....   | 39 |
| Figura 11- Corte de estrada com exposição do solo em área de Latossolos .....   | 39 |
| Figura 12- Mapa de uso e cobertura do solo .....                                | 41 |
| Figura 13- Uso e cobertura do solo da sub-bacia do Córrego Raizama.....         | 42 |
| Figura 14- Área designada a pastagem na sub-bacia do Córrego Raizama .....      | 42 |
| Figura 15- Animal no meio da área que está sendo preparada para o cultivo ..... | 43 |
| Figura 16: Análise de vulnerabilidade ambiental .....                           | 45 |

## **LISTA DE TABELAS**

|   |    |
|---|----|
| Tabela1- Escala de vulnerabilidade das unidades territoriais básicas.....   | 29 |
| Tabela 02: Avaliação da estabilidade das categorias morfodinâmicas.....   | 31 |
| Tabela 03: Uso e Cobertura da SBHCR.....  | 41 |
| Tabela 4: Vulnerabilidade ambiental da Sub-bacia do Córrego Raízama.....  | 44 |
| Tabela 5: Valores de vulnerabilidade para os aspectos ambientais da sub-bacia hidrográfica do Córrego Raízama, Formosa- GO..... | 46 |

## **LISTA DE QUADROS**

|  |    |
|--|----|
| Quadro 01- Evolução histórica do Sistema de Informação Geográfica..... | 23 |
|--|----|

## **LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS**

ANA- Agência Nacional de Águas

BH – Bacia Hidrográfica

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia Estatística

GIS- Geographic Information System

SBHCR – Sub- Bacia Hidrográfica do Córrego Raizama

SGBD- Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados

SIEG – Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás

SIG- Sistema de Informações Gerenciais

SRA – Superfície Regional de Aplainamento

ZER – Zona de Erosão Recuante

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>   | <b>15</b> |
| <b>2 UTILIZAÇÃO DO CONCEITO DE BACIA HIDROGRÁFICA PARA O PLANEJAMENTO E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS .....</b> | <b>17</b> |
| 2.1 A água como um recurso indispensável a vida.....  | 17        |
| 2.2 A importância do conceito de Bacia Hidrográfica para o Planejamento.....                                  | 19        |
| 2.3 Uso do Geoprocessamento nos Estudos Ambientais.....   | 22        |
| 2.4 Recursos Hídricos do Cerrado e conservação.....   | 26        |
| <b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>  | <b>31</b> |
| <b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>   | <b>33</b> |
| <b>4.1 Descrição Geoambiental da área de estudo.....</b>  | <b>33</b> |
| 4.1.1 Aspectos Geológicos.....  | 34        |
| 4.1.2 Características Geomorfológicas.....  | 34        |
| 4.1.3 Aspectos Climáticos.....  | 37        |
| 4.1.4 Pedologia.....  | 38        |
| 4.1.5 Uso e cobertura do solo .....   | 41        |
| <b>4.2 Avaliação da vulnerabilidade ambiental.....</b>  | <b>45</b> |
| <b>5 CONCLUSÃO .....</b>  | <b>48</b> |
| <b>6 REFERÊNCIAS .....</b>  | <b>49</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural precioso à existência de vida na Terra. Ela ocupa mais de 95% da superfície do planeta, por ser de importância ímpar e indispensável ao ser humano. As discussões a seu respeito vem se tornando cada vez mais necessárias, devido a forma como vem sendo utilizada, acarretando em um declínio na qualidade da água.

A importância da bacia hidrográfica como unidade de planejamento ambiental, se dá pois a bacia é responsável por captar toda água provinda das chuvas, escoando para seu principal canal fluvial. No planejamento de uma bacia é necessário um olhar complexo, pois a mesma funciona como um sistema integrado.

O Cerrado vem nos últimos anos sofrendo uma redução bastante significativa de vegetação natural, perdendo espaço para agropecuária, atividade bastante relevante para economia de Centro-Oeste brasileiro. Na área de localização da SBHCR não foge a essa realidade. Nos últimos anos a vegetação natural tem sido substituída por atividades agropecuaristas o que tem comprometido seus recursos naturais como solo e água.

A sub-bacia hidrográfica do Córrego Raizama (SBHCR) está localizada no município de Formosa no estado de Goiás, o qual tem sua população estimada em 119.506 habitantes (IBGE, 2018). A SBHCR possui uma área de 3.441,75 ha e está localizada entre as coordenadas geográficas de 15°28' e 15°32' Sul e 47°17' e 47°14' Oeste, fazendo parte do alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Paranã (Figura 01).

Tendo em vista esses aspectos, esta pesquisa tem por objetivo avaliar a vulnerabilidade da SBHCR para identificar as áreas da bacia que são mais propensas à perda de solo. Com a utilização de técnicas de geoprocessamento que ajudam para as devidas representações espaciais dos fenômenos da bacia.

A vulnerabilidade ambiental segundo Lorenço et al. (2013) pode ser estabelecida como o caso em que o meio físico está suscetível as ações humanas se tornando vulnerável devido a três fatores como exposição ao risco, incapacidade de reação e dificuldade de materialização do risco.

A importância da escala de vulnerabilidade no contexto de bacia hidrográfica se dá devido a suscetibilidade de erosão na mesma, que pode ser detectado e avaliado a partir de uma análise de vulnerabilidade no solo. Assim pode ser

observado os pontos propensos a erosão e instabilidade no solo por diversas ações naturais e antrópicas como o uso da área para atividades agropecuaristas.

## MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA SUB-BACIA DO CÓRREGO RAIZAMA

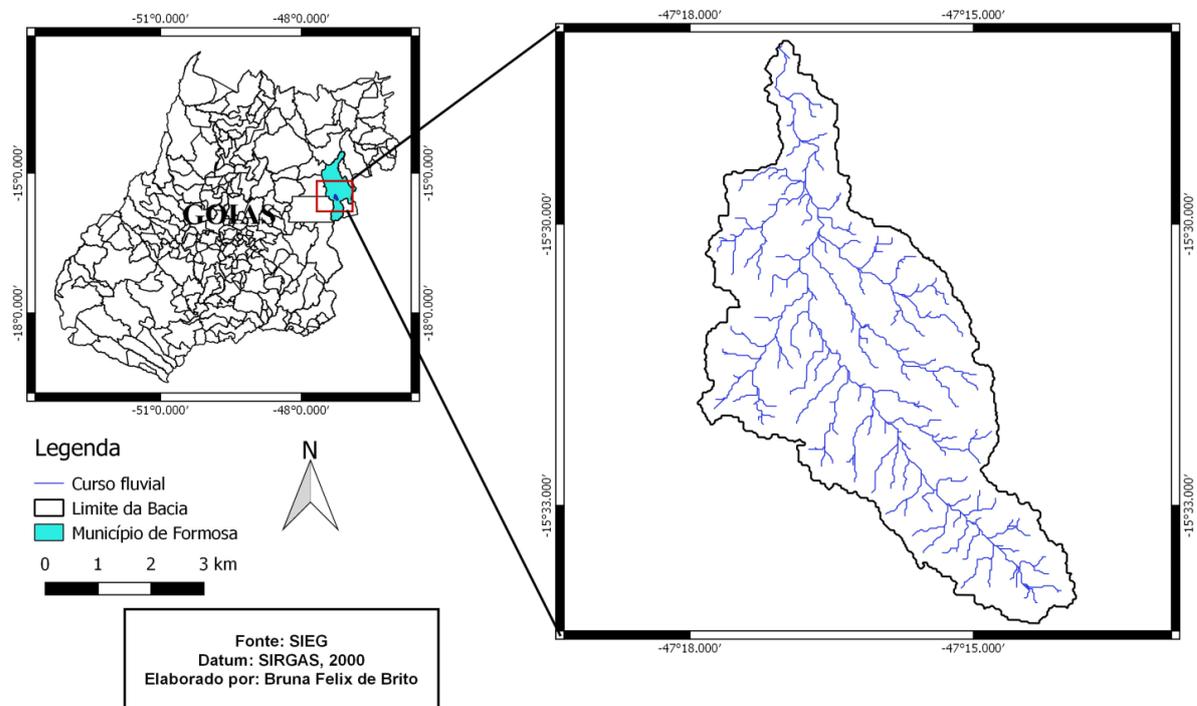


Figura 01: Mapa de localização da SBHCR, Formosa-GO.

## **2 UTILIZAÇÃO DO CONCEITO DE BACIA HIDROGRÁFICA PARA O PLANEJAMENTO E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS**

### **2.1 A água como um recurso indispensável à vida**

A água é um elemento essencial a manutenção da vida na Terra, ocupando boa parte da superfície terrestre e sendo principal motivo de debates a respeito de sua aplicabilidade e uso, assim como motivo de discussões geopolítica entre países ao redor do mundo.

Segundo Machado (2003), em razão do acelerado crescimento populacional e desenvolvimento industrial, a água doce do planeta está comprometida e correndo risco. Assim como concorda Torres (2012) que com esse crescimento também ocorre o aumento das demandas para suprir as necessidades dessa população, acarretando pressão sobre os recursos hídricos devido a poluição decorrente das atividades humanas.

De acordo com a ANA- Agência Nacional de Águas (2017), o Brasil possui cerca de 12% da disponibilidade hídrica de água doce de todo o planeta. A ANA destaca ainda o desequilíbrio da distribuição destes recursos, como é o caso da região Norte que apesar de conter apenas 5% da população brasileira, concentra cerca de 80% da água doce disponível.

Machado e Torres (2012, p.4) são incisivos ao pontuar que “a água é um recurso estratégico e não por acaso os estudos relativos a ela têm despertado interesse nos mais diversos níveis da sociedade”. Despertando interesse em várias áreas do conhecimento científico, assim como ocupando papel de destaque nas mídias sociais.

Machado e Torres (2012), ainda destacam outro ponto relevante a respeito da discussão sobre água quando afirmam que a mesma é um elemento natural, quando sem uso e utilização, mas que a mesma assume caráter de recurso quando a ela se atribui ou se agrega um valor econômico.

Um dos principais motivos para toda essa preocupação a respeito da água advém de graves suspeitas de que se continuarmos com esse ritmo de consumo há a probabilidade de escassez de água doce do planeta. De acordo com Machado e Torres (2012, p.13), “as projeções para um futuro não muito distante dão conta de que o acesso à água de qualidade se tornará um grave problema para a humanidade”.

Sobre a utilização desse recurso:

As águas doces disponíveis são utilizadas em várias atividades humanas. A agricultura, principalmente através da irrigação, representa cerca de 70% do total consumido (e desse valor, cerca de 40% são perdidos por razões diversas, como evaporação, desperdícios, irrigação excessiva etc.); as atividades industriais, incluindo a geração de energia elétrica, consomem cerca de 20%; os usos domésticos (água para beber, para cozinhar, para higiene etc.) respondem pelos 10% restantes. (MACHADO E TORRES, 2012, p.14).

Assim, a crise hídrica vem deixando de ser um tópico usado pelos extremistas em suas afirmações de que a água potável do planeta está acabando para se tornar uma realidade vigente na atualidade.

O assunto água não pode ser discutido com veemência sem que entendamos como funciona o ciclo hidrológico e como esse contribui para a formação das bacias hidrográficas.

Segundo Tundisi e Tundisi (2011, p. 29) “toda água do planeta está em contínuo movimento cíclico entre as reservas sólida, líquida e gasosa, sendo a fase líquida a fase de maior interesse, fundamental para o uso e para satisfazer as necessidades do homem”. As etapas do processo do ciclo hídrico são: precipitação, evaporação, transpiração, infiltração, percolação e drenagem.

Tundisi e Tundisi (2011) ressaltam ainda que a era geológica é a responsável por determinar a velocidade do ciclo hídrico, também como as proporções da soma total de água, tanto doce quanto marinha. Os autores ainda afirma que os principais rios e lagos do planeta são responsáveis por constituir as principais reservas de água doce.

Uma vez debatido a importância da água como recurso natural não renovável veremos a seguir a temática de recurso hídrico inserida na abordagem de Bacia Hidrográfica.

## 2.2 A importância do conceito de Bacia Hidrográfica para o Planejamento

O conceito de Bacia Hidrográfica (BH) está em constante expansão e tem sido bastante relevante nos estudos ambientais, assim como a utilização dos recursos naturais da bacia. Para Pires et al. (2005 p.17) “o conceito de BH envolve explicitamente o conjunto de terras drenadas por um corpo d’água principal e seus afluentes e representa a unidade mais apropriada para o estudo qualitativo e quantitativo do recurso água e dos fluxos de sedimentos e nutrientes.

Tende-se o costume da utilização do conceito de BH para a conservação dos recursos naturais. De acordo com Pires et al. (2005) o conceito de BH tem sido ampliado, pelo ponto de vista da conservação dos recursos naturais sua abrangência supera os aspectos hidrológicos, sendo importante considerar sua estrutura biofísica, além de suas implicações ambientais. Sendo relevante para o conceito de BH a definição de Ecossistema.

A BH também denominada de bacia fluvial compreende sua composição a partir do funcionamento do ciclo hidrológico. De acordo com Christofolletti (1980), os rios tem seu funcionamento na forma de canais de escoamento, sendo esse um elemento do ciclo hidrológico. Assim, o escoamento superficial compreende o total da quantidade de água a ser alcançada pelo canal fluvial. Dando seu conceito clássico de BH:

Um conjunto de canais de escoamento inter-relacionados que formam a bacia de drenagem, definida como a área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial. A quantidade de água que atinge os cursos fluviais está na dependência do tamanho da área ocupada pela bacia, d precipitação total e de seu regime, e das perdas devidas à evapotranspiração e a infiltração. (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 103).

Segundo Santos (1962), para a Revista Brasileira de Geografia no Brasil são encontradas três grandes bacias primárias: a bacia do Norte, a bacia do Leste e a bacia do sul. Essas bacias são as principais bacias do país e através delas são geradas suas ramificações, bacias menores.

De acordo com Pires et al. (2002, p.18) “a utilização da BH como unidade de planejamento e gerenciamento ambiental não é recente”. Segundo Botelho e Silva (2004 p.155) “é possível avaliar de forma integrada as ações humanas sobre o meio ambiente e seus desdobramentos sobre o equilíbrio hidrológico, presente no sistema representado pela bacia de drenagem”. Para Santos e Souza (2011), sendo a análise da bacia feita de forma integrada a análise ambiental indica a avaliação dos

ambientes transformados pelas atividades antropogênicas. Compreendendo a BH como unidade de análise e como planejamento ambiental.

Rodriguez et al. (2011), caracterizam a BH analisando os seguintes pontos, sendo um espaço físico-funcional, se a superfície terrestre é drenado por um sistema fluvial contínuo e bem definido, se é um conjunto de terras drenadas por um corpo principal de águas.

Na perspectiva de Lima (2008, p.53) "Uma bacia hidrográfica compreende toda a área de captação natural da água da chuva que proporciona escoamento superficial para o canal principal e seus tributários." Ainda segundo Lima (2008), a função do comportamento hidrológico de uma bacia se ocasiona em razão de suas características morfológicas, topográficas, geológicas entre outras com o intuito de compreender as relações existentes entre esses fatores e o processo hidrológico da BH. Albuquerque (2012, p.202), assume que "a delimitação correta da bacia pode constituir tarefa árdua, em face às necessidades impostas, como por exemplo, o tipo de uso, que a área será submetida". A Figura 2 trás um esquema representativo de como funciona a dinâmica de uma BH e a organização dos componentes que a compõem a partir de uma canal fluvial.

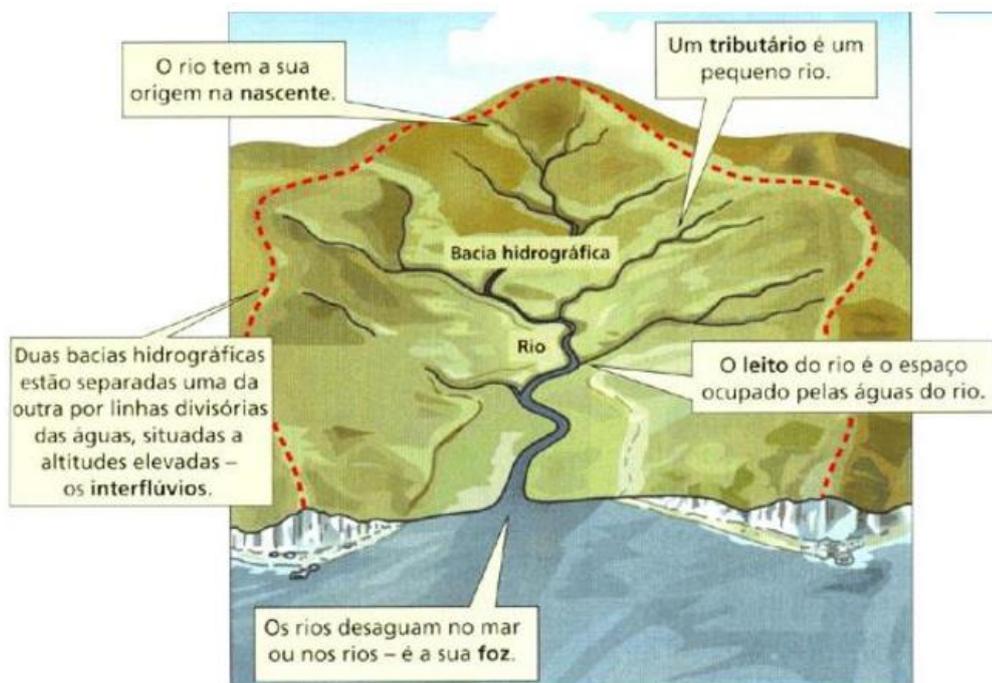


Figura 2: Esquema representativo de uma bacia hidrográfica.  
Fonte: Press et al. (2006)

Para Albuquerque (2012, p.204), “as bacias hidrográficas representam a área de captação de um recurso fundamental para a vida humana, a água. Este recurso é forte atrativo para diversos tipos de atividade humanas. De acordo com Lima (2008) o manejo da BH se relaciona com a proteção das regiões montanhosas quanto qualquer área natural com vegetação, propiciando a produção de água de qualidade para o consumo humano.

De acordo com Lima (2008 p.49), é necessário para o entendimento de uma BH a compreensão de parâmetros físicos das mesmas. Classificando os parâmetros e suas relações inter-relações em:

- Parâmetros físicos: área, fator de forma, compacidade, altitude média, declividade média, densidade de drenagem, número de canais, direção e comprimento do escoamento superficial, comprimento da bacia, hipsometria (relação área-altitude), comprimento dos canais, padrão de drenagem, orientação, rugosidade dos canais, dimensão e forma dos vales, índice de circularidade, etc.;
- Parâmetros geológicos: tipos de rochas, tipos de solos, tipos de sedimentos fluviais, etc.;
- Parâmetros de vegetação: tipos de cobertura vegetal, espécies, densidade, índice da área foliar, biomassa, etc.;
- Inter-relações: Lei do Número de Canais (razão de bifurcação), Lei do Comprimento dos Canais (relação entre comprimento médio dos canais e ordem), Lei das Áreas (relação entre área e ordem), etc..

Segundo Machado (2003), após uma longa tramitação, em dezembro de 1996, o Congresso Nacional aprovou o Projeto de Lei Nacional de Recursos Hídricos, que foi estabelecida a Política Nacional de Recursos Hídricos e fundado o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Ainda de acordo com Machado (2003, p.123), “em janeiro de 1997, o Presidente da República sancionou a Lei no 9.433, dotando o Brasil dos instrumentos legais e institucionais necessários ao ordenamento das questões referentes à disponibilidade e ao uso sustentável de suas águas.” Alguns instrumentos dessa política foram: planos de recursos hídricos elaborados pelo estado, direito de uso da água e cobrança pelo uso da mesma.

Para Machado (2003), a Lei das águas se caracteriza por uma Lei federal que buscava uma mudança na forma de manejo dos recursos hídricos. Essa Lei

entendia a água como um recurso natural, que apesar de renovável também é ilimitada, estabelecendo a bacia hidrográfica como unidade territorial e considerando o recurso hídrico como bem público que devem atender as necessidades da população de forma compartilhada, assim como a gestão pública integrada e colegiada.

Para Tundisi e Tundisi (2011), o planejamento dos recursos hídricos é desenvolvido em dois níveis. Esses são de interpretação e viabilização de políticas públicas.

O planejamento e a gestão de uma BH e conseqüentemente seus recursos hídricos segundo Rodriguez et al. (2011, p 30-31) se caracteriza por:

- Abranger parte de um conjunto de feições ambientais homogêneas (paisagens, ecossistemas) ou de diversas unidades territoriais.
- Considera-se como a unidade mais apropriada para o estudo quantitativo e qualitativo do recurso água, e dos fluxos de sedimentos e de nutrientes.
- Assume-se como a unidade preferencial para o planejamento e a gestão ambiental.

Rodriguez et. al. (2011), ainda ressaltam que o Planejamento ambiental é considerado como um instrumento de política ambiental, um suporte para tomada de decisões, assim como uma ação proposta para conceder diretrizes e programas para o uso do território de acordo com a gestão ambiental. A mesma deve ser analisada de forma, integrada, multiopcional, probabilístico, sistêmico, dialético e holístico.

Santos e Souza (2011, p.92), sobre diagnóstico ambiental “O diagnóstico dá ênfase ao conhecimento integrado e à delimitação dos espaços territoriais modificados ou não pelos fatores econômicos e sociais”.

### **2.3 Uso do Geoprocessamento nos Estudos Ambientais**

Conforme Ferreira (2006), a história do uso de geotecnologias na ciência vem se desenvolvendo ao longo dos anos, assim como se aperfeiçoando e obtendo resultados cada vez mais satisfatórios com seu uso. Desta forma, foi possível observar os avanços no uso de geotecnologias e fazer uma tabela cronológica segundo Ferreira.

Quadro 01: Evolução histórica do Sistema de Informação Geográfica.

| Evolução histórica do Sistema de Informação Geográfica |  |
|--|--|
| 1950   | Foi na Inglaterra e estados Unidos onde ocorreram as primeiras tentativas de automatização do processamento de dados com características espaciais, objetivando a redução dos custos de produção e manutenção de mapas. Aqui ainda não classificados como “sistema de informação”  |
| 1960   | No Canadá surgiram os primeiros Sistemas de Informações Geográficas fazendo parte de um esforço governamental para criar um inventário de recursos naturais. O sistema era de difícil uso que dependia de mão de obra extremamente especializada   |
| 1970   | Foi enfim criada a expressão “Sistemas de Informações Geográficas”, assim como foram criados sistemas comerciais de CAD (Computer Aided Design, ou Projeto Assistido por Computador) que serviram de base para os primeiros sistemas de cartografia automatizada. Além do desenvolvimento de alguns fundamentos matemáticos importantes voltados para a cartografia.   |
| 1980   | Popularização do uso de SIG, na corporação de muitas funções de análise espacial proporcionou também um alargamento do leque de aplicações de GIS.   |
| 1990   | Com a popularização da Internet, e a conseqüente popularização das redes de computadores, os Sistemas de Informações Geográficas puderam ser orientados às empresas e instituições, com a introdução do conceito da arquitetura cliente-servidor e a popularização dos bancos de dados relacionais. Nesta época também, os programas computacionais de SIG incorporaram as funções de processamento de imagens digitais. |
| 2000   | Os Sistemas de Informações Geográficas começam a se tornarem corporativos e orientados à sociedade, com a  |

|  |
|--|
| utilização da Internet, de bancos de dados geográficos distribuídos e com os esforços realizados em relação a interoperabilidade dos sistemas. |
|--|

Adaptado por: BRITO. B. F (2018)

Câmara et al. (1996, p.21) define os SIGs como “são sistemas automatizados usados para armazenar, analisar e manipular dados geográficos, ou seja, dados que representam objetos e fenômenos em que a localização geográfica é uma característica inerente à informação e indispensável para analisá-la.

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) tem sido muito utilizados devido a sua flexibilidade e disponibilidade, consistindo de sistemas computadorizados que permitem sobrepor diversas informações espaciais da BH. A informação é armazenada digitalmente e apresentada virtual ou graficamente, permitindo a comparação e correlação entre as informações. (PIRES et al., 2002 p.19).

Ferreira (2006), ainda pontua que toda atividade humana é desenvolvida em algum espaço geográfico, sendo possível assim serem referenciadas geograficamente, tornando as possibilidades de aplicação do SIG (Sistema de Informações Geográficas) ilimitado. Segundo Câmara et al (1996, p.22) “Cada tipo de definição prioriza um aspecto distinto. O enfoque de banco de dados define SIG como um sgbd não convencional, geográfico, que garante o gerenciamento de dados geográficos”.

As definições de sigs remetem, cada uma à sua maneira, a multiplicidade de usos e visões possíveis desta tecnologia e apontam para uma perspectiva interdisciplinar de sua utilização. A partir destes conceitos, é possível indicar duas importantes características de sigs. Primeiro, tais sistemas possibilitam a integração, numa única base de dados, de informações geográficas provenientes de fontes diversas tais como dados cartográficos, dados de censo e cadastro urbano e rural, imagens de satélite e modelos numéricos de terreno. Segundo, sigs oferecem mecanismos para recuperar, manipular e visualizar estes dados, através de algoritmos de manipulação e análise (CÂMARA et al., 1996 p.22).

De acordo Ferreira (2006), a ciência da informação geográfica é a base da ciência utilizada no SIG, em razão de sua amplitude essa ciência tem caráter multidisciplinar, com a devida integração de diversas disciplinas do conhecimento.

Santos e Souza (2011), concordam que “o SIG deve contemplar os diferentes módulos de coleta, armazenamento, tratamento e divulgação de dados, concentrando informações e descentralizando o seu acesso. ”

Para Barcellos e Ramalho (2002, p.221) “O geoprocessamento pode ser definido como um conjunto de ferramentas necessárias para manipular informações espacialmente referidas”.

Para Yilmaz e Hocanli (2006), o geoprocessamento é um conjunto de técnicas baseadas no estudo de informação distribuída espacialmente para descrever as características do fenômeno com investigação sobre o espaço geográfico estudado, permitindo algumas atualizações contínuas sobre os dados base, que permite a análise espaço-temporal.

Silva (2009) em seu artigo sobre o que é geoprocessamento, critica as tentativas de conceituar o termo garantindo que foi a partir de métodos e técnicas que o geoprocessamento conseguiu evoluir como conceito. Para o autor a criação de dados não significa diretamente que será gerada informação, porém ressalta que o geoprocessamento para gerar informação usa de dados já estruturados e identificados. O autor ainda afirma que o geoprocessamento tem como objetivo principal a geração, o armazenamento, utilização, exibição e disseminação dos dados.

A visão mais aplicada em Geoprocessamento utiliza uma escala de mensuração que permite associar grandezas numéricas a cada objeto a ser representado computacional. Esta visão deriva do conceito "representacionalista" proposto pelo filósofo Bertrand Russel: as propriedades não são intrínsecas aos objetos, mas são obtidas a partir de medidas. Assim, a representação de um objeto geográfico num GIS dependerá da escala que utilizarmos (CÂMARA et al., 2001, p.3).

Nessa perspectiva, o Geoprocessamento está diretamente ligado ao uso lógico matemático. Para ser representada em ambiente computacional, temos de associar a cada tipo de informação geográfica uma escala de medida e de referência, que será utilizada pelo GIS para caracterizá-lo (CÂMARA et al., 2001).

Segundo Câmara (2001), há dois tipos de dados em geoprocessamento os dados temáticos que tem a característica de descrever a distribuição espacial de forma qualitativa e os dados cadastrais se diferenciando dos temáticos, pois cada um de seus elementos é caracterizado com objeto geográfico, armazenando os atributos em um sistema gerenciador de dados.

O uso das geotecnologias como as técnicas do geoprocessamento vem se tornando vital nos estudos científicos propiciando que profissionais de diversas áreas façam uso da mesma, como é o caso da Geografia que vem utilizando dessas ferramentas para aprimorar sua ciência. Cavalcante (2015, p.3), ressalta que “a utilização de ferramentas da Geotecnologia surge então como uma alternativa que proporciona resultados eficientes, já que possibilita uma representação computacional do espaço”.

A Geografia como uma ciência que estuda o meio e a interação do homem com o mesmo tem o papel de fazer essa interação da tecnologia que tem seu crescimento exponencial com o estudo do saber geográfico. Como o auxílio da internet e pelo uso de softwares.

Os progressos técnicos que, por intermédio dos satélites, permitem a fotografia do planeta, permitem-nos, também, uma visão empírica da totalidade dos objetos instalados na face da Terra. Como as fotografias se sucedem em intervalos regulares, obtemos, assim, um retrato da própria evolução do processo de ocupação da crosta terrestre. A simultaneidade retratada é fato verdadeiramente novo e revolucionário para o conhecimento do real, e, também, para o correspondente enfoque das ciências do homem, alterando-lhes, assim, os paradigmas (SANTOS, 2006, p.133).

Com o auxílio do Geoprocessamento é muito mais eficaz e rápida a obtenção de dados para análise de estudos ambientais, sendo possível a interação de dados diversos através das geotecnologias uma vez que o homem tem a necessidade de conhecer o meio e saber o impacto de suas ações.

Com a crescente demanda de trabalhos acadêmicos produzidos com essa temática e auxílio das geotecnologias, se constatou a relevância do debate sobre a análise e diagnóstico ambiental, afim de promover discussões em busca de soluções cabíveis para proteção e valorização ambiental.

#### **2.4 Recursos Hídricos do Cerrado e conservação**

A BH aqui apresentada como objeto de estudo desse trabalho está situada no município de Formosa tendo sua vegetação nativa composta pelo bioma Cerrado. Lima (2011 p.27) afirma que o “Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro em extensão, com cerca de 204 milhões de hectares, ocupando aproximadamente 24% do território nacional”. Ainda segundo Lima (2011) devido ao espaço geográfico que ocupa esse bioma tem papel indispensável na distribuição dos recursos hídricos em todo país.

Para Lima (2011 p. 27)

...os recursos hídricos do Cerrado possuem uma importância que extrapola em muito as dimensões do bioma. Considerando apenas questões como as de abastecimento, indústria, irrigação, navegação, recreação e turismo, já poderiam ser gerados diversos índices e números que mostram o quanto as águas do Cerrado representam para o Brasil.

Machado et al (2008, p 286), “a região do Cerrado pode ser definida como um domínio de planaltos antigos, com topografia suave ou levemente ondulada, em geral acima dos 500m, entrecortados por depressões periféricas.”

De acordo com Ribeiro e Walter (1998), a área do Cerrado corresponde a um complexo vegetacional possuindo relações ecológicas e fisionômicas com outras savanas e continentes como África e Austrália. Segundo Chaveiro e Castilho (2007), o Cerrado tinha uma área original de 2 milhões de quilômetros quadrados, ocupando grande parte da região Centro-Oeste, assim como partes das regiões Norte, Nordeste e Sudeste. Lima e Silva (2007), compreendem que o espaço geográfico ocupado por esse bioma exerce papel de fundamental importância no processo de distribuição de recursos hídricos de todo o Brasil.

Klink e Machado (2005), ainda pontua o clima como da região do cerrado como inerte, onde de outubro a março se encontra em período chuvoso e um período extremamente seco entre abril e setembro. Caracterizado por Lima e Silva (2007) como um clima subtropical e semi-úmido. Klink e Machado (2005, p.148), ainda ressaltam que “a precipitação média anual é de 1.500mm e as temperaturas são geralmente amenas ao longo do ano, entre 22° C e 27°C em média.” As características climáticas desse bioma foi fator determinante para estabelecer a diversificação tanto da fauna quanto a flora.

Ribeiro e Walter (1998) compreendem que a vegetação do Cerrado engloba diversas fitofisionomias como composições savânicas, florestais e campestres sendo as de florestas representadas pela presença de espécies arbóreas em sua predominância, com a formação de dossel. As savânicas caracterizadas pela formação de dossel contínuo, enquanto que as campestres têm predomínio de espécies herbáceas.

De acordo com Eitem (1994) o Cerrado possui a flora mais rica em plantas vasculares, exceto em algumas regiões de florestas tropicais. Estudos recentes sugerem a existência de pelo menos 12.600 espécies de plantas no domínio.

A grande diversidade de espécies de animais e plantas do Cerrado está associada com a não menos desprezível diversidade de ambientes. Enquanto que a estratificação vertical (existência de várias 'camadas' de ambientes) da Amazônia ou a Mata Atlântica proporciona oportunidades diversas para o estabelecimento das espécies, no Cerrado a heterogeneidade espacial (a variação dos ecossistemas ao longo do espaço) seria um fator determinante para a ocorrência de um variado número de espécies (MACHADO et. al., 2004, p.03).

Como concordam Lima e Silva (2007), que o bioma Cerrado é o local de origem de grandes regiões hidro brasileiras como de todo o continente sul-americano Diante de tal importância hidrológica os mesmos pontuaram rios que recebem benefícios do Cerrado. Entre esses estão: os rios Xingu, Madeira e Trombetas; os rios Araguaia e Tocantins; os rios Parnaíba, os rios São Francisco, Pará, Paraopeba, os rios Pardos e Jequitinhonha; os rios Paranaíba, entre outros.

A má distribuição espacial e temporal dos recursos hídricos, aliada ao aumento desordenado dos processos de urbanização, industrialização e expansão agrícola, faz com que problemas de escassez de água sejam cada vez mais comuns no Brasil (LIMA; SILVA, 2005 p.64).

Devido a sua grande importância para o cenário brasileiro Machado et al. (2008) destacam que o impacto ambiental causado pela ocupação humana variou de acordo com as formas de utilização dos recursos naturais, ainda como a densidade das populações.

Klink e Machado (2005) destacam que a destruição do ecossistema do Cerrado vem crescendo de forma acelerada, expondo que o total da área desmatada do Cerrado brasileiro é três vezes a área desmatada da Floresta Amazônica. Os autores ainda salientam que diversas transformações ocorridas no cerrado geraram danos, muitas vezes permanentes ao meio ambiente como: extinção da biodiversidade, fragmentação do habitat, erosão dos solos, poluição dos aquíferos, modificação do clima em escala regional entre outros fatores.

Ainda de acordo com Klink e Machado (2005), devido as transformações da paisagem do Cerrado vem ocorrendo o surgimento de iniciativas de conservação pelo governo, organizações não governamentais as ONGs, assim como pesquisadores de setores privados todos engajados na iniciativa de conservação dos recursos naturais desse bioma.

Coutinho (2002, p. 90) áreas onde o Cerrado é o bioma dominante como Parque Nacional da Emas, Parque Nacional Grande Sertão Veredas, Parque

Nacional da Chapada dos Guimarães, Parque Nacional da Serra da Canastra, Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros.

Coutinho (2002) salienta que a grande maioria das unidades de conservação atual tanto em escala federal estadual ou municipal sofre com problemas fundiários, demarcação de terras e gerenciamento tornando necessária a intervenção governamental para o auxílio na conservação desse Bioma.

Machado et. al (2004), sugerem alternativas para tentar mitigar a tendência do desaparecimento do Cerrado, como a contribuição de um fundo participativo para a conservação do Cerrado. Os recursos desse fundo participativo seriam destinados a destinados a basicamente três linhas de ação: manutenção das unidades de conservação existentes, ampliação do sistema de áreas protegidas para compatibilizar a proteção dos recursos naturais com a proteção dos recursos hídricos e a promoção da recuperação de áreas degradadas de modo a promover a re-conexão das áreas nativas isoladas.

De acordo com Milaneze e Pereira (2016, p.48) o uso impróprio dos recursos naturais, a ocupação de áreas com maior susceptibilidade natural e o desmatamento são, no Brasil, os principais fatores que potencializam a ocorrência de desastres naturais. Aqui se constata a importância ao avaliar a vulnerabilidade ambiental do meio, como é o caso da sub-bacia hidrográfica do Córrego Raizama, Formosa-GO.

A vulnerabilidade apresentada por Crepaniet al. (2001), é desenvolvida a partir de uma equação de escala de vulnerabilidade que apresenta o índice de vulnerabilidade de uma área a partir de alguns aspectos físicos ambientais. Esse modelo de equação empírica leva em consideração critérios desenvolvidos de acordo com os princípios de Ecodinâmica preconizado por Tricat (1977) que permitiu a criação de um modelo de avaliação para as categorias morfodinâmicas afim de desenvolver a escala de vulnerabilidade natural. Na Tabela 1, é possível averiguar a escala de vulnerabilidade das unidades territoriais básicas.

Tabela 1: Escala de vulnerabilidade das unidades territoriais básicas

| UNIDADE DE PAISAGEM | MÉDIA | GRAU DE VULNERAB.             | GRAU DE SATURAÇÃO |       |      | CORES |
|---------------------|-------|-------------------------------|-------------------|-------|------|-------|
|                     |       |                               | VERM.             | VERDE | AZUL |       |
| U1                  | 3,0   | VULNERÁVEL                    | 255               | 0     | 0    |       |
| U2                  | 2,9   |                               | 255               | 51    | 0    |       |
| U3                  | 2,8   |                               | 255               | 102   | 0    |       |
| U4                  | 2,7   |                               | 255               | 153   | 0    |       |
| U5                  | 2,6   | MODERADAM. VULNERÁVEL         | 255               | 204   | 0    |       |
| U6                  | 2,5   |                               | 255               | 255   | 0    |       |
| U7                  | 2,4   | MODERADAM. VULNERÁVEL         | 204               | 255   | 0    |       |
| U8                  | 2,3   |                               | 153               | 255   | 0    |       |
| U9                  | 2,2   |                               | 102               | 255   | 0    |       |
| U10                 | 2,1   | MEDIANAM. ESTÁVEL/ VULNERÁVEL | 51                | 255   | 0    |       |
| U11                 | 2,0   |                               | 0                 | 255   | 0    |       |
| U12                 | 1,9   | MODERADAM. ESTÁVEL            | 0                 | 255   | 51   |       |
| U13                 | 1,8   |                               | 0                 | 255   | 102  |       |
| U14                 | 1,7   |                               | 0                 | 255   | 153  |       |
| U15                 | 1,6   |                               | 0                 | 255   | 204  |       |
| U16                 | 1,5   | MODERADAM. ESTÁVEL            | 0                 | 255   | 255  |       |
| U17                 | 1,4   |                               | 0                 | 204   | 255  |       |
| U18                 | 1,3   | ESTÁVEL                       | 0                 | 153   | 255  |       |
| U19                 | 1,2   |                               | 0                 | 102   | 255  |       |
| U20                 | 1,1   |                               | 0                 | 51    | 255  |       |
| U21                 | 1,0   |                               | 0                 | 0     | 255  |       |

Fonte: Crepaniet al. (2001)

Essa avaliação de vulnerabilidade permite que sejam traçados, através de seus resultados, novas abordagens de manejo de solo a partir do grau de vulnerabilidade apresentado pela BH.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Para este trabalho foi realizada pesquisa bibliográfica contemplando os principais conceitos para compreensão da temática. A pesquisa é de natureza descritiva e explicativa Gil (1999) esclarece que a pesquisa descritiva é caracterizada pela descrição de determinado fenômeno até população ou pelo estabelecimento de relações entre as variáveis fazendo uso de técnicas padronizadas de coleta de dados. Já na pesquisa explicativa Gil (1999) ressalta que a mesma tem preocupação em identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos, pesquisa mais voltada ao esclarecimento da realidade.

Os dados cartográficos foram obtidos nos *sites* do Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG) e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), os quais permitiram a elaboração dos mapas do meio físico da área de estudo. Os softwares utilizados foram QGIS 2.18 e Arqgis 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.

Para a elaboração do mapa de vulnerabilidade ambiental foram utilizados os seguintes materiais:

- Mapa de uso do solo SIEG na escala de 1:250.000 que foi realizado através do mapeamento de uso e cobertura do solo do bioma Cerrado com recorte para o estado de Goiás;
- Mapa de solos do SIEG na escala de 1:250.000;
- Mapa de geologia do SIEG na escala de 1:500.000;
- Mapa de declividade gerado a partir de imagens SRTM com redução 30m.

A integração dos mapas do meio físico foi realizada através de uma álgebra de mapas no rastercalculator do Argis 10.3, utilizando a aplicação da Equação 01, segundo Crepaniet al. (2001):

$$V = \frac{(G + R + S + Vg + C)}{5}$$

onde:

*V* = Vulnerabilidade

*G* = vulnerabilidade para o tema Geologia

*R* = vulnerabilidade para o tema Geomorfologia

*S* = vulnerabilidade para o tema Solos

*Vg* = vulnerabilidade para o tema Vegetação

*C* = vulnerabilidade para o tema Clima

Equação 1: Equação empírica de escala de vulnerabilidade natural

A vulnerabilidade de Crepaniet 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 (Tabela 02).

Tabela 02: Avaliação da estabilidade das categorias morfodinâmicas

| <b>Categoria morfodinâmica</b> | <b>Relação Pedogênese/Morfogênese</b> | <b>Valor</b> |
|--------------------------------|---------------------------------------|--------------|
| Estável                        | Prevalece a Pedogênese                | 1,0          |
| Intermediária                  | Equilíbrio Pedogênese/Morfogênese     | 2,0          |
| Instável                       | Prevalece a Morfogênese               | 3,0          |

Fonte: Crepaniet al. (2001).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização geoambiental é importante para a compreensão dos aspectos físicos, biológicos, sociais, que interferem de forma mútua na bacia hidrográfica. Segundo Teodoro et al. (2007), as análises hidrológicas ou ambientais tem como proposto esclarecer questões relacionadas ao conhecimento da dinâmica ambiental tanto em escala regional quanto local sendo os parâmetros morfométricos parte essencial desse processo de análises. Os monitoramentos dos dados morfométricos contribuem para gerar informações importantes para os indicadores de vulnerabilidade ambiental.

### 4.1 Descrição Geoambiental da área de estudo

#### 4.1.1 Aspectos geológicos

As unidades geológicas que a SBHCR apresenta são: Coberturas detrito-lateríticas ferruginosas, Paraopeba e Sete Lagoas. Essa se encontra no âmbito da Faixa Brasília, onde se encontram os grupos Bambuí e Paraopeba (Figura 03).

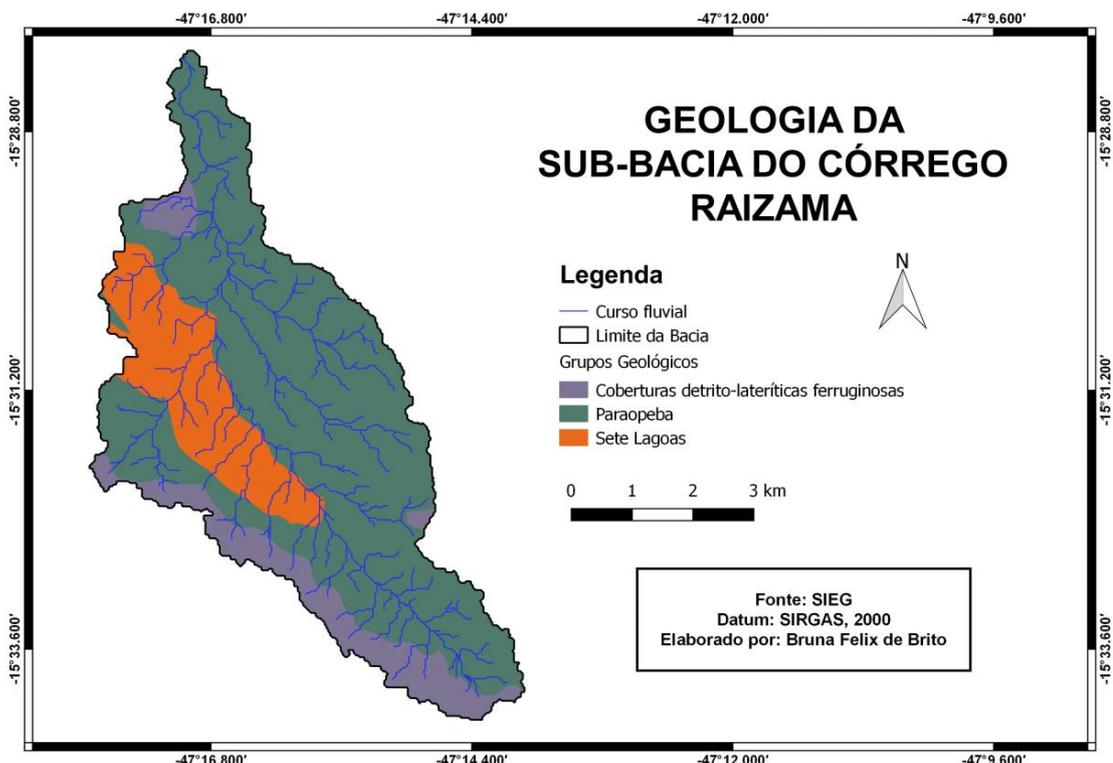


Figura 03: Mapa geológico da sub-bacia do Córrego Raizama, Formosa-GO.

O Grupo Bambuí compreende rochas pelito-siliciclásticas e carbonáticas, formadas em extenso mar epicontinentalneoproterozóico enquanto que o Sub-grupo Paraopeba compreende as formações Sete Lagoas, Serra de Santa Helena, Lagoa do Jacaré e Serra da Saudade (FUNATURA, 2012).

As coberturas detrito-lateríticas são representadas por lateritos autóctones com carapaças ferruginosas que são características de climas tropicais e propícias à concentração de ouro, manganês, alumínio e outros metais pouco solúveis (FUNATURA, 2012).

#### 4.1.2 Características Geomorfológicas

A SBCH é caracterizada por duas formações geomorfológicas Superfície Regional de Aplainamento (SRA) e Zona de Erosão Recuante (ZER) que são encontradas em toda a sua extensão (Figura 04).

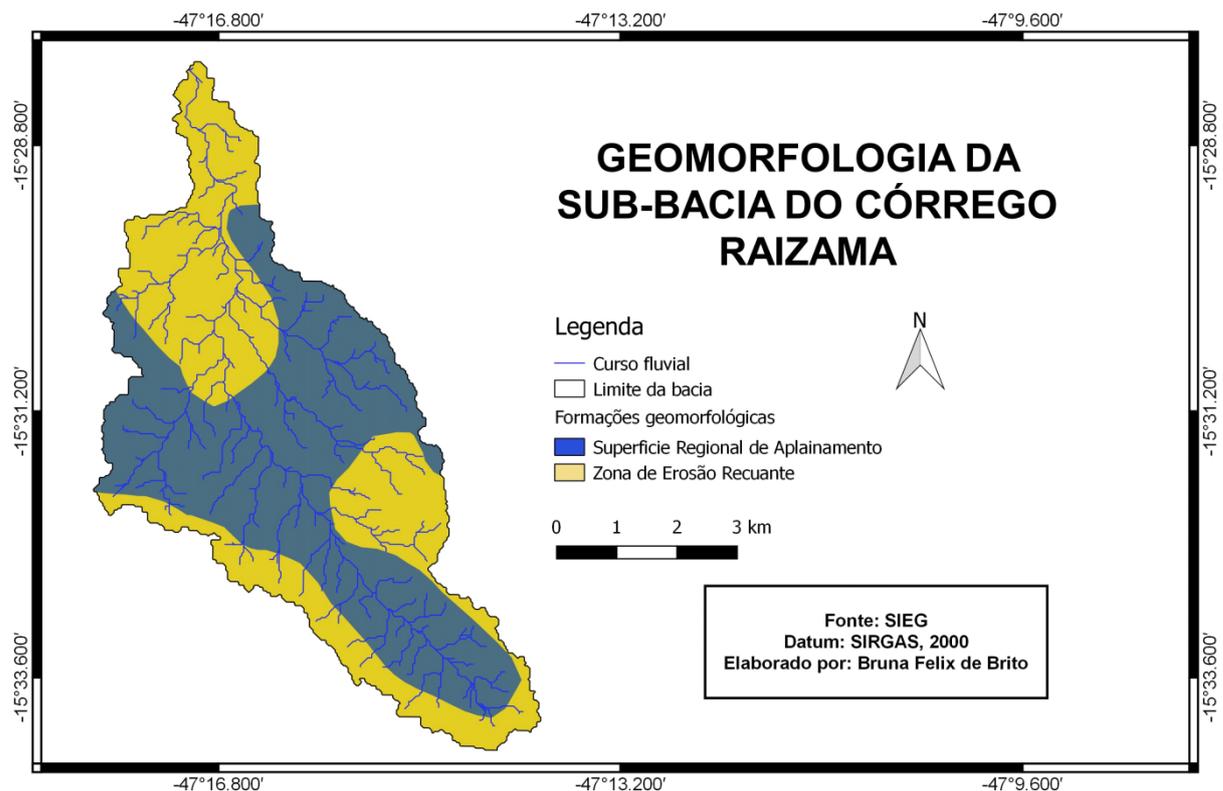


Figura 04: Mapa de geomorfologia da sub-bacia do Córrego Raizama, Formosa-GO.

As SRAs são as unidades mais representativas da geomorfologia do Estado de Goiás e Distrito Federal. Uma SRA é uma unidade denudacional, gerada pelo

arrasamento/aplainamento de uma superfície de terreno dentro de um determinado intervalo de cotas e este aplainamento se dá de forma relativamente independente dos controles geológicos regionais (litologias e estruturas). Uma SRA, na sua distribuição espacial, pode seccionar/aplainar sobre limites litológicos e estilos estruturais erodindo diversas unidades geológicas (Latrubesse e Carvalho 2006, p.21). Na bacia em questão é a que apresenta maior extensão (Figura 05).

De acordo com Latrubesse e Carvalho (2006), todo o município de Formosa sofreu com erosão diferencial, onde o processo erosivo produziu umas superfícies aplainadas, originadas sobre litologia tanto do Grupo Bambuí quanto Paraopeba apresentando cotas 400 e 600 metros de altitude.



Figura 05: Superfície de Aplainamento do Vão do Paranã, sub-bacia do Córrego Raizama, Formosa-GO.

A outra formação geomorfológica encontrada na SBHCR é a Zona de Erosão Recuante, constituem formas que surgem a partir de erosão da Superfície Regional de Aplainamento e apresentam relevo mais movimentado, com maior tendência a processos erosivos quando as práticas de uso da terra não levam em consideração suas características naturais (Figura 06).



Figura 06: Zona de Erosão Recuante na sub-bacia do Córrego Raizama, Formosa-GO.

Na Figura 07 está a representação de declividade da sub-bacia do Córrego Raizama. Para Reckziegel e Robaina (2006, p. 01), “os estudos morfométricos de formas de relevo e da rede de drenagem são instrumentos básicos para o desenvolvimento de planos de gestão que visem a utilização racional do meio ambiente e a compreensão dos processos naturais atuantes neste meio.”

Ainda segundo Reckziegel e Robaina (2006), a partir de análise de declividade é possível a identificação das inclinações das vertentes de uma bacia hidrográfica. 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 declividade é uma característica marcante da paisagem, pois define níveis de estabilidade dos seus componentes físicoquímicos e biodinâmicos” (FRANCISCO et al., 2012, p. 244).

O mapa de declividade correspondente à SBHCR expõe a classe de declive em porcentagem onde 0-3% corresponde ao relevo plano, 3-8% suavemente ondulado, de 8-13% e 13-20% moderadamente ondulado, 20-25% forte ondulado e >45% montanhoso. O berço do curso hídrico da SBHCR apresenta declive de 0-3% o que alterando ao longo do curso fluvial principal.

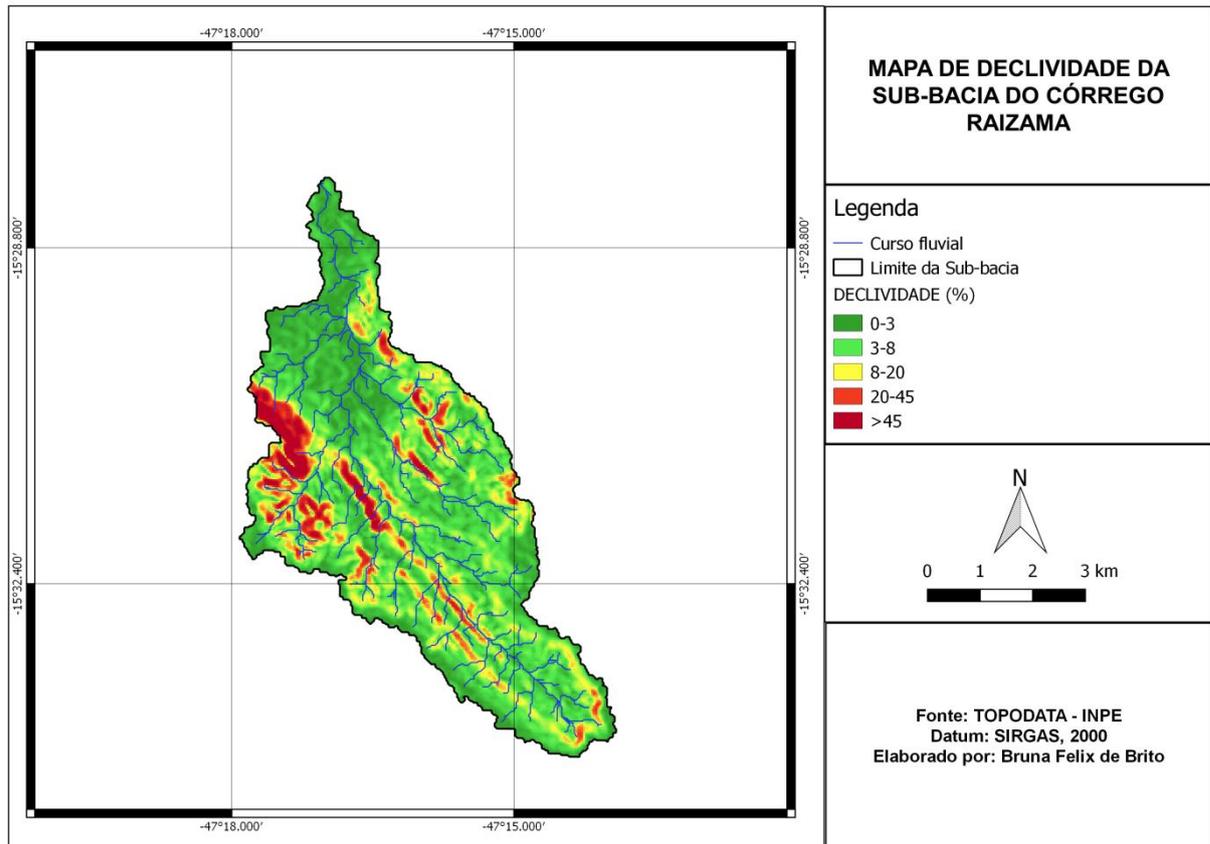


Figura 07: Mapa de Declividade da sub-bacia do Córrego Raizama

#### 4.1.3 Aspectos climáticos

O clima na área de estudo segundo a classificação climática de Köppen é “Aw” clima tropical com estação seca de inverno, em que “A” caracteriza o clima tropical e “w” as chuvas específicas de verão. A Figura 08 apresenta o comportamento climático da área de estudo, onde as médias de temperatura anual se matem em 22°C por ano. O mês de temperatura mais elevada é outubro com uma média de 24,5°C, e os meses de menor temperatura registrada são junho e julho com uma média de 20°C, onde o índice de precipitação se mantém abaixo com 3,5 mm. A precipitação anual é de 1.348,8 mm e a média anual de maior precipitação acontece no mês de dezembro com 277 mm quando a temperatura gira em torno dos 23°C.

De acordo com Almeida (2016, p.12), o clima de Formosa é o tropical com duas estações definidas: uma úmida e outra seca com baixos índices pluviométricos e teores de umidade, chegando a registrar valores críticos.

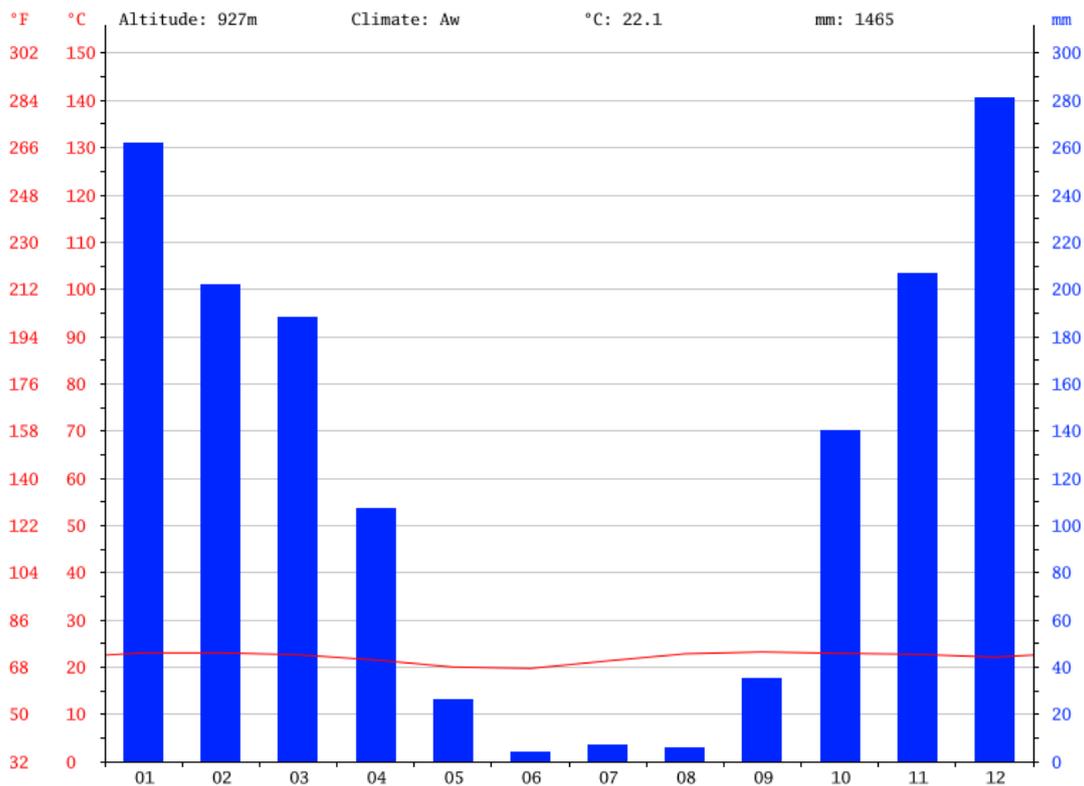


Figura 08: Climograma do município de Formosa-GO.  
Fonte: Climate-data.org (1982-2012)

#### 4.1.4 Pedologia

O solo é constituído de uma seleção de corpos naturais, principalmente elementos materiais minerais e orgânicos. Esse processo se desenvolve de forma lenta e contínua, ocupando a maior parte de extensão territorial do planeta com diferentes frações de silte, argila e areia que, atualmente tem sofrido alterações antrópicas (EMBRAPA, 2005).

Ainda de acordo com a Embrapa (2005), o solo é definido por horizontes e camadas de solo que se constituíram a partir de características morfológicas específicas. As alterações pedológicas sofridas pelos horizontes de solo revelam contraste de seu substrato rochoso e sedimentos diversos diferente das camadas de solo que podem ser pouco ou nada afetadas pelos processos pedológicos. Esses processos são atributos únicos para cada tipo de solo.

A partir de processos pedológicos na SBHCR, pode ser encontrado em toda sua extensão territorial dois tipos de solos o Cambissolos e Latossolos (Figura 09), classes de solos bastante características do estado de Goiás e Distrito Federal.

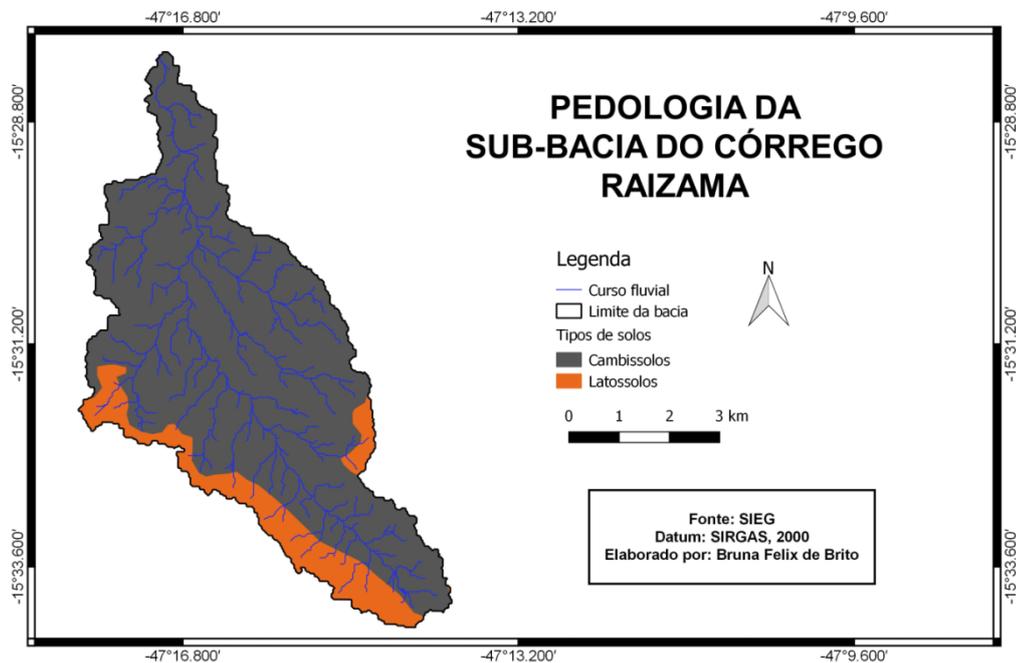


Figura 09: Mapa pedológico da sub-bacia do Córrego Raizama, Formosa-GO.

A classe de solos Cambissolos é a de maior extensão na área da SBHCR. De acordo com a classificação de solos da Embrapa (2005), são constituídos por material mineral com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial. Esses solos ainda exibem horizonte superficial subordinado a pouca interação química e física, mas que determinam a cor e textura do solo, apresentando em sua composição, minerais primários, alta concentração de silte e com grau baixo de intemperização (Figura 10). O relevo acidentado é uma das principais características da classe cambissolos, fator intimamente ligado a constituição de unidade geológica da sub-bacia.



Figura 10: Perfil exposto de Cambissolo na sub-bacia do Córrego Raizama, Formosa-GO.

Os Latossolos, são descritos como altamente intemperizados, que é um resultados da remoção da sílica, constituintes de minerais secundários em sua fração de argila (Figura 11). São solos que apresentam horizonte B latossólico logo abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200cm da superfície do solo ou dentro de 300cm, se o horizonte A apresenta mais que 150cm de espessura EMBRAPA (2005).



Figura 11: Corte de estrada com exposição do solo em área de Latossolos na sub-bacia do Córrego Raizama, Formosa-GO.

#### **4.1.5 Uso e cobertura do solo**

A SBHCR se encontra em uma região bastante característica por seu contexto agropecuário, principal atividade econômica do estado de Goiás. O agronegócio vem cada vez mais tomando espaço da vegetação nativa do Cerrado em prol de sua expansão. O desenvolvimento agrícola da região Centro- Oeste vem é intensificado a partir da década de 1930, com o objetivo de atender o mercado consumidor de produtos agrícolas da região Sudeste (BEZERRA; JÚNIOR, 2004, p.30).

Bezerra e Júnior (2004), ainda ressaltam que enquanto o Sudeste se atinha ao desenvolvimento industrial com o padrão de acumulação capitalista o Centro Oeste, em específico o estado de Goiás permaneceu na linha agropecuária, assim fortalecendo o crescimento da produção agropecuária goiana. A expansão da atividade pastoril no estado de Goiás também foi um reflexo da relação de comercial com o Sudeste, dado que a região goiana favorecia a longevidade do gado, com facilidade no transporte, condições naturais propícias com o clima e solo.

A Figura 12 apresenta de que forma está sendo feito o uso e cobertura do solo da sub-bacia do Córrego Raizama: que correspondem ao seu uso e ocupação pela pastagem em sua maior parte, que corresponde às áreas antropizadas, áreas de Cerrado nativo, com resquício de vegetação ripária e uma porção pequena da área urbana de Formosa. A bacia apresenta áreas representativas de Cerrado.

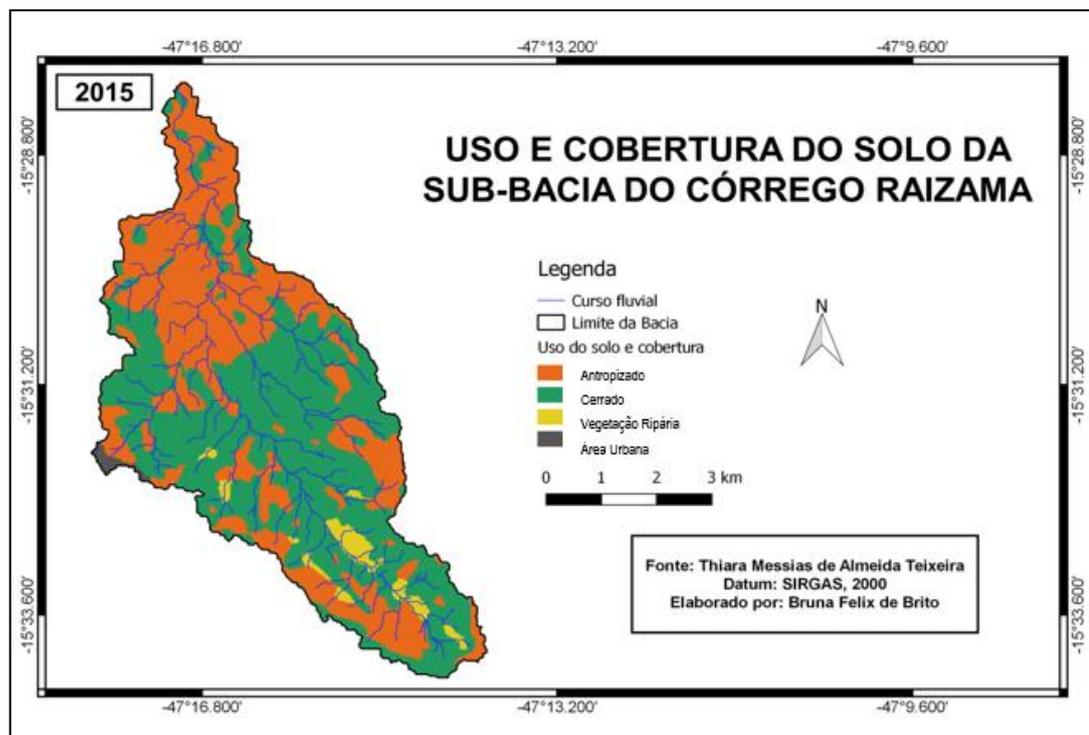


Figura 12: Mapa de uso e cobertura do solo da sub-bacia do Córrego Raizama, Formosa-GO.

A Tabela 03 reafirma as informações da Figura 13 a respeito da forma de uso e cobertura do solo da sub-bacia do Córrego Raizama, podendo-se concluir pelos mesmos que mais da metade da porção da bacia ainda é de vegetação nativa de Cerrado, seguido por uma parcela alta de área de ocupação agrícola e pela pecuária. A vegetação ripária e área urbana ocupam frações consideravelmente menores, apesar de ter ocorrido com o passar do tempo um avanço contínuo de ocupação urbana na área.

Tabela 03: Uso e Cobertura 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 Figuras 13 e 14, retratam como sucede esse uso e ocupação do solo da sub-bacia do Córrego Raizama, que com persistente presença do gado acaba por acarretar inúmeros impactos ao solo, como a compactação pelo pisoteio do gado e a utilização de fogo proposital que garante espaço para tais atividades agropecuárias.

Segundo Beulter e Centurion (2004), em solos compactados em alguns momentos alteração da estrutura, tem o decréscimo da porosidade, da macroporosidade, da disponibilidade de água e nutrientes e da propagação de gases no solo fazendo com que esse tipo de manejo restrinja e prejudique a qualidade desse solo e contribua para degradação da vegetação nativa de Cerrado da área.



Figura 13: Uso e cobertura do solo da sub-bacia do Córrego Raizama



Figura 14: Área designada a pastagem na sub-bacia do Córrego Raizama

Além da vegetação nativa ser totalmente ou parcialmente eliminadas pelas atividades antrópicas que são realizadas na área, outras características de extrema relevância também vêm sendo afetadas como o risco recorrente a fauna da região. O Cerrado é caracterizado por sua diversidade ecológica que com o aumento da fronteira agrícola e pastoril vem sendo ameaçado, os animais acabam por migrar para outras regiões com a perda de seu habitat natural, muitos são atropelados em BR's ou mortos pelas queimadas. A Figura 15, retrata a dificuldade desses animais que ainda persistem em ficar mesmo com a degradação de seu habitat natural.



Figura 15: Animal no meio da área que está sendo preparada para o cultivo

A importância de se elevar a conscientização a respeito da conservação do Cerrado se dá a partir dessas demandas Machado et. al (2004, p.7) enaltece que ainda temos tempo de reverter essa situação e iniciar um trabalho de recomposição de áreas consideradas importantes para a biodiversidade e para a conservação dos recursos hídricos.

#### 4.2 Avaliação da vulnerabilidade ambiental

A análise dos aspectos geoambientais da SBHCR possibilitou a identificação de problema ambientais da mesma. Com o método de Crepaniet al. (2001) foram identificadas as áreas de maior e menor vulnerabilidade da sub-bacia. 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, na caracterização alta de vulnerabilidade alta é de 19,62% enquanto que 3,77% da extensão total da bacia representa índice de vulnerabilidade muito alto (Tabela 4).

Tabela 4: Vulnerabilidade ambiental da Sub-bacia do Córrego Raízama Formosa- GO.

| <b>Vulnerabilidade</b> | <b>Área (ha)</b> | <b>Área %</b> |
|------------------------|------------------|---------------|
| Muito baixa            | 73,96            | 2,15          |
| Baixa                  | 373,01           | 10,84         |
| Moderada               | 2189,81          | 63,63         |
| Alta                   | 675,27           | 19,62         |
| Muito Alta             | 129,70           | 3,77          |
| Total                  | 3441,75          | 100,00        |

Sobre seu aspecto geológico a SBHCR (Figura 16) tem sua vulnerabilidade polarizada em dois extremos as áreas com índice muito alto de vulnerabilidade são dos grupos geológicos Sete Lagoas e coberturas detrítico-lateríticas e uma porção de área maior classificada como muito baixa pertencente ao grupo Paraopeba.

O mapa de declividade se divide entre vulnerabilidade moderada, muito baixa, baixa e resquícios no interior da sub-bacia em muito alta. O mapa de clima é de vulnerabilidade moderada devido a altas precipitações concentradas em um período do ano.

A vulnerabilidade do solo da sub-bacia é alta devido a maior parte dela ser composta por área de Cambissolo enquanto que a vulnerabilidade é muito baixa na

área de Latossolo. Para o uso do solo, com exceção de uma extensão de área de vulnerabilidade muito alta que pode ser facilmente correlacionado com o uso da área urbana, a área de cerrado apresenta vulnerabilidade muito baixa. Os usos agropecuários tem índice de vulnerabilidade alta.

Em toda a extensão a sub-bacia pode ser detectado variadas classes de vulnerabilidade desde muito baixa a muito alta, com predomínio da classe moderada na análise de vulnerabilidade ambiental, levando em consideração os cinco aspectos do meio físico supracitados.

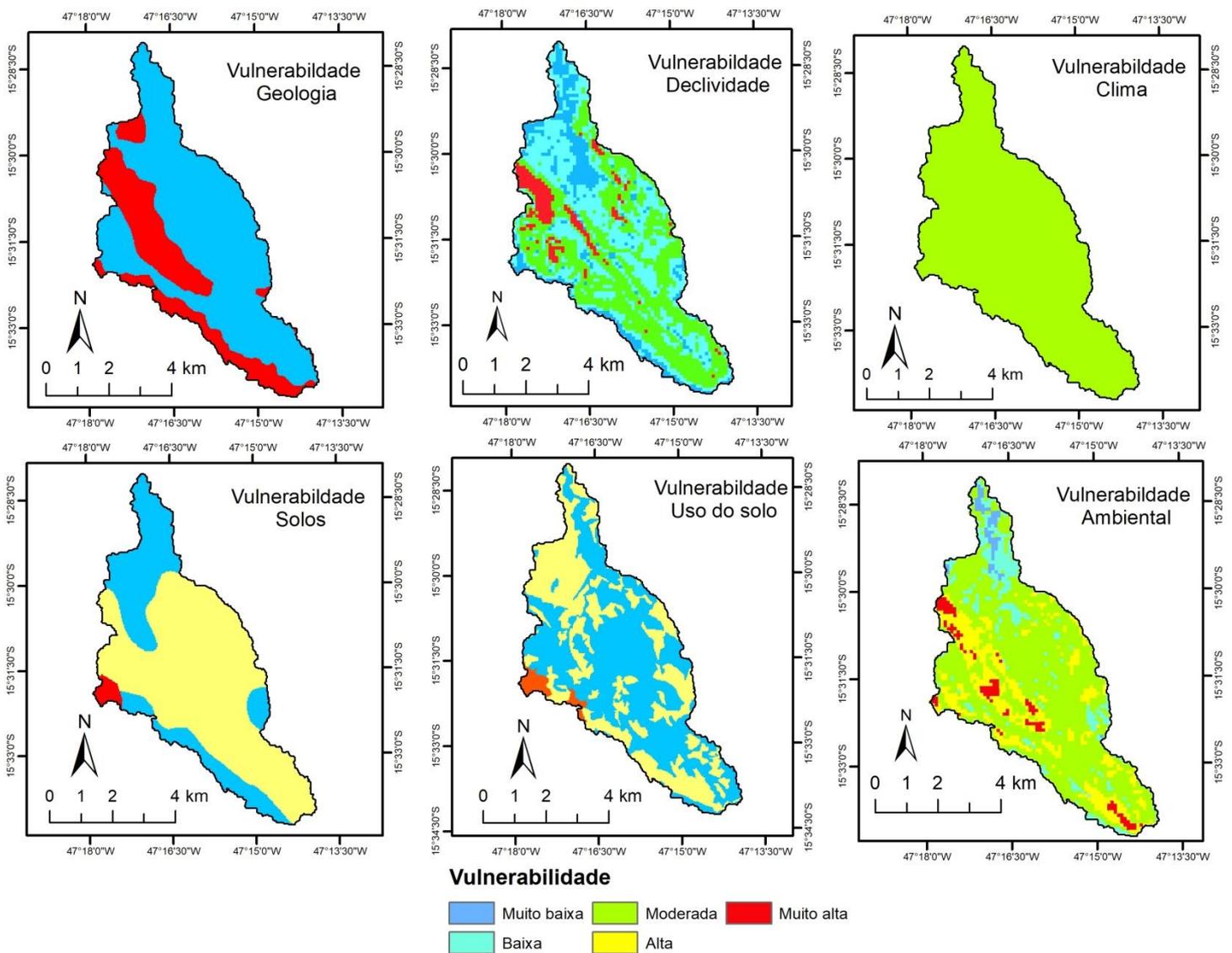


Figura 16: Análise de vulnerabilidade ambiental da sub- bacia do Corrego Raizama, Formosa- GO.

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 seguindo o modelo da tabela de vulnerabilidade das unidades territoriais de Crepaniet 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 feito uma combinação de cores entre o vermelho, amarelo e azul para associar a cada classe de vulnerabilidade(Tabela 5).

Tabela 5: Valores de vulnerabilidade para os aspectos ambientais da sub-bacia hidrográfica do Córrego Raizama, Formosa- GO

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

Adaptado de Crepaniet al. (2001)

## **5- CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A metodologia aplicada nesse trabalho permitiu um levantamento dos aspectos físicos ambientais e da dinâmica de uso da paisagem. Foram desenvolvidos mapas usando imagens de satélites que resultaram na construção do índice de vulnerabilidade da sub-bacia hidrográfica do Córrego Raízama.

A partir da classificação temática é possível concluir que pela expansão da fronteira agrícola no Cerrado a área da sub-bacia também tem sofrido consequência desse tipo de uso e cobertura do solo. As atividades agropecuaristas vêm tomando com o passar dos anos ainda mais espaço da vegetação nativa na região o que acaba por prejudicar a dinâmica ecológica da sub-bacia. Assim como a ocupação pela mancha de área urbana que vem se expandindo sem precedentes.

Essas atividades antrópicas alteram de forma direta a qualidade do curso hídrico da sub-bacia que sofre com o assoreamento dos rios que alteram a qualidade da água do local.

A avaliação de vulnerabilidade da sub-bacia averigou que em pontos onde a área está sofrendo impacto direto da ação do homem a área se torna mais suscetível a erosão. A desagregação das partículas de sedimento de solo são levadas para as partes mais baixas do curso fluvial alterando a qualidade da água.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, A. R. C. Bacia Hidrográfica: Unidade de Planejamento Ambiental. **Revista Geonorte**, Edição Especial, V.4, N.4, p.201 – 209, 2012.

ALMEIDA, T. M. **Análise Geoambiental como subsídio ao Planejamento e Ordenamento territorial do Município de Formosa- GO**. 2016.

ANA, **Agência Nacional de Águas**. Disponível na internet via WWW URL: <https://Disponível na internet via WWW URL: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/formosa/panorama>. Arquivo consultado em 11 de agosto de 2018. Arquivo consultado em 11 de agosto de 2018.

BARCELLOS, C.; RAMALHO, W. Situação atual do geoprocessamento e da análise de dados espaciais em saúde no Brasil. **Informática Pública**, v.4, n.2, p.221-230, 2002.

BEULTER, A. N.; CENTURION, J. F. Compactação do solo no desenvolvimento radicular e na produtividade da soja. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.39, n.6, p.581-588, jun. 2004.

BEZERRA, L. M. C.; JÚNIOR, J. C. O Desenvolvimento Agrícola da Região Centro-Oeste e as transformações na espaço agrário do Estado de Goiás. **Caminhos de Geografia**, 2004.

BOTELHO, R. G. M.; DA SILVA, A. S. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

CABRAL, J. B. P.; BECEGATO, V. A.; ISCOPEL, I.; LOPES, R.M. Uso de técnicas de geoprocessamento para mapear o potencial natural de erosão da chuva na bacia hidrográfica do reservatório de Cachoeira Dourada- GO/MG. R. **RA'É GA**, Curitiba, n. 10, p. 107-116, 2005. Editora UFPR.

CÂMARA, G, BARBOSA, C.M.F., DAVIS, C., FONSCCECA, F. "Conceitos Básicos em Geoprocessamento". In Câmara, G., Davis Jr., C.A., Monteiro, A.M.V., Paiva, J.A d'Alge, J.C. **Geoprocessamento, teoria e aplicações**. Livro on-line, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2001.

CÂMARA, G.; CASANOVA, M. A.; HEMERLY, A. S.; MAGALHÃES, G. A.; MEDEIROS, C. M. B. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. 10a . Escola de Computação. Campinas. Instituto de Computação - UNICAMP. 1996. 197p.

CAMPOS, J, E, G. et al. Geologia do Grupo Paranoá na porção externa da Faixa Brasília The Paranoá Groupgeologyattheexternalportionofthe Brasília Belt. **Braz. J. Geol.**, São Paulo, 43(3): 461-476, September 2013.

CARELLI, L.; LOPES, P. Caracterização fisiográfica da bacia Olhos D'Água em Feira de Santana/BA. **B.goiano.geogr.** Goiânia, v. 31, n. 2, p. 43-54, jul./dez. 2011.

CAVALCANTE, Rodrigo. **Apostila de introdução ao SIG. Pró-Reitoria de Planejamento e Desenvolvimento** | UFMG. Departamento de Planejamento Físico. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte - MG, 2015.

CHAVEIRO, Eguimar Felício; CASTILHO, Denis. Cerrado: patrimônio genético, cultural e simbólico. In: **Revista Mirante**, vol. 2, n.1. Pires do Rio - GO: UEG,2007.

CHRISTOFOLETTI, **A Geomorfologia**. São Paulo: EdigardBlucher, 1980.

COSTA, S. B., LOURENÇO, R. W. Geoprocessing applied to the assessment of environmental noise: a case study in the city of Sorocaba, São Paulo, **Brazil**. **EnvironMonit Assess** (2011) 172:329–337.

COUTINHO, L. M. **O bioma do Cerrado**. Ogr KLEIN, A. L. EugenWarming e o Cerrado Brasileiro um século depois . São Paulo: EditoraUnesp. Imprensa Oficial do Estado, 2002.

CREPANI, E; MEDEIROS, J, S; FILHO, P, H; FLORENZANO, T, G; DUEARTE, V; BARBOSA, C, L ,F. **Sensoriamento remoto e Geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: INPE-8454-RPQ/722, 2001.

EMBRAPA CERRADOS. **Embrapa Cerrados: conhecimento, tecnologia e compromisso ambiental**. Planaltina, DF, 34 p. (Embrapa Cerrados, Documentos No. 4), 2005.

EITEN, G. 1994. **Vegetação**. In Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas, 2ª ed. (M.N. Pinto, org.). Editora Universidade de Brasília, Brasília, p.17-74.

FERREIRA, N. C. Apostila de sistema de Informações Geográficas. Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás – **Sistemas de informações Geográficas**. Goiânia, 2006.

FRANCISCO, P. R . M.; CHAVES, I. B.; LIMA, E. R. V. Mapeamentos das terras para mecanização agrícola- Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física 02** (2012) p 233-249.

FUNATURA FUNDAÇÃO PRÓ-NATUREZA. **Estudos técnicos para subsidiar a proposta de criação do Parque Estadual São Bartolomeu**. Brasília, 2012.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. Ed. São Paulo: Atlas,1999.

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e estatística Cidades** Disponível na internet via WWW URL: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/formosa/panorama>. Arquivo consultado em 11 de agosto de 2018.

KLINK, C. A.; MACHADO, R, B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**| Volume 1 | Nº 1 | Julho 2005.

LATRUBESSE, E. M; CARVALHO, T. M. **Geomorfologia do estado de Goiás e do Distrito Federal**. . Superintendência de Geologia e Mineração do Estado de Goiás, Goiânia, 2006.

LIMA, J. E. F. W. Situação e perspectiva sobre as águas do Cerrado. São Paulo: **Cerrado artigos**,2011.

LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. M. **Estimativa da produção hídrica superficial do Cerrado brasileiro**. **Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação**/Aldcir Scariot, José Carlos Sousa-Silva, Jeanine M. Felfili (Organizadores). Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005.

LIMA, J.E.F.W.; SILVA, E.M. "Estimativa da contribuição hídrica superficial do Cerrado para as grandes regiões hidrográficas brasileiras". In: **Anais...do XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 2007, São Paulo: ABRH, 2007.

LIMA, W. P. **Hidrologia Florestal Aplicada ao Manejo de Bacias Hidrográficas**. Escola Superior da agricultura "Luiz de Queiroz" Departamento de Ciências Florestais (USP). Piracicaba, São Paulo. 2008.

LOURENÇO, J. C; ALENCAR, J. L; VASCONCELOS, R. F. V; VALE, Y. M. A. L. Identificação de fatores de vulnerabilidade ambiental na floresta do Loureiro em Campina Grande-PB. **Polêmica**, v. 12, p. 274-283, 2013.

MACHADO, C. J. S.; Recurso hídrico e cidadania no Brasil: limites, alternativas e desafios. **Ambiente e sociedade** – Vol. VI nº. 2 jul./dez. 2003.

MACHADO, P.; TORRES, F. **Introdução à hidrogeografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

MACHADO, R. B. AGUIAR, L. M. Z. CASTRO, A. A. J. F. NOGUEIRA, C. C. NETO, M. B. R. Capítulo 9: Caracterização da fauna e flora do Cerrado. Savanas: desafios e estratégias entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. **Embrapa Cerrados**, 2008.

MACHADO, R. B., M. B. RAMOS NETO, P.G.P. PEREIRA, E.F. CALDAS, D.A. GONÇALVES, N.S. SANTOS, K. TABOR e M. Steininger. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. Relatório técnico não publicado**. Conservação Internacional, Brasília, DF. 2004

MARTINS, C. F.; BRAGA, R. A.; JUNIOR, J. C. T .V. O uso do geoprocessamento como apoio ao diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do córrego Bom Retiro, Jaú – SP. **Anais do Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto - GEONORDESTE 2014 Aracaju, Brasil, 18-21 novembro 2014**.

MILANEZE, C, H, S.; PEREIRA, J, G. Caracterização da Vulnerabilidade Ambiental na Microbacia Do Córrego Azul, Ivinhema – MS. **Geografia (Londrina)** v. 25. n. 1. p.43-63, jan/jun, 2016.

PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E.; DEL FRETTE, M. E. A Utilização do conceito de bacia hidrográfica para a conservação dos recursos hídricos. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. (Orgs). **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus: Editus, 2002.

PRESS, F.; GROTZINGER, J.; SIEVER, R.; JORDAN, T. H. **Para Entender a Terra**. Tradução: MENEGAT, R. (coord.). 4a edição. Porto Alegre: Bookman, 2006.

RECKZIEGEL, E. W. ROBAINA, L. E. S. **Estudos de Parâmetro Morfométricos do Relevo e da Rede de Drenagem da área situada entre os Rios Jaguari e Ibicuí no Município de São Vicente do Sul- RS**. IV Simpósio Nacional de Geomorfologia . Goiânia 06 a 10 de setembro de 2016.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do Bioma Cerrado**. Embrapa, 1998.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; LEAL, A. C. Planejamento Ambiental em Bacias Hidrográficas In: SILVA, E. D.; RODRIGUEZ, J, M, M.; MEIRELES, A. J. A. **Planejamento Ambiental e Bacias Hidrográficas** (org). Fortaleza: Edições UFC, 2011.

SANTOS, J. O.; SOUZA, M. J. N. Impactos ambientais e riscos de ocupação na Bacia Hidrográfica do Rio Cocó- Ceará. In: SILVA, E. V.; RODRIGUEZ, J. M. M.; MEIRELES, A. J. A. **Planejamento ambiental de Bacias hidrográficas**. Fortaleza UFC, 2011.

SANTOS, Milton. **A Natureza do Espaço Técnica e Tempo**. Razão e Emoção. 4. Edição. 2. Reimpressão. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006.

SANTOS, Ruth Simões Bezerra. Aspectos da Hidrografia Brasileira. **Revista Brasileira de Geografia**. Ano XXIV. N°3. Setembro, 1962.

SILVA, J. X. O que é geoprocessamento? **Revista do Crea-RJ**. Outubro/Novembro de 2009.

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

TRICART, J. **Ecodinâmica**. IBGE – Rio de Janeiro: SUPREN, 1977.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Recursos hídricos no século XXI**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

VITTE, A. C.; GUERRA, A. J.T. Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil. (Orgs)  
In: BOTELHO, R. G. M.; ANTONIO, S. S. **Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

YILMAZ G, HOCANLI Y. Mapping of noise by using GIS in Sanliurfa. **Environ Monit. Assess** 2006;121:103–8