

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
CÂMPUS FORMOSA
CURSO DE LICENCIATURA EM GEOGRAFIA

WILKISON QUEIROZ DE BRITO

**ANÁLISE MULTITEMPORAL (1988-2018) DO USO E
COBERTURA DO SOLO DA SUB-BACIA DO RIO BEZERRA**

Formosa

2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
CÂMPUS FORMOSA
CURSO DE LICENCIATURA EM GEOGRAFIA

WILKISON QUEIROZ DE BRITO

**ANÁLISE MULTITEMPORAL (1988-2018) DO USO E
COBERTURA DO SOLO DA SUB-BACIA DO RIO BEZERRA**

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. Dr. Patrick Thomaz de Aquino Martins.

Formosa

2018

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

B862a Brito, Wilkison Queiroz de
Análise multitemporal (1988-2018) do uso e cobertura do solo da
sub-bacia do rio bezerra / Wilkison Queiroz de Brito; orientador Patrick
Thomaz de Aquino Martins. -- Formosa, 2018.
65 p.

Graduação - Geografia -- Câmpus-Formosa, Universidade Estadual de
Goiás, 2018.

1. Ações antrópicas. 2. Paisagem geográfica. 3. Bacia hidrográfica. I.
Martins, Patrick Thomaz de Aquino, orient. II. Título.

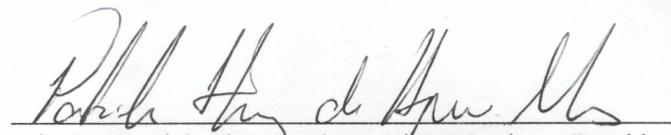
WILKISON QUEIROZ DE BRITO

**ANÁLISE MULTITEMPORAL (1988-2018) DO USO E
COBERTURA DO SOLO DA SUB-BACIA DO RIO BEZERRA**

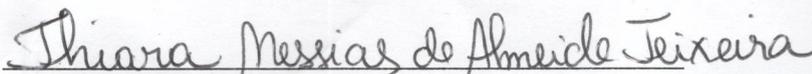
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura Plena em Geografia da Universidade Estadual de Goiás – câmpus Formosa, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Licenciado em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Patrick Thomaz de Aquino Martins.

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Patrick Thomaz de Aquino Martins – Presidente
Universidade Estadual de Goiás – UEG



Prof. Dr. Thiara Messias de Almeida Teixeira – Membro Interno
Universidade Estadual de Goiás – UEG



Prof. Me. Elton Souza Oliveira – Membro Interno
Universidade Estadual de Goiás – UEG

Formosa: 05/12/18

Resultado: APROVADO

DEDICATÓRIA

Aos meus avós paternos, que sempre me ensinaram como é necessário sempre ter
humildade e amor ao próximo.

EPIGRAFE

O Rio e o Oceano

Diz-se que, mesmo antes de um Rio cair no oceano ele treme de medo. Olha para trás, para toda a jornada, os cumes, as montanhas, o longo caminho sinuoso através das florestas, através dos povoados, e vê à sua frente um oceano tão vasto que entrar nele nada mais é do que desaparecer para sempre.

Mas não há outra maneira. O Rio não pode voltar.

Ninguém pode voltar. Voltar é impossível na existência.

Você pode apenas ir em frente. O Rio precisa se arriscar e entrar no Oceano.

E somente quando ele entra no Oceano é que o medo desaparece.

Porque apenas então o Rio saberá que não se trata de desaparecer no Oceano, mas tornar-se Oceano.

Por um lado é desaparecimento e por outro lado é renascimento.

Assim somos nós.

Só podemos ir em frente e arriscar.

Coragem ! Avance firme e torne-se Oceano!!!

Autor: Osho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Jeová-Deus primeiramente, por me possibilita de sempre ter forças para batalhar a cada dia, seja ela espiritual ou fisicamente.

Aos meus pais, que sempre fizeram de tudo para que eu tivesse a melhor educação possível, mesmo com tantas dificuldades, me ensinaram sempre ser honesto e gentil com todos, aos meus irmãos, especialmente ao Gleicon que me ajudou com alguns conselhos acadêmicos e incentivos de sempre buscar algo maior.

A Embrapa Cerrados que foi parte importante na minha formação acadêmica e pessoal, o qual no primeiro estágio com o Drº Jorge Antonini e o meu grande amigo Cícero, o qual com o pesquisador infelizmente não houve tanto contato, já com o segundo eu tive uma enorme aprendizagem tanto no meio científico quanto pessoalmente, aprender a ser uma pessoa melhor e mais gentil, sempre pensando no próximo, além de diversas brincadeiras e diversão que somente quem é embrapiano vai poder viver e sentir, o meu segundo estágio nessa empresa maravilhosa, foi com o Drº Jorge Enoch, outro grande mentor, agradeço pelas as diversas experiências com o pessoal do laboratório de Hidro (Larissa, Laura, Jeff, Tio Luciano grande companheiro de campo e ILPF kkkk, também a Daphine e outros), pra finalizar desejo tudo de bom pra todos eles e a Embrapa Cerrados, que outros estagiários possam conhecer essa grande instituição.

Ao professor Elton que sempre me incentivou a participar de eventos acadêmicos, além disso, me falou diversos conselhos, sobre as dúvidas que surgia no decorrer da minha vida acadêmica e pessoal.

A todos os professores da UEG, que de alguma forma contribuíram no meu desenvolvimento acadêmico, com críticas, elogios e outros aspectos, sendo eles, Thiara, Amom, Giuliano, Leide Rozane, Francilane, Elton, Patrick, Rodrigo Salomão, Patrícia, Luciana Pott, Alcinéia, Marlon, Wagner, Cleuton, caso eu tenha esquecido de algum professor, sorry.

A família Matos (Junner, Junner Filho, Renata, Ivani, Ricardo) que me acolheu como um filho na cidade de Minaçu, no período de campo do trabalho desenvolvido na minha iniciação científica, eles sabem que já passaram momentos difíceis, entretanto, Deus sempre reserva coisas boas para as pessoas maravilhosas, vocês podem ter certeza que estão inclusos nesse grupo.

Aos meus amigos especiais da sala de aula, o qual quero levar a amizade deles para a vida inteira, José Luiz meu parceiro de estágio, admiro muito a sua inteligência e sua

simplicidade dentre os outros como Anailton, Guilherme, Ricardo, Saulo, todos contribuindo para o meu crescimento pessoal e acadêmico. A Jaqueline a minha lidinha que é uma pessoa muito especial e tem uma incrível jornada pela a frente, conheci há pouco tempo, mas já sei que tem um potencial enorme.

Este quarteto (Wilkison, Bruna, Haifa e Amarilson) foi uma das melhores coisas que aconteceu na minha vida, dentre alguns frevos e trabalhos realizados em conjunto até a madrugada. Agora mais detalhado sobre cada um.

A Haifa foi minha professora preferida de inglês, com a maior paciência para me ensinar um pouco dessa língua estrangeira incrível, “the best teacher and beautiful” além disso, sempre me ensinou a questionar as respostas da vida.

Amarilson quando crescer quero ser igual a você, uma pessoa centrada e divertida, com grande neutralidade e muitos outros aspectos que é melhor nem comentar aqui kkk.

A Bruna o meu arco-íris que têm muitas cores ainda para aflora, a minha Best friend, me ensinou inúmeras coisas e sempre me mostrando o quanto o mundo é grande cheio de suas especificidades, espero e acredito no seu sonho, o qual confio que você tenha grande potencial para alcançar tudo que deseja, basta você querer e planejar que no final tudo vai se concretizar. Por fim, os Franciketes e Patriciano evoluíram e se tornaram Geoboy and Geogirls, com mais integrantes Kkkkk, desejo que todos vocês possam alcançar seus sonhos mais profundos.

Por último, mas não menos importante ao Patrick, o qual desde a sua chegada em Formosa sempre me ajudou muito, contribuindo muito para a minha formação, ele sabe como é complicado a relação orientador e orientando, amor e ódio em outras palavras kkkk Enfim, não sei o que vai acontecer no futuro, mas quero sempre a sua amizade e as suas orientações para o resto da minha vida.

RESUMO

As ações antrópicas apresentam influência direta no uso e cobertura do solo, consequentemente alterando a paisagem geográfica, essas transformações modificam a dinâmica da bacia hidrográfica, o qual a troca de cobertura nativa pela a cobertura antrópica, pode ter impacto na biodiversidade e na preservação de nascentes hidrográficas. O objetivo desse trabalho foi monitorar as transformações do uso e cobertura do solo na sub-bacia do Rio Bezerra, com dados multitemporais dos sensores TM e OLI. Nesse contexto, a metodologia teve foco na aquisição de imagens juntamente com o seu processamento, além disso, a classificação de imagens com o índice de validação (índice de global e de Kappa). Os resultados e discussão apresentaram que no decorrer dos trintas anos as atividades agropecuárias foram se consolidando em algumas áreas de vegetação nativa, o qual no último ano conseguiu consolidação total de um lado da bacia hidrográfica. Concluindo que todos esses fatores contribuir para a degradação da bacia hidrográfica e na preservação da biodiversidade, sendo necessário alcançar uma harmonia entre ambas às partes.

PALAVRAS-CHAVE: Ações antrópicas, paisagem geográfica, bacia hidrográfica.

ABSTRACT

The anthropic action have direct influence in the use and soil cover, consequently changing the geographical landscape, these changes modify the dynamics of the watershed, which the exchange of native coverage by anthropic coverage, Can have an impact on biodiversity and the preservation of hydrographic sources. The objective of this work was to monitor the transformations of land use and cover in the sub-basin of the Bezerra River, with multitemporal data of TM and OLI sensors. In this context, the methodology focused on the acquisition of images along with its processing, in addition, the classification of images with the validation index (global and Kappa index). The results and discussion showed that in the course of the three years the agricultural activities were consolidating in some areas of native vegetation, which in the last year achieved total consolidation on one side of the hydrographic basin. Concluding that all these factors contribute to the degradation of the watershed and in the preservation of biodiversity, it is necessary to achieve a harmony between both parties.

KEYWORDS: Anthropic actions, geographic landscape, hydrographic basin

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Geossistema | 18 |
| Figura 2 – Processos de entrada da precipitação dentro do sistema hídrico | 24 |
| Figura 3 – Sub-bacia hidrográfica e o limite municipal | 25 |
| Figura 4 – Mapa de Localização da área de estudo | 30 |
| Figura 5 – Principais Tributários do alto do Rio Preto | 31 |
| Figura 6 – Mapa de Geológico da sub-bacia do Rio Bezerra | 32 |
| Figura 7 – Mapa de Geomorfológico da sub-bacia do Rio Bezerra | 33 |
| Figura 8 – Mapa de Pedológico da sub-bacia do Rio Bezerra | 34 |
| Figura 9 – Fluxograma do processamento digital | 37 |
| Figura 10 – Fluxograma da classificação das imagens | 38 |
| Figura 11 – Classe: (1) Vegetação Nativa; (2) Vegetação Antrópica; (3) Corpo Hídrico | 40 |
| Figura 12 – Classes monitoradas da sub-bacia do Rio Bezerra | 41 |
| Figura 13 - Mapa de uso e Cobertura do solo da SBRB para o ano de 1988 | 43 |
| Figura 14 – Uso e Cobertura (%) da sub-bacia do Rio Bezerra do ano de 1988 | 43 |
| Figura 15 - Mapa de uso e Cobertura do solo da SBRB para o ano de 1998 | 44 |
| Figura 16 – Uso e Cobertura (%) da sub-bacia do Rio Bezerra do ano de 1998 | 45 |
| Figura 17 - Mapa de uso e Cobertura do solo da SBRB para o ano de 2008 | 46 |
| Figura 18 – Uso e Cobertura (%) da sub-bacia do Rio Bezerra do ano de 2008 | 46 |
| Figura 19 - Mapa de uso e Cobertura do solo da SBRB para o ano de 2018 | 47 |
| Figura 20 – Uso e Cobertura (%) da sub-bacia do Rio Bezerra do ano de 2018 | 48 |
| Figura 21 – Mapa de uso e cobertura da SBRB do ano de 1988 até 2018 | 49 |
| Figura 22 – Uso e Cobertura do solo (%) da SBRB no 1988-2018. | 50 |
| Figura 23 – Mapa de uso e cobertura da SBRB do ano de 1988 – 2018 | 52 |
| Figura 24 – Mapa com os pontos aleatórios distribuídos espacialmente | 53 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Informações das imagens do Landsat 5 e 8 | 35 |
| Tabela 2 – Qualidade da classificação associada aos valores da estatística de Kappa | 39 |
| Tabela 3 – Uso e Cobertura (Área) da sub-bacia do Rio Bezerra do ano de 1988 | 43 |
| Tabela 4 – Uso e Cobertura (Área) da sub-bacia do Rio Bezerra do ano de 1998 | 45 |
| Tabela 5 – Uso e Cobertura (Área) da sub-bacia do Rio Bezerra do ano de 2008 | 46 |
| Tabela 6 – Uso e Cobertura (Área) da sub-bacia do Rio Bezerra do ano de 2018 | 48 |
| Tabela 7 – Matriz de confusão do ano de 1988 | 54 |
| Tabela 8 – Matriz de confusão do ano de 1998 | 54 |
| Tabela 9 – Matriz de confusão do ano de 2008 | 55 |
| Tabela 10 – Matriz de confusão do ano de 2018 | 56 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CBERS (*China-Brazil Earth-Resources Satellite*)

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária)

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística)

LANDSAT (*Land Remote Sensing Satellite*)

MSS (*Multispectral Scanner System*)

NASA (*National Aeronautics and Space Administration*)

NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*)

OLI (*Operation Land Imager*)

SBRB (Sub-bacia do Rio Bezerra)

SIG (Sistema de Informações Geográficas)

SPOT (*Système Probatoire d'Observation de la Terre*)

SRA - Superfície Regional de Aplainamento

TM (*Thematic Mapper*)

ZER - Zona de Erosão Recuante

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 15 |
| 1.2 OBJETIVOS | 16 |
| 1.2.1 Geral | 16 |
| 1.2.1 Específicos | 17 |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 18 |
| 2.1 MUDANÇAS ANTRÓPICAS NA PAISAGEM | 18 |
| 2.1.1 Uso e a cobertura da terra | 21 |
| 2.2 BACIA HIDROGRÁFICA | 22 |
| 2.3 GEOTECNOLOGIAS | 26 |
| 2.3.1 Satélites e o programa Landsat | 28 |
| 3. ÁREA DE ESTUDO | 31 |
| 3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO | 31 |
| 3.2 CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL | 32 |
| 3.2.1 Hidrografia | 32 |
| 3.2.2 Geologia | 32 |
| 3.2.3 Geomorfologia | 33 |
| 3.2.4 Pedologia | 34 |
| 3.2.5 Clima | 35 |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS | 36 |
| 4.1 OBTENÇÃO DE DADOS ORBITAIS | 36 |
| 4.2 PRÉ-PROCESSAMENTO | 37 |
| 4.3 CLASSIFICAÇÃO DAS IMAGENS | 38 |
| 4.4 EDIÇÃO DAS IMAGENS | 39 |
| 4.5 VALIDAÇÃO | 39 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 41 |
| 6. CONCLUSÃO | 57 |
| 7. REFERÊNCIAS | 58 |

1.0 Introdução

Os recursos naturais têm sofrido pressões antrópicas há alguns séculos, sendo os principais a urbanização e as atividades agropecuárias. Como consequência, esses processos tendem a alterar a paisagem, tornando a mudança, por vezes, irreversíveis. Neste cenário, os recursos naturais remanescentes têm que competir por espaço, principalmente com a agricultura, prática que demanda amplas áreas à sua existência, a qual se torna maior como resultado da sua expansão.

O Cerrado apresenta em seu histórico recente o mesmo padrão de impactos nos recursos naturais mencionados, os quais se intensificaram depois da interiorização da capital e do surgimento de novas rodovias. Algumas pesquisas científicas (ALTMANN; PAVINATO, 2001; EMBRAPA, 2005; CARNEIRO et al., 2009) relacionadas ao uso do solos, auxiliaram na compreensão que as atividades agropecuárias consolidam-se como principal fonte de renda econômica para a região do Centro-oeste. Entretanto, esses fatores mencionados acima, também acarretaram em alguns impactos e perdas nos ecossistemas, entre eles a perda da biodiversidade, o desaparecimento da relação de harmonia da natureza com ser humano e o desaparecimento das nascentes.

Ribeiro e Walter (2008) enfatizam que o Cerrado tem grande diversidade de fitofisionomias devido a sua vasta extensão territorial, sendo 11 fitofisionomias principais, distribuídas em três formações: florestais, campestres e savânicas. Esta configuração, em concomitância com as alterações na paisagem do Cerrado, tem aumentado a importância deste e tem valorizado iniciativas que resultem na sua preservação/conservação, tornando o monitoramento da paisagem uma ferramenta útil nesse processo.

Um dos principais sistemas que é influenciado e impactado pelas mudanças no uso e cobertura do solo, é a bacia hidrográfica. Uma vez que as alterações na paisagem ocorrem em curto período de tempo, acarretando em diversos problemas a esse sistema fluvial, pois interfere de maneira direta no ciclo da água, alterando a dinâmica natural da bacia hidrográfica.

No monitoramento do uso e ocupação do solo, as Geotecnologias têm papel fundamental, podendo oferecer ao analista uma gama de informações para que ele possa chegar a uma solução mais adequada para aquele determinado problema analisado ou que poderá vir a surgir.

Podendo ser considerado uma geotecnologia, o Sensoriamento Remoto é uma ferramenta muito utilizada em análise espacial, principalmente quando a temática está

relacionada à questão ambiental, uma vez que, a partir de mecanismos remotos obtidos por satélites, é possível recuperar imagens capturadas há alguns anos, permitindo a análise e a comparação de alguns espaços geográficos pretéritos com os atuais, auxiliando na descoberta de fatores que influenciaram na mudança daquela paisagem (SOARES FILHO, 1998), bem como as prováveis consequências.

A importância do monitoramento do uso da terra tem tido destaque há décadas. Anderson et al. (1976) afirmam que as mudanças no uso da terra são apenas um aspecto dessa nação modernizada, no qual o conhecimento da terra tem papel fundamental na superação dos problemas desordenados e acelerados da degradação ambiental, na perda de habitat e, principalmente, das bacias hidrográficas que tem importante função dentro desse sistema.

Matos e Pessoa (2011) destacam a importância de releituras das paisagens de alguns espaços geográficos, enfatizando que o Cerrado está em constante modificação devido à modernização da área agrícola. Além disso, esse bioma tem grande relevância por ter algumas nascentes que são importantes para o sistema hídrico brasileiro, o efeito guarda chuva faz a distribuição da água no território brasileiro (LIMA, 2011).

O Cerrado também tem uma ampla diversidade de espécies endêmicas, sejam elas da fauna ou flora (CASTILHO; CHAVEIRO, 2011), potencializando a problemática ocasionada pela pressão urbana e pela agricultura, tornando essas espécies ameaçadas e ameaçando-as de extinção. Por isso, a sociedade tem a responsabilidade de tentar reduzir esses impactos para as próximas gerações, criando mecanismos à preservação e conservação dos habitats dessas espécies.

Devido à escassez de trabalho científico nessa sub-bacia hidrográfica do Rio Bezerra, um importante afluente para o Rio Preto, se faz necessário a produção de trabalhos pioneiros, para que possa ampliar o conhecimento a respeito da mesma, tanto no aspecto local quanto na confirmação de padrões de uso e ocupação do solo que têm ocorrido no Cerrado.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Geral

Monitorar a transformação o uso e cobertura do solo na sub-bacia do rio Bezerra, através de uma série temporal de 30 anos, com a utilização de dados multitemporais dos sensores TM e OLI.

1.2.1 Específico

- Compreender a dinâmica espacial do uso e cobertura do solo.
- Identificar as modificações ocorridas no decorrer desse período.

2.0 Referencial Teórico

2.1 MUDANÇAS ANTRÓPICAS NA PAISAGEM

O termo geossistema surgiu primeiramente com Sotchava, em 1962, referindo-se à conexão da natureza com a sociedade (GUERRA; GUERRA, 2008). Essa teoria foi formulada com o fundamento de aplicação da teoria dos sistemas, no qual a ideia central é a interconectividade e a descontinuidade, sugerindo uma nova visão paradigma, fugindo da antiga concepção clássica, onde os processos partiam de forma isolada e antagônica (CARMAGO, 2005). Reforçando essa concepção, o mesmo autor, ressalta a centralidade dessa teoria.

Uma das mais importantes propriedades da Teoria Geral dos Sistemas é sua busca incessante do equilíbrio, ou seja, os sistemas, a partir de suas trocas intensas de energia e matéria em certas circunstâncias, encontram um estado relativo de equilíbrio, conhecido como equilíbrio dinâmico (CAMARGO, 2005, p.53).

O Geossistema pode ser conceituado como a interação de fatores geomorfológicos, hidrológicos, climáticos e a cobertura vegetal, ou seja, uma visão horizontal da espacialidade compreendendo todas as relações ocorrentes em um determinado espaço juntamente com as ações das suas variáveis. Sendo assim, a analogia entre o Geossistema e a paisagem, se encaixa nesse ponto, em que a compreensão dessa categoria necessita de uma visão integrada para o entendimento da sua dinâmica (MENDONÇA, 1996; CHRISTOPHERSON, 2012).

Nascimento e Sampaio (2005) enfatizam que a Teoria Geossistêmica foi determinante para a Geografia ter um melhor caráter metodológico, o qual anteriormente era indefinido, ajudando na análise de estudos integrados de paisagem. Além disso, a pesquisa ficou mais objetiva com as correlações de dados, sendo um aspecto que auxiliou para compreensão na dinâmica da natureza e os seus componentes. Bertrand (1968) destaca um prático estudo da relação antrópica com o potencial ecológico e a sua exploração biológica (Figura 1).

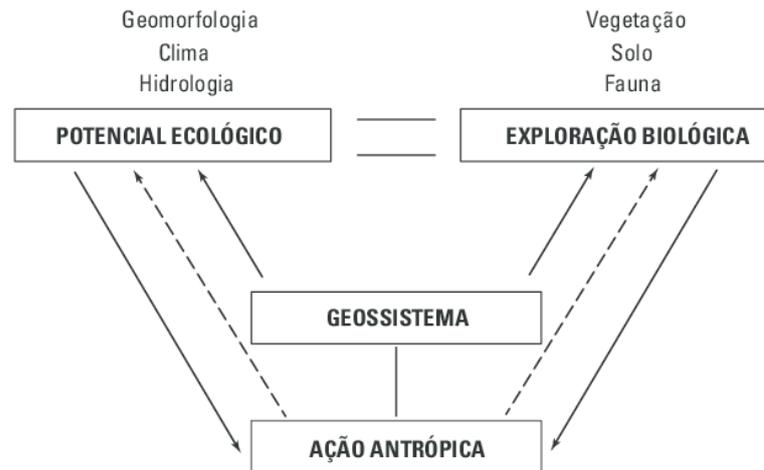


Figura 1 – Geossistema.

Existem muitas ciências que apresentam o conceito de paisagem de maneiras distintas, com a variação do contexto histórico e a sua aplicação nos estudos, tornando a sua compreensão difícil. Na Geografia, a paisagem tem que ser observada e compreendida de modo integrada, sendo necessária uma visão unificada que possa demonstrar que cada um dos fatores tem influência sobre o outro, ou seja, constatando que a ideia de análise dos elementos de maneira separada está ultrapassada (MARTINS et al., 2004).

Vários autores definem o conceito dessa categoria partindo do princípio que a paisagem é um conjunto de elementos que estão inter-relacionados no espaço, onde as observações dependem da sensibilidade que o pesquisador tem sobre as relações dos fatores ambientais e antrópicos (BERTRAND, 1971; MENDONÇA, 1996; MARTINS et al., 2004; ROSS, 2014).

Vanbergen (2014) enfatiza que a ação antrópica é uma grande figura transformadora da paisagem, modificando o uso da terra, acarretando na perda de alguns habitats semi natural e nas estruturas paisagísticas. Essa atividade, provavelmente, ocasiona em grande perda de biodiversidade em todo o espaço geográfico. Tricart (1977) explica que o homem participa intensamente no ecossistema que ele reside, com diversas modificações, forçando com que estes tenham adaptações sobre essas mudanças, seja elas temporárias ou permanentes.

De acordo com Ross (2009), as mudanças antrópicas ocorreram desde as primeiras ocupações no Brasil, com a chegada dos portugueses, que tinham a visão e o objetivo de explorar os recursos naturais desse país, ou seja, uma cultura que está enraizada desde o começo do descobrimento do Brasil. Com o decorrer do tempo, diversos ciclos econômicos potencializaramos processos de degradação dos recursos naturais, fazendo com que muitas vezes a paisagem fosse modificada, porque, em alguns casos específicos, eles plantavam em

uma determinada área e depois da colheita, era escolhido outro local, para que aquela área antiga houvesse tempo para recuperar os nutrientes do solo que foi perdido. Ross (2009) ainda destaca que:

A crescente industrialização concentrada em cidades, a mecanização da agricultura em sistema de monocultura, a generalidade implantação de paisagens construídas e a intensa exploração dos recursos energéticos e de matérias-primas, como carvão mineral, petróleo, recursos hídricos e minérios, têm alterado de modo irreversível o cenário da Terra, levando com frequência a profundos processos degenerativos da natureza (ROSS, 2009, p.51).

Levando essa discussão para um espaço mais regional, o domínio morfoclimático do Cerrado também tem grande acentuação dentro do aspecto de modificação da paisagem, com as atividades agropecuárias como um dos principais fatores de degradação. Esse processo é consequência de uma visão econômica, que, de forma predatória, causa desequilíbrio no meio ambiente e dificulta a manutenção biológica (SILVA; ANJOS, 2010).

Myers et al. (2000) destacam que no Brasil somente o Cerrado e Mata Atlântica são considerados *hotspots* de biodiversidade do mundo, por apresentarem uma grande abundância de espécies endêmicas que estão ameaçadas e uma alta redução dos habitats, causada pela pressão urbana ou agricultura. Dentre as iniciativas dos setores públicos e privados para a conservação e preservação da natureza (KLINK; MACHADO, 2005), o monitoramento se apresenta como uma ferramenta muito eficaz dentro desse processo de transformação da paisagem.

Diante desse processo de ocupação territorial pouco ordenado e de suas consequências, essas informações especializadas sobre o uso e a cobertura da terra são cruciais para monitorar, não só as atividades econômicas, mas também os remanescentes de vegetação nativa (MMA, 2015, p.14).

A degradação da paisagem tem impacto direto nas bacias hidrográficas, afetando muitas vezes a qualidade da água, proveniente da contaminação das atividades agropecuárias, onde os sedimentos que são desagregados do solo são carreados pelo escoamento superficial e, quando tem contato com os mananciais, podem comprometer a qualidade da água, influenciada pelos nutrientes contaminantes de cada partícula (MERTEN; MINELLA, 2002). Sendo assim, são necessários estudos que possam monitorar as interferências antrópicas nas bacias hidrográficas, principalmente provenientes das atividades agropecuárias, que são uma prática recorrente no Brasil.

2.1.1 USO E A COBERTURA DA TERRA

Com o passar do tempo, o uso e a cobertura da terra tem se modificado intensamente, alterando a paisagem de diversos ambientes e acarretando inúmeros problemas ambientais, especificamente nas bacias hidrográficas com grandes alterações. Chaves et al. (2016, p.3), colocam que a “avaliação do uso da terra, na área de um corpo d’água, é relevante, pois ela influencia nas características limnológicas deste ambiente, que recebe todo o material e fluxo energético (água, carga sólida e dissolvida) das bacias ou sub-bacias que nele deságuam”, ou seja, o processo é contínuo e dinâmico, cada ação dentro desse sistema tem capacidade de modifica o seu comportamento. Reforçando essa ideia os autores abaixo, enfatizam que:

Atualmente notamos uma crescente preocupação com o ambiente e a necessidade de preservar os recursos naturais, tendo em vista a manutenção da qualidade de vida buscando o desenvolvimento sustentável através da interação e do equilíbrio entre as questões ambientais, econômicas e sociais. Uma análise temporal e espacial da área de estudo para elaboração de um diagnóstico da situação ambiental é de extrema importância, uma vez que esta fornece subsídios para elaboração de uma política ambiental mais eficiente (MONTEBELO et al., 2015, p. 3829)

Foley et al. (2005) destacam que, em um cenário global, as terras agrícolas, juntamente com as pastagens, se tornaram um dos maiores biomas terrestres, ocupando cerca de aproximadamente 40% da superfície terrestre, competindo diretamente com a cobertura florestal.

Vieira et al. (2018) enfatizam que o mapeamento do uso da terra tem sido pertinente para a compreensão das manifestações antrópicas sobre a ocupação do espaço ao longo do tempo, diversas vezes sem o devido planejamento, ocasionando em algumas vezes problemas ambientais e condições de vida com alto risco. Os autores colocam a importância desses fatores.

O conhecimento e o monitoramento do uso e ocupação da terra é primordial para a compreensão dos padrões de organização do espaço, uma vez que suas tendências possam ser analisadas. Este monitoramento consiste em buscar conhecimento de toda a sua utilização por parte do homem ou, quando não utilizado pelo homem, a caracterização de tipos de categorias de vegetação natural que reveste o solo, como também suas respectivas localizações (LEITE; ROSA; 2012, p. 92).

Um dos melhores modos de monitoramento dessas mudanças é através de informações espaços-temporais de sensoriamento remoto, as quais, quando são utilizadas juntamente aos sistemas de informação geográfica, apresentam um potencial enorme no diagnóstico dos problemas ambientais (COELHO et al., 2014). Além disso, Rocha e Cabral (2017, p.143) destacam que a importância da realização de estudos nessa área.

Assim, é importante a realização de estudos que analisem os fatores que influenciam o avanço do processo de uso e ocupação das terras em bacias hidrográficas, e que detectem as mudanças sofridas e os seus impactos no solo, principalmente, para que possa servir de subsídios para o planejamento e gestão dos recursos naturais.

Diversos trabalhos realizados sobre essa temática já obtiveram sucessos, como Donadio et al. (2005), na bacia hidrográfica do Córrego Rico, São Paulo; Vanzela et al. (2010), na bacia hidrográfica do Córrego Três Barras, Marinópolis; e Borges et al. (2016), na bacia hidrográfica do Rio Santa Teresa – Goiás. Em todos os trabalhos foram diagnosticadas que modificações no uso e na cobertura vegetal acarretam em diversos problemas ambientais. Portanto, é necessário um monitoramento contínuo, o qual a ação antrópica tem influência de modificar o espaço geográfico em um curto período.

2.2 - BACIA HIDROGRÁFICA

O domínio do Cerrado tem grande relevância na área de recursos hídricos, o seu território abrange algumas das principais nascentes do Brasil, dessa forma, Lima; Silva (2007) destaca que a origem de grandes bacias hidrográficas brasileiras (São Francisco, Tocantins-Araguaia, Paraná) e do continente sul-americano estão inseridas no Cerrado. Apresenta destaque, também, pelo crescimento da população e, conseqüentemente, pelo aumento da demanda por ela, fazendo com que o quantitativo de regiões tenha sérios problemas relacionados à escassez e a poluição hídrica (LIMA; SILVA, 2007), sendo este último decorrente das precárias condições de saneamento do país.

Nesse domínio já é corrente a existência de conflitos e problemas de abastecimento em relação à demanda hídrica, se fazendo necessários estudos de monitoramento de bacia hidrográfica e também sobre a dinâmica existente dentro do seu sistema fluvial, ainda mais, com a expansão da agricultura nesse domínio morfoclimático, que aumenta a disputa pela água.

Christofoletti (1980) destaca que qualquer interferência nesse sistema repercute de forma direta ou indiretamente nos canais fluviais, e que a litologia, a geomorfologia e as condições climáticas têm controle sobre a estrutura das vertentes, ou seja, a bacia hidrográfica sempre tem que ser analisada de forma integral, visando a complexidade dos processos ocorrente dentro do seu sistema. Reforçando essa ideia Tucci; Mendes (2006, p.25) destacam que as alterações antrópicas podem causar impactos significativos dentro da bacia hidrográfica. Segundo os autores:

As alterações sobre o uso e manejo do solo da bacia podem ser classificadas quanto ao tipo de mudança ao uso da superfície e à forma que provoca a alteração da superfície. O desmatamento geralmente tende a aumentar a vazão média em função da diminuição da evapotranspiração, com aumento das vazões máximas e diminuição das mínimas (mas é possível ocorrer) situações singulares distintas destas. O reflorestamento tende a recuperar as condições atuais existentes (na superfície) ao passo que a impermeabilização que está associada à urbanização, além de retirar a camada superficial altera a capacidade de infiltração da bacia.

Vale destaca que o ciclo hidrológico também tem grande influência nas modificações do comportamento da bacia hidrográfica, sendo um sistema fechado, composto por fluxos de água, vapor d'água, gelo e energia, fluindo de modo contínuo, já esses fatores citados estão inseridos é um sistema hidráulico aberto e global (CHRISTOPHERSON, 2012). Os principais componentes desse processo são, de acordo com Tundisi (2003), a evaporação, a precipitação, a evapotranspiração, a percolação, a infiltração e o escoamento superficial e subsuperficial. Ressalta-se, ainda, que a inadequada gestão dos usos múltiplos da água podem causar impactos no ciclo hidrológico.

O conceito de bacia hidrográfica é algo que ainda é bem discutido em eventos (MACHADO et al., 2011), congressos e demais fóruns científicos. Diversos autores ainda apresentam opiniões distintas, porém, grande parte tem a concepção que a área da bacia hidrográfica é onde ocorrem diversos eventos hidrológicos. Neste contexto, Tucci (2002, p.40) utiliza um conceito bem definido sobre a bacia hidrográfica:

A bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório. A bacia hidrográfica compõe-se basicamente de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar um leito no exutório.

Entretanto, podem ser citados outros autores que definem a bacia hidrográfica e são bem aceitos no campo científico, como Lima e Zakia (2000, p.138), para os quais bacia hidrográfica “são sistemas abertos, que recebem energia através de agentes climáticos e perdem energia através do deflúvio, podendo ser descritas em termos de variáveis interdependentes, que oscilam em torno de um padrão”; ou Barella et al. (2007, p.138), que definem como:

Um conjunto de terras drenadas por um Rio e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas, ou escoam superficialmente formando os Rios, ou infiltram no solo para formação de nascentes e do lençol freático.

A importância desse sistema para o meio ambiente tem dimensão imensurável. De forma resumida, pode-se caracterizar a bacia hidrográfica como um sistema combinado de fatores de entradas e saídas, controlando um sistema dinâmico, que faz o recebimento e a troca de energias, através de alguns agentes climáticos, hidrológicos entre outros (TUCCI, 2002).

Seiffert (2007) define a bacia hidrográfica como uma unidade referência para a gestão dos recursos hídricos, onde apresenta uma estrutura de espinha de peixes, com a ocorrência de um Rio principal e os seus tributários, sendo separada pelo o divisor de águas, ponto onde se encontram as principais nascentes e com maior elevação. A Figura 2, apresenta de forma sucinta os processos já citados ocorrentes no sistema da bacia hidrográfica.

A bacia hidrográfica tem função de manutenção ecológica e social, contribuindo para o controle de cheias em cidades e também para a conservação da biodiversidade, dentre outros fatores. Santana (2003) destaca a relevância desse sistema e ressalta que o manejo adequado é uma ferramenta muito utilizada para a sua preservação ambiental. De acordo com o autor,

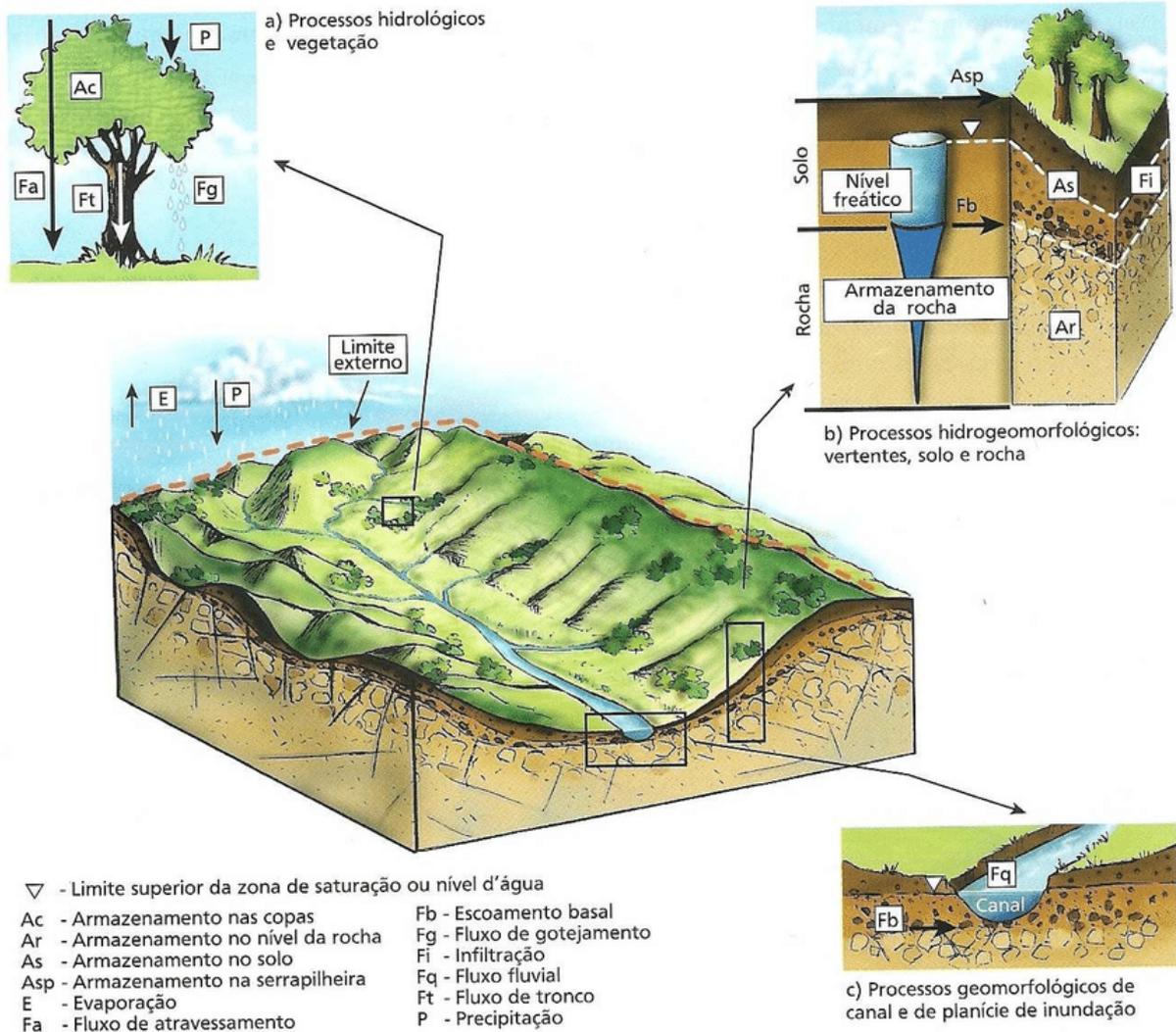


Figura 2 – Processos de entrada da precipitação dentro do sistema hídrico.

Fonte: Rodrigues e Adami (2011).

O manejo integrado de bacias hidrográficas visa tornar compatível produção com preservação ambiental, buscando adequar a intervenção antrópica às características biofísicas dessas unidades naturais (ordenamento do uso/ocupação da paisagem, observadas as aptidões de cada segmento e sua distribuição espacial na respectiva bacia hidrográfica) (SANTANA, 2003, p. 34).

Santana (2003) destaca, ainda, que algumas sub-bacias são restritas a um ou dois municípios, por isso tem grande relevância nesse processo, pois é no município que ocorrem as transformações mais intensas, ou seja, uma vez ignorada essa parte, existe uma grande chance de insucesso em qualquer análise integrada de planejamento da bacia hidrográfica. “Cada bacia hidrográfica interliga-se com outra de ordem hierárquica superior, constituindo, em relação à última, uma sub-bacia. Portanto, os termos bacia e sub-bacias hidrográficas são relativos” (TEODORO et al., 2007, p. 139). O entendimento da configuração espacial da sub-bacia pode ser observada na Figura 3.

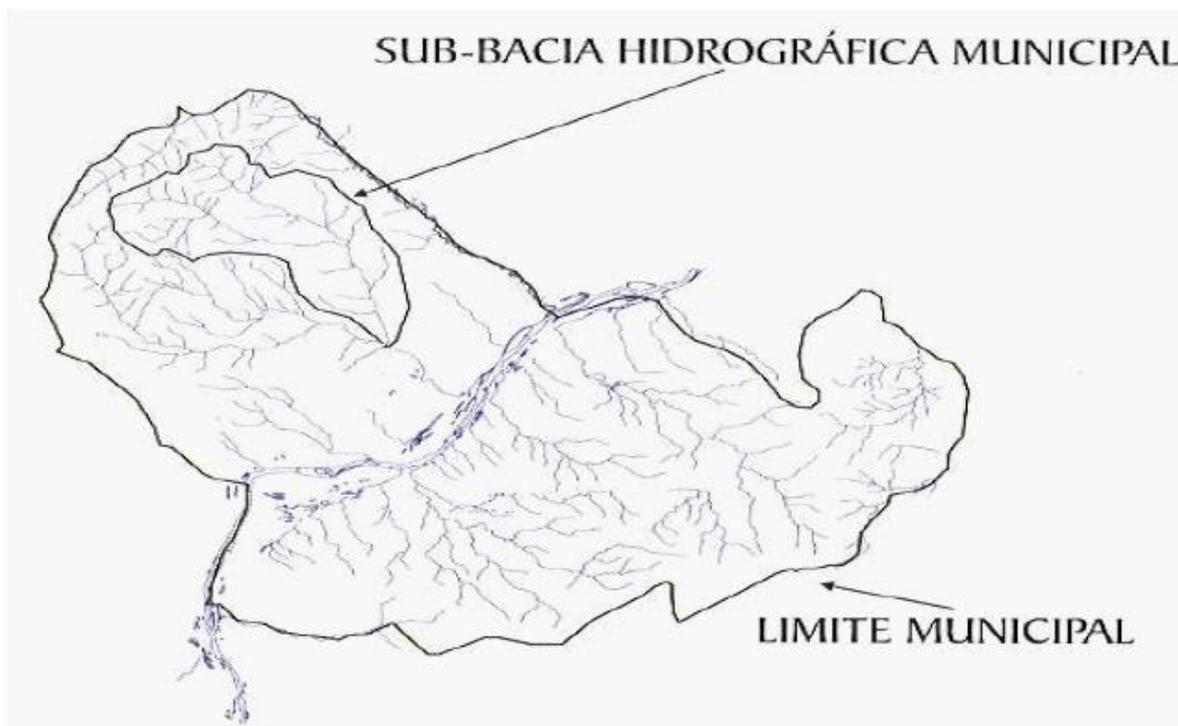


Figura 3 – Sub-bacia hidrográfica e o limite municipal.
Fonte: Souza e Fernandes (2000).

É evidente o valor que esse sistema fluvial tem, seja ele econômico, social, natural. Sendo assim, os trabalhos e estudos em relação essa temática têm grande abrangência. Ziemer (1998) destaca que por meio de alguns regulamentos e documentos, é cada vez mais necessário o monitoramento de bacias hidrográficas, devido o manejo causar mudanças na paisagem. Desta forma, se faz presente monitorar aspectos físicos, biológicos, sociais, com intuito de analisá-los de maneira conjunta.

A compreensão do manejo e a gestão dos recursos hídricos podem ser auxiliadas, através dos conjuntos de dados espaciais obtidos com as geotecnologias. Além disso, elas possibilitam o monitoramento e análise de diversos dados, contribuindo para uma decisão que tenha menos impacto no meio ambiente (WRUBLACK, et al., 2015). Sendo assim, elas têm papel fundamental na supervisão dos processos ocorrentes dentro da bacia hidrográfica, dando suporte para que o monitoramento possa ser maneira mais eficaz.

2.3 - GEOTECNOLOGIAS

São diversas as geotecnologias existentes que podem auxiliar no monitoramento do uso e cobertura da terra, tais como o Sensoriamento Remoto e os Sistemas de Informações Geográficas, com o propósito de alcançar mais informações para que possa haver um melhor acompanhamento.

O SIG (Sistema de Informações Geográficas) muitas vezes é confundido com o Geoprocessamento, porém, Rosa (2005) enfatiza que SIG é um conjunto elementos composto por software, hardware, dados, usuários e metodologia de análise, todas em conjunto para que no final possa chegar a um resultado de qualidade, enquanto Geoprocessamento é uma ciência que engloba uma teoria enorme de princípios de Geossistemas, ou seja, ferramentas de observação da terra, com a visão de totalidade. Câmara et al. (2004) destaca que o Geoprocessamento é a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente nas temáticas de Cartografia, Planejamento Urbano, Análise dos Recursos Naturais e outros.

Hemanda; Gonçalves (2007, p. 10) defendem que a demanda de tecnologia exige dos sujeitos que fazem o manuseio o conhecimento para que possa explorar essa ferramenta com a sua maior potencialidade.

Os usos potenciais do Geoprocessamento devem ser entendidos em todos os aspectos na adoção dessa tecnologia. Desta forma, é importante possuir o entendimento geral da tecnologia do Geoprocessamento, de forma que os gerentes, especialistas técnicos e potenciais usuários possam adequar essa ferramenta à sua aplicação específica.

É importante enfatizar que não pode se confundir o conceito de Geoprocessamento com as outras Geotecnologias. Silva (2009, p. 44) destaca que “torna-se mais fácil aceitar o caminho globalizante de colocar as Geotecnologias dentro de uma nuvem indistinta: aceita-se a afirmação simplificadora de que tudo é Geoprocessamento”, ou seja, grande parte prefere seguir o caminho mais fácil sem o senso crítico, esquecendo que o objetivo central do Geoprocessamento é a extração de informações georreferenciadas, que tem grande distinção de armazenamento, geração e a disseminação de dados (SILVA, 2009).

A evolução do Geoprocessamento está diretamente ligada com o sensoriamento remoto, que pode ser definido, de forma sucinta, como a obtenção de dados de um alvo sem que haja o contato físico direto com ele, através de um sensor acoplado em um satélite (NOVO, 1998; LIU, 2006; FLORENZANO, 2011). Rosa (2013, p. 107) enfatiza que através do desenvolvimento do Sensoriamento Remoto foi possível compreender melhor os recursos terrestres e aquáticos.

Inúmeros outros sistemas de obtenção de dados passivos ou ativos, orbitais ou sub-orbitais foram desenvolvidos, e hoje a enorme quantidade de informações fornecidas por estes sensores nos permite conhecer melhor o nosso planeta, sendo ferramenta indispensável ao inventário, mapeamento e monitoramento dos recursos naturais.

Ponzoni et al. (2012) destacam a existência de duas etapas para a extração de informação através do sensoriamento remoto, inicialmente parte de um comportamento mais qualitativo a partir do mapeamento e identificação de algumas classes de vegetação, logo depois, ser passaram a explorar abordagens quantitativas com diversas estimativas, correlações entre parâmetros geofísicos e biofísicos da vegetação.

2.3.1 Satélites e o programa Landsat

O satélite é um corpo artificial que gravita entorno de um astro de massa, constituído pelo o homem, a fim de uma maior compreensão do espaço terrestre do planeta (MOREIRA, 2005). Há, entretanto, autores que destacam a existência de dois tipos de satélites, o artificial e o natural, como explica Florenzano (2011).

Um satélite é um objeto que se desloca em círculos, em torno de outro objeto. Existem os satélites naturais, como, por exemplo, a Lua, que gira em torno da Terra, e existem os satélites artificiais, construídos pelo homem, que também giram em torno da Terra, ou de outro corpo celeste (FLORENZANO, 2011, p.25).

Os satélites artificiais têm uma vasta gama de aplicações, como nas comunicações, na meteorologia, ao posicionamento e para a observação da terra, aplicação em que se enquadra os de sensoriamento remoto, ajudando nos monitoramentos florestais, geologia, safra agrícolas entre outros (REIS et al., 2008).

Dentre esses corpos artificiais de sensoriamento remoto, podemos destacar os seguintes programas: Landsat, RapidEye, CBERS, Terra/Aqua e Sentinel. Figueiredo (2005) enfatiza que existem outros dentro dessa série de satélites como o NOAA, SPOT, IKONOS, QUICKBIRD, alguns destinados para o monitoramento de recursos naturais e terrestres e outros para a meteorologia.

Desde o começo da era espacial, uma das principais funções dos satélites era o uso militar, uma ferramenta que apresenta grande importância nas guerras, no monitoramento das forças inimigas.

Os satélites artificiais são construídos para diferentes finalidades como telecomunicação, espionagem, experimento científico – nas áreas de astronomia e astrofísica; geofísica espacial; planetologia; ciências da terra, atmosfera e clima – meteorologia e sensoriamento remoto (FLORENZANO, 2008, p. 23).

Os satélites são utilizados para diversos estudos, como monitoramento de queimadas, mapeamento da expansão urbana, do desmatamento, uso e ocupação do solo, dentre outros. Dentre os satélites atuais que estão em órbitas, Sano et al. (2007) ressaltam que um dos principais para os estudos ambientais é o Landsat, em razão de ter uma boa resolução espacial

e sua aquisição de uso ter um custo relativamente baixo (atualmente gratuito). Esta constatação é ratificada por Leite e Rosa (2006), os quais destacam que o Landsat é um dos principais satélites utilizados em atividades para os estudos ambientais.

De acordo com Rosa (1995), o sistema Landsat é uma série de satélites que foi desenvolvida pela NASA, tendo como um dos principais objetivos permitir uma ampliação de dados espaciais, espectrais e temporais da superfície terrestre, de maneira sinóptica, global e periódica, tendo enviado oito corpos artificiais para a coleta de dados, havendo falha em somente um.

No ano de 1972, foi feito o lançamento do ERTS-1 (Earth Resources Technology Satellite), o qual foi, posteriormente, denominado LANDSAT-1, e tinha como prioridade de aplicação o uso militar, focando, inicialmente, em pesquisas agrícolas e ampliando para outras áreas dos recursos terrestres e aquáticos (JACINTHO, 2003; FIGUEIREDO, 2005; EMBRAPA, 2013).

De acordo com a Embrapa (2013), os satélites Landsat 2 e 3 eram satélites experimentais, sendo que os sensores do Landsat-2 eram idênticos ao do primeiro, enquanto do Landsat-3 tinham sofrido algumas alterações, principalmente ao número de canais oferecidos.

Ainda segundo a Embrapa (2013), o Landsat-4 começou a operar no ano de 1982, com os sensores MMS (*Multispectral Scanner System*) e TM (*Thematic Mapper*), para uma maior ampliação no suporte de pesquisas de inúmeras temáticas, especialmente nos recursos naturais.

O Landsat-5 começou a operar no ano de 1984, com os sensores MSS (*Multispectral Scanner System*) e TM (*Thematic Mapper*), visando uma ampliação no suporte de pesquisas de inúmeras temáticas, especialmente nos recursos naturais (Embrapa, 2013). Entretanto, no ano de 1995 o sensor MSS deixou de enviar dados, ficando ativo apenas o sensor TM, até novembro de 2011, alcançando a marca de 28 anos em operação. Posteriormente, o sensor MSS foi reativado, dessa vez, coletando somente imagens dos Estados Unidos, oferecendo a continuidade de algumas pesquisas.

O Landsat-6 foi aperfeiçoado com o sensor ETM (Enhanced Thematic Mapper) e novas características, mas, segundo Florenzano (2007) este satélite não conseguiu atingir a órbita devido fatores de erros no lançamento no ano de 1993. Ressalta Liu (2006) que “o Landsat-7 possui os sensores Enhanced Thematic Mapper (ETM⁺) e acrescentou um sensor pancromático e dois sensores de banda termal em vez de um sensor somente”. O satélite

Landsat-8 foi o oitavo da série Landsat a ser lançado, em 2013, estando em operação até os dias atuais.

O Landsat8/OLI, trouxe consigo novas possibilidades para a pesquisa no que diz respeito à produção de dados e informações espaciais, apresentou um conjunto de novos sensores: sensor espectral OLI (*Operation Land Imager*) e o sensor termal TIRS (*Thermal Infrared Sensor*), que agregaram melhorias na resolução espectral, causando mudanças nos intervalos espectrais dos canais de todas as bandas (SOARES et al., 2015, p. 4837).

Segundo Teixeira et al. (2016), foram feitas poucas pesquisas científicas com a aplicação do satélite Landsat-8, devido diversas mudanças crescentes no uso e ocupação da terra dificulta a compreensão dos parâmetros hídricos em vários ecossistemas.

3.0 Área de Estudo

3.1 Localização da área de estudo

A sub-bacia do Rio Bezerra (Figura 4) é um dos principais tributários para a bacia no alto do Rio Preto, que, em uma escala maior, está inserido dentro da bacia hidrográfica do Rio São Francisco. A maior parte da sua extensão está inserida no município de Formosa, estado de Goiás, estando o restante contido no município de Cabeceira Grande, Minas Gerais. Entre as margens dos Rios Bezerra e Preto está localizado o Campo de Instrução de Formosa (CIF), o qual o nome atual é Forte Santa Bárbara, que é área do exército brasileiro (SCHRAGE, 2015).

No alto curso do Rio Preto há ocorrência de conflitos hídricos, principalmente entre as atividades de irrigação e geração de energia, devido o incremento da usina hidrelétrica de Queimados, a qual funciona desde 2004 e é formada pela a contribuição dos Rios Preto e Bezerra (CARNEIRO, 2007).

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA SUB-BACIA DO RIO BEZERRA

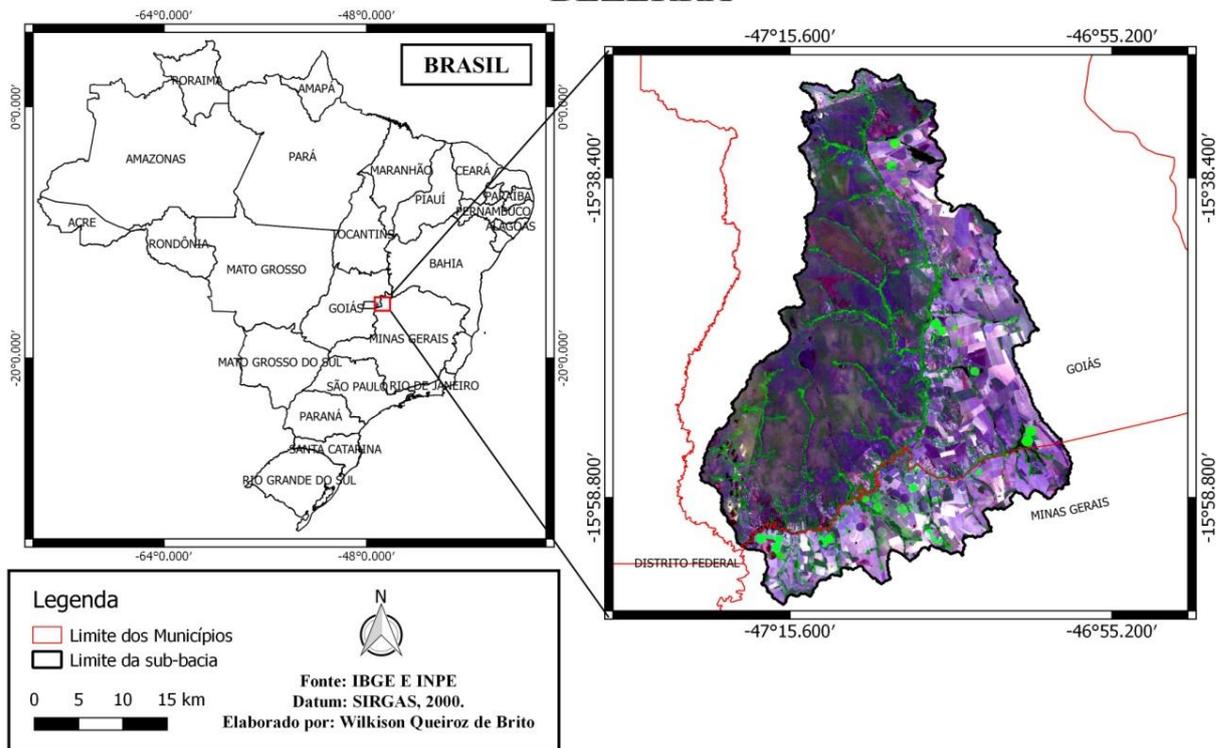


Figura 4 – Mapa de Localização da área de estudo.
Fonte: Autor.

3.2 Caracterização Geo-Ambiental

3.2.1 Hidrografia

A sub-bacia do Rio Bezerra faz limite com as bacias hidrográficas do Rio São Bartolomeu e o Rio São Marcos. Na Figura 5, é possível observar a distribuição hidrográfica dentro da bacia. A parte esquerda do mapa está dentro do território do Distrito Federal, tendo dentre os principais afluentes o ribeirão de Santa Rita e o ribeirão Jacaré, ao norte da bacia; o ribeirão Extrema e o Rio Jardim, inseridos na porção central da bacia; e, por fim, o ribeirão São Bernardo, localizado ao sul da bacia (CARVALHO, 2007).

Na porção à direita, o principal tributário é o Rio Bezerra, localizado no território do estado de Goiás, onde o seu exutório faz confluência com o Rio Preto, seguido um caminho mais a jusante (CARVALHO, 2007).

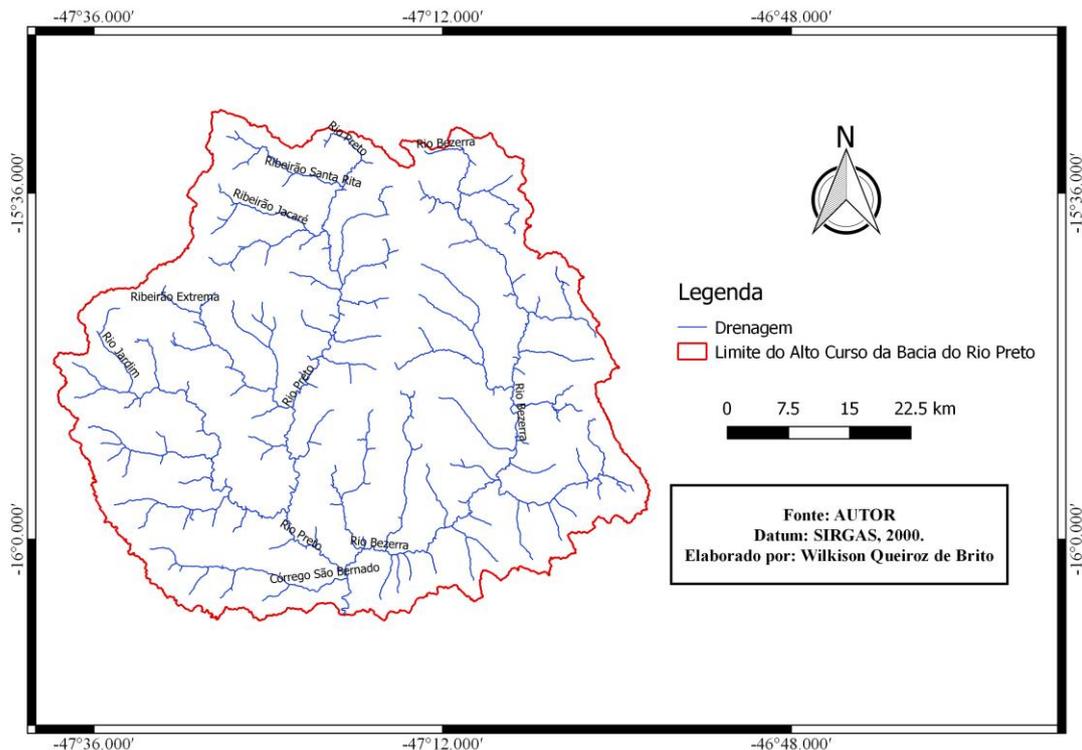


Figura 5 – Principais Tributários do alto do Rio Preto.

3.2.2 Geologia

De acordo com a Figura 6, a formação geológica predominante na sub-bacia é a de cobertura Detrito-Laterítica, uma unidade correspondente a superfície de aplainamento e laterização sobre as rochas dos complexos granulíticos, englobando vastas áreas, incluindo o centro-oeste brasileiro. Além disto, é caracterizado com perfis lateríticos maduros e imaturos (MOREIRA et al., 2008). O subgrupo Paraopeba apresenta uma quantidade significativa na

área de estudo. Sua denominação “é dada para o conjunto das rochas pelito carbonatadas do Grupo Bambuí” (ALVARENGA, 2007, p. 1001). Segundo Moreira et al. (2008), esse Subgrupo engloba nas formações, Serra de Santa Helena, Sete Lagoas, Lagoa do Jacaré e Serra da Saudade, sendo o reconhecimento destas formações geológicas de difícil compreensão devido as condições de afloramentos.

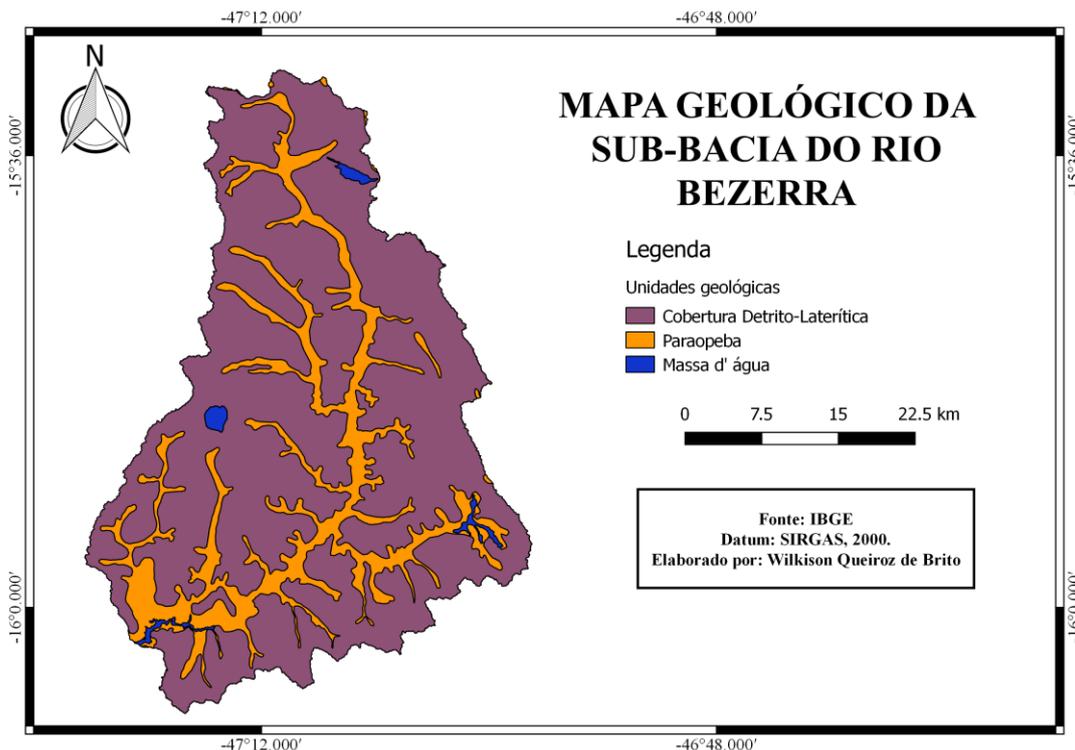


Figura 6 – Mapa de Geológico da sub-bacia do Rio Bezerra.
Fonte: Autor.

3.2.3 Geomorfologia

A sub-bacia hidrográfica, em relação às formações geológicas (Figura 7), apresenta grande proporção de áreas com características de Superfície Regional de Aplanamento (SRA). De acordo com Latrubesse et al. (2005), a sua formação não tem interferência dos processos litológicos e estruturais, não sendo um fator determinante para a sua consolidação, ou seja, uma SRA não respeita necessariamente uma distribuição espacial, no entanto, são as unidades mais representativas no estado de Goiás. O restante da bacia é compreendido geomorfologicamente pela Zona de Erosão Recuante (ZER), que geralmente são áreas de erosão de escarpas sobre SRA, onde se tem a ocorrência de dissecação das superfícies de aplanamento, as quais podem ser forte, moderada ou fraca (LATRUBESSE et al., 2005).

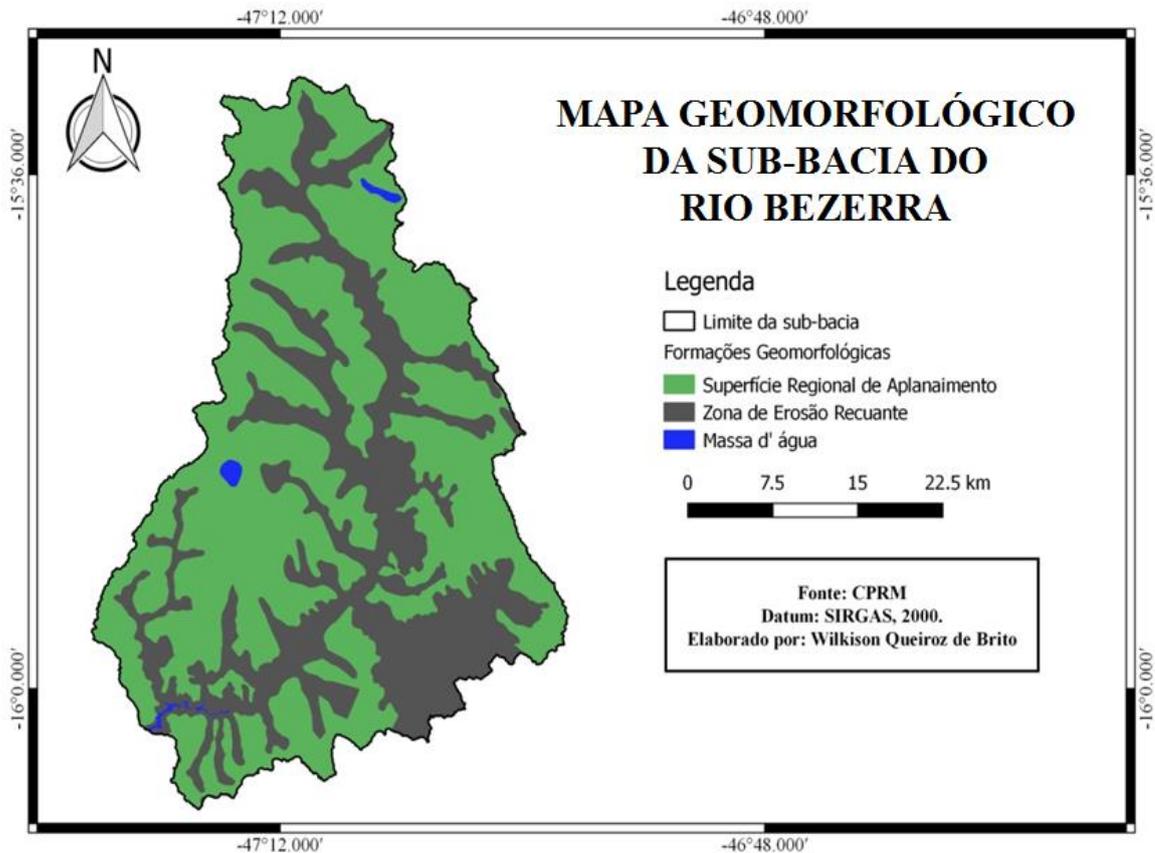


Figura 7 – Mapa de Geomorfológico da sub-bacia do Rio Bezerra.
Fonte: Autor.

3.2.4 Pedologia

O bioma do Cerrado tem pouca homogeneidade em relação aos tipos de solos, sendo a maior proporção caracterizada como Latossolos, que tem características de ser um solo bem profundo e que já passou por um intenso processo de intemperização, através de fenômenos químicos, físicos e biológicos (EMBRAPA, 2006).

Na área da sub-bacia, considerando a escala de mapeamento do mapa pedológico, há incidência apenas de dois tipos de solos (Figura 8), com a predominância dos Latossolos, o qual a Embrapa (2006) define como muito evoluído e com diversas transformações, tendo passado por uma lixiviação intensa dos seus constituintes minerais primários da sua estrutura e com o material de origem, sendo a hematita, desta forma, apresentando alguns tons avermelhado, ou seja, essas são características gerais desse tipo de solo.

Outro solo presente na área de estudo é o Cambissolo, um solo que tem pouco desenvolvimento, por ainda ser um solo jovem, e com mineralogia de solo bem evoluído,

apresenta o horizonte “B” incipiente, ou seja, ainda no estágio inicial e teve pouco processo intemperização (EMBRAPA, 2006).

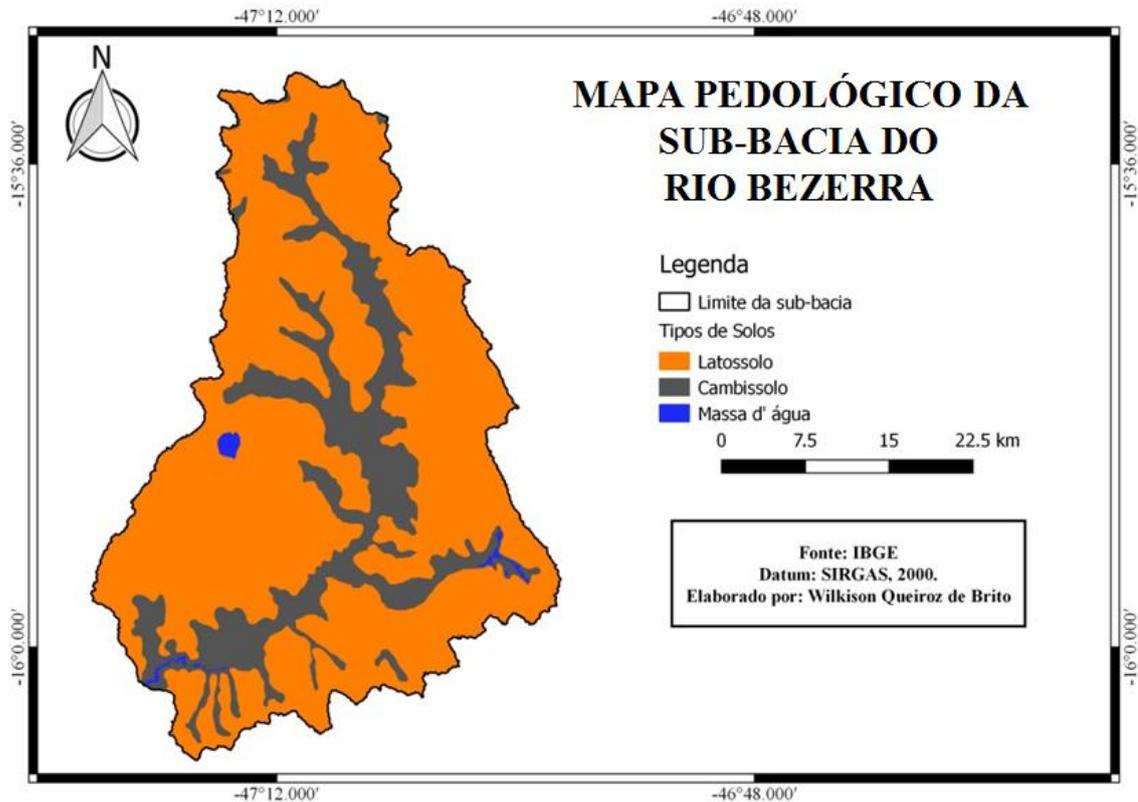


Figura 8 – Mapa de Pedológico da sub-bacia do Rio Bezerra.
Fonte: Autor.

3.2.5 Clima

O clima dessa sub-bacia é tropical, com pequenas variações térmicas e regime pluviométrico definido com máximas no verão e mínimas no inverno (BORGES et al., 2007). Normalmente, as precipitações anuais têm entre 1800 mm e 1000 mm, com as chuvas concentradas nos meses de outubro e março (MARCUIZZO et al., 2012). O regime pluviométrico e térmico dos dois municípios que englobam a bacia hidrográfica apresenta padrão similar de precipitação; já nas temperaturas máxima e mínima provavelmente existe uma variação entre elas, onde em Cabeceira Grande – Minas Gerais a temperatura máxima se estende por um período maior em relação à de Formosa – Goiás.

4.0 Material e Métodos

Os procedimentos metodológicos foram desenvolvidos em quatro etapas: obtenção de dados orbitais, pré-processamento, classificação de imagens e validação.

4.1 OBTENÇÃO DE DADOS ORBITAIS

A partir do site do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), em um projeto denominado de TOPODATA, foi feito o *download* de duas imagens de dados reamostrados da missão SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), correspondentes à área de estudo (15S48_ZN e 16S48_ZN).

Imagens dos satélites Landsat 5, sensor TM (*Thematic Mapper*), e Landsat 8, sensor OLI (*Operational Land Imager*), foram baixadas no *site Land Viewer*. As imagens dos anos de 1988, 1998 e 2008 foram requisitadas para o primeiro satélite e a do ano de 2018 para o segundo. Vale destacar que nesse *site* é possível realizar o *download* somente das bandas individualmente, sendo, deste modo, obtidas apenas as necessárias para a realização do trabalho. Para o satélite Landsat 5 foram utilizadas as bandas espectrais 3, 4 e 5 e para o Landsat 8 as bandas 4, 5 e 6. Mais informações sobre as imagens utilizadas são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Informações das imagens do Landsat 5 e 8.

| Ano (Imagem) | Data (Imagem) | Resolução (Geométrica) | Satélite (Landsat) | Composição (RGB) | Órbita (Imagem) |
|--------------|---------------|------------------------|--------------------|------------------|-----------------|
| 1988 | 09/08/1988 | 30 Metros | Landsat – 5 | (4,5,3) | 221/071 |
| 1988 | 18/08/1988 | 30 Metros | Landsat – 5 | (4,5,3) | 220/071 |
| 1998 | 14/08/1998 | 30 Metros | Landsat – 5 | (4,5,3) | 221/071 |
| 1998 | 21/08/1998 | 30 Metros | Landsat – 5 | (4,5,3) | 220/071 |
| 2008 | 16/08/2008 | 30 Metros | Landsat – 5 | (4,5,3) | 221/071 |
| 2008 | 25/08/2008 | 30 Metros | Landsat – 5 | (4,5,3) | 220/071 |
| 2018 | 21/08/2018 | 30 Metros | Landsat - 8 | (6,5,4) | 221/071 |
| 2018 | 28/08/2018 | 30 Metros | Landsat - 8 | (6,5,4) | 220/071 |

Fonte: Autor.

4.2 PRÉ-PROCESSAMENTO

As composições coloridas RGB selecionadas para o Landsat 5 e 8, respectivamente, 453 e 654, já foram testadas em alguns trabalhos (USGS. 2018; YAMAMOTO et al., 2017; GONÇALVES et al., 2013; BARROS et al., 2016), comprovando a sua eficiência no monitoramento dos recursos naturais. Sano; Ferreira (2005) destacam que as identificações das ações antrópicas normalmente apresentam formatos semelhantes à figura geométrica, facilitando a diferenciação com as outras classes existente nas imagens.

As imagens requisitadas foram inseridas no aplicativo QGIS, versão 2.18, para a realização de um mosaico entre as cenas obtidas, formando uma única imagem, capaz de abranger toda a área de estudo, uma vez que somente um ponto da órbita (071) não recobre a extensão total da bacia, sendo necessária a utilização de imagens de duas órbitas (220 e 221 - Tabela 1). Para a delimitação da bacia hidrográfica foi utilizado alguns algoritmos do aplicativo GRASS 7.2. Estes algoritmos foram executados, de maneira supervisionada, na interface do QGIS.

A partir da criação do mosaico, foi utilizado o algoritmo *r.watershed*, partindo de uma série de testes, o valor escolhido para a variável *minimum size* foi 5000. Com o intuito de criar o *stream segments*, logo após, esse arquivo foi transformado em um vetor. Dessa forma, esse mesmo algoritmo foi utilizado para o componente *drainagem direction*, sendo necessário a utilização de outro valor para a representação do componente *minimum size*, (500000). Por fim, o último algoritmo utilizado foi o *r.water.outlet*, para delimitação do ponto do exutório como referência, sendo extremamente importante para a criação do shapefile da bacia principal desse trabalho.

Esse processo resultou na criação das redes de drenagens e no limite da bacia hidrográfica, ambos em formato vetorial. Dessa forma, foi possível a realização do recorte das imagens Landsat que foram baixadas, adquirindo a espacialidade desejada (Figura 9).

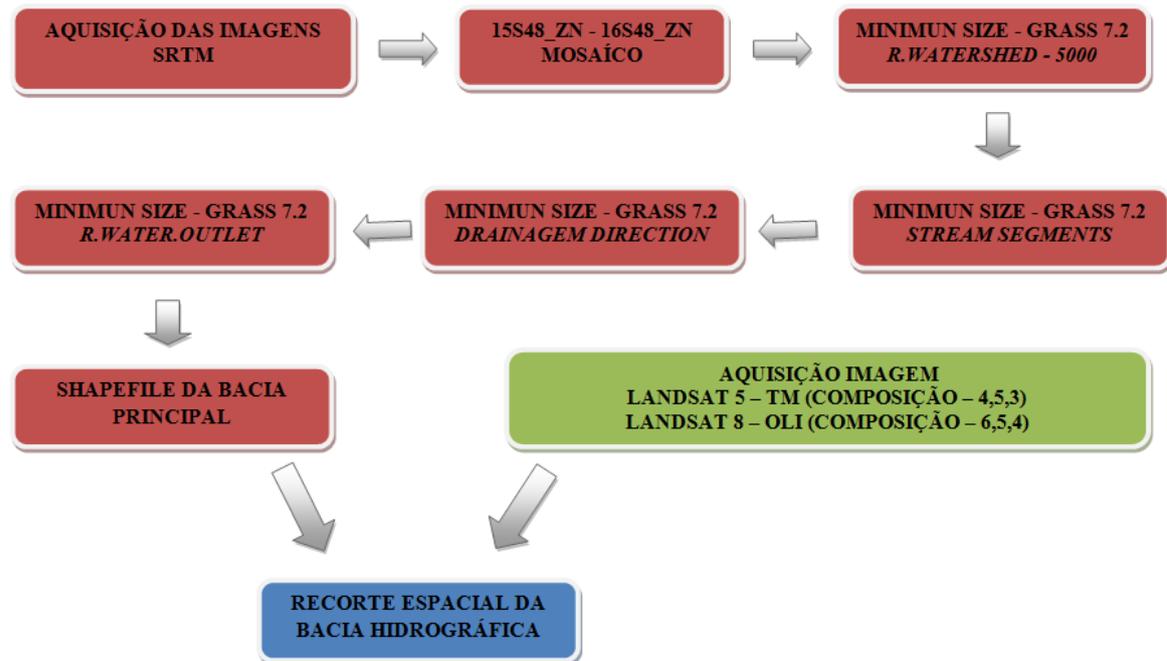


Figura 9 – Fluxograma do processamento digital.
Fonte: Autor.

4.3 CLASSIFICAÇÃO DAS IMAGENS

Utilizando o recorte espacial da bacia hidrográfica, foi feita a classificação das imagens, na qual as seguintes classes definidas foram: (1) Cobertura Nativa; (2) Cobertura Antrópica; e (3) Corpo hídrico. Esse procedimento foi realizado no QGIS, com a utilização do procedimento da classificação supervisionada, o qual é necessário um conhecimento prévio da área de estudo, com a perspectiva de fazer analogias com as classes de cobertura da terra (IBGE, 2001).

Partindo das amostras selecionadas de cada elemento citado das classes, foi utilizada a ferramenta de complemento um (*plugin*) do QGIS denominada *Semi-Automatic Classification Plugin* (CONGEDO, 2016). Dessa forma, é possível selecionar a amostra do pixel que tem mais representatividade para aquela determinada classe (IBGE, 2001), sendo utilizado o classificador *Minimum Distance*, o qual Meneses; Almeida (2012, p.201) destaca que “o método da distância mínima calcula a distância espectral entre o vetor de medida para o pixel candidato e a média para cada assinatura de classe”. A vantagem desse método é que todos os pixels encontraram uma média, estando relativamente um próximo do outro, dessa forma, não haverá pixels não-classificados (MENESES; ALMEIDA, 2012).

4.4 EDIÇÃO DAS IMAGENS

Com a finalidade de reduzir os erros da classificação, foi necessário transformar essa imagem classificada em arquivo vetorial, para que uma edição fosse efetuada. Partindo da edição de algumas classes que apresentavam valores errados em relação a sua classe verdadeira, essa edição teve o intuito de reduzir os erros da classificação automática, sendo assim, todos os valores foram modificados na tabela de atributos.

Dessa forma, foi possível fazer a extração de dados de cada classe, através da calculadora de atributo do QGIS, tabulando os valores referentes à área total da bacia hidrográfica, a qual foi utilizada à geração de gráficos, facilitando a compreensão dos dados. Esse processo é apresentado na Figura 10.

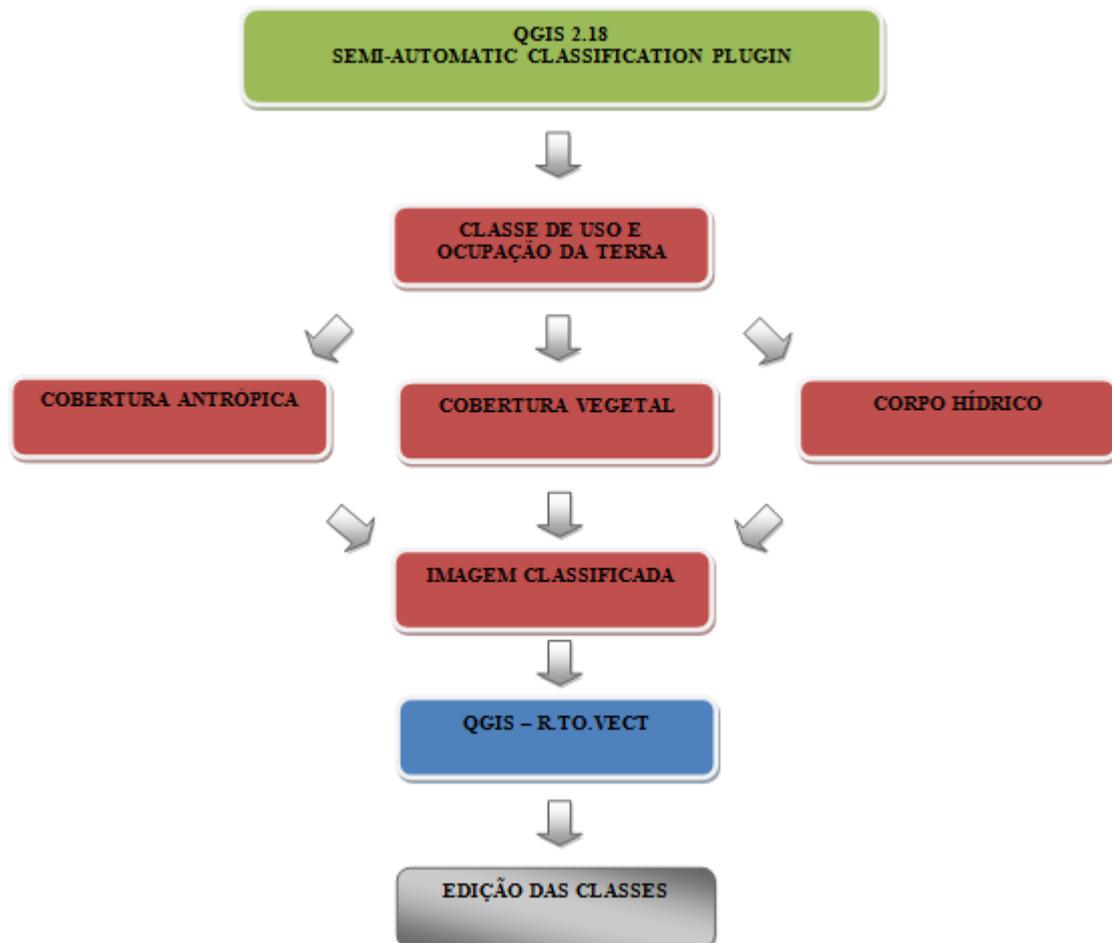


Figura 10 – Fluxograma da classificação das imagens.
Fonte: Autor.

4.5 VALIDAÇÃO

A matriz de erro ou confusão é uma ferramenta muito utilizada em exatidão de mapeamentos temáticos, quando existem dificuldades de averiguação *in situ*, devido ela fazer

a comparação categoria por categoria, buscando uma analogia entre a classificação automática gerada com as classes de referências (LILLESAND et al., 2004).

Congalton (1991) enfatiza que com a matriz de confusão é possível a aplicação de medidas estatísticas, o qual dentre as descritivas tem um destaque maior o índice de exatidão global (Equação 1), em que se utiliza a soma dos valores classificados corretamente em diagonal dividindo pela soma total dos valores da matriz. Do lado das analíticas o índice de Kappa (Equação 2) se destaca com uma equação mais complexa, sendo que as duas medidas estatísticas têm grande potencial de validação de campo em mapas temáticos (CHUVIECO, 1990; LILLESAND et al., 2004).

Equação 1 – Índice de Exatidão Global

$$F_m = \frac{\sum X_i}{N} \times 100$$

F_m = exatidão global

X_i = elementos na diagonal

N = total de elementos amostrados

Equação 2 – Índice de Kappa

$$\kappa = \frac{N \sum X_{ii} - \sum X_{i+} X_{+i}}{N^2 - \sum X_{i+} X_{+i}}$$

X_{ii} = concordância observada

X_{+i} e X_{i+} (produto das marginais), sendo a concordância esperada

N = total de elementos observados

Landis e Koch (1977) apresentaram uma tabela que serve como parâmetro para averiguar a qualidade dos mapas temáticos, com a utilização nos resultados do índice de Kappa, em que 0 é classificada como péssima e 100 como excelente (Tabela 2).

Tabela 2 – Qualidade da classificação associada aos valores da estatística de Kappa.

| Valor de Kappa | Qualidade do mapa temático |
|-----------------------|-----------------------------------|
| < 0,00 | PÉSSIMA |
| 0,00 - 0,20 | RUIM |
| 0,20 - 0,40 | RAZOÁVEL |
| 0,40 - 0,60 | BOA |
| 0,60 - 0,80 | MUITO BOA |
| 0,80 - 100 | EXCELENTE |

Adaptada de Landis e Koch (1977).

5.0 – Resultados e discussão

A classificação de imagens é um processo interessante e válido na análise da mudança da paisagem, para o mapeamento do uso e ocupação do solo em uma escala temporal de 30 anos. Porém, é sempre relevante destacar que a verificação de campo é indispensável, o qual a leitura das imagens juntamente com a visita em campo é uma metodologia bem eficaz nesse processo de monitoramento. Na Figura 11 é possível observar as categorias de classificação das imagens observadas em campo.



Figura 11 – Classe: (1) Vegetação Nativa; (2) Vegetação Antrópica; (3) Corpo Hídrico.
Fonte: Autor.

Ao analisar as imagens classificadas, para o período de 30 anos, é possível observar que as mudanças na paisagem foram significativas, podendo motivar alguns impactos futuramente na dinâmica dessa sub-bacia. Além disso, foi possível verificar, na representação espacial, o comportamento da paisagem no decorrer dos anos, sendo possível notar que em algumas áreas as mudanças foram mais constantes enquanto que em outros locais a dinâmica

se permaneceu com poucas modificações. Os tipos de representações das classes monitoradas na sub-bacia podem ser observados, também, na Figura 12, onde é possível verificar um dos modelos de uso e cobertura do solo encontrado na área estudada.

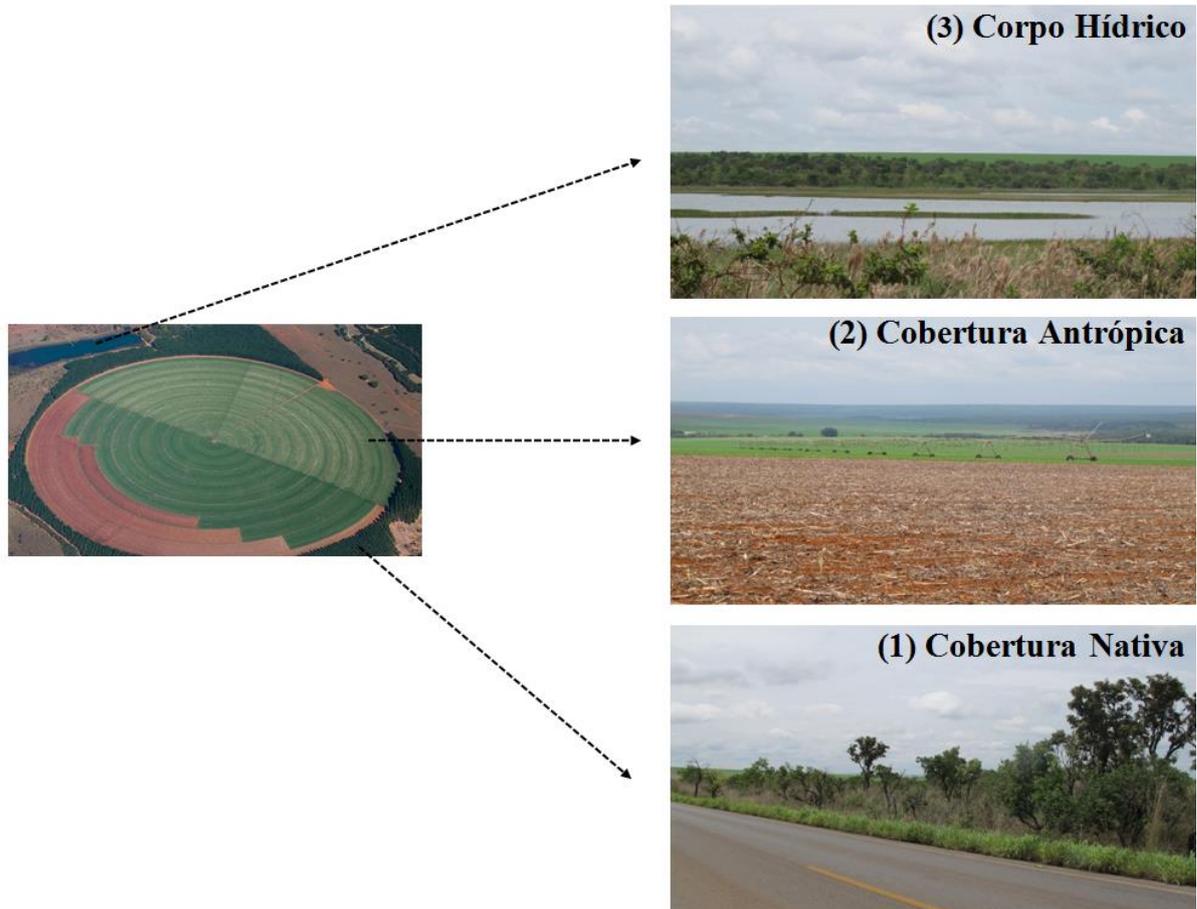


Figura 12 – Classes monitoradas da sub-bacia do Rio Bezerra.
Fonte: Autor.

Em relação ao quantitativo da área (153.235,35 km²), e a representatividade do Cerrado na sub-bacia do Rio Bezerra no ano de 1988, a cobertura nativa tinham uma área de aproximadamente 105.841,70 km², representando 69% da área total. A cobertura antrópica ocupava em torno de 38.789,55 km², equivalente a 25% do total da sub-bacia. Por fim, os corpos hídricos ocupavam cerca de 8.604,10 hectares, aproximando dos 6% restante dessa área (Figura 13-14 e Tabela 3). Nesse período já é possível visualizar a existência de alguns indícios, (como questões econômicas do país) que a cobertura antrópica poderia se intensificar sobre a cobertura nativa.

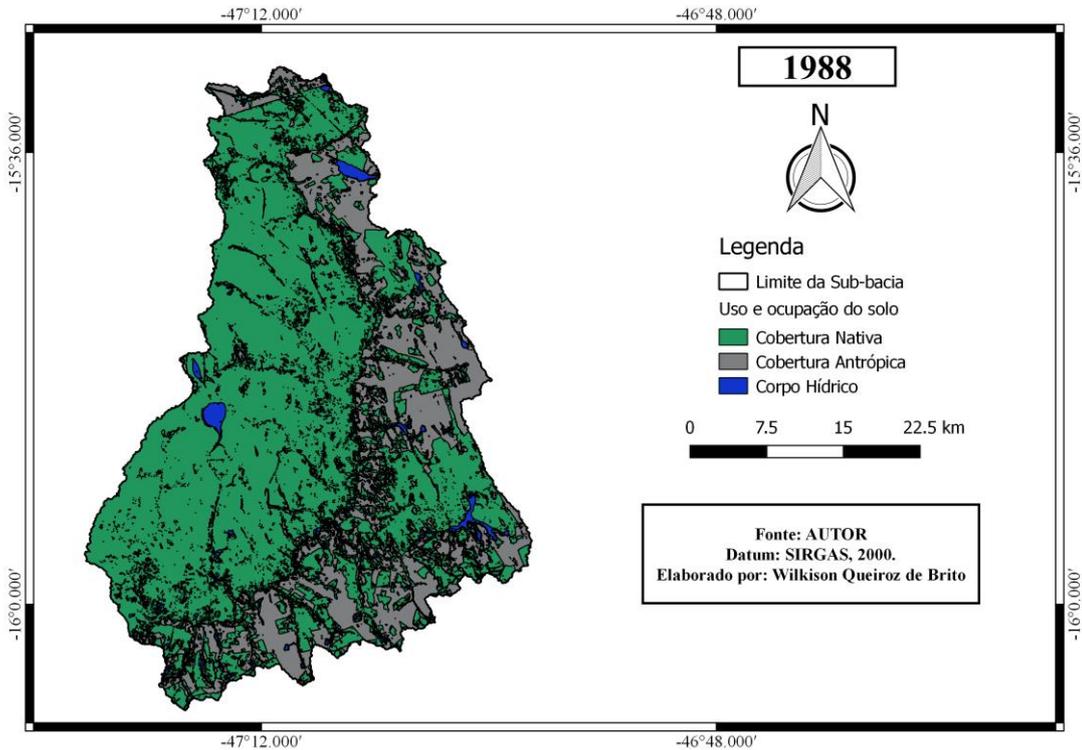


Figura 13 – Mapa de uso e Cobertura do solo da SBRB para o ano de 1988.
Fonte: Autor.

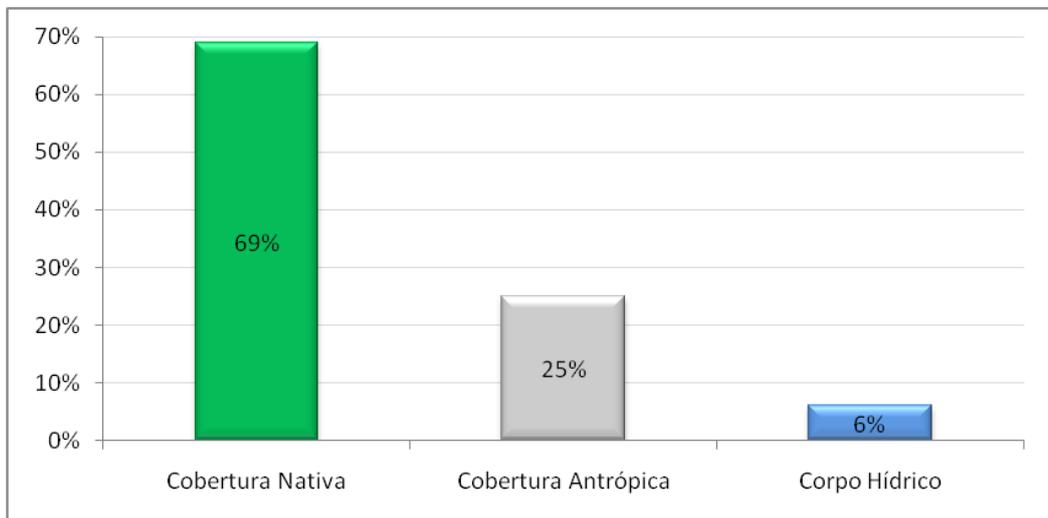


Figura 14 – Uso e Cobertura do solo (%) da sub-bacia do Rio Bezerra para o ano de 1988.
Fonte: Autor.

Tabela 3 – Uso e Cobertura do solo (Área) da sub-bacia do Rio Bezerra do ano de 1988.

| Classe | Área - Km ² |
|---------------------|------------------------|
| Cobertura Nativa | 105.841,70 |
| Cobertura Antrópica | 38.789,55 |
| Corpo Hídrico | 8.604,10 |
| Total | 153.235,35 |

Fonte: Autor.

Com o passa de dez anos, a dinâmica dessas classes ainda apresentava pouca diferença, em que a cobertura vegetal tinha perdido um pouco de área para a cobertura antrópica, cerca de aproximadamente 5% da área total. Porém, o padrão de uso e cobertura do solo se mantinha na mesma perspectiva, com a cobertura nativa com a maior proporção da área total, apresentando cerca de 95.185,61 km², o que corresponde a 62% dessa sub-bacia. Já a cobertura antrópica tinha aproximadamente 45.770,62 km², representando 30% da área total. Por fim, o corpo hídrico apresentou um acréscimo de aproximadamente 2%, alcançando os 8%, com o quantitativo de 12.279,12 km². É importante destacar que todos esses valores são referentes ao ano de 1998 e estão apresentados na Figura 15-16 e na Tabela 4.

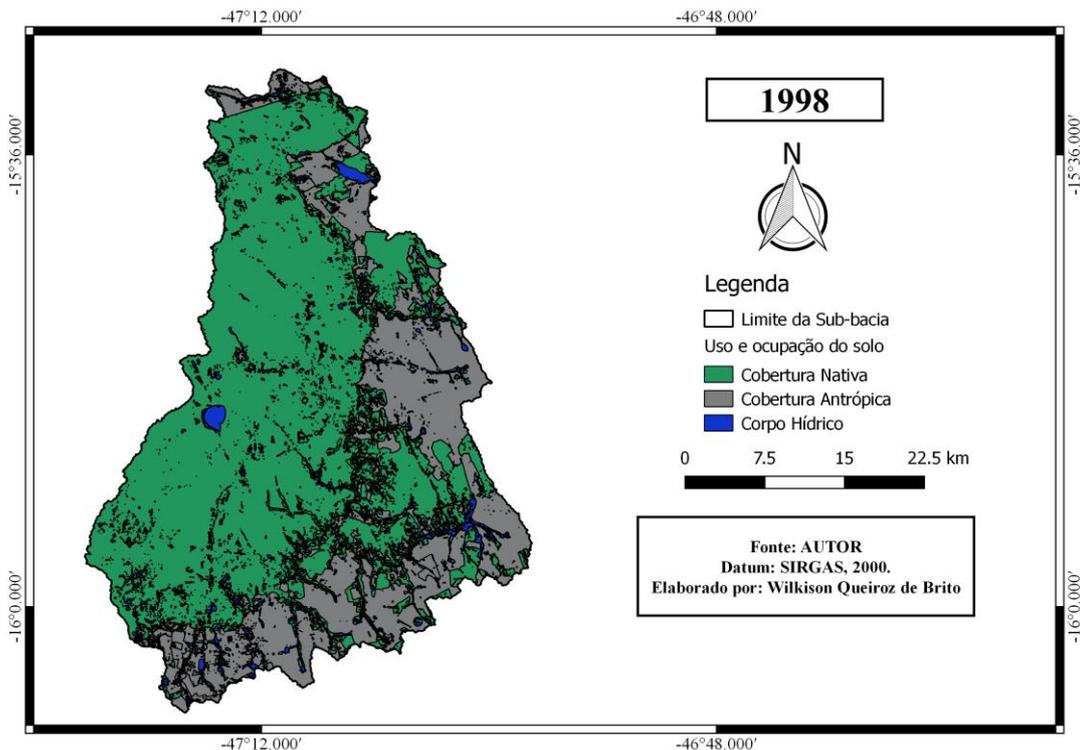


Figura 15 – Mapa de uso e Cobertura do solo da SBRB para o ano de 1998.
Fonte: Autor.

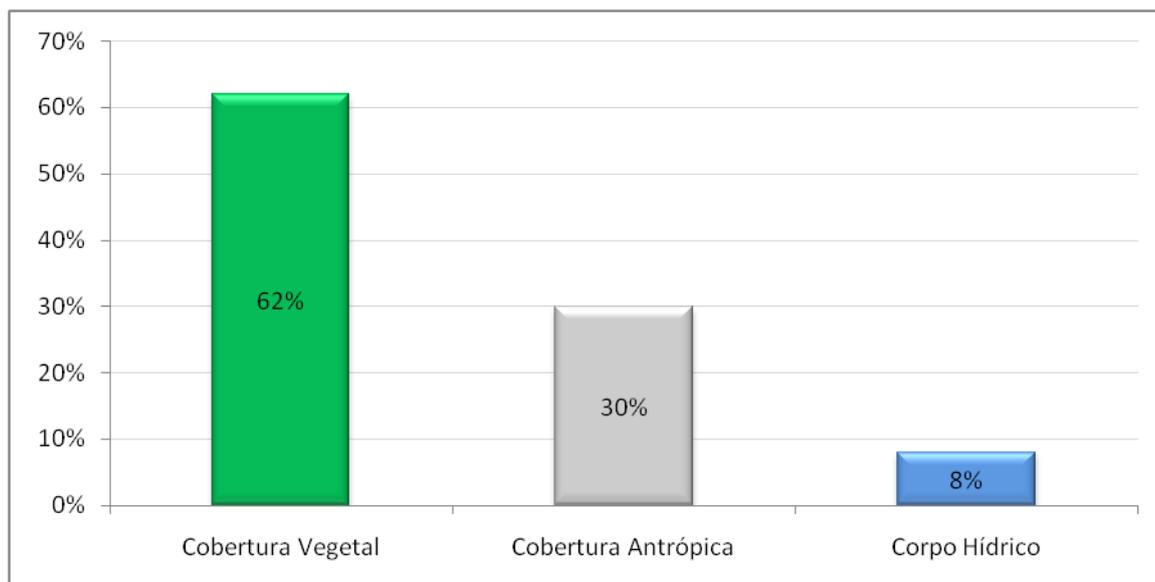


Figura 16 – Uso e Cobertura do solo (%) da sub-bacia do Rio Bezerra para o ano de 1998.
Fonte: Autor.

Tabela 4 – Uso e Cobertura do solo da sub-bacia do Rio Bezerra do ano de 1998.

| Classe | Área - Km ² |
|---------------------|------------------------|
| Cobertura Nativa | 95.185,61 |
| Cobertura Antrópica | 45.770,62 |
| Corpo Hídrico | 12.279,12 |
| Total | 153.235,35 |

Fonte: Autor.

As mudanças identificadas no ano de 2008 são mais expressivas, porque reflete a intensificação da presença da cobertura antrópica, em detrimento da cobertura nativa, chegando a uma proporção de apenas 12% de diferença entre a primeira e a segunda. Com isso, houve redução da área de cobertura vegetal para aproximadamente 79.361,85 km², equivalente a cerca de 52% de total área. Já a cobertura antrópica apresentou um acréscimo da área da sub-bacia, alcançando por volta de 61.023,80 km², representando cerca de 40% desse espaço. A massa d'água não apresentou grande variação, mantendo mesmo quantitativo, de 8%, representado por 12.859,93 km², (Figura 17-18 e tabela 5).

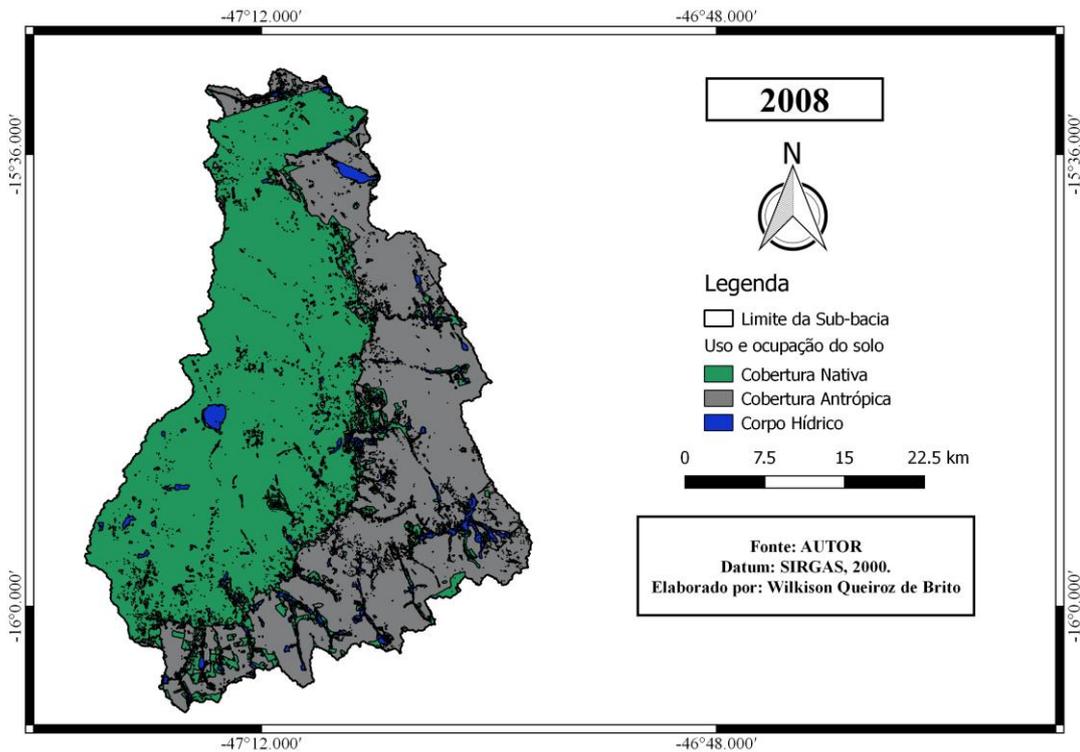


Figura 17 – Mapa de uso e Cobertura do solo da SBRB para o ano de 2008.
 Fonte: Autor.

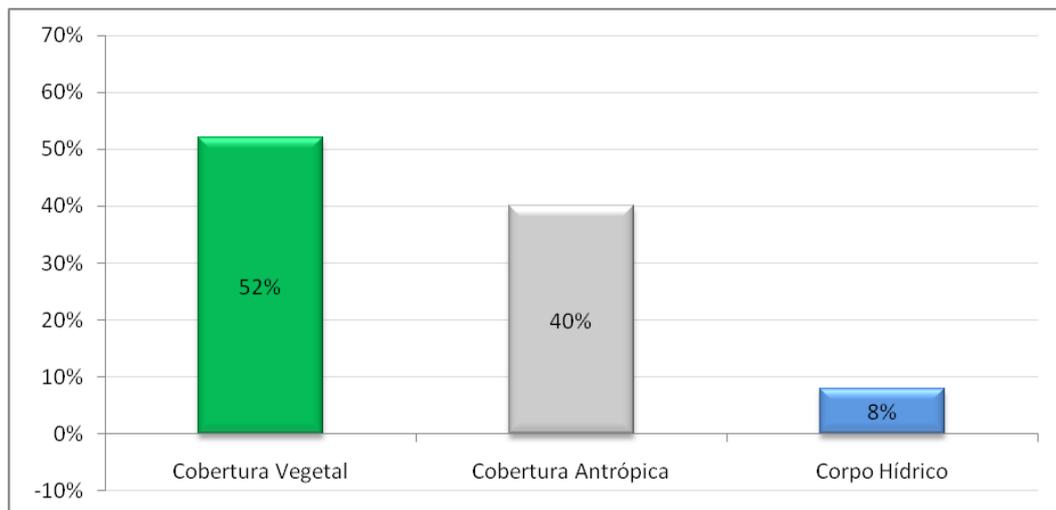


Figura 18 – Uso e Cobertura do solo (%) da sub-bacia do Rio Bezerra para o ano de 2008.
 Fonte: Autor.

Tabela 5 – Uso e Cobertura do solo da sub-bacia do Rio Bezerra do ano de 2008.

| Classe | Área - Km ² |
|---------------------|------------------------|
| Cobertura Nativa | 79351,62 |
| Cobertura Antrópica | 61.023,80 |
| Corpo Hídrico | 12.859,93 |
| Total | 153.235,35 |

Fonte: Autor.

No decorrer de 30 anos é possível observar o quantitativo da cobertura antrópica, que se consolidou no espaço geográfico dessa sub-bacia, diminuindo, conseqüentemente, a área da cobertura nativa, alterando, provavelmente, a dinâmica dessa sub-bacia hidrográfica. A última classe mencionada teve sua área reduzida para aproximadamente 73.862,97 km², com representatividade de 49% do espaço total. A ascensão da cobertura antrópica foi em torno de 64.566,42 km², equivalente a 42% da sub-bacia, quase alcançando um quantitativo de equilíbrio em relação a cobertura nativa. Já os corpos hídricos tiveram um pequeno acréscimo, de 1%, atingindo cerca de 9%, representado por 14.7805,96 hectares. Esses dados estão apresentados na figura 19-20 e na tabela 6.

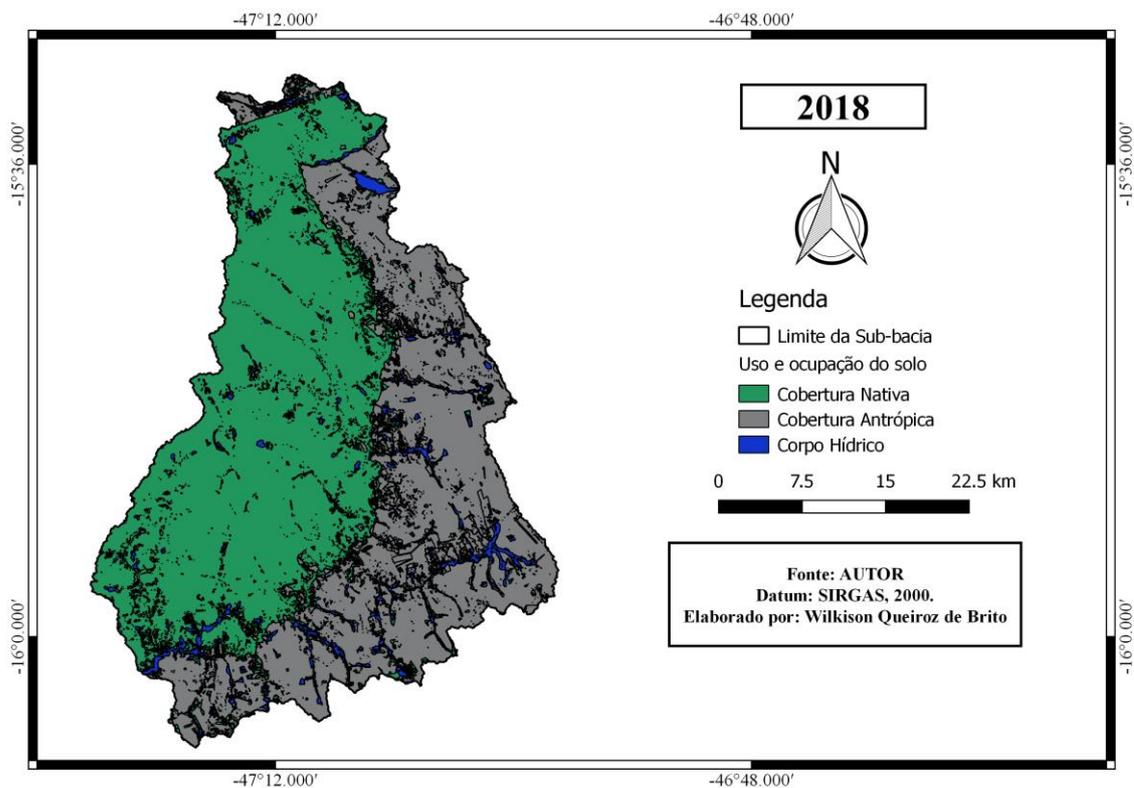


Figura 19 – Mapa de uso e Cobertura do solo da SBRB para o ano de 2018.
Fonte: Autor.

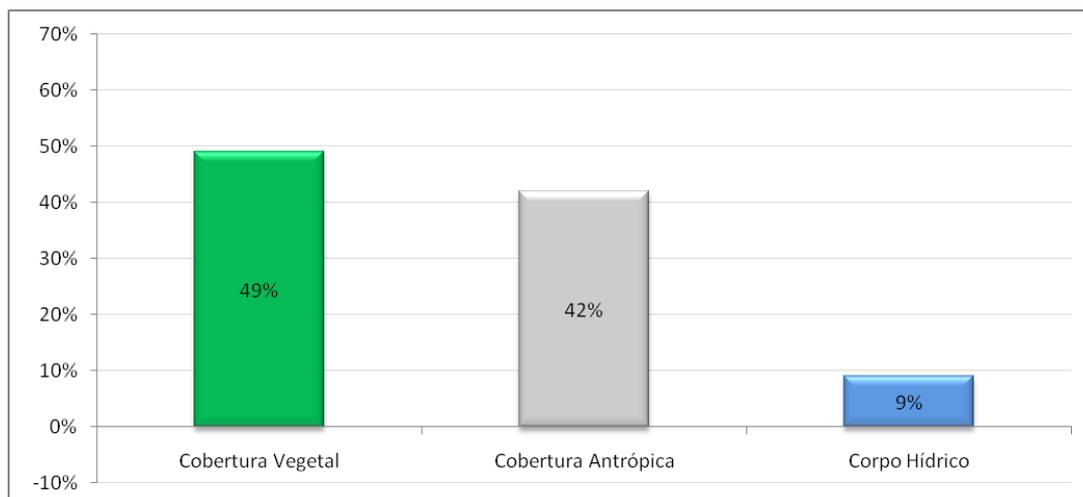


Figura 20 – Uso e Cobertura do solo (%) da sub-bacia do Rio Bezerra para o ano de 2018.

Fonte: Autor.

Tabela 6 – Uso e Cobertura do solo da sub-bacia do Rio Bezerra do ano de 2018.

| Classe | Área - Km ² |
|---------------------|------------------------|
| Cobertura Nativa | 73.862,97 |
| Cobertura Antrópica | 64.566,42 |
| Corpo Hídrico | 14.805,96 |
| Total | 153.235,35 |

Fonte: Autor.

As alterações dessa bacia hidrográfica, em relação ao uso e cobertura do solo e podem ser observadas espacialmente na Figura 21 e gradativamente na Figura 22. No decorrer do período de trintas anos (1988-2018), as ações antrópicas foram fatores determinantes para essa mudança na paisagem, principalmente através de atividades da agricultura. Nessa mesma imagem, é possível notar o padrão, em todos os anos, o qual de um lado quase toda área tem um alto índice de preservação de vegetação, provavelmente devido esse espaço geográfico está localizado dentro de uma área militar, e de outro lado é possível observar que, com o decorrer do tempo, a vegetação nativa vai dando espaço para as atividades agropecuárias, ou seja, a mesma dinâmica de outras regiões localizadas no Cerrado, que através da ação antrópica tiveram grandes ecossistemas devastados.

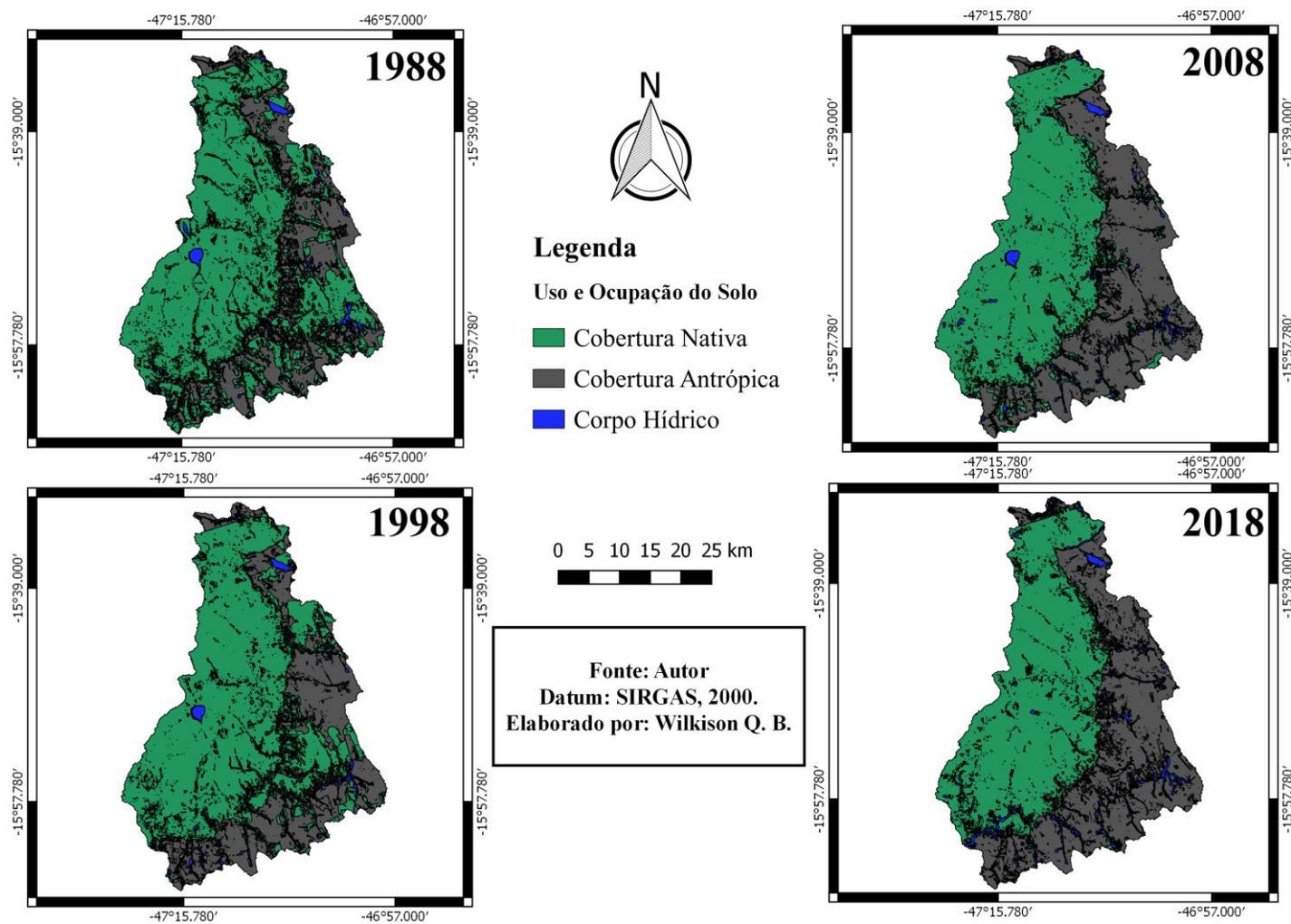


Figura 21 – Mapa de uso e cobertura do solo na sub-bacia do Rio Bezerra para o período de 1988 até 2018.
Fonte: Autor.

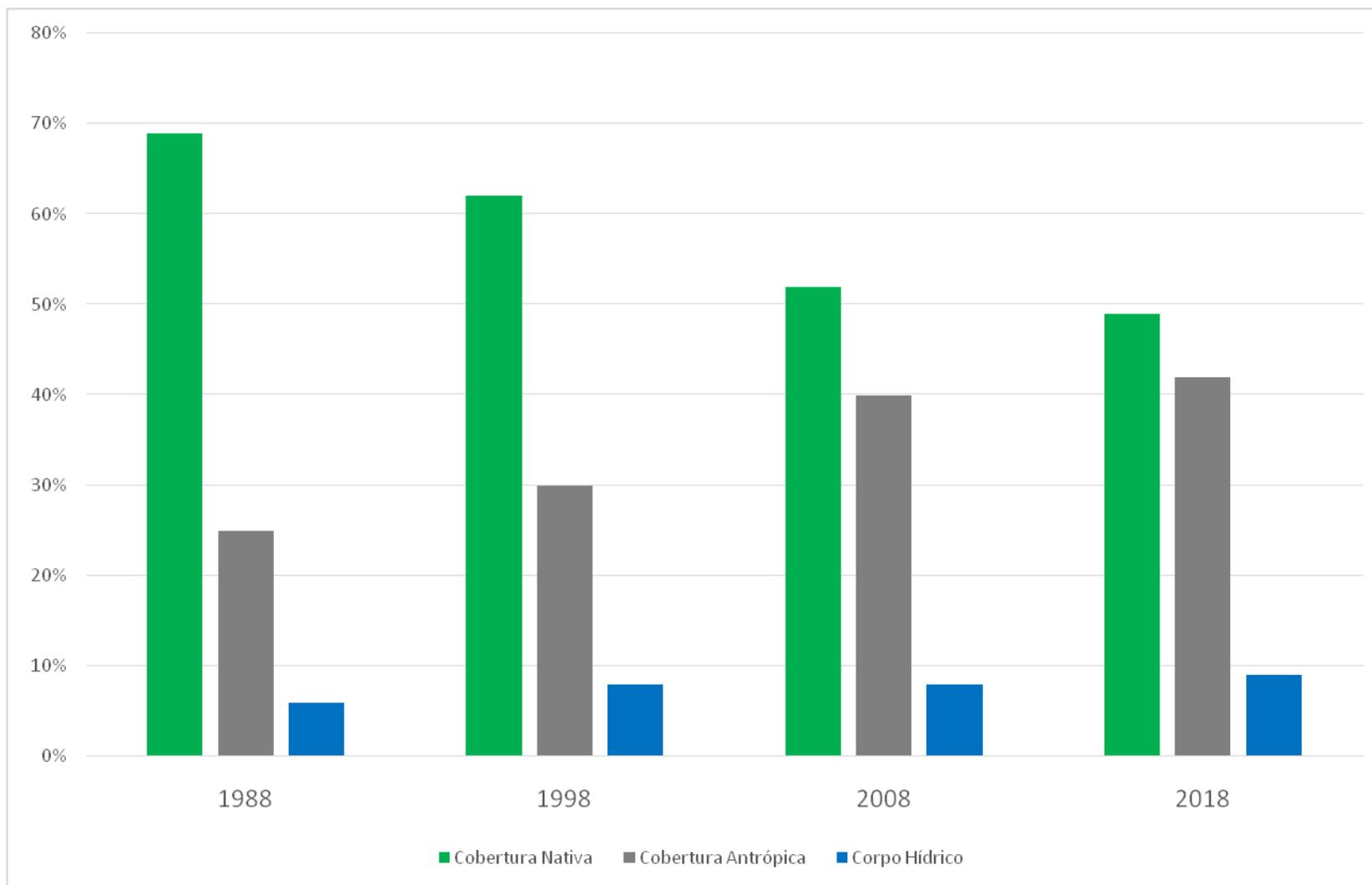


Figura 22 - Uso e Cobertura do solo (%) da SBRB no 1988-2018.

Na imagem da Figura 21 fica claro o processo de degradação do Cerrado e a dinâmica de conversão da cobertura natural para a cobertura antrópica, no qual essa área sofreu grandes interferências humanas. Alguns trabalhos (KLINK; MACHADO, 2005; NEVES et al., 2016) já destacam que essa dinâmica não é uma particularidade dessa área, sendo reflexo de outras regiões desse domínio morfoclimático, destacando a expansão das atividades agrícolas. É importante destacar que as modificações no uso e cobertura do solo, conseqüentemente, alteraram a dinâmica desse ecossistema, causando alguns danos ambientais. Klink e Machado (2005, p. 148) reforçam essa ideia.

As transformações ocorridas no Cerrado também trouxeram grandes danos ambientais – fragmentação de habitats, extinção da biodiversidade, invasão de espécies exóticas, erosão dos solos, poluição de aquíferos, degradação de ecossistemas, alterações nos regimes de queimadas, desequilíbrios no ciclo do carbono e possivelmente modificações climáticas regionais.

Nessa mesma perspectiva, é importante fazer uma análise desde o primeiro ano de monitoramento até o último realizado, porque a compreensão dos motivos que levaram a essa transformação espacial nessa área. É possível visualizar, na Figura 23, que o lado oeste permaneceu com quase o mesmo comportamento no transcorrer desses 30 anos, provavelmente devido essa área está inserida dentro de um território militar. Neste contexto, Batista (2017, p. 49) enfatiza que essa área “é utilizada para a realização de exercícios militares da Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, a Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, as demais formas Armadas e, esporadicamente, as Polícias Militares de Goiás e do próprio Distrito Federal”.

MAPA DE USO E COBERTURA DA SUB-BACIA DO RIO BEZERRA

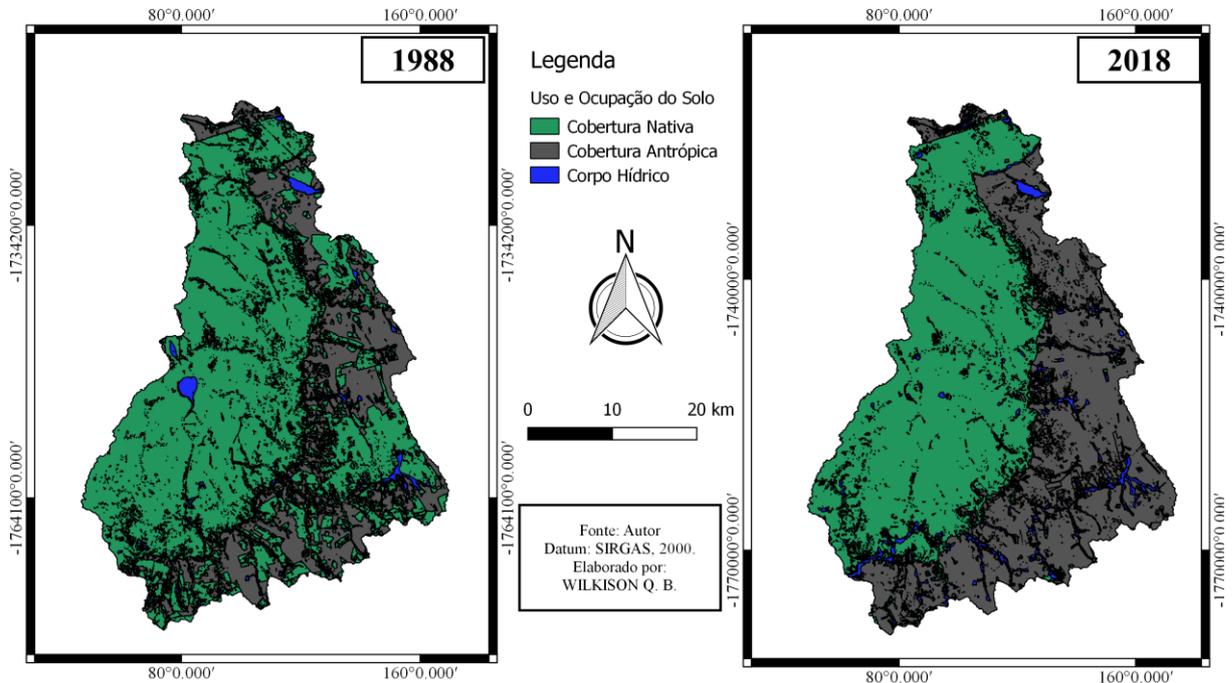


Figura 23 – Mapa de uso e cobertura da SBRB do ano de 1988 - 2018.

Fonte: Autor.

Batista (2017) destaca que após diversas e intensas invasões irregulares, com o intuito de pesca e caçar predatória e algumas destruições de matas galerias, todas as atividades sem autorização, o Exército buscou formas de segurança do seu território, com a utilização do arrendamento de terra. Este processo foi legalizado pelo o decreto Decreto Lei nº 9.760 de 5 de setembro de 1946 (BRASIL, 1946) e Portaria nº 017-SEF, de 25 de Outubro de 2006 (BRASIL, 2006). É provável que esse seja o ponto chave dessa pesquisa, uma vez que esse princípio foi fator importante na alteração do uso e cobertura dessa sub-bacia.

Os proprietários de rebanhos, em especial aqueles que possuíam imóveis confrontantes com a área do CIF às margens dos Rios Preto e Bezerra e que tiveram suas terras desapropriadas com a criação do Campo, pleitearam, no Ministério do Exército, a realização dos arrendamentos uma vez que não haveria outra entrada, a não ser a que se localiza ao norte, na BR-020 (BATISTA, 2017, p.50).

Nessa mesma Figura 23, é possível observar que a proporção da cobertura antrópica teve um grande salto em sua participação espacial entre esses trinta anos, principalmente com atividades agropecuárias, refletindo as informações quantitativas aqui apresentadas. Batista (2017) enfatiza que o arrendamento tem como principal atividade a pastagem de gado, que é uma modalidade compatível e prática, porque quando os militares precisam utilizar a área para treinamento a retirada dos gados não demanda de grande tempo.

O critério de validação do mapeamento se deu através da matriz de confusão, a partir da qual “pode desenvolver-se uma série de medidas estatísticas que concluem o processo de validação” (FERREIRA et al., 2007, p.888). Congalton (1991) destaca bem alguns critérios que serviram como parâmetros para avaliar e monitorar a exatidão de mapeamentos temáticos, o qual nem sempre é possível o pesquisador averiguar toda a área de estudo, através da pesquisa *in loco*. Com a matriz de confusão é possível chegar às medidas estatísticas, sendo utilizadas, neste trabalho, a *exatidão global* e o *índice de kappa* (FIDALGO, 1995).

Na Tabela 7 é possível observar os valores correspondentes à acurácia do mapeamento e, conseqüentemente, a ocorrência de poucos erros na classificação da imagem do ano 1988, o qual, dos 50 pontos avaliados (figura 24), apenas 2 pontos foram confundidos entre as classes apresentadas, sendo classificados como cobertura nativa quando, na verdade, pertenciam a classe cobertura antrópica. É importante enfatizar que foram utilizados os mesmos pontos à avaliação de todos os mapas temáticos. Com os valores da matriz de confusão foi possível a realização das medidas estatísticas já citadas, apresentadas nos cálculos 1 e 2.

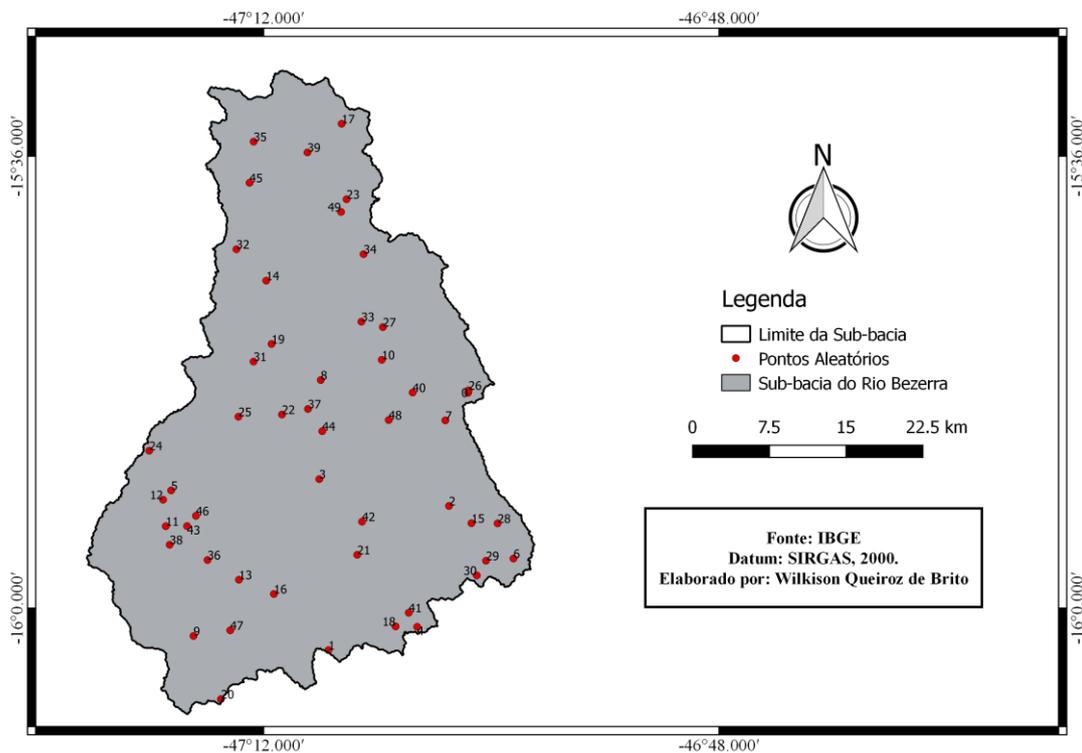


Figura 24 – Mapa com os pontos aleatórios distribuídos espacialmente.
Fonte: Autor.

Tabela 7 – Matriz de confusão do ano de 1988.

| Verdade de Campo | | Classificação - 1988 | | | |
|------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------|-------|
| | | Cobertura Nativa | Cobertura Antrópico | Corpo Hídrico | Total |
| Referência | Cobertura Vegetal | 35 | 0 | 0 | 35 |
| | Cobertura Antrópico | 2 | 12 | 0 | 14 |
| | Corpo Hídrico | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | Total | 37 | 12 | 1 | 50 |

Fonte: Autor.

Cálculo 1 – Índice de Kappa.

$$K = \frac{50(35 + 12 + 1) - [(35 \times 37) + (14 \times 12) + (1 \times 1)]}{(50)^2 - [(35 \times 37) + (14 \times 12) + (1 \times 1)]} \times 100$$

$$K = 90\%$$

Fonte: Autor.

Cálculo 2 – Exatidão Global.

$$F_m = \frac{48}{50} \times 100$$

$$F_m = 96\%$$

Fonte: Autor.

Na matriz de erro do ano de 1998 (Tabela 8), dos 50 pontos avaliados, apenas 2 apresentaram erro entre as classes, sendo classificados como cobertura antrópica quando deveriam ser incluídas como cobertura nativa. as medidas estatísticas estão representadas nos cálculos 3 e 4.

Tabela 8 – Matriz de confusão do ano de 1998.

| Verdade de Campo | | Classificação - 1998 | | | |
|------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------|-------|
| | | Cobertura Nativa | Cobertura Antrópico | Corpo Hídrico | Total |
| Referência | Cobertura Nativa | 27 | 2 | 0 | 29 |
| | Cobertura Antrópico | 0 | 21 | 0 | 21 |
| | Corpo Hídrico | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Total | 27 | 23 | 0 | 50 |

Fonte: Autor.

Cálculo 3 – Índice de Kappa.

$$K = \frac{50(27 + 21 + 10) - [(29 \times 27) + (21 \times 23) + (0 \times 0)]}{(50)^2 - [(29 \times 27) + (21 \times 23) + (0 \times 0)]} \times 100$$

$$K = 91\%$$

Fonte: Autor.

Cálculo 4 – Exatidão Global.

$$F_m = \frac{48}{50} \times 100$$

$$F_m = 96\%$$

Fonte: Autor.

Na tabela 9 é possível avaliar um comportamento um pouco distinto das tabelas anteriores, em que, dos 50 pontos, 2 pontos que era cobertura vegetal foram classificados como cobertura antrópica e também 1 ponto foi classificado como água, porém deveria ser classificado como cobertura vegetal e as medidas estatísticas nos cálculos 5 e 6.

Tabela 9 – Matriz de confusão do ano de 2008.

| Verdade de Campo | | Classificação - 2008 | | | |
|------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------|-------|
| | | Cobertura Nativa | Cobertura Antrópico | Corpo Hídrico | Total |
| Referência | Cobertura Nativa | 25 | 2 | 1 | 28 |
| | Cobertura Antrópico | 0 | 21 | 0 | 21 |
| | Corpo Hídrico | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | Total | 25 | 23 | 2 | 50 |

Fonte: Autor.

Cálculo 5 – Índice de Kappa.

$$K = \frac{50(25 + 21 + 1) - [(28 \times 25) + (21 \times 23) + (1 \times 2)]}{(50)^2 - [(28 \times 25) + (21 \times 23) + (1 \times 2)]} \times 100$$

$$K = 88\%$$

Fonte: Autor.

Cálculo 6 – Exatidão global.

$$F_m = \frac{47}{50} \times 100$$

$$F_m = 94\%$$

Fonte: Autor.

Essa matriz de confusão do ano de 2018 (Tabela 11), apresentou o melhor aproveitamento entre as classificações, com a apresentação de um menor índice de erros, o qual entre os 50 pontos, apenas 1 ponto que a referência apresentou como cobertura nativa foi classificado como cobertura antrópica. Esse ano apresentou o melhor índice de Kappa e o índice de exatidão global apresentados nos cálculos 7 e 8.

Tabela 10 – Matriz de confusão do ano de 2018.

| Verdade de Campo | | Classificação - 2018 | | | |
|------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------|-------|
| | | Cobertura Nativa | Cobertura Antrópico | Corpo Hídrico | Total |
| Referência | Cobertura Nativa | 24 | 1 | 0 | 25 |
| | Cobertura Antrópico | 0 | 24 | 0 | 24 |
| | Corpo Hídrico | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | Total | 24 | 25 | 1 | 50 |

Fonte: Autor

Cálculo 7 – Índice de Kappa.

$$K = \frac{50(24 + 24 + 1) - [(25 \times 24) + (24 \times 25) + (1 \times 1)]}{(50)^2 - [(25 \times 24) + (24 \times 25) + (1 \times 1)]} \times 100$$

$$K = 96\%$$

Fonte: Autor.

Cálculo 8 – Exatidão global.

$$F_m = \frac{49}{50} \times 100$$

$$F_m = 98\%$$

Fonte: Autor.

É importante ressaltar que todos os valores apresentados de exatidão global apresentaram um índice muito bom de aproveitamento da classificação dos mapas temáticos, utilizando a tabela 2 como referência de Lands e Koch (1977) todas as classificações realizadas apresentaram uma qualidade excelente no mapeamento temático em relação ao índice de Kappa. Muitos trabalhos colocam esse índice como referência para a validação de campo (RODRIGUES et al., 2007; TEXEIRA et al., 2013; NUNES; ROIG, 2015;).

6.0 Conclusão

A análise multitemporal da sub-bacia do Rio Bezerra, demonstrou como as ações antrópicas têm influência direta na transformação do uso e cobertura do solo e esta apresentou o mesmo comportamento de áreas similares inseridas no Bioma do Cerrado, com a expansão agrícola, tendo uma grande intensidade entre os anos de 1970 e 1990 nessa área, com o intuito de atender uma maior demanda de produção de alimentos, entretanto nessa área até meados de dos anos de 1998, havia bastante vegetação nativa.

A cobertura nativa relativamente tem presença na metade da sub-bacia do Rio Bezerra, com a outra metade sendo caracterizada por atividades agropecuárias. É provável que, caso essa área com vegetação preservada não estivesse localizada em um limite militar, essa expansão agrícola, juntamente com outras pressões antrópicas, teria alterado essa vegetação natural. Entretanto, é necessário levar em consideração o processo de histórico das atividades agropecuárias, o qual foi ressaltado nos resultados que o arrendamento por parte dos militares foi uma forma de proteção para essa vegetação nativa, talvez essa ideia tenham sido a melhor solução, como forma de manter a manutenção da biodiversidade do Cerrado.

É importante ressaltar que os fatores ocorrentes nessa sub-bacia do Rio Bezerra, podem refletir no comportamento hídrico da bacia do Rio Preto, por ser um importante afluente para essa bacia hidrográfica, ou seja, os problemas ambientais que acontecem em pequena escala realmente podem modificar a dinâmica de um corpo hídrico. Outro ponto bem relevante é a falta de estudos científicos nessa área. A bacia hidrográfica do Rio Preto tem dois afluentes principais a sua montante, o qual o primeiro é responsável pelo o nome do Rio principal, já o segundo é o Rio Bezerra que tem poucas informações científicas.

Portanto, é importante a produção de trabalhos científicos que possam monitorar o uso e cobertura do solo, já que a ação antrópica pode ser bem agressiva em alguns casos. É necessário que a sociedade, os gestores ambientais e os políticos possam ter perspectivas que o ambiente tem grande importância, protegendo as nascentes, a biodiversidade de espécies da fauna e flora e buscar formas de interação entre o homem e natureza que não seja agressiva e de forma predatório, ou seja, que haja harmonia nessa relação que é muito importante para a sobrevivência humana.

7.0 Referências

- 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 (Esturtiano) na região de Bezerra-Formosa, Goiás. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 37, n. 4 suppl, p. 147-155, 2007.
- ANDERSON, J. R.; HARDY, E. E.; ROACH, J. T.; WITMER, R. E. A land use and land cover classification system for use with remote sensor data. **U.S. Geological Survey Professional Paper**, No. 964. USGS, Washington, D.C. 1976.
- ALTMANN, N.; PANINATO, A. Experiências da SLC Agrícola no manejo da fertilidade do solo no cerrado. **Informações Agronômicas**, Potafos, n.94, junho/2001.
- BATISTA, V. G. P. **Uso e cobertura do solo na bacia do Alto Rio Preto**: análise do mapeamento histórico das mudanças nas áreas de Preservação Permanente em Unidade de Conservação Ambiental, área de uso militar e urbano-rural entre 1970 a 2016. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2017.
- BARRELLA, W. et al. As relações entre as matas ciliares os Rios e os peixes. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO; H. F. (Ed.) **Matas ciliares**: conservação e recuperação. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.
- BARROS, A. C.; SILVA, T. J.; COSTA, D, M. Sensoriamento remoto na análise ambiental da microbacia do córrego da água amarela, Itaberá/SP. **Holos environment**, v.16, n.1, 2016.
- BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global. Esboço metodológico**. Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia, Cadernos de Ciência da Terra, 1971, 1-27 p.
- BERTRAND, G. PaysageetGéographie Physique Global. Esquisseméthodologique. **Revue Géographique dès Pyrenéeset Du SudOuest**. Toulouse, v. 39, n° 3, p. 249-272, 1968.
- BORGES, M. E. S.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; MARTINS, E. S.; ARCOVERDE, G. F. B.; GUIMARÃES, R. F.; GOMES, R. A. T. Emprego do processamento digital dos parâmetros morfométricos no mapeamento geomorfológico da bacia do Rio Preto. **Espaço & Geografia**, Vol.10, Nº 2, 401-429, 2007.
- BORGES, P. P.; MARTINS, P. T. A.; FERREIRA, A. A. Uso e ocupação do solo por meio de uma série histórica na bacia do Rio Santa Teresa em Goiás. **Revista Brasileira de Geografia Física**. V. 09, N. 01. p. 296-304, 2016.
- BRASIL. Lei nº 9.760 de 5 de setembro de 1946. Dispõe sobre os bens imóveis da União e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado de Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 5 de Setembro de 1946.
- BRASIL, Boletim do Exército. Portaria nº 017-SEF, de 25 de Outubro de 2006. Dispõe de aprova as normas para a administração das receitas geradas pelas unidades gestoras. **Boletim do Exército nº 44**. 3 de novembro de 2006.

CÂMARA, G.; Monteiro A. M. V.; Medeiros, J. S. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, 2004.

CAMARGO, L. H. R. **A ruptura do meio ambiente: conhecendo as mudanças ambientais do planeta através de uma nova percepção da ciência: A Geografia da complexidade**. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005, 240 p.

CARNEIRO, P. J. R.; MALDANER, V. I.; ALVES, P. F.; QUEIRÓS, I. A.; MAURIZ, T. V.; PACHECO, R. F. Evolução do uso da água na bacia do Rio preto no Distrito Federal. **Espaço & Geografia**, Vol.10, Nº 2, 2007.

CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D.; REIS, E. F.; PEREIRA, H. S.; AZEVEDO, W. R. Atributos físicos, químicos e biológicos do solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 33: 147-157, 2009.

CARVALHO, P. R. S. **Análise comparativa de métodos para delimitação automática das sub-bacias do alto do Rio Preto**. Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Departamento de Geografia, 2007.

CASTILHO, D.; CHAVEIRO, E. F. Por uma análise territorial do cerrado. In: **Cerrados: perspectivas e olhares**. PELÁ, M.; CASTILHO, D. (orgs). Goiânia: Editora Vieira, 2010.

COELHO V. H. R.; MONTENEGRO S. M. G. L.; ALMEIDA C. S. N.; LIMA E. R. V.; RIBEIRO NETO A.; MOURA G. S. S. Dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB, Vol.18, Nº.1, p.64-72, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v18n1/v18n1a09.pdf>> Acesso em: 12 Jul. 2018.

CONGALTON, R. G. A review of assessing the accuracy classificatons of remotely sensed data. **Remote Sensing Environment**, v. 37, p.35-46, 1991.

CONGEDO, L. Semi-Automatic Classification Plugin documentation. **Release**, p. 225-235, 2016.

CHAVES, S. L. S.; LIMA, M. O.; MELO, L. F. S. **Geoprocessamento aplicado à análise espacial-temporal da dinâmica dunar sobre a lagoa do portinho no litoral piauiense**. VI Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife – agosto, 2016.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Geomorfologia**. 2ª Ed. – São Paulo: Edgard Blücher. 1980. 189 p.

CHRISTOPHERSON, R. W. **Geossistemas: Uma introdução à geografia física**. Tradução: Francisco Eliseu Aquino ... (et al.). Porto Alegre: Bookman, 7ª edição, 2012.

CHUVIECO, E. **Fundamentos de teledetection espacial**. Madrid: Unigraf, 1990. 453p.

DONADIO, N. M. M.; GALBIATTI, J. A.; PAULA, R. C. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do Córrego Rico, São Paulo, Brasil.

Engenheira Agrícola. Jaboticabal, V. 25, Nº 1, p. 115-125, 2005. Disponível: <http://www.scielo.br/pdf/ /eagri/v25n1/24877.pdf>. Acesso: 15 jul. 2018.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília: Embrapa Produção de informação, Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2006. 306 p.

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

EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE. **Satélites de Monitoramento.** Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2013. Disponível em: <<http://www.sat.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 2 Julho. 2018.

FERREIRA, E.; DANTAS, A. A. A.; MORAIS, A. R. Exatidão na classificação de fragmentos de matas em imagem do satélite Cbers-CCD, no município de Lavras, MG. **Anais... XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 887-894.**

FIDALGO, E. C. C. **Exatidão no processo de mapeamento temático da vegetação de uma área de mata atlântica no estado de São Paulo, a partir de imagens TM-Landsat. 1995.** 186p. (INPE-5944-TDI/570). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1995.

FIGUEIREDO, D. **Conceitos Básicos de Sensoriamento Remoto.** Brasília-DF: CONAB, 2005.

FOLEY, J. A.; DEFRIES, R.; ASNER, G. P.; BARFORD, C.; BONAN, G.; CARPENTER, S. R.; CHAPIN, F. S.; COE, M. T.; DAIL, Y. G. C.; GIBBS, H. K.; HELKOWSKI, J. H.; HOLLOWAY, T.; HOWARD, E. A.; KUCHARIK, C. J.; MONFREDA, C.; PATZ, J. A.; PRENTICE, I. C.; RAMANKUTTY, N.; SNYDER, P. K. **Global consequences of land use.** Science, v. 309 p. 570–574, 2005.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. **Iniciação em Sensoriamento Remoto.** 3ª Ed. – São Paulo: Oficina de Textos, 2011, 101 p.

FLORENZANO, T. G. **Os satélites e suas aplicações.** Série Especializando. São José dos Campos: SINDCT, 2008.

GOIÁS, (Estado). Secretaria de Indústria de Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. **Mapa Geomorfológico do Estado de Goiás: Relatório Final.** Goiânia, 2005. Edgardo M. Latrubesse (Org). Goiânia, 2005, p. 81.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico.** 6ª Ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

IBGE. **Introdução ao processamento de imagens.** Rio de Janeiro, Manuais técnicos em Geociências, nº9, 2001.

JACINTHO, L. R. C. **Geoprocessamento e sensoriamento remoto como ferramentas na gestão ambiental de unidades de conservação: o caso da área de proteção ambiental (APA) do Capivari-Monos, São Paulo-SP.** 2003. 121 f. Dissertação. (Mestrado em Geociências) Universidade de São Paulo – SP.

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

LATRUBESSE, E. M.; CARVALHO, T. M. STEVAUX, J. C. **Mapa Geomorfológico de Goiás e Distrito Federal.** Superintendência de Geologia e Mineração do Estado de Goiás, Goiânia, 2005.

LAURANCE, W. F.; SAYER, J. E.; CASSMAN, K. G. Agricultural expansion and its impacts on tropical. **Tendências Ecol. Evol.** 29 , 107-116, 2014.

LEITE, Marcos Esdras.; ROSA, Roberto. **GEOGRAFIA E GEOTECNOLOGIAS NO ESTUDO URBANO.** Caminhos de Geografia 17(17) 180 - 186, fev/2006.

LEITE, E. F.; ROSA, R. Análise Do Uso, Ocupação E Cobertura Da Terra Na Bacia Hidrográfica Do Rio Formiga, Tocantins. **OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia,** v.4, n.12, p. 90-106, dez. 2012.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics,** v. 33, p. 159-154, 1977.

LILLESAND, T. M.; KIEFER, R.W.; CHIPAN, J. W. **Remote sensing and interpretation.** 5 ed. Madison: Wiley, 2004. 763p.

LIMA, W. P.; ZAKIA M. J. B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES; R. R.; LEITÃO FILHO; H. F. (Ed.) **Matas ciliares: conservação e recuperação.** 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000. p.33-43.

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

LIMA, J. E. F. W. Situação e perspectivas sobre as águas do cerrado. **Ciência Cultura.** São Paulo, V. 63, n. 3, p. 27-29, July 2011.

LIU, W. T. H. **Aplicações de sensoriamento remoto.** Campo Grande: Ed. UNIDERP, 2006, p. 908.

MACHADO, R. A. S.; LOBÃO, J. R. B.; VALE, R. M. C.; SOUZA, A. P. M. J. Análise morfométrica de bacias hidrográficas como suporte a definição e elaboração de indicadores para a gestão ambiental a partir do uso de geotecnologias. **Anais...** XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.1441

MARCUZZO, F. F. N.; CARDOSO, M. R. D.; FARIA, T. G. CHUVAS NO CERRADO DA REGIÃO CENTRO-OESTE DO BRASIL: análise histórica e tendência futura. **Ateliê Geográfico.** Goiânia-GO, v. 6, n. 2, p.112-130, ago/2012.

MARTINS, E. S.; REATTO, A.; CARVALHO JR, O. A.; GUIMARÃES, R. F. **Ecologia da paisagem: conceitos e aplicações potenciais no Brasil**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004.

MATOS, P. F.; PESSÔA, V. L. S. A Modernização da agricultura no Brasil e os novos usos do território. **Geo UERJ** - Ano 13, nº. 22, v. 2, p. 290-322, 2011.

MENDONÇA, F. **Geografia Física: Ciência Humana**. 4ª. Ed. – São Paulo: Editora Contexto, 1996.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. 1ª. ed. Brasília, CNPq, v. 1. 2012. 256 p.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia. e Desenvolvimento Rural Sustentável**. Porto Alegre, v.3, n.4, out/dez, 2002.

MOREIRA, M. L. O.; MORETON, L. C.; ARAÚJO, V. A.; FILHO LACERDA, J. V.; COSTA, H. F. **Geologia do estado de Goiás e Distrito Federal**. Goiânia: CPRM/SIC – FUNMINERAL, 2008.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 3ª Ed. Atual. Ampl. – Viçosa: Ed. UFV, 2005.

MONTEBELO, L. A.; CASAGRANDE, C. A.; BALLESTER, M. V. R.; VICTORIA, R. L.; CUTOLO, A. P. A. Relação entre uso e cobertura do solo e risco de erosão nas áreas de preservação permanente na bacia do ribeirão dos Marins, Piracicaba-SP. In: XII SBSR, **Anais...** Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 3829-3836.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G; FONSECA, G.A.B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, 403: 853-858. 2000.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. **Mapeamento do uso e cobertura do Cerrado: projeto TerraClass Cerrado 2013**. Brasília: MMA, 2015.

NASCIMENTO, F. R.; SAMPAIO, J. L. F. Geografia Física, Geossistemas e estudos integrados da paisagem. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**.V. 6/7, n. 1, p.167-179, 2005.

NEVES, G.; CARVALHO, D. M.; VASCONCELOS, V.; MARTINS, E. S.; JUNIOR, A. F. C. **Padrões das mudanças da cobertura da terra no contexto das grandes bacias hidrográficas do distrito federal**. - Brasília: Companhia de Planejamento do Distrito Federal, 2016.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. São José dos Campos, INPE/MCT, 1998, 363 p.

NUNES, J. F.; ROIG, H. L. Land use and land occupation analysis and mapping of the Alto Descoberto hydrographic basin, DF/GO, using a fuzzy rule-based automatic classification. **Brazilian Journal of Forest Science**, 39(1): 25-36, 2015.

PONZONI, J.; SHIMABUKURO, Y. E.; KUPLICH, T. M. **Sensoriamento Remoto da Vegetação**. 2ª. Ed. – São Paulo: Oficina de Textos, 2012, 176 p.

REIS, N. T. O.; GARCIA, N. M. D.; SOUZA, P. N.; BALDESSAR, P. S. Análise da dinâmica de rotação de um satélite artificial: uma oficina pedagógica em educação espacial. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 1, 1401, 2008.

RIBEIRO, J. F. & WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: ecologia e flora**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2008. 1279p.

ROCHA, I. R.; CABRAL, J. B. P. Alterações no Uso da Terra da Bacia Hidrográfica da UHE Salto do Rio Verdinho, Goiás, Brasil. **Ciência e Natura**. v.39 Ed. Esp. PROCAD/CAPES, 2017, p. 142– 153.

RODRIGUES, C.; ADAMI, S. **Técnicas de hidrografia**. In: VENTURI, L. A. B. Geografia: Práticas de campo, laboratório e sala de aula. São Paulo: Sarandi, 2011.

RODRIGUES T. R. I.; ROCHA A. M.; PEREZ FILHO A. Mapeamento de uso e ocupação das terras na Bacia do Baixo Curso do Rio São José do Dourados-SP por sistemas de informações geográficas e imagem de satélite. In: **Anais...** do 13º Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto [CD ROM]; Florianópolis. São José dos Campos: INPE; 2007.

ROSA, Roberto. **Geotecnologias na Geografia Aplicada**. Revista do Departamento de Geografia, 16 (2005) 81-90.

ROSA, Roberto. **Análise Espacial em Geografia**. Revista da ANPEGE, v. 7, n. 1, número especial, p. 275-289, out. 2011.

ROSS, J. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental**. São Paulo: Oficinas de textos, 2009.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. 9ª Ed. – São Paulo: Contexto, 2014.

SANO, E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA JR, L. G. **Mapeamento de cobertura vegetal do bioma Cerrado: estratégias e resultados**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007.

SANO E. E.; FERREIRA G. L. Monitoramento semidetalhado (escala 1:250 000) de ocupação de solos do cerrado: considerações e proposta metodológica. In: **Anais...** XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 3309-3316.

SANTANA, D. P. **Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003.

SEIFFERT, M. E. B. **Gestão ambiental: instrumentos, esferas de ação e educação ambiental**. São Paulo: Atlas, 2007. 310 p.

- SILVA, J. X. O que é Geoprocessamento? **Revista do Crea-RJ** – Outubro/Novembro, 2009.
- SILVA, E. B.; ANJOS, A. F. O monitoramento do desmatamento e as ações de conservação do bioma cerrado na primeira década do século XXI. In: PELÁ, Márcia; CASTILHO, Denis (orgs.). **Cerrado: perspectivas e olhares**. Goiânia: Ed. Vieira, 2010, p. 71 – 91.
- SOARES, R. B.; SOARES, C. B. S. S.; COSTA, J. A. L.; COSTA, S. S.; SOARES, R. B. **Aplicação de técnica de fusão em imagens Landsat 8/ OLI**. XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, INPE, 2015.
- SOARES FILHO, B. S. **Análise de paisagem: fragmentação e mudanças**. Belo Horizonte: UFMG, 1998.
- SOUZA, E. R.; FERNANDES, M. R. Sub-bacias hidrográficas: unidades básicas para o planejamento e a gestão sustentáveis das atividades rurais. **Inf. Agropec.** Belo Horizonte, 207: 15-20, 2000.
- SCHRAGE, T. J.; UAGODA, R. E. S. Distribuição espacial de depressões na bacia do alto Rio preto (go, df, mg) e suas relações com controles geológicos e pedogeomorfológicos. **Revista Brasileira de Geomorfologia (Online)**, São Paulo, v.18, n.2, (Abr-Jun) p.379-395, 2017.
- TEIXEIRA, A. H. C.; LEIVAS, J. F.; SILVA, G. B. Balanço hídrico em larga escala com imagens landsat 8 em agros-ecossistemas do submédio São Francisco. In: SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO, **Anais...** Juazeiro, BA; CBHSF, 2016.
- TEIXEIRA, A. C. O.; ALMEIDA, T. M.; MOREAU, M. S.; MOREAU, A. M. S. S. Análise da dinâmica de uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do baixo Rio de contas – bahia, entre os anos de 1973 a 2001. **Revista Eletrônica Geoaraguaia**. Barra do Garças-MT. Edição Especial. p. 42 - 55. Setembro. 2013.
- 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, p. 137-156, 2007.
- TRICART, J. **Ecodinâmica**. IBGE – Rio de Janeiro: SUPREN, 1977.
- TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. Editora da UFRGS/ABRH. 3ª Ed. – Porto Alegre, 2002.
- TUCCI, C. E. M.; MENDES, C. A. **Avaliação Ambiental Integrada de Bacia Hidrográfica**. Ministério do Meio Ambiente / SQA. – Brasília: MMA, 2006.
- TUNDISI, J. G. **Ciclo hidrológico e gerenciamento integrado**. Cienc. Cult. vol. 55 nº.4 São Paulo Oct./Dec. 2003.
- USGS. U. S. Geological Survey. **Landsat Mission**. Disponível em: <<https://landsat.usgs.gov/>>. Acesso em: 01 nov. 2018.

VANBERGEN, A. J. Landscape alteration and habitat modification: impacts on plant–pollinator systems. **Current Opinion in Insect Science**. 2014, 5:44–49.

VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B.; FRANCO, R. A. M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Corrégo Três Barras, Marinópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.14, p. 55-64, 2010.

VIEIRA, C. H. N.; MATTOS, L. M.; MALAQUIAS, J. V.; AQUINO, F. G.; MARTINS, P. T. A. Análise Multitemporal do Uso e Cobertura da Terra da Bacia Hidrográfica do Alto Rio Jardim, Planaltina-DF. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v.11, n.01. p. 85-98, 2018.

WRUBLACK, S. C.; MERCANTE, E.; PRUDENTE, V. H. R.; SILVA, J. L. G.; BOAS, M. A. V.; OLDONI, L. V. Geotechnologies and multivariate statistics applied to water resources management in a predominantly agricultural watershed. **Journal of Food, Agriculture & Environment**. Vol.13 (2): 201-209. 2015.

YAMAMOTO, M. K.; CÓRNELIO, G. H. O.; DELANE, J. Elaboração de mapa de classificação para detecção de mudança. In: XVIII SBSR, **anais...** Santos – SP. P. 4220-4226, 2017.

ZIEMER, R. R. **Monitoring Watersheds and Streams**. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-168. 1998.