

UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL DA BAHIA

CAMPUS JORGE AMADO

KATRINE CONCEIÇÃO DOS SANTOS

**CAPACIDADE DE PRODUÇÃO DE ÁGUA DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO SALGADO, BAHIA**

ITABUNA – BAHIA

2024

KATRINE CONCEIÇÃO DOS SANTOS

CAPACIDADE DE PRODUÇÃO DE ÁGUA DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO SALGADO, BAHIA

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Universidade Federal do Sul da Bahia, como parte das exigências do curso de Engenharia Agrícola e Ambiental para obtenção do título de bacharel em Engenharia Agrícola e Ambiental.

Orientadora: Danusa Oliveira Campos

ITABUNA – BAHIA

KATRINE CONCEIÇÃO DOS SANTOS

CAPACIDADE DE PRODUÇÃO DE ÁGUA DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO SALGADO, BAHIA

Trabalho de conclusão de curso apresentado a
Universidade Federal do Sul da Bahia, como
parte das exigências do curso de Engenharia
Agrícola e Ambiental para obtenção do título de
Engenheiro Agrícola e Ambiental.

Aprovado: 19 de Setembro de 2024

Documento assinado digitalmente
 DANUSA OLIVEIRA CAMPOS
Data: 10/11/2024 09:51:43-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Profa. Dra. Danusa Oliveira Campos

(Orientadora)

Universidade Federal do Sul da Bahia/UFSB

Documento assinado digitalmente
 ALEX MOTA DOS SANTOS
Data: 10/11/2024 09:06:50-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Alex Mota dos Santos

Membro Convidado

Universidade Federal do Sul da Bahia/UFSB

Documento assinado digitalmente
 CLAUDIA MENDES CORDEIRO
Data: 18/11/2024 20:43:38-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Profa. Dra. Cláudia Mendes Cordeiro

Membro Convidado

Instituto Federal da Bahia/IFBA

DEDICATÓRIA

Dedico a minha avó materna Soledade Sebastiana da Conceição (in memoriam). "Ê divera", a saudade é grande da senhora.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por mais esta conquista em minha vida. Toda honra e toda glória seja dada a Ele.

Agradeço a minha família, em especial ao meu esposo Luan dos Santos Lima pelo apoio, paciência e amor dedicados a mim nesses poucos e muitos anos.

A minha mãe Benedita Soledade, a meu pai Ubiratan, aos meus irmãos Patrick e Matheus e ao meu sobrinho Hanrry Dimon, vocês são a minha base.

A minha sogra Egnair Viana e ao meu sogro Adervaldo Antunes por todo auxílio e carinho.

A minha amiga de caminhada acadêmica Yasmine Gonçalves por todas as nossas conversas, apoio muito e vivências compartilhadas.

A Paloma Marinho que apesar do pouco tempo de convivência foi parte essencial a conclusão desta caminhada.

A minha orientadora Danusa Oliveira Campos por todo apoio, compreensão e conhecimentos compartilhados no desenvolver deste projeto.

A Universidade Federal do Sul da Bahia pelo apoio material para ao desenvolvimento desta pesquisa.

RESUMO

Ao longo dos anos, a qualidade e a quantidade da água têm se deteriorado, o que pode levar à escassez de água potável. Neste contexto, a análise sobre as mudanças da paisagem pode auxiliar o planejamento ambiental e à organização do espaço geográfico com base no uso sustentável dos recursos hídricos. Elementos como o relevo, clima, pedologia, vegetação e uso e ocupação do solo atuam sobre as dinâmicas ambientais da bacia hidrográfica de modo contínuo. Assim, apresentam significativa influência sobre a aptidão da bacia em produzir água. Este estudo tem como objetivo determinar a capacidade natural e ambiental de produção de água da Bacia Hidrográfica do Rio Salgado (BHRS), localizada na porção sul da Bahia. A metodologia adotada consiste no uso da Análise de Multicritérios em ambiente Sistema de Informação Geográfica para a determinação da capacidade de produção de água da bacia proposto por Campos (2014). Para tanto, serão considerados os elementos naturais e antrópicos formadores da paisagem: pluviosidade, evapotranspiração, geologia, geomorfologia, solo, declividade, vegetação e uso e ocupação do solo; bem como as suas inter-relações com a produção de água. A Capacidade Natural de Produção de Água da bacia em estudo foi classificada como: média e alta, e a Capacidade Ambiental de Produção de Água foi classificada como: baixa, média e alta. A dinâmica de uso e ocupação do solo desta tem alterado sua capacidade de produção de água. A pastagem é principal atividade antrópica de impacto negativo para produção de água na bacia.

Palavras-chave: Recursos Hídricos, Análise Multicritérios, Bacia Hidrográfica.

ABSTRACT

Over the years, water quality and quantity have deteriorated, which can lead to a shortage of drinking water. In this context, the analysis of landscape changes can help environmental planning and the organization of geographic space based on the sustainable use of water resources. Elements such as relief, climate, pedology, vegetation and land use and occupation act on the environmental dynamics of the hydrographic basin in a continuous. Thus, they have a significant influence on the basin's ability to produce water. This study aims to determine the natural and environmental water production capacity of the Salgado River Basin (SRD), located in the southern portion of Bahia.. The methodology adopted consists of using Multicriteria Analysis in a Geographic Information System environment to determine the water production capacity of the basin proposed by Campos (2014). To this end, the natural and anthropic elements that form the landscape will be considered: rainfall, evapotranspiration, geology, geomorphology, soil, slope, vegetation and land use and occupation; as well as its interrelationships with water production. The Natural Water Production Capacity of the basin under study was classified as: medium and high, and the Environmental Water Production Capacity was classified as: low, medium and high. The dynamics of land use and occupation have altered its water production capacity. Pasture is the main human activity with a negative impact on water production in the basin.

Keywords: Water Resources, Multicriteria Analysis, Hydrographic Basin.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do Rio Salgado	20
Figura 2 – Fluxograma de produção de água	21
Figura 3 – Precipitação da bacia hidrográfica do Rio Salgado	22
Figura 4 – Evapotranspiração da bacia hidrográfica do Rio Salgado.	23
Figura 5 – Geologia da bacia hidrográfica do Rio Salgado.	24
Figura 6 – Solo da bacia hidrográfica do Rio Salgado	25
Figura 7 – Geomorfologia da bacia hidrográfica do Rio Salgado.	26
Figura 8 – Vegetação Nativa da bacia hidrográfica do Rio Salgado.	27
Figura 9 – Capacidade natural de produção de água da bacia hidrográfica do Rio Salgado.	28
Figura 10 – Uso e ocupação da terra da bacia hidrográfica do Rio Salgado	30
Figura 11 – Capacidade ambiental de produção de água da bacia hidrográfica do Rio Salgado	31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP	<i>Analytical Hierarch Process</i>
APA	Área de Proteção Ambiental
BH	Bacia Hidrográfica
BHRS	Bacia Hidrográfica do Rio Salgado
CAPA	Capacidade Ambiental de Produção de Água
CEPLAC	Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira
CNPA	Capacidade Natural de Produção de Água
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INEMA	Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
MMADs	Métodos Multicritérios de Análise de Decisão
SEI	Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia
SIGs	Sistemas de Informações Geográficas
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SMAP	<i>Moisture Accounting Procedur</i>
UPGRH	Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3 2.1 Bacia Hidrográfica como categoria de análise	12
4 2.2 Influência da paisagem na produção de água	14
5 2.3 Análise de Multicritérios	16
6 MATERIAL E MÉTODOS	19
7 3.1 Área de estudo – A Bacia Hidrográfica do rio Salgado	19
8 3.2 Métodos e Técnicas	20
9 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
10 CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

1 INTRODUÇÃO

A água possui diversos usos para as civilizações, desempenhando um papel fundamental na organização social e participando ativamente das atividades de geração de renda, como produção agrícola, abastecimento, transporte, indústria e lazer. Apesar de sua importância universal, as intervenções antrópicas causam intensa degradação da qualidade e quantidade da água interferindo de forma significativa na dinâmica hidrológica (RANCHEL, 2008) e consequentemente, na capacidade de produção de água das paisagens (CAMPOS, 2014).

Para melhor compreender a dinâmica de produção de água se faz necessário estudar os elementos formadores da paisagem, suas interações com a água e as modificações impostas ao ambiente. Instrumentos como a Lei n°. 9.433, de 08 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, e a Lei n°. 11.445, de 05 de janeiro de 2007, que estabelece a Política Nacional de Saneamento Básico, consideram a Bacia Hidrográfica (BH) como o recorte territorial para a realização de estudos ambientais, uma vez que esta possui limites naturais, concentra e expressa de melhor modo as alterações socioambientais de um território, gerando sobretudo impacto no seu comportamento hidrológico (BRASIL, 1997; BRASIL, 2007; TEODORO *et al.*, 2007).

A Bacia Hidrográfica do Rio Salgado (BHRS), localizada na porção sul da Bahia é parte integrante da bacia do rio Cachoeira e cobre as áreas dos municípios de Firmino Alves, Santa Cruz da Vitória, Floresta Azul, Ibicaraí e Itapé. Embora desempenhe grande importância no contexto regional, pois seus cursos d'água são utilizados no abastecimento de água para a população, dessedentação animal e para a agricultura irrigada, apresenta diversos conflitos de uso.

As pesquisas desenvolvidas na BHRS revelam diversos conflitos de uso evidenciando a degradação de seus recursos hídricos (SANTOS; PAULA; REGO, 2007; SANTOS; GOMES; REGO, 2011; PAULA *et al.*, 2012; TEIXEIRA *et al.*, 2017; BAHIA, 2017). O estudo de Teixeira *et al.*, (2017) revela a ineficiência dos serviços de esgotamento sanitário na BHRS, com baixas taxas de coleta e tratamento, o que torna os solos, as águas superficiais e subterrâneas da bacia vulneráveis a contaminação. Esse estudo corrobora os resultados obtidos por BAHIA (2017), onde são descritas violações dos parâmetros fósforo total, oxigênio dissolvido e coliformes termotolerantes, relativos aos valores padrão da Resolução CONAMA n.º 307/05, na região do rio Salgado, sobretudo, nos trechos dos municípios Floresta Azul e Ibicaraí.

Este estudo objetivou determinar a Capacidade de Produção de Água da Bacia Hidrográfica do Rio Salgado (BHRS), localizada na porção sul da Bahia. Para tanto, objetivos

específicos foram: (1) Analisar os dados biofísicos e de uso e ocupação do solo da BHRS; (2) Obter a capacidade natural de produção natural de água da BHRS; (3) Levantar a capacidade ambiental de produção de água da BHRS; e (4) Avaliar a influência antrópica sobre a capacidade de produção de água da BHRS.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Bacia hidrográfica como categoria de análise

Diversas são as definições descritas em literatura para BH e estas se assemelham ao conceito dado por Fernandes *et al.* (2021), que a define como um território limitado por divisores topográficos que capta e escoam as águas da chuva para um único local. É definida por Ferreira Júnior e Dantas (2018) como uma área natural de captação das águas da chuva e escoamentos que quando integrados formam um comportamento hidrológico. Para Tucci (2006) é a área que contribui por gravidade para os afluentes até chegar ao rio principal.

Lima e Zakia (2000) descrevem BH como sistemas abertos e em equilíbrio dinâmico, que recebem energia por meio de agentes climáticos e a perdem por meio do deflúvio. Assim, para cada mudança no sistema, de origem antrópica ou natural, uma mudança compensatória deverá ocorrer, mantendo, por tanto, o sistema em equilíbrio.

No Brasil, a BH é reconhecida como uma unidade territorial de planejamento e gestão ambiental conforme estabelece a Lei Federal Nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). Esta lei define os elementos norteadores para os múltiplos usos da água, bem como as responsabilidades e os compromissos em decorrer do seu uso; e a participação do poder público, dos usuários e das comunidades na gestão dos recursos hídricos (BRASIL, 1997; FERNANDES *et al.*, 2021).

Ademais, o Artigo 5º, item III, da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) n.º 001/86, cita que: "devem-se definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada de área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza" (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 1986).

Medeiros *et al.* (2018) expressam que as características físicas, químicas e biológicas de um curso d'água refletem tanto os aspectos geológicos e pedológicos de sua BH, bem como a magnitude dos impactos antrópicos aos quais ela está sujeita. Assim, é importante realizar a gestão desses recursos hídricos de forma integrada, considerando os aspectos físicos, sociais e econômicos localizados na área da BH (CARVALHO, 2020).

Medeiros *et al.* (2018) realizaram a avaliação sazonal e espacial da qualidade das águas superficiais de uma BH. As amostras de água foram coletadas mensalmente em sete pontos da BH, com base na proximidade de estações meteorológicas e acessibilidade, para obtenção de melhores caracterizações espaciais e de ocupação da BH. As variáveis medidas foram

temperatura, pH, turbidez, condutividade elétrica, sólidos totais, fósforo total, nitrato, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e *Escherichia coli* (*E. coli*). Os resultados foram avaliados individualmente e comparados aos padrões brasileiros para águas doces de classe 2, conforme Resolução CONAMA n°. 357, de 17 de março de 2005. O estudo constatou uma variação das variáveis *E. coli*, pH, turbidez, nitrato, DBO e condutividade elétrica nos dois períodos analisados (seco e chuvoso) e que as variações de DBO e *E. coli* apresentavam concentrações em desacordo com os normalizados pelo CONAMA em 3 pontos do perímetro urbano, o que de acordo com o autor se deu em razão da existência de poluição difusa nesses locais no período chuvoso. Segundo Medeiros *et al.* (2018) a análise estatística dos dados indicou o agrupamento das variáveis conforme o uso e ocupação do solo, com uma tendência espacial apresentando dois grupos distintos: rural e urbano.

Menezes *et al.* (2014) analisaram os atributos morfométricos e da mudança do uso do solo em uma microbacia urbana, relacionando-os com a estimativa de vazão máxima como resposta a chuvas de alta intensidade. Menezes *et al.* (2014) caracterizaram o padrão de drenagem formado pelos cursos d'água da microbacia como dendrítico e de 4º ordem. O estudo concluiu que a microbacia apresentava 'Baixa' propensão a cheias em condições normais de pluviosidade anual devido a seu formato alongado e que apesar de apresentar alterações no uso e ocupação do solo, com aumento da área urbana e redução da área de pastagem, não foi observado para os anos analisados alterações na vazão de pico da micro bacia. Entretanto, os autores ressaltam que a manutenção da vazão de pico neste estudo se deu em função da anulação quase que completa das relações de escoamento associadas às alterações de uso e ocupação de uso. O aumento da área urbana, o qual o coeficiente de escoamento a este uso do solo é da ordem de 0,73, foi inferior ao aumento da mata secundária e à diminuição da área de agricultura, que tem associado, respectivamente, um coeficiente de 0,31 e 0,35. Menezes *et al.* (2014) concluíram destacando a necessidade de preservação dos remanescentes da microbacia com a adoção de métodos conservacionistas do solo tendo em vista a grande influência das atividades agrárias e de urbanização no território da micro bacia.

Fernandes *et al.* (2021) apresentam uma análise qualitativa da gestão compartilhada de uma BH transfronteiriça entre Brasil e Uruguai ressaltando a importância da concepção da água como um elemento integrador, que desconhece a concepção de território como uma instância político-administrativa formal e promove uma relação de interdependência e integração entre sociedades. Para os autores, a cooperação estatal baseada na gestão compartilhada da BH tem um impacto direto no desenvolvimento regional e no adensamento das relações sociais e econômicas dos dois países.

Para Carvalho (2020) a delimitação do território baseado nos limites de sua BH permite

analisar de forma sistêmica, elementos, aspectos sociais, ambientais e econômicos, bem como suas inter-relações, a partir das demandas e ofertas existentes em sua área, mas também, externamente. Fernandes *et al.* (2021) afirmam que a menor ação praticada nesse território irá influir sobre a água que infiltra, evapora e flui até a parte mais baixa, sendo percebida por todos os seus usuários.

2.2 Influência da paisagem na produção de água

O diagnóstico da paisagem de uma BH é produzido por meio da análise de sua estrutura biofísica e da dinâmica nos padrões de uso e ocupação do solo (PIRES *et al.*, 2002). Rodriguez *et al.* (2022) definem a paisagem como “um sistema territorial composto por elementos naturais e antropotecnogênicos condicionados socialmente, que modificam ou transformam as propriedades das paisagens naturais originais”.

O uso dos elementos de composição de uma paisagem e suas inter-relações como objetos de análise é bastante difundido nos estudos ambientais. A análise sobre as mudanças da paisagem fornece subsídio a tomada de decisão quanto às questões vinculadas ao planejamento ambiental e à organização do espaço geográfico (PIRES *et al.*, 2015), de modo que se torne possível prever a magnitude dessas mudanças e seus impactos para a biodiversidade e para o fornecimento de serviços ecossistêmicos (GONZAGA, 2016).

A perspectiva de análise baseada nas mudanças das paisagens é empregada em contextos ambientais diversos, como: planejamento voltado à conservação de áreas naturais fragmentadas (PIRES *et al.*, 2015); avaliação de impacto ambiental e cálculo do valor da compensação ambiental de uma obra (SILVA; MEDEIROS, 2017); produção e qualidade de bens de origem animal e vegetal (FELIPE NETO, 2015; ANDRADE; MOURA, 2016), no estudo dos impactos sobre a qualidade das águas fluviais (SAMPAIO; PINTO, 2022) e sobre a capacidade de produção de água (CAMPOS; SANTOS; ASSIS, 2018; CAMPOS; DELABIE, 2023).

Dias *et al.* (2017) ressaltam que é importante considerar o aspecto não estático da paisagem e identificar os processos que atuam sobre a sua transformação, alterando suas dinâmicas ambientais de modo contínuo. Para isso, se faz necessário compreender como as pressões naturais e antrópicas atuam sobre a paisagem natural, com o intuito de obter formas de mitigar os impactos negativos oriundos dessas transformações.

As características climáticas exercem influência sobre a distribuição espacial e temporal das variáveis hidrológicas (precipitação e vazão). Somadas aos aspectos físicos da BH e de

uso e ocupação do solo, delimitam a capacidade de recarga da BH, e por consequência a produção de água (SANTOS *et al.*, 2019; ADAM *et al.*, 2015). Para Valente (2011 *apud* CAMPOS, 2014) a produção de água pode ser definida como a disponibilidade de águas superficiais e subterrâneas de uma BH; esta disponibilidade resulta da interação da precipitação com os elementos naturais e artificiais formadores da paisagem da BH.

A intensidade e a sazonalidade das precipitações — considerada a principal entrada de água numa BH são fatores determinantes aos deflúvios da BH. Regiões onde as precipitações ocorrem com maior distribuição sazonal e menor intensidade apresentam maior possibilidade de recarga da BH, uma vez que favorecem a infiltração da água no solo e diminuem o escoamento superficial (ROSA, 2020). Por outro lado, regiões onde as precipitações se manifestam em grande intensidade e curta duração dificultam a infiltração da água no solo e favorecem o escoamento superficial (ROSA, 2020).

Os atributos do solo são fatores de igual importância para a capacidade de recarga hídrica de uma BH. Solos arenosos têm a infiltração da água facilitada e apresentam pouca capacidade de retenção por estarem mais sujeitos ao escoamento. A ocorrência da maior capacidade de infiltração e menor capacidade de retenção da água no solo se dar pela disposição das partículas no solo, com a predominância de macroporosidades, tornando possível maior percolação da água (ALMEIDA *et al.*, 2020). De modo inverso, solos argilosos são formados por maior fração de partículas de menor tamanho, essas apresentam diâmetro inferior a 0,002 mm (ARAÚJO *et al.*, 2021) e possuem maior capacidade de retenção de água no solo devido a maior proporção de microporosidades; entretanto, a baixa permeabilidade é uma característica marcante desse tipo de solo (ROSA, 2020).

As formas de relevo influenciam de modo direto a circulação das águas pluviais por meio do escoamento superficial, afetando o tempo que as ações de escoamento levam para concentrar a água da chuva nos leitos fluviais da BH. A tendência de picos de enchente, infiltração e erosão dos solos depende da velocidade de escoamento da água sobre os terrenos (CAMPOS, 2014; SANTOS *et al.*, 2019). Conforme Garcia *et al.* (2020) terrenos mais aplainados estão susceptíveis a infiltração, enquanto terrenos de maior declividade estão sujeitos ao escoamento superficial e a erosão dos solos.

A vegetação se relaciona com a capacidade de recarga da BH, controlando o impacto da água da chuva sobre o solo, diminuindo a velocidade do escoamento superficial e a ocorrência de processos erosivos (OLIVEIRA *et al.*, 2018). A presença de cobertura vegetal densa e serrapilheira aumenta a macroporosidade dos solos, e por consequência a capacidade de infiltração da água precipitada (CÂNDIDO *et al.*, 2014).

A expansão da urbanização e da agropecuária por meio da adoção de manejos

inapropriados tem contribuído com alterações na paisagem, como a impermeabilização e compactação dos solos, supressão vegetal, desmatamento e degradação, que favorecem o escoamento superficial e afetam diretamente o potencial de recarga da BH (SANTANA *et al.*, 2018; SANTOS *et al.*, 2019; ROSA, 2020).

Assim, para a determinação da capacidade de produção de água de uma BH devem ser considerados os elementos naturais e antrópicos formadores da paisagem da BH, bem como as inter-relações existentes entre esses elementos de impacto à produção de água. A capacidade de produção de água é obtida a partir da análise da Capacidade Natural de Produção de Água (CNPA) e pela Capacidade Ambiental de Produção de Água (CAPA). A CNPA É definida por Campos (2014) como “a maior ou menor aptidão que a paisagem possui de produzir e armazenar água”. Esta capacidade é medida por meio da análise dos elementos formadores da paisagem e suas inter-relações com a água, de modo que, depende dos fenômenos climáticos (precipitação e evapotranspiração), atributos do solo, geologia, relevo e vegetação. Ainda, a CAPA de uma BH é definida como “a maior ou menor capacidade que um ambiente possui de produção de água após um impacto potencial provocado pelo uso antrópico” (CAMPOS, 2014); assim, a CAPA é resultado da alteração da paisagem natural provocada pelos modos de uso e ocupação do solo.

A instrumentalização dessa teoria ocorre por meio das análises multicritérios. Tal possibilidade é apresentada no próximo tópico.

2.3 Análise de Multicritérios

A Análise de Multicritérios é uma metodologia de análise e hierarquização de variáveis que tem por objetivo definir a grau de pertinências de cada uma delas sobre um problema complexo, a fim de gerar alternativas para a solução do problema (CAMPOS, 2014). Conforme Gomes (1998 *apud* Pacheco *et al.*, 2018) os Métodos Multicritérios de Análise de Decisão (MMADs) são um caminho ao entendimento do conjunto multidisciplinar do processo de decisão, “pois efetuam a análise da decisão e testam a sua robustez, recomendam um curso de ações e selecionam a melhor ação a ser implementada”.

Saaty (1990 *apud* Aires *et al.*, 2022) foi o pioneiro no uso da análise de multicritério para prever a susceptibilidade à erosão de solos. O êxito no estudo de Saaty levou a ampliação do uso de MMADs como ferramenta auxiliar de gerenciamento e tomada de decisão às questões vinculadas ao planejamento ambiental (CALDAS, 2019). Diversos são os trabalhos que utilizam de MMADs para gerar informação suporte à organização e gestão territorial

conforme a predisposição das áreas às variáveis e outros critérios ambientais de interesse à tomada de decisão (PACHECO *et al.*, 2018; SALOMÃO *et al.*, 2020; AGRA e ANDRADE, 2021; CRUZ, 2021; SIPERT e BISOGNIN, 2021; LADISLAU *et al.*, 2021; AIRES *et al.*, 2022).

A integração de MMADs com técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento por meio dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) tem ganhado relevância nos últimos anos (BALAGUER e ALVES, 2021). O uso de MMADs em um ambiente SIG propicia a análise simultânea de diversos critérios e variáveis para a resolução do problema, gerando um mapeamento das áreas conforme a sua sensibilidade aos critérios e variáveis pré-definidos (PACHECO *et al.*, 2018). Essa metodologia utiliza da álgebra de mapas em sua execução que é definida por Weiss e Pippi (2019) como um procedimento técnico operacional que emprega uma análise simultânea sobre todos os mapas e suas variáveis, bem como sua valoração (peso) em relação ao contexto, por meio de operações matemáticas. Os mapas são processados de forma individual aplicando funções em todos os pontos do mapa (BARBOSA *et al.*, 1998 *apud* CAMPOS, 2014).

Tagliarini *et al.* (2019) aplicaram a álgebra de mapas no uso de MMAD associado a tecnologia SIG para a obtenção do mapa de perdas de solo em uma BH. Para tanto, os autores consideram os fatores erosividade da chuva, erodibilidade do solo, declividade, uso e ocupação do solo e práticas de conservação do solo. O mapa gerado demonstra que grande parte do território da BH possui perda de solo classificada como ‘Muito Baixa’, ‘Baixa’ e ‘Intermediária’, o que revela que a BH se encontra em situação estável de degradação ambiental. Os autores afirmaram que os fatores bióticos de origem nas ações antrópicas como o uso do solo e as práticas de conservação influenciaram de forma positiva para a baixa perda de solos na área de estudo.

A maioria dos estudos que utiliza o modelo de análise MMAD adota a metodologia *Analytical Hierarch Process* (AHP) para definir os pesos dos critérios (FRANCO *et al.*, 2021 *apud* BALAGUER e ALVES, 2021). De acordo com Mokarram *et al.* (2020 *apud* BALAGUER e ALVES, 2021) a abordagem AHP pode ser definida como:

[...] um método multicritério para a tomada de decisão que é capaz de desmembrar um problema complexo com diversos fatores em uma estrutura hierárquica, compondo níveis com seus respectivos atributos e pode também ser utilizado em conjunto com outros métodos.

De modo comum estudos que utilizam MMADs aliados as técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento seguem um padrão metodológico bem definido. Iniciam-se pela delimitação do território de estudo, seguida de revisão da literatura em conjunto com consulta a especialistas para a determinação dos critérios a serem adotados. Diversas metodologias

sugerem a realização de uma análise de sensibilidade para validação da eficiência do método proposto (SWARD *et al.*, 2021 *apud* BALAGUER e ALVES, 2021).

Vettorazzi (2006) utilizou da avaliação multicritério em ambiente SIG para a definição de áreas prioritárias à restauração florestal com base na conservação dos recursos hídricos. Os fatores empregados no estudo foram a adequação do uso da terra, a erodibilidade do solo, a erosividade da chuva e as proximidades à malha viária e à rede hidrográfica, o qual foram atribuídos pesos a cada um dos fatores por meio de uma matriz de comparação pareada conforme a Técnica Participatória desenvolvida por Saaty (1977). Para a agregação dos fatores o autor utilizou de um SIG matricial o qual foram testadas as metodologias de Média Ponderada Ordenada e Combinação Linear Ordenada. O estudo concluiu que a avaliação multicritérios em SIG é adequada ao mapeamento de áreas prioritárias à restauração florestal com base na conservação dos recursos hídricos, e que o método da Média Ponderada Ordenada é o mais adequado à priorização das áreas dada a sua maior flexibilidade para acomodar o conceito de compensação entre fatores.

Ladislau *et al.* (2021) mapearam as áreas potenciais para risco de incêndio em uma Área de Proteção Ambiental (APA) através modelo de análise MMAD. As variáveis analisadas foram declividade, altimetria, orientação do relevo, uso do solo, precipitação média anual, temperatura média anual e as distâncias às localidades e às rodo-ferrovias. O mapa resultante indicou a predominância de risco médio ao longo da APA, com concentração das áreas de alto risco em locais com as menores cotas altimétricas do recorte, declividades mais planas, em locais de pastagem e mosaicos de agricultura, regimes de precipitação e temperatura intermediários. Os autores concluíram expressando a alta eficiência de MMAD para o mapeamento de risco de incêndio no que tange a consistência das ponderações, demonstrado pelo índice de consistência.

Campos (2014) utilizou da análise multicritérios associada a tecnologia SIG e simulação hidrológica obtida pelo *Soil Moisture Accounting Procedur* (SMAP) para realizar o Zoneamento Geohidroecológico de uma BH. “Este zoneamento, analisa de forma integrada os diferentes enfoques da água na paisagem [...] para obter a capacidade de produção de água das paisagens das sub-bacias hidrográficas”. A análise sobre os componentes formadores da paisagem e sua relação com a aptidão da paisagem em produzir água, segundo a metodologia de análise multivariada e de atribuição de pesos empregada no estudo, demonstrou que as paisagens da BH apresentavam ‘Média’, ‘Alta’ e ‘Muito Alta’ Capacidade Natural de Produção de Água (CNPA). A influência antrópica na BH resultou na classificação das paisagens como ‘Baixa’, ‘Média’ e ‘Alta’ e ‘Muito Alta’ Capacidade Ambiental de Produção de Água (CAPA), demonstrando que houve degradação dos recursos hídricos. Ressalta-se que

apesar de significativa alteração do uso e ocupação do solo, cerca de 98% da área da BH permaneceu classificadas como ‘Média’ e ‘Alta’. Segundo Campos (2014) a aplicação das técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento foram fundamentais para o alcance dos objetivos do estudo, o que expressa uma notável aplicabilidade dessas tecnologias na análise da paisagem.

A autora supracitada declara ainda a eficiência no uso da álgebra de mapas para manipulação e processamento dos dados para confecção dos mapas de capacidade natural e ambiental de produção de água. Os mapeamentos gerados no estudo de Campos (2014) constituem-se uma importante ferramenta para gestão ambiental voltada a sustentabilidade dos recursos naturais. Campos (2014) incentiva a replicação da referida metodologia em outras BH, com a adequação dos pesos às condições ambientais da área de estudo. Segundo a autora esse tipo de ferramenta pode vir a auxiliar a tomada de decisão dos comitês de BH quanto a escolha dos locais e ações prioritárias a serem desenvolvidas de modo a minimizar os impactos ambientais existentes, o que denota a sua importância como ferramenta para gestão ambiental.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo – A Bacia Hidrográfica do rio Salgado

A Bacia Hidrográfica do Rio Salgado (BHRS) configura uma das seis Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRH) das Bacias do Leste da Bahia, conforme instituiu o Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA) (TEIXEIRA *et al.*, 2017). A BHRS constitui uma sub-bacia do rio Cachoeira e está localizada na porção sul da Bahia, abrangendo parte das áreas dos municípios de Firmino Alves, Santa Cruz da Vitória, Floresta Azul, Ibicaraí e Itapé (Figura 1).

A BHRS apresenta área de drenagem de 1.225,61 km² e perímetro de 240,41 km, com uma população de aproximadamente 55.090 habitantes (IBGE, 2022). O rio Salgado, seu principal afluente, nasce na serra do Salgado, no município de Firmino Alves e possui um curso de 64 km até chegar à confluência com o rio Colônia, dando origem ao rio Cachoeira, no município de Itapé. Tanto o rio Salgado como o rio Colônia, formadores do rio Cachoeira, são intermitentes e podem secar por até oito meses durante o ano (CEPLAC, 1976), fato que irá refletir sobre a vazão do rio Cachoeira (ENGELBRECHT *et al.*, 2019). As três bacias apresentam grande importância no contexto regional, com o uso de seus cursos d’água para o abastecimento de água para a população, irrigação na agricultura, atividade industrial e

dessedentação animal.

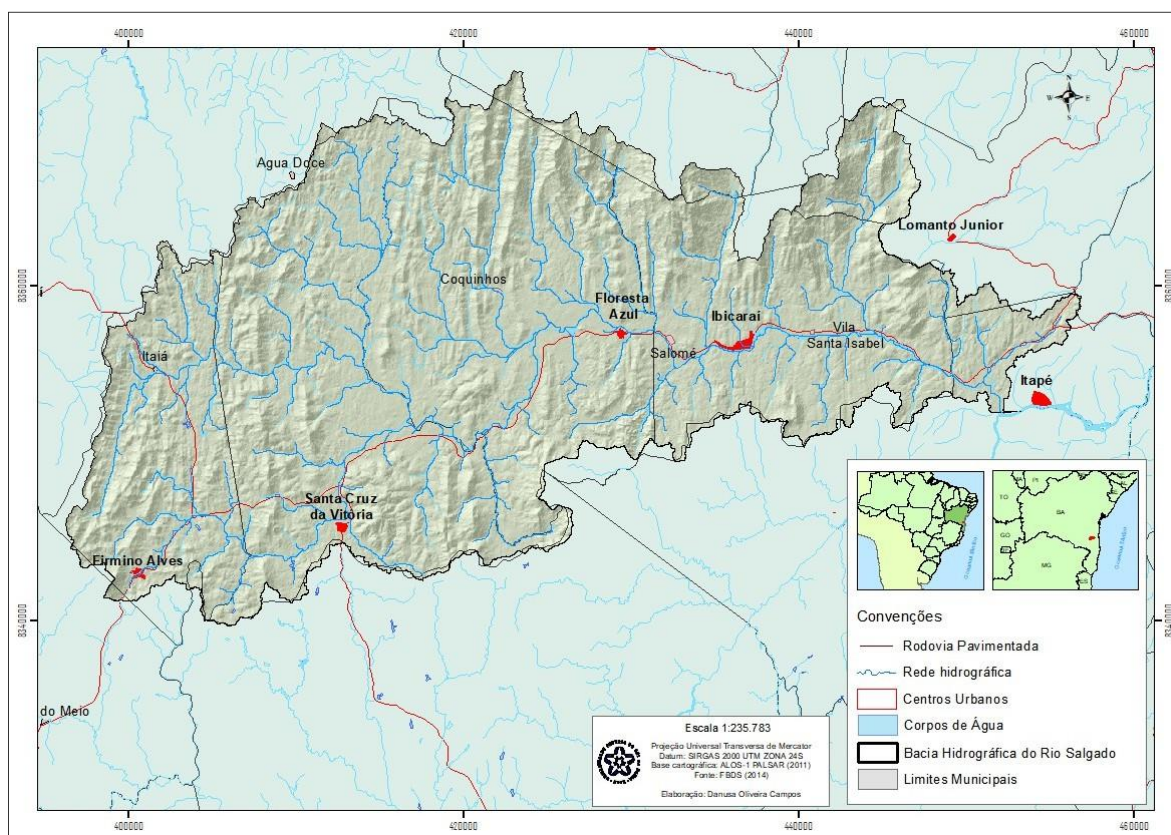


Figura 1: Localização da bacia hidrográfica do Rio Salgado.

Fonte: Autoria própria.

3.2 Métodos e Técnicas

Os procedimentos metodológicos que foram adotados neste trabalho seguem àqueles propostos por Campos (2014) para a mapear a capacidade de produção de água da Bacia Hidrográfica do Rio Salgado. A primeira etapa constou em coleta e análise de documentos bibliográficos que discorram sobre o tema, para fundamentação da abordagem teórica e metodológica da pesquisa.

As variáveis ambientais analisada foram: pluviosidade (SEI, 2003), evapotranspiração (INMET 1960-1990), geologia (SEI, 2003), geomorfologia (SEI, 2003), solo (SEI, 2003) e vegetação nativa (SEI, 2003) e uso e cobertura do solo (MAPBIOMAS, 2021). Os limites da bacia, rios e declividade foram obtidas de Campos (2023), que extraiu pela imagem de radar ALOS PALSAR-FBS.

Para a elaboração dos mapas foram utilizados o Sistema de Informação Geográfica (SIG) ArcGis 9.2 e o Sensoriamento Remoto na elaboração e análise da base de dados da BHRS. Os dados vetoriais da BHRS foram convertidos para o formato matricial (*raster*) para a obtenção dos mapas de capacidade natural e ambiental de produção de água. Após rasterizados os dados

foram submetidos a operações de álgebra de mapas.

Os pesos para o cálculo da CNPA e CAPA da Bacia Hidrográfica do Rio Salgado foram obtidos conforme análises realizadas por Campos (2014) que utilizou como critério as contribuições de cada um dos elementos formadores da paisagem para a produção de água. Os mapas sínteses da CNPA e CAPA foram gerados empregando a calculadora de mapas. A Capacidade Natural de Produção de Água foi obtida a partir dos dados rasterizados dos atributos pluviosidade, evapotranspiração, geologia, geomorfologia, solo, declividade e vegetação. Posteriormente, foram aplicados os pesos gerais utilizando a seguinte equação: $CNPA = (Isoieta * 0.17) + (Evapotranspiração * 0.13) + (Vegetação\ Nativa * 0.15) + (Solo * 0.15) + (Geomorfologia * 0.12) + (Declividade * 0.14) + (Geologia * 0.14)$.

Para a Capacidade Ambiental de Produção de Água foram considerados os dados de capacidade natural de produção de água e uso e ocupação do solo, para analisar como a interferência antrópica na paisagem influencia na capacidade de produção de água (Figura 2). Para tanto, foram atribuídas as variáveis pesos gerais e específicos para emprego na álgebra de mapas implementada pela equação: $CAPA = (CNPA * 0.7) + (Uso\ da\ Terra * 0.3)$.

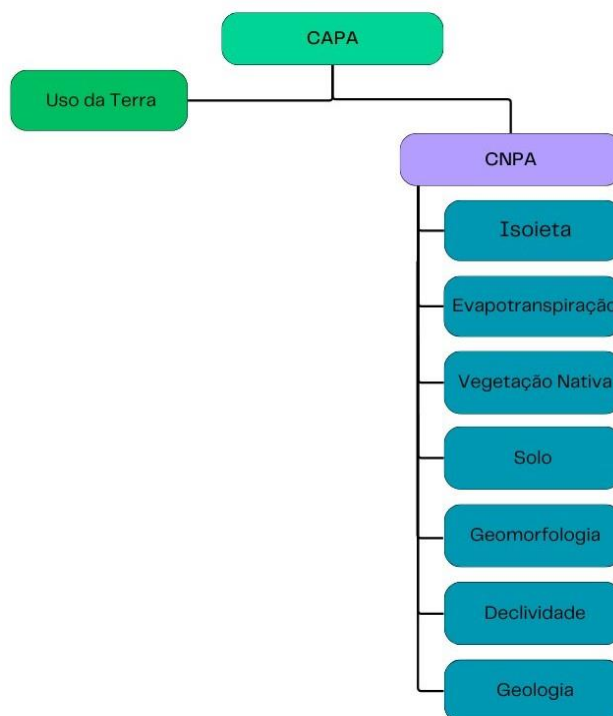


Figura 2: Fluxograma de produção de água.
Fonte: Autoria própria.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Capacidade de Produção de Água da BHRS foi obtida considerando os pesos atribuídos aos elementos formadores da paisagem, conforme análises realizadas por Campos (2014). Para análise da pluviosidade da BHRS foram utilizados dados de isoietas da SEI (2003). Os índices pluviométricos variam entre 900 mm e 1300 mm, aumentando no sentido oeste-leste. Deste modo, a região onde ocorre pluviosidade entre 900 mm e 1000 mm foi classificada com 'Baixa' capacidade de produção de água, as regiões com precipitação entre 1000 mm e 1200 mm foram consideradas com 'Média' capacidade e as com índices pluviométricos entre 1200 mm e 1300 mm foram classificadas com 'Alta' capacidade de produção de água (Figura 3).

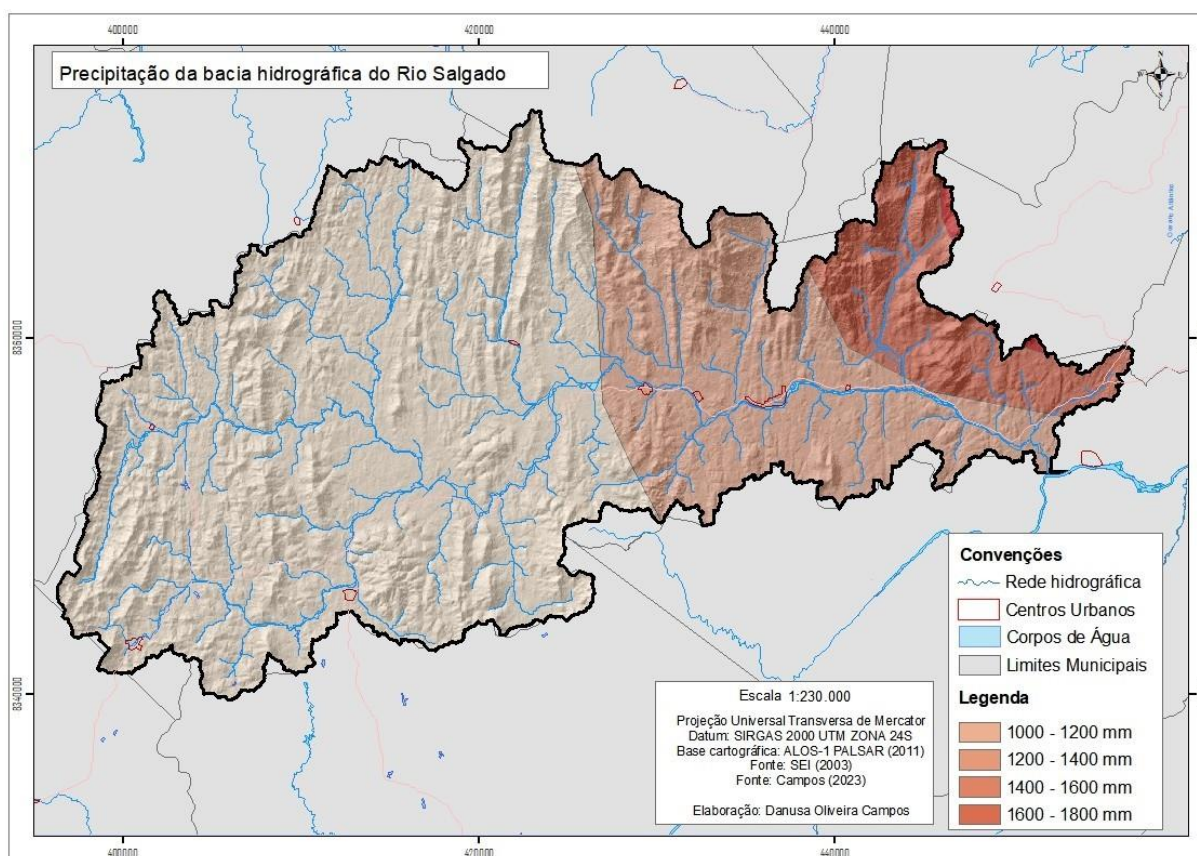


Figura 3: Precipitação da bacia hidrográfica do Rio Salgado.
Fonte: Autoria própria.

Os índices de evapotranspiração na BHRS se apresentam em ordem crescente no sentido oeste-leste, e são definidos pelos seguintes índices: 124 mm, 125 mm, 126 mm e 127 mm. Respectivamente, os índices de evapotranspiração da bacia receberam as classificações de 'Alta', 'Média', 'Baixa' e 'Muito Baixa' capacidade de produção de água (Figura 4).

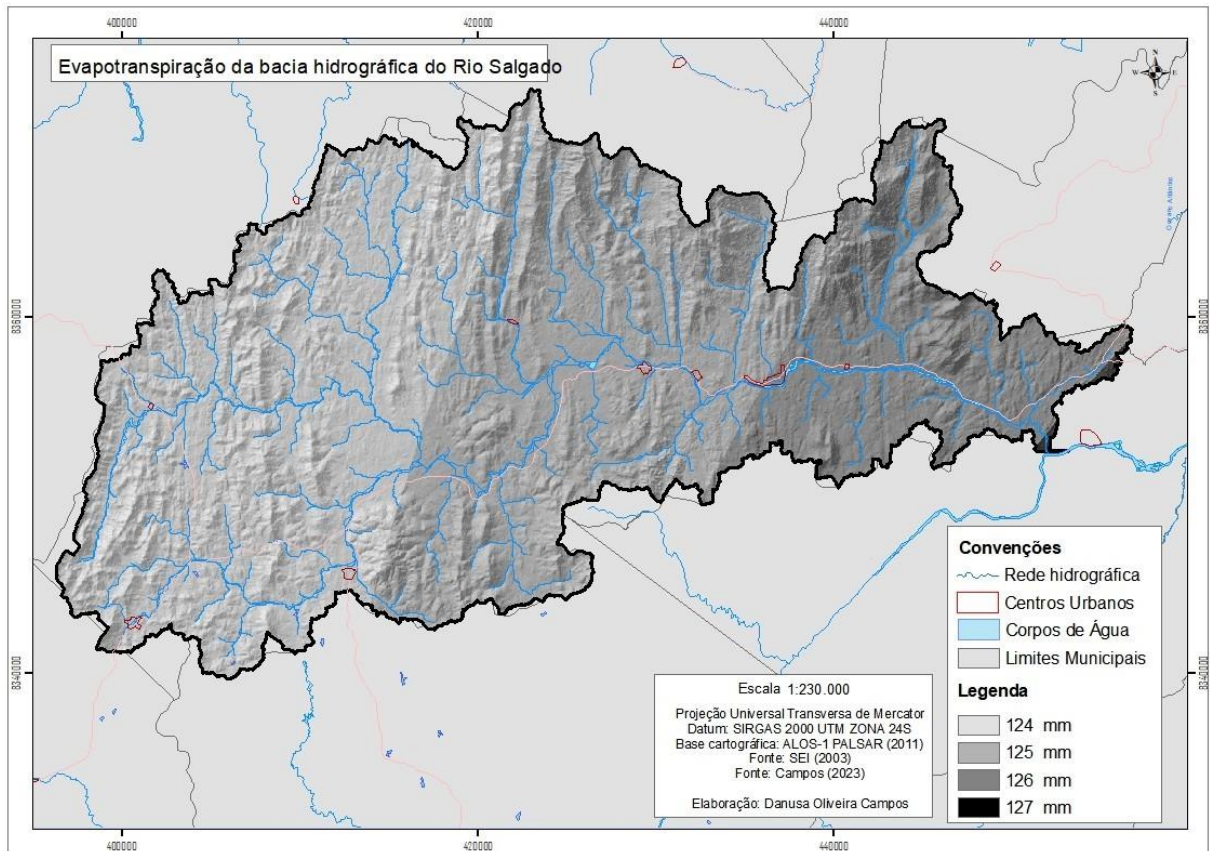


Figura 4: Evapotranspiração da bacia hidrográfica do Rio Salgado.

Fonte: Autoria própria.

A geologia da BHRS (Figura 5) é formada por rochas ígnea-metamórficas, formado pelos Complexos Almadina, Complexo Ibicaráí, Complexo Ibicuí-Ipiaú, Corpo Itabuna e Corpo Ibirapitanga/Ubaitaba e rochas metaultramáficas. O Complexo Almadina, formado pelo granulitos alumino-magnesianos, quartzitos e bandas metabásias intercaladas (CAMPOS, 2014), foi classificado com 'Média' capacidade de produção de água. De igual modo, os granitóides granulitizados do Corpo Ibirapitanga/Ubaitaba (EMBRAPA, 2015), e as rochas metaultramáficas apresentaram classificação 'Média' de produção de água.

O Complexo Ibicuí-Ipiaú, formado por ortognaisses de composição diversa metamorfisados nas fácies anfibolito e, ocasionalmente, granulito (LUCIANO, 2010), e o Completo Ibicaráí, formado pelas rochas cálcio-alcalinas metamorfisadas nas fácies granulito (LUCIANO, 2010) apresentam 'Baixa' capacidade de produção de água na bacia.

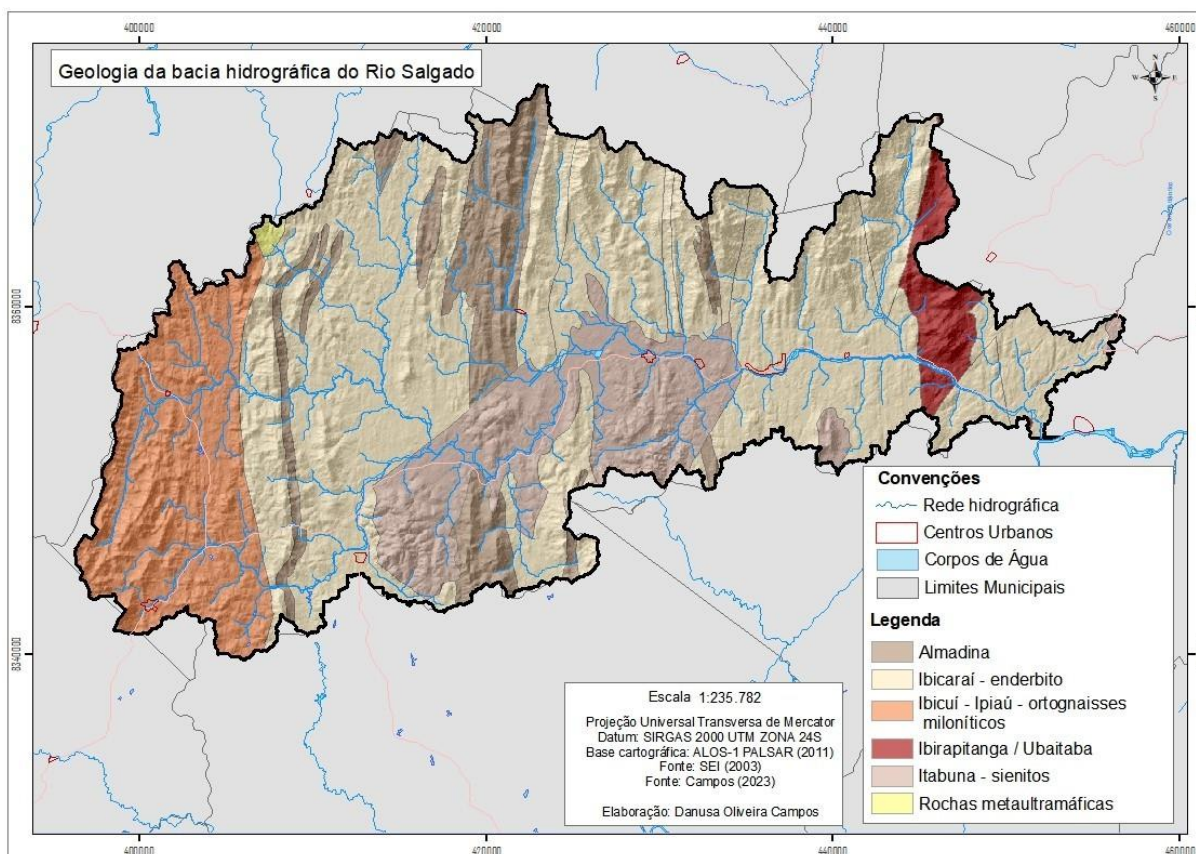


Figura 5: Geologia da bacia hidrográfica do Rio Salgado.

Fonte: Autoria própria.

As classes de solos presentes na BHRS são Luvisolo Crômico, Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico e Chernossolo Argilúvico (Figura 6). Os Luvisolos Crômicos são encontrados ao longo de toda a BHRS é o solo mais expressivo cobrindo 57% da área. Eles se formam em áreas de relevo suave ondulado, são pouco profundos, com limitação ao uso de mecanização agrícola devido à quantidade de pedras no horizonte superficial (EMBRAPA, 2021a). Assim, Os Luvisolos Crômicos presentes na BHRS foram classificados como 'Média' capacidade de produção de água.

Os Argissolos Vermelho-Amarelo Distróficos são solos com baixa atividade da argila, forte a moderadamente ácidos, encontrados principalmente em relevos ondulados a fortemente ondulados (CAMPOS, 2014). Estão presentes na região nordeste da BHRS, cobrindo 12% da área, e foram classificados como 'Média' capacidade de produção de água.

Os Chernossolos Argilúvicos ocorrem na parte oeste da BHRS, cobrindo 31% da área. São solos pouco profundos, caracterizados pela presença de argilas de alta atividade e horizonte B pouco permeável, que acentuam a pegajosidade e plasticidade do solo quando exposto a precipitação e o poder de fendilhamento, quando seco (EMBRAPA, 2002). Tais características colaboram para uma deficiência em água que é comum a todos os Chernossolos, o que levam a ser classificado com 'Baixa' capacidade de produção de água.

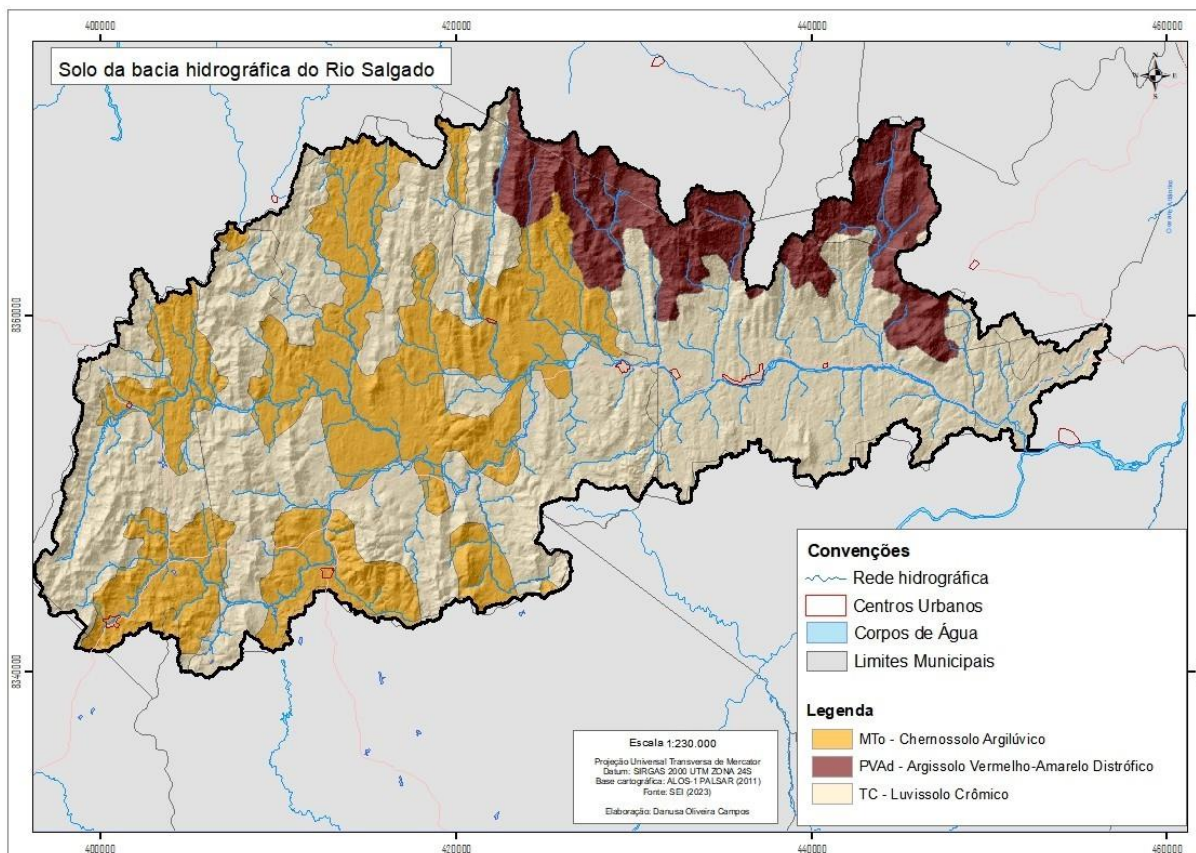


Figura 6: Solo da bacia hidrográfica do Rio Salgado.
Fonte: Autoria própria.

A BHRS é formada pelo Planalto Pré-litorâneo, composto por colina com desníveis entre 20 e 50 m, morros com desníveis entre 50 e 100 e serras (SEI, 2003). As regiões formadas pelas colinas com desníveis entre 20 e 50 m foram classificadas com 'Baixa' capacidade de produção de água. Ela é a forma de relevo predominante na BHRS cobrindo cerca de 54 % da área. Serras, montanha e elevações estão presentes em 44 % da área da bacia perpassando por regiões mais planas e foram classificados com 'Alta' capacidade de produção de água. Morros e montes com desníveis entre 50 e 100 m estão presentes na BHRS em menor proporção, representando 2% da área da bacia, e foram classificados com 'Baixa' capacidade de produção de água (Figura 7).

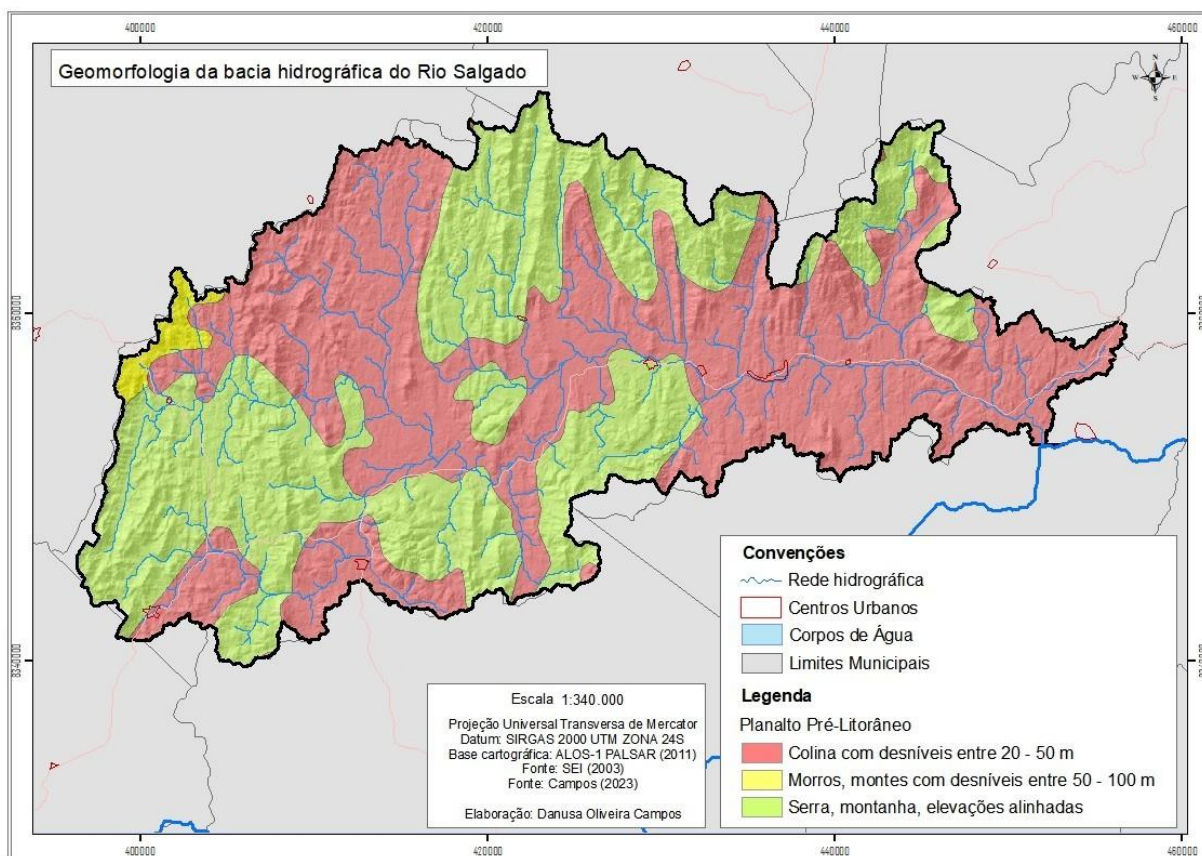


Figura 7: Geomorfologia da bacia hidrográfica do Rio Salgado.

Fonte: Autoria própria.

Maior área da BHRS é formada por Floresta Ombrófila Densa, seguida de Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Estacional Decidual (Figura 8). A Floresta Ombrófila Densa está inserida no Bioma Mata Atlântica e é a tipologia vegetal de maior ocorrência dentre as florestas Ombrófilas. A Floresta Ombrófila Densa está presente ao longo de toda a área da BHRS e foi classificada com 'Muito Alta' capacidade de produção de água.

A Floresta Estacional Semidecidual está localizada na região leste da BHRS. Se desenvolve em ambientes que transitam entre a zona úmida costeira e o ambiente semiárido. No período chuvoso sua formação vegetal é confundida com a da Floresta Ombrófila Densa, no entanto, no período seco o seu estrato arbóreo apresenta uma razoável perda de folhas, o que faz sua distinção (EMBRAPA, 2021b). A Floresta Estacional Semidecidual apresenta 'Alta' capacidade de produção de água.

Dentre a tipologias vegetal de ocorrência na BHRS, a Floresta Estacional Decidual apresenta menor capacidade de produção de água, com classificação 'Média' em produção. A Floresta Estacional Decidual ocorre nos biomas brasileiros Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica, e é caracterizada por espécies com grande perda foliar nos períodos de estiagem e grande perenidade nos períodos de chuvas (COSTA, 2012).

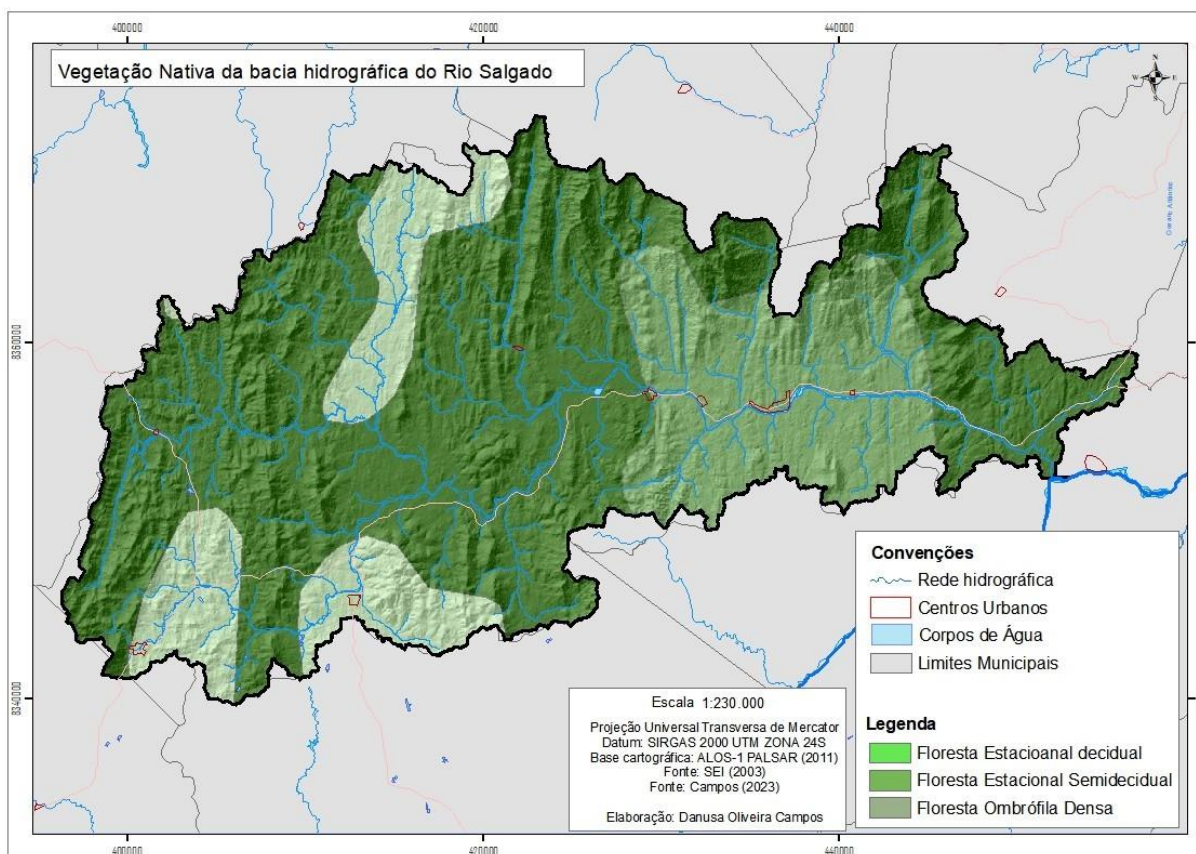


Figura 8: Vegetação Nativa da bacia hidrográfica do Rio Salgado.

Fonte: Autoria própria.

A capacidade natural de produção de água da Bacia Hidrográfica do Rio Salgado (Figura 9) expressa uma capacidade natural de produção de água significativa, com 628 km² de seu território com 'Alta' capacidade de produção de água, e 410 km² classificado com 'Média' capacidade de produção. Ainda, em menor expressão a BHRS apresenta áreas com 'Baixa' (0,1 km²) e 'Muito Alta' (0,7 km²) capacidade de produção de água.

As áreas em 'Alta' capacidade de produção de água se apresentam ao longo de toda a BHRS, com aumento de concentração na faixa leste da bacia. Sua ocorrência ao leste está relacionada a paisagens com maiores índices pluviométricos, superiores a 1000 mm, que associada a solos de 'Média' capacidade de produção de água, como o Luvissole Crômico e o Argissolo Vermelho-Amarelo Distróficos, e a alta cobertura vegetal dada pela Floresta Ombrófila Densa, resultam em uma maior capacidade de produção de água na paisagem, cobrindo os efeitos de uma maior evapotranspiração ao leste da bacia.

Por outro lado, as regiões em 'Média' capacidade de produção de água na BHRS, mesmo que beneficiadas pela alta cobertura vegetal da Floresta Ombrófila Densa, ainda muito presente ao oeste da bacia, têm a capacidade de produção de água na paisagem reduzida. Isso ocorre devido à presença de um solo de menor capacidade de produção de água nessas regiões, o Chernossolo Argilúvico. Os Chernossolos Argilúvicos, são considerados solos com

deficiência em água (EMBRAPA, 2002), de drenagem imperfeita (LEMOS *et al.*, 1973 *apud* BUDKE *et al.*, 2005), em função da presença de argilas expansivas que acentuam a pegajosidade e plasticidade do solo quando molhados (PINTO; LAUS NETO; PAULETTO, 2004) e estão presentes apenas na região oeste da BHRS. Os limites das manchas de Chernossolo Argilúvico em muito se assemelham aos limites de 'Média' CNPA apresentados pela BHRS, o que evidencia a sua grande influência na redução da capacidade de produção de água nessa paisagem.

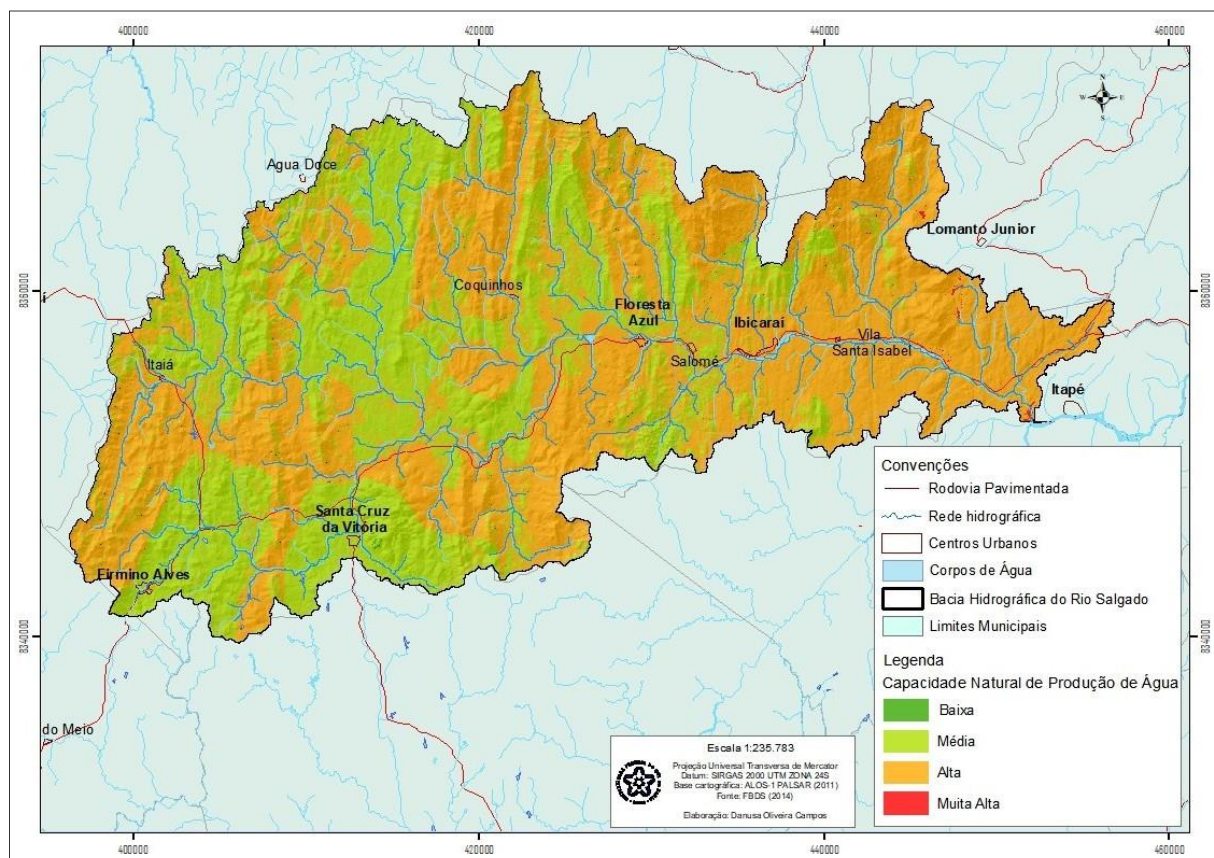


Figura 9: Capacidade natural de produção de água da bacia hidrográfica do Rio Salgado.
Fonte: Autoria própria.

A tipologia vegetacional denota ainda grande contribuição a redução da capacidade de produção de água da paisagem. Duas regiões ao sudeste e uma a noroeste da BHRS o qual há ocorrência de Floresta Estacional Decidual apresentam 'Média' capacidade de produção de água. De modo análogo aos solos, os contornos das regiões em que a Floresta Estacional Decidual é a cobertura vegetal se assemelham aos contornos das regiões de 'Média' CNPA da BHRS. Nessa região o Chernossolo Argilúvico também é o tipo de solo predominante, o que contribui para a redução da capacidade de produção de água da paisagem.

Nota-se ainda que a Floresta Estacional Semidecidual, de ocorrência em um ponto único ao centro-leste da BHRS, e classificada com 'Alta' capacidade de produção de água da

paisagem, encontra-se em uma região de transição de índices pluviométricos e de evapotranspiração. Nessa região os índices pluviométricos seguem de 'Baixa' para 'Média' capacidade no sentido oeste-leste, enquanto os de evapotranspiração seguem de 'Média' para 'Baixa' em igual sentido. O que faz dessa uma região também de transição de CNPA.

A menor evapotranspiração ao oeste da BHRS, ainda que benéfica a produção de água, não sobrepassa as contribuições de outros elementos formadores da paisagem, como o tipo de solo e a pluviosidade. O menor índice de evapotranspiração nessas regiões está relacionado a menor densidade da cobertura vegetal (CUNHA; TSUYUGUCHI; RUFINO, 2011).

As formas de uso e ocupação da terra presentes na BHRS (Figura 10) são formação florestal, formação savânica, mosaico de agricultura e pastagem, infraestrutura urbana, outras áreas não vegetadas e pastagem. As áreas em formação florestal concentram-se na região nordeste e em menor expressão em pontos difusos ao longo de toda a BHRS, e foram classificadas com 'Muito Alta' capacidade de produção de água. As áreas em formação savânica, de ocorrência ao oeste da bacia, e as áreas em mosaico de agricultura e pastagem, de ocorrência ao longo de toda a BHRS, se apresentam em menor expressão e foram classificadas, respectivamente, com 'Alta' e 'Média' capacidade de produção de água.

A infraestrutura urbana e outras áreas não vegetadas cobrem área inferior as demais formas de uso e ocupação da terra da BHRS, e foram classificadas com 'Muito Baixa' capacidade de produção de água. Por outro lado, a pastagem é a forma de uso e ocupação da terra de maior significância em termos de cobertura de área, estando presente ao longo de toda a BHRS. A pastagem foi classificada com 'Baixa' capacidade de produção de água.

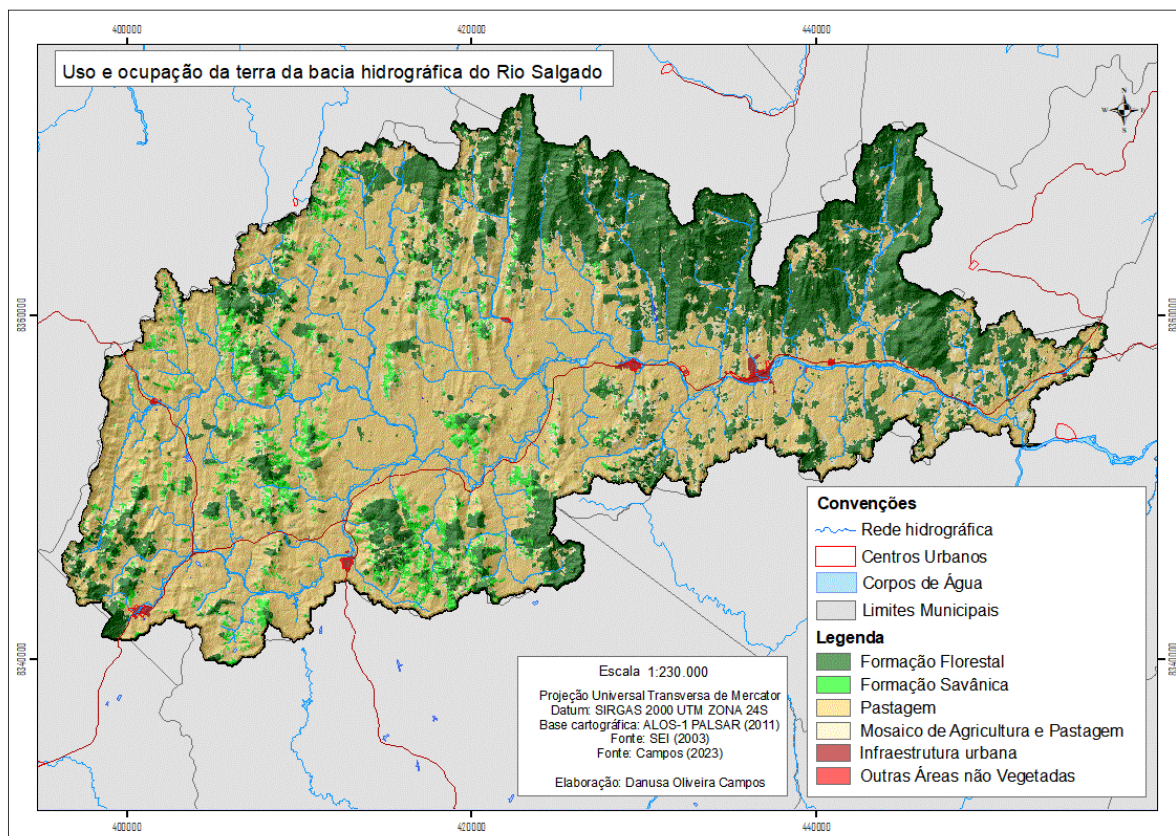


Figura 10: Uso e ocupação da terra da bacia hidrográfica do Rio Salgado.

Fonte: Mapbiomas, 2003

A capacidade ambiental de produção de água demonstra que a alteração da paisagem natural da BHRS, sobretudo, a substituição de zonas de mata densa por áreas em pastagem; esta atividade antrópica dominante nesta região forma um importante mecanismo de redução da capacidade de produção de água da BHRS. Nota-se na BHRS uma significativa redução das áreas em 'Alta' capacidade de produção de água (295 km²), e o aumento das áreas com 'Média' capacidade (719 km²), bem como, o aumento de áreas com 'Baixa' capacidade de produção de água (24,5 km²). O que reflete uma CAPA (Figura 11) inferior a CNPA apresentada pela bacia.

Esse efeito se dá pela menor capacidade de retenção de água no solo em áreas cuja cobertura do solo se faz reduzida. A presença de cobertura vegetal densa e serrapilheira aumenta a macroporosidade dos solos, e por consequência a capacidade de infiltração da água precipitada (CÂNDIDO *et al.*, 2014). Áreas em mata densa são menos propícias a erosão hídrica, devido a interceptação da água da chuva pelas folhagens, diminuindo a energia cinética da gota da chuva, o seu impacto sobre o solo, e por consequência, a redução do escoamento superficial (GUADAGNIN *et al.*, 2005; OLIVEIRA *et al.*, 2018). Em contrapartida, áreas sem vegetação ou degradadas são mais susceptíveis a erosões hídricas devido ao selamento superficial gerado pelo impacto da gota da chuva no solo descoberto,

aumentando o escoamento superficial e a ocorrência de sulcamento do solo (GUADAGNIN *et al.*, 2005). Sendo por tanto desfavorável a infiltração da água.

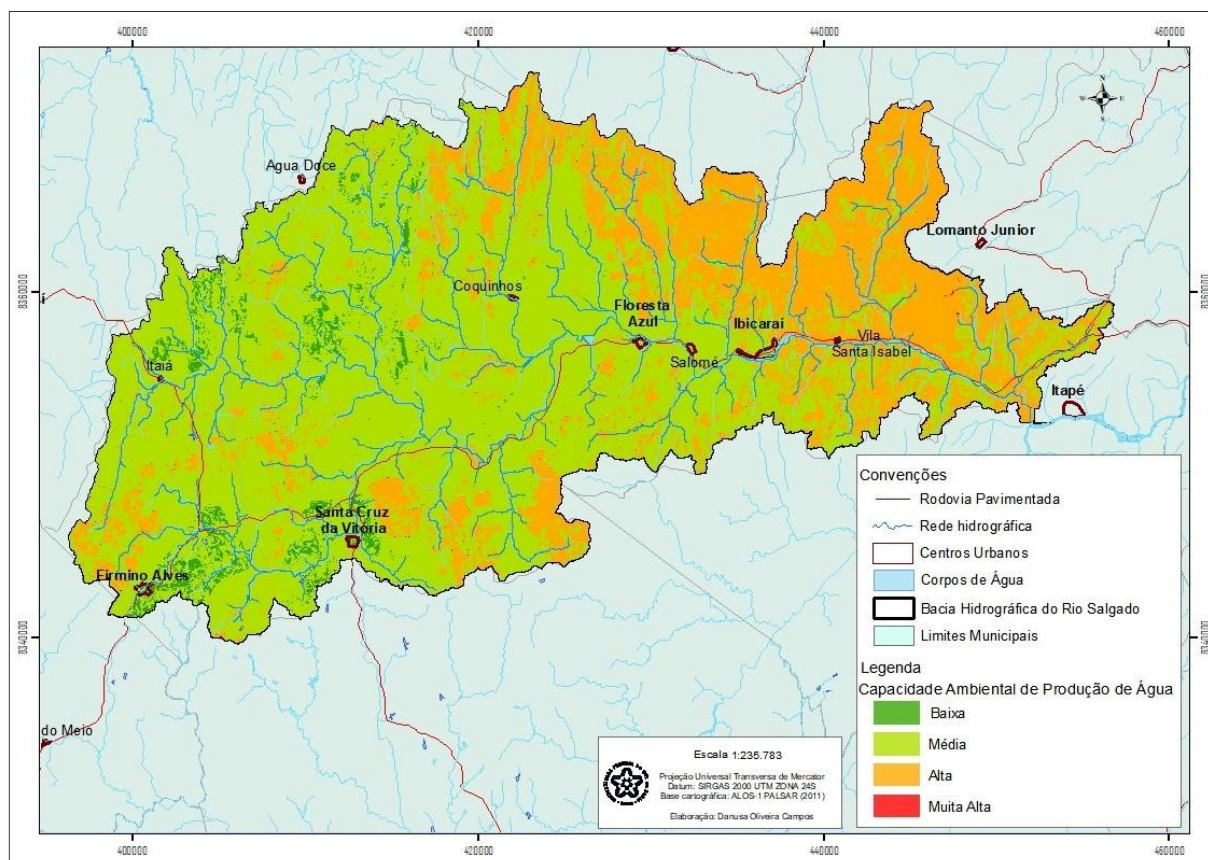


Figura 11: Capacidade ambiental de produção de água da bacia hidrográfica do Rio Salgado.
Fonte: Autoria própria.

A expansão da urbanização e da agropecuária por meio da adoção de manejos inapropriados tem contribuído com alterações na paisagem, como a impermeabilização e compactação dos solos, supressão vegetal, desmatamento e degradação, que favorecem o escoamento superficial e afetam diretamente o potencial de recarga da bacia (SANTANA *et al.*, 2018; SANTOS *et al.*, 2019; ROSA, 2020).

A pastagem, que representa 603 km² da cobertura vegetal da BHRS, oferece menor capacidade de retenção de água no solo quando comparada a áreas em vegetação densa. A qualidade do pasto, em nível de cobertura do solo, é um importante indicador de resistência ao escoamento superficial e a erosão hídrica, o que traz impacto a sua capacidade de infiltração de água no solo. Além disso, o pisoteio animal de ocorrência comum em áreas em pasto provoca a compactação da camada superficial do solo, o que dificulta a infiltração da água (MIGUEL; VIEIRA; GREGO, 2009).

De acordo com Dias (2013) a substituição de áreas em floresta por áreas agrícolas modifica os índices de área foliar, de profundidade das raízes das plantas e de rugosidade da superfície. O autor supracitado mostra preocupação frente a possibilidade de grandes

problemas ambientais como a erosão hídrica e a perda de nutrientes do solo, visto que as coberturas em pastagem produzem coeficientes de escoamento superficial maiores do que áreas em cobertura de floresta. Tal conjunto de características provocam uma menor capacidade de infiltração da água no solo capaz de alterar os perfis de capacidade de produção de água em uma bacia.

Miguel, Vieira e Grego (2009) identificaram a redução gradativa da infiltração de água no solo em áreas em pasto sujeito a pisoteio animal. Conforme os autores a taxa de infiltração diminui a cada passagem de gado sobre a área, com maior redução a faixa de 0,10 m de profundidade. Corroboram os estudos de Kurz *et al.* (2006 *apud* MIGUEL; VIEIRA; GREGO, 2009) sobre o impacto do pisoteio do gado nas propriedades fisioquímicas do solo, onde além das alterações da taxa de infiltração da água no solo que favorecem o escoamento superficial, a presença do gado aumenta a concentração de fósforo, potássio e nitrogênio na água do escoamento superficial, o que altera a fertilidade do solo e o potencial poluidor das enxurradas.

Destaca-se ainda na BHRS, o surgimento e distribuição de zonas em formação savânica caracterizadas pela ocorrência de espécies arbustivas, arbórea e herbáceas em intensidades de cobertura vegetal variadas (PINHEIRO, 2010). "A origem dessas formações é atribuída a diferentes fatores como influências edáfica, climática e antrópica, através de queimadas" (PINHEIRO, 2010). No Brasil as formações savânicas ocorrem em regiões que abrigam o Cerrado, sendo a formação vegetal característica do bioma. Por tanto a formação savânica não é comum a porção sul da Bahia, cuja paisagem é formada por um mosaico complexo de diversos tipos de vegetação que integram o Bioma da Mata Atlântica (BLINDER, 2005).

Áreas urbanizadas, mosaicos de agricultura e pastagem e outras áreas não vegetadas contribuem em menor significância para a redução da capacidade de produção de água da BHRS em razão de sua menor distribuição espacial na bacia. Entretanto, a impermeabilização dos solos nos centros urbanos, bem como a sua compactação e erosão em decorrência atividades agrícolas tradicionais ou pelo impacto das precipitações sobre o solo descampado, formam um importante contribuinte para a redução da infiltração da água no solo (CHAMPS, 2009 *apud* FRANÇA, 2018; ARAÚJO; GOEDERT; LACERDA, 2007; MIGUEL; VIEIRA; GREGO, 2009; TONELLO *et al.*, 2006; MACEDO *et al.*, 2016), o que influencia diretamente a capacidade da bacia em produzir água. As consequências da impermeabilização, erosão e compactação dos solos são o aumento da predisposição da bacia a ocorrência de enchentes (FRANÇA, 2018), a contaminação da água de rios, riachos e outras formações hídricas por sólidos e químicos carreados (KURZ *et al.*, 2006 *apud* MIGUEL; VIEIRA; GREGO, 2009),

bem como impactos sociais indiretos, como perdas materiais e pessoais, disseminação de doenças hídricas (SOUSA; GONÇALVES, 2018), desabastecimento de água potável (ASSIS, 2018), entre outros.

Assim, estudos voltados a gestão e planejamento do uso e ocupação do solo da bacia são fundamentais para a manutenção e melhora da capacidade da bacia em produzir água e ao uso sustentável dos recursos hídricos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dinâmica de uso e ocupação do solo tem alterado a capacidade de produção de água da BHRS. A Capacidade Natural de Produção de Água da BHRS apresentou 628 km² de seu território com 'Alta' capacidade de produção de água, 410 km² classificado com 'Média' capacidade de produção, e em menor expressão 0,1 km² classificado com 'Baixa' capacidade de produção e 0,7 km² classificado com 'Muito Alta' capacidade de produção de água. Por outro lado, a Capacidade Ambiental de Produção de Água da BHRS apresentou 295 km² de seu território com 'Alta' capacidade de produção de água, 719 km² com classificação 'Média' em capacidade de produção e 24,5 km² classificado com 'Baixa' capacidade de produção de água. O que refletiu uma CAPA inferior a CNPA apresentada pela bacia.

A pastagem é principal atividade antrópica de impacto negativo a produção de água na BHRS. As regiões em floresta tiveram uma redução da área ocupada na bacia, sendo substituídas por áreas em atividade agrícola, de pastagem, infraestrutura urbana, formação savânica e outras áreas não vegetadas. As alterações das paisagens em decorrência da atividade antrópica na BHRS evidenciam a degradação dos recursos hídricos da bacia, que é confirmada pela redução da Capacidade de Produção de Água; 333 km² das paisagens com 'Alta' Capacidade Natural de Produção de Água tiveram sua constituição física e função alteradas, parte destes foram reclassificadas para 'Média' Capacidade Ambiental de Produção de Água que obteve um aumento de 308 km². Também é possível observar o aumento de áreas com 'Baixa' Capacidade Ambiental de Produção de Água na BHRS (24 km²).

Espera-se que essas informações possam ser utilizadas como ferramenta de subsídio à tomada de decisão em estudos voltados para a gestão e planejamento do uso sustentável dos recursos hídricos desta bacia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAM, K. N.; FAN, F. M.; PONTES, P. R.; BRAVO, J. M.; COLLISCHONN, W. 2015. Mudanças climáticas e vazões extremas na Bacia do Rio Paraná. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 20, n. 4, p. 999-1007, 2015.
- AGRA, R. M. R. T.; ANDRADE, C. D. Análise multicritério da suscetibilidade à erosão na bacia hidrográfica do rio da Batateira, CE. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 73, n. 1, p. 119-133, 2021.
- AIRES, A. A.; COSTA, J. D.; BEZERRA, J. M.; RÊGO, A. T. A. Análise multicritério da suscetibilidade erosiva da microbacia hidrográfica da barragem de Pau dos Ferros/RN. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 15, n. 2, p. 1128-1141, 2022.
- ALMEIDA, C. C. S.; PISCOYA, V. C.; BARRETO, T. N. A.; ROLIM NETO, F. C. 2020; Capacidade de infiltração em Neossolo Flúvico e Cambissolo Háplico no Semiárido Pernambucano. *Revista de Geografia (Recife)*, v. 37, n. 2, 2020.
- ANDRADE, F. H. S.; MOURA, L. S. Estudo da dinâmica da paisagem sob influência do plantio de eucalipto em Matões/MA entre os anos 2008 e 2015. *Revista REGNE*, v. 2, n. 2, 2016.
- ARAÚJO, P. H. O.; SABOIA, A. V.; ALVES, E. M. Uso de fundações em solos. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 11, p. 105455-105472, 2021.
- ARAÚJO, R.; GOEDERT, W. J.; LACERDA, M. P. C. Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob Cerrado Nativo. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, v. 31, n. 5, p. 1099-1108, 2007.
- ASSIS, F. C. A cidade encontra o rio: características da ocupação e conflitos de uso do solo na bacia hidrográfica do rio Pitimbu, na RMNatal. 2018. 239 p. Dissertação de mestrado - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.
- BAHIA. Secretaria do Meio Ambiente. Plano estratégico para revitalização da bacia do rio Cachoeira. In: CORREIA, P. B. (coord.). *Consórcio NEMUS Ltda/V&S Ambiental Ltda*, v. 1, 345 p. 2017.
- BALAGUER, D. A.; ALVES, R. M. Análise multicritério e uso de SIG para projetos com uso de energia solar fotovoltaica: um estudo bibliométrico. In: *Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana*, 3., 2021, Maceió.
- BRASIL. Lei n. 9.433, de 08 de Janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. *Diário Oficial da*

República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 1997.

BRASIL. Lei n. 11.445, de 05 de Janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2007.

BLINDER, D. Análise da fragmentação da Mata Atlântica na região sul da Bahia: uma contribuição da geotecnologia para o estudo da dinâmica da paisagem. In: X Encontro de Geógrafos da América Latina, 2005, p. 2101-2128.

BUDKE, J. C.; ATHAYDE, E. A.; GIEHL, E. L. H.; ZÁCHIA, R. A.; EISINGER, S. M. Composição florística e estratégias de dispersão de espécies lenhosas em uma floresta ribeirinha, arroio Passo das Tropas, Santa Maria, RS, Brasil. Revista IHERINGIA, Sér. Bot., v. 60, n. 1, p. 17-24, 2005.

CALDAS, V. I. S.P.; SILVA, A.S.; SANTOS, J. P. C. suscetibilidade a erosão dos solos da bacia hidrográfica lagos – São João, no estado do Rio de Janeiro – Brasil, a partir do método AHP e análise multicritério. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 12, n. 4, p. 1415- 1430, 2019.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA n. 1, de 23 de Janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), Brasil, 1986.

CAMPOS, D. O. Zoneamento Geohidroecológico: uma proposta de análise integrada da paisagem em bacias hidrográficas. 2014. 181 p. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2014.

CAMPOS, D. O.; DELABIE, J. H. C. Produção de água em paisagens da região cacauzeira da Bahia no contexto da crise na lavoura: um estudo de caso. Revista Agrotrópica, v. 35, n. 2,3, p. 117-134, 2023.

CAMPOS, D. O.; SANTOS, J. W. B.; ASSIS, P. R. Application of the SMAP hydrological model in the determination of water production in a coastal watershed. Revista Brasileira de Geografia Física, v.11, n. 1, p. 124-138, 2018.

CÂNDIDO, B. M.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; BATISTA, P. V. G. Erosão hídrica pós-plantio em florestas de Eucalipto na bacia do rio Paraná, no Leste do Mato Grosso do Sul. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 38, n. 5, p. 1565-1575, 2014.

CARVALHO, A. T. F. Bacia hidrográfica como unidade de planejamento: discussão sobre os impactos da produção social na Gestão de Recursos Hídricos no Brasil. Presidente Prudente: Caderno Prudentino de Geografia, v. 1, n. 42, p. 140-161, 2020.

CEPLAC. Diagnóstico socioeconômico da região cacauzeira. Convênio IICA/CEPLAC, v.5, 1976, 133 p.

COSTA, S. C. R. Identificação da Floresta Estacional Decidua na bacia do rio São Miguel, região do Alto São Francisco – MG. 2012. 28 p. Monografia (Especialização em Geoprocessamento) - Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

CRUZ, C. L. Uso da análise multicritério na gestão de esgotamento sanitário em microbacias rurais, usando ferramentas SIG. 2021. 83 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hídrica) – Instituto de Recursos Naturais da Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2021.

CUNHA, J. E. B. L.; TSUYUGUCHI, B. B.; RUFINO, I. A. A. Utilização da detecção remota para estimar a distribuição espacial da evapotranspiração de região semiárida e série temporal MODIS. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 2011, p. 5262-5269.

DIAS, L. C. C.; MOSCHINI, L. E.; TREVISAN, D. P. A influência das atividades antrópicas na paisagem da Área de Proteção Ambiental Estadual do rio Pandeiros, MG - Brasil. Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science, v. 6, n. 2, p. 85-105, 2017.

DIAS, L. C. P. Efeito da mudança na cobertura vegetal na evapotranspiração e vazão de microbacias na região do Alto Xingu. 80 p. 2013. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Levantamento de reconhecimento de alta intensidade dos solos da bacia do rio Almada, estado da Bahia. Boletim de pesquisa e desenvolvimento/Embrapa Solos, v. 256, 2015. 171 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Solos do assentamento Paiolzinho, Corumbá-MS: caracterização e potencial agrícola. Embrapa Pantanal. Documentos, v. 32, 2002. 28 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Floresta Estacional [ologica/territorios/territorio-mata-sul-pernambucana/caracteristicas-do-territorio/recursos-naturais/vegetacao/floresta-estacional-semidecidual](https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/territorios/territorio-mata-sul-pernambucana/caracteristicas-do-territorio/recursos-naturais/vegetacao/floresta-estacional-semidecidual). Acesso em 31 de Agosto de 2022.

Semidecidual, 2021a. Disponível em: [https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecn](https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/territorios/territorio-mata-sul-pernambucana/caracteristicas-do-territorio/recursos-naturais/vegetacao/floresta-estacional-semidecidual)

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Luvisolos Crômicos. 2021b. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/luvisolos/luvisolos-cromicos>. Acesso em 31 de Agosto de 2022.

ENGELBRECHT, B. Z.; GONÇALVES, R. D.; TERAMOTO, E. H.; CHANG, H. K. Disponibilidade hídrica e balanço hídrico da bacia do rio Cachoeira na região de Itabuna/BA. Revista Geociências (UNESP), v. 38, n. 3, p. 731-740, 2019.

FELIPE NETO, C. A. L. Influência da estrutura da paisagem sobre a produção e qualidade de mel da abelha Jandaíra (*Melipona subnitida*, Apidae: Meliponini) na Caatinga. 2015. 62 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal: Ecologia e Conservação do Semiárido) – Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró, 2015.

FERNANDES, F. M.; COLLARES, G. L.; CORTELETTI, R. A água como elemento de integração transfronteiriça: o caso da Bacia Hidrográfica Mirim-São Gonçalo. Estudos Avançados, v. 35, n. 102, p. 59-77, 2021.

FERREIRA JÚNIOR, J. J.; DANTAS, M. J. F. Análise do albedo da superfície e de índices de vegetação por sensoriamento remoto na bacia hidrográfica do Rio Pacoti/CE. Revista Tecnologia, v. 39, n. 2, 2018.

FRANÇA, E. G. A Infiltração da água no solo em parque urbano na cidade do Recife. 2018. 64 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal De Pernambuco, Recife, 2018.

GARCIA, Y. M.; CAMPOS, S.; TAGLIARINIL, F. S. N.; CAMPOS, M.; RODRIGUES, B. T. Declividade e potencial para mecanização agrícola da Bacia Hidrográfica do ribeirão Pederneiras - Pederneiras/SP. Brazilian Journal of Biosystems Engineering, v. 14, n. 1, p. 62-72, 2020.

GONZAGA, M. R. Avaliação da influência dos Pagamentos por Serviços Ambientais sobre a estrutura da paisagem. 2016. 173 p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016.

GUADAGNIN, J. C.; BERTOL, I.; CASSOL, P. C.; AMARAL, A. J. Perdas de solo, água e nitrogênio por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 29, n. 2, p. 277-286, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Cidades e Estados. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/>. Acesso em 31 de Agosto de 2022.

LADISLAU, F. F.; SILVA, J. C.; MOREIRA, A. P. M.; NASCIMENTO, G. L. RUCHKYS, U. A. Análise multicritério aplicada ao mapeamento de risco de incêndio na APA Sul RMBH. Caderno de Geografia, v. 31, n. 66, p. 667-681, 2021.

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. São Paulo: Editora EDUSP/FAPESP, 2000. p. 33-44.

LUCIANO, R. L. Mapeamento geológico do embasamento granulítico da extremidade norte da bacia do rio Pardo, Bahia, Brasil. 2010. 124 p. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.

MACEDO, F. L.; SILVA, H. R.; ROMERO, C. W. S.; RODRIGUES, R. A. F.; MARQUES, A. P. Determinação da evapotranspiração real diária em diferentes usos e ocupação do solo. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.09, n.05, p. 1529-1542, 2016.

MEDEIROS, W. M. V.; SILVA, C. E.; LINS, R. P. M. Avaliação sazonal e espacial da qualidade das águas superficiais da Bacia Hidrográfica do rio Longá, Piauí, Brasil. *Revista Ambiente & Água*, v. 13, n. 2, 2018.

MENEZES, J. P. C.; FRANCO, C. S.; DE OLIVEIRA, L. F. C.; BITTENCOURT, R. P.; FARIAS, M. DE S.; FIA, R. Morfometria e evolução do uso do solo e da vazão de máxima em uma micro bacia urbana. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v.15, n.4, p.659-672, 2014.

MIGUEL, F. R. M.; VIEIRA, S. R.; REGINA GREGO, C. R. Variabilidade espacial da infiltração de água em solo sob pastagem em função da intensidade de pisoteio. *Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.44, n.11, p. 1513-1519, 2009.

OLIVEIRA, F. F.; SANTOS, R. E. S.; ARAUJO, R. C. Processos erosivos: dinâmica, agentes causadores e fatores condicionantes. *Revista Brasileira de Iniciação Científica (RBIC)*, v. 5, n. 3, p. 60-83, 2018.

PACHECO, F. F.; SOUZA, J. J. L. L.; FARIA, A. L. L. Análise multicritério aplicada na seleção de áreas aptas a construção de barraginhas em relevo forte ondulado. In: *Simpósio de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul*, 3., 2018, Juiz de Fora.

PAULA, F. C. F.; SILVA, D. M. L.; SOUZA, C. M. Tipologias Hidroquímicas das Bacias Hidrográficas do Leste da Bahia. *Revista Virtual de Química*, v. 4, n. 4, p. 365-373, 2012.

PINHEIRO, M. H. O. Formações savânicas mundiais: uma breve descrição fitogeográfica. *Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium*, Uberlândia, v. 1, n. 2, p. 306-313, 2010.

PINTO, L. F. S.; LAUS NETO, J. A.; PAULETTO, E. A. Solos de várzea do sul do Brasil cultivados com arroz irrigado. In: *Arroz irrigado no sul do Brasil*, ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004, p. 75-95.

PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E.; DEL PRETTE, M. E. A utilização do Conceito de Bacia Hidrográfica para a conservação dos Recursos Naturais. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. (ed.). *Conceitos de Bacias Hidrográficas: teorias e aplicações*. Ilhéus, Editus, p.17-

35, 2002.

PIRES, V. R. O.; GARCIA, M. A.; MARTINS, M. R.; TOPPA, R. H. 2015. Análise da estrutura da paisagem para o estabelecimento de estratégias conservacionistas em fragmentos de Mata Atlântica. In: Simpósio Internacional de Águas, Solos e Geotecnologias, 1., 2015, Uberaba.

Projeto MapBiomas – Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil, acessado em 25 de janeiro de 2023, através do link: https://storage.googleapis.com/mapbiomas-public/initiatives/brasil/collection_8/lcluc/coverage/brasil_coverage_2021.tif

RANCHEL, M. L. A percepção sobre a água na paisagem urbana: bacia hidrográfica da barragem mãe d'água - região metropolitana de Porto Alegre/RS. 2008. 164 p. Dissertação mestrado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

RODRIGUEZ, J. M. M.; DA SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. de P. B. Geoecologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental. Livro Eletrônico, 6 ed. – Fortaleza: Imprensa Universitária, 2022.

ROSA, F. M. Análise espectro-temporal da interferência antrópica na produção de água no aquífero Guarani. 2020. 147 p. Dissertação mestrado – Universidade do Estado de Mato Grosso, Cuiabá, 2020.

SAMPAIO, B. D. S.; PINTO, A. L. Paisagem e qualidade da água na bacia hidrográfica do Córrego da Onça, Três Lagoas, Mato Grosso do Sul, Brasil. Revista Formação, v. 29, n. 54, p. 199-223, 2022.

SALOMÃO, C. S. C.; PAULA, L. G. S.; ELMIRO, M. A. T. Uso da análise multicritério para definição de áreas prioritárias para reflorestamento na Bacia do Rio Piranga, MG, Brasil. Revista Sustainability in Debate, v. 11, n. 2, p. 108-120, 2020.

SANTANA, M. F.; SOUZA, C. A.; CUNHA, S. B. Processo de urbanização da bacia do sangradouro Cáceres, Mato Grosso. Revista Equador (UFPI), v. 5, n. 4 (Edição Especial 03), p.164-186, 2018.

SANTOS, J. T. S.; NUNES, H. G. G. C.; ROSA, A. G.; COSTA, D. L. P.; SOUZA, P. H. N.; TAVARES, L. B.; SOUSA, A. M. L. Análise da distribuição de água na bacia do Rio Apeú através do modelo SWAT. Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v. 10, n.3, p.368-384, 2019.

SANTOS, J. W. B.; PAULA, F. S. F.; REGO, N. A. C. Tipologia fluvial da bacia hidrográfica do rio Salgado — Sul da Bahia. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 13, n. 1, p. 217-226, 2007.

SANTOS, A. A.; GOMES, R. L.; REGO, N. A. C. Avaliação da aplicação de cobrança pelo uso da água na bacia hidrográfica do rio Cachoeira, sul da Bahia. Revista de Gestão de Água

da América Latina (REGA), v. 8, n. 2, p. 5-18, 2011.

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA - SEI.
2003b. Base Cartográfica Digital. V. 10. ISBN: 85-240-3169-7. CD-ROOM

SILVA, C. O. F.; MEDEIROS, G. A. Cálculo da compensação ambiental de uma transposição fluvial em Jundiaí/SP utilizando análise de paisagem. In: Congresso ABES/ FENASAN, 2017, São Paulo.

SIPERT, W. W.; BISOGNIN, R. P. Análise multicritério com o uso de técnicas de geoprocessamento para avaliação da suscetibilidade erosiva de solos. In: Salão Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão da Uergs, 10., 2021, Rio Grande do Sul.

SOUSA, R. E. S.; GONÇALVES, G. F. G. Um estudo sobre os impactos decorrentes de inundações no município de Belo Horizonte. Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental, v. 7, n. 3, p. 591-605, 2018.

TAGLIARINI, F. S. N.; RODRIGUES, M. T.; RODRIGUES, B. T.; LEME, M. C.; CAMPOS, S. Análise multicritério aplicada na obtenção de perdas de solo em bacia hidrográfica. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 19., 2019, Santos.

TEIXEIRA, T. C. S.; SANTOS, K. V.; AGUIAR, G. S.; JULIEN, D. L. L.; PERTE, M.; SOUZA, F. P.; ACSELRAD, M. V. Desenvolvimento humano e saneamento básico em bacias hidrográficas baianas: a RPGA Leste/BA. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 22., 2017, Florianópolis.

TEODORO, V. L. L.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O conceito de Bacia Hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. Revista Uniara, n. 20, p. 137-156, 2007.

TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; SOUZA, A. L.; RIBEIRO, C. A. A. S.; LEITE, F. P. Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães – MG. Revista árvore, v.30, n.5, p.849-857, 2006.

TUCCI, C. E. M. Processos hidrológicos naturais e antrópicos. In: TUCCI, C. E. M.; MENDES, C. A. Avaliação Ambiental Integrada de Bacia Hidrográfica. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006. cap. 1, p. 15-91.

VETTORAZZI, C. A. Avaliação multicritérios, em ambiente SIG, na definição de áreas prioritárias à restauração florestal visando à conservação de recursos hídricos. 2006. 151 p. Tese (Doutorado em Engenharia Rural, na especialidade Topografia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

WEISS, R.; PIPPI, L. G. A. Análise multicritério na definição de vulnerabilidade ambiental. Revista Terr@Plural, v.13, n.3, p. 272-295, 2019.