Nature for Water FACILITY Local solutions. Global impact.

Adaptação Climática, Segurança Hídrica e Biodiversidade no Brasil

Soluções Baseadas na Natureza (SbN) para segurança hídrica na Bahia

Novembro 2024

The Nature Conservancy | Nature for Water Local solutions. Global impact. | PEGASYS CHANGING LIVES CHANGING WORLDS

Índice

1. Sumário executivo 6
2. Introdução 9
2.1. Metas e objetivos 10
2.2. Diagnóstico preliminar: área focal 10
3. Contexto geral 11
3.1. Contexto histórico 12
3.2. Contexto cultural 13
3.3. Contexto institucional: atores principais 14
3.3.1. Governo 14
3.3.2. Setor privado 15
3.3.3. Sociedade civil 15
3.3.4. Academia 15
3.3.5. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraguaçu (CBHP) 16
4. Avaliação técnica 17
4.1. Caracterização da bacia hidrográfica 18
4.1.1. Descrição geral 18
4.1.2. Áreas protegidas 22
4.1.3. Padrões de uso do solo 24
4.1.4. Desmatamento 26
4.1.5. Caraterísticas climáticas 28
4.2. Avaliação da segurança da hídrica 31
4.2.1. Quantidade de água (estresse hídrico) 32
4.2.2. Qualidade de água (águas residuais não tratadas) 33
4.2.3. Eventos extremos (riscos de inundação e seca) 34
4.3. Valores de conservação 36
4.3.1. Biodiversidade 37
4.3.2. Serviços ecossistêmicos 39
4.3.3. Valores culturais 40
4.3.4. Valores espirituais 41
4.4. Identificação de pontos críticos gerais para SbNs 41
4.4.1. Dinâmica de sedimentos 42
4.4.2. Dinâmica de nutrientes 44
4.4.3. Rendimento hídrico 46
4.5. Visita de campo 47

4.5.1. Sub-bacia Santo Antônio 48
4.5.2. Sub-bacia Utinga 52
5. Resumo dos desafios de segurança hídrica priorizados para a área de estudo 56
6. Opções Soluções Baseadas na Natureza (SbNs) 56
6.1. Justificativa para a seleção de SbNs 57
6.2. Intervenções potenciais de SbNs 59
6.2.1. Proteção de habitat 59
6.2.2. Restauração de áreas degradadas 59
6.2.3. Boas práticas de manejo (BPMs) na agricultura e pecuária 60
6.2.4. Sistemas alagados construídos 61
6.2.5. Manejo do fogo 62
6.3. Áreas de intervenção recomendadas 62
6.3.1. Áreas de intervenção prioritárias 63
6.3.2. Áreas de intervenção geral 64
6.4. Implementação de um programa de investimento em bacias hidrográficas 65
6.5. Recomendações e limitações da análise realizada 66
7. Recomendações para a próxima fase do projeto 68
7.1. Análise das partes interessadas 68
7.2. Análise científica 69
7.3. Análise econômico-financeira 71
8. Referências 73
Anexo A. Caracterização de bacias hidrográficas 77
A.1. Mapas gerais 77
A.2. Mapas de uso e cobertura do solo 77
A.3. Desafios de segurança hídrica 77
A.4. Pontos críticos: resultados dos modelos InVEST 78
A.5. Intervenções potenciais de SbNs 79
Anexo B. Gráficos e tabelas 80
B. 1. Gráficos 80
B.2. Tabelas 80
Anexo C. Modelo InVEST 81
C.1. Entradas dos sub-modelos 81

Lista de Acrônimos

AFD	Agência Francesa de Desenvolvimento
ANA	Agência Nacional de Águas
APA	Área de Proteção Ambiental
APP	Área de Preservação Permanente
BPM	Boas práticas de manejo
CBHP	Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraguaçu
CEFIR	Cadastro Estadual Florestal de Imóveis Rurais
CETEP	Centro de Educação Técnica Agroecológica
EMBASA	Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A.
GIS	Geographic Information System
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INEMA	Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
InVEST	Integrated Valuation of Ecosystem Services and Trade-offs
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática
N4W	Nature for Water Facility
ONG	Organização não governamental
PAT	Plano de Ação Territorial
PSA	Pagamento por Serviços Ambientais
RPGA	Região do Planejamento da Água
RPPN	Reserva Particular do Patrimônio Natural
SEIA	Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos
SIRH	Sistema Integrado de Recursos Hídricos do Estado
SbN	Solução baseada na natureza
TNC	The Nature Conservancy
UB	Unidade de Balanço
UC	Unidade de Conservação
UPGRH	Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos

Controle de versões

Versão	Data	Descritivo de mudanças
VA	2024-11-15	Revisão Interna
V0	2024-11-22	Feedback Interno incorporado
V1	2024-12-04	Feedback Interno adicional incorporado

1. Sumário executivo

Os alertas sobre eventos climáticos extremos no Brasil ressaltam a necessidade de repensar a gestão dos recursos hídricos, promovendo a preservação das bacias hidrográficas e o uso racional da água. Nesse contexto, a Agência Francesa de Desenvolvimento (AFD) está avaliando um projeto de abastecimento de água potável rural na Bahia, que inclui a gestão de recursos hídricos e a adoção de Soluções baseadas na Natureza (SbNs). Em parceria com a AFD, o Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA) e a The Nature Conservancy (TNC) através da Nature for Water Facility (N4W), este estudo preliminar identificou áreas prioritárias e oportunidades para a aplicação de SbNs, visando fortalecer a resiliência hídrica e promover a conservação da natureza, além de detalhar diretrizes para futuras fases do projeto.

A área de estudo inclui a Área de Proteção Ambiental (APA) Marimbus/Iraquara e as sub-bacias do rio Santo Antônio e do rio Utinga, contribuintes da bacia superior do rio Paraguaçu e da grande bacia do rio Paraguaçu. A região foi selecionada como área prioritária devido à sua importância ecológica, socioeconômica e potencial para o ecoturismo. A bacia hidrográfica do rio Paraguaçu é crucial para o abastecimento de várias comunidades na Bahia, incluindo Salvador. A região enfrenta desafios ambientais, como degradação, perda de biodiversidade e conflitos de uso da água, exacerbados por queimadas, desmatamento e práticas agrícolas inadequadas. Historicamente, a área tem uma rica ocupação humana e com significativas atividades econômicas ao longo do tempo, incluindo mineração de ouro e diamantes. A mineração, embora economicamente importante, trouxe impactos ambientais e sociais, tornando a preservação ambiental e a responsabilidade social essenciais para garantir a sustentabilidade da região, o abastecimento de água, a regulação climática e a manutenção dos modos de vida das comunidades locais.

A região estudada possui uma rica herança cultural, resultado da interação entre povos indígenas, africanos e europeus ao longo dos séculos. Exemplo disso são a comunidade indígena Payayá, que mantém uma forte conexão cultural e espiritual com a terra e as águas da região, e o Quilombo do Remanso, símbolo de resistência e preservação cultural, onde práticas tradicionais como pesca, artesanato e produção de mel são mantidas. A preservação da área é essencial não apenas para a biodiversidade, mas também para manter viva a história e cultura brasileira.

Diversos atores desempenham papéis cruciais na gestão e preservação dos recursos hídricos e ambientais da região. O governo, através de órgãos como o INEMA, a Agência Nacional de Águas (ANA) e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), é responsável pela formulação de políticas públicas e fiscalização. O setor privado, incluindo empresas como a Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A. (EMBASA), contribui com a gestão de sistemas de abastecimento de água e saneamento, além de financiar projetos de conservação. A sociedade civil, representada por comunidades locais, organizações não governamentais (ONGs) e associações, participa ativamente na

gestão participativa das bacias hidrográficas. A academia fornece suporte técnico e desenvolve soluções inovadoras, enquanto o comitê da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu promove a gestão integrada e participativa dos recursos hídricos.

A avaliação técnica da área de estudo seguiu os seguintes passos, que serão detalhados nos parágrafos a seguir (Figura 1):

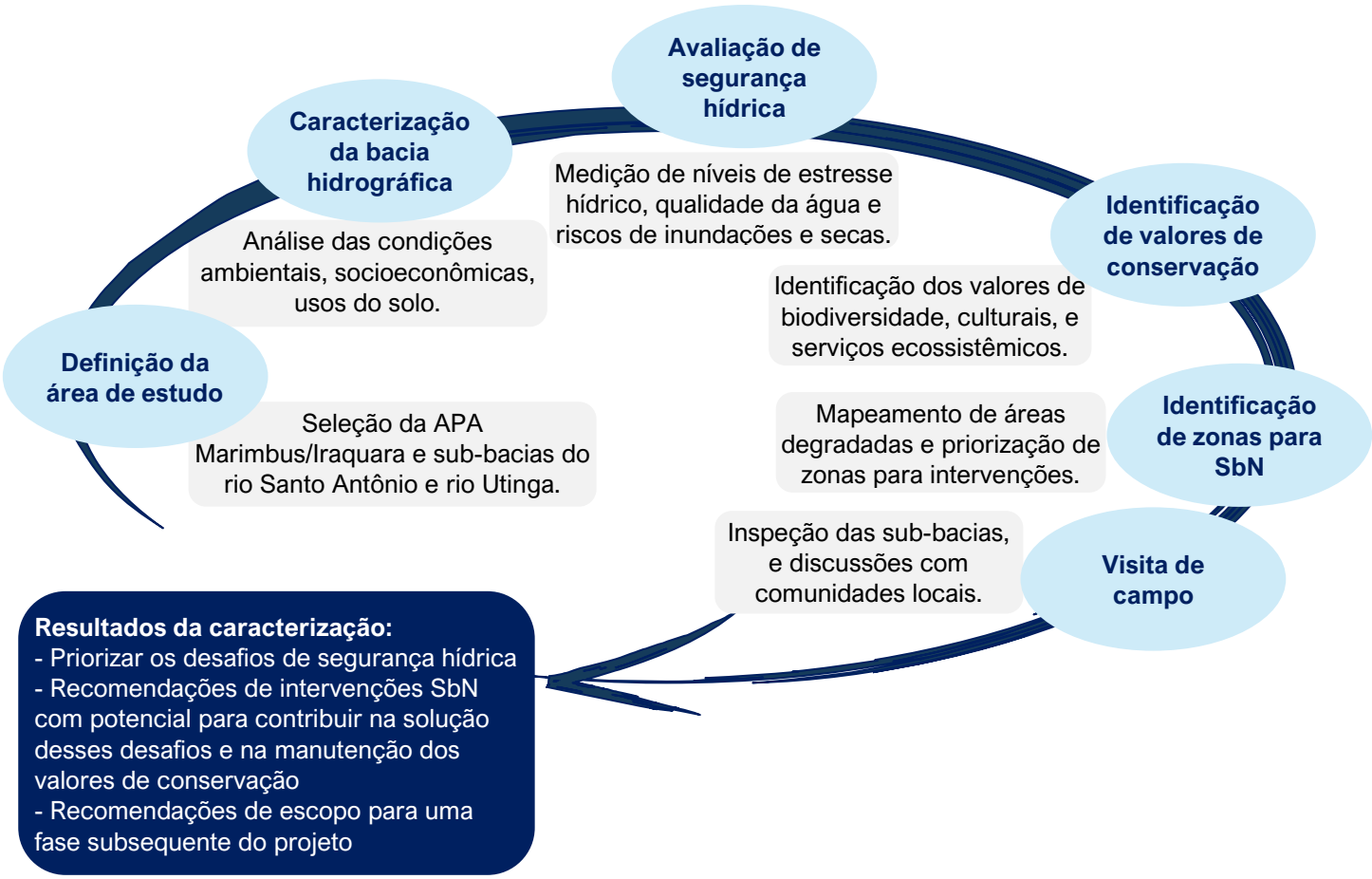


Figura 1. Metodologia de avaliação da área de estudo.

Conforme figura acima, a caracterização da área de estudo incluiu uma análise detalhada dos aspectos físicos, climáticos, hidrológicos e sociais da bacia do rio Paraguaçu. A caracterização revelou desafios como a degradação ambiental e a crescente demanda por água devido à agricultura irrigada. Os padrões de uso do solo mostram uma perda de vegetação nativa e aumento de áreas agrícolas, impactando negativamente a biodiversidade. A análise da segurança hídrica indicou níveis de estresse hídrico entre baixo e médio, com a qualidade da água comprometida por altos níveis de efluentes não tratados. A região enfrenta riscos de inundações sazonais e secas, exacerbados pelas mudanças climáticas e pela alta demanda de água para atividades agrícolas, afetando a segurança hídrica, a agricultura e os ecossistemas locais.

Além disso, também foram identificados os principais valores de conservação na área de estudo, que incluem a preservação de espécies, serviços ecossistêmicos (como provisão de

água e regulação climática), e valores culturais e espirituais. Considerar esses valores é crucial para promover a sustentabilidade e garantir a preservação dos ecossistemas de água doce a longo prazo. A biodiversidade da região, composta por múltiplos ecossistemas e espécies endêmicas, é vital para o equilíbrio ecológico e o bem-estar humano. Os serviços ecossistêmicos fornecidos pela APA Marimbus/Iraquara e pelas sub-bacias dos rios Santo Antônio e Utinga, como abastecimento de água, controle de erosão e regulação climática, são essenciais para a qualidade de vida das populações locais. A região também abriga locais de valor espiritual, como o jarê, uma religião de matriz africana exclusiva da Chapada Diamantina, que exemplifica a conexão espiritual com a natureza. A preservação desses valores é fundamental para a integridade ecológica e o bem-estar das comunidades locais, garantindo uma relação de reciprocidade com o meio ambiente.

A visita de campo nas sub-bacias do rio Santo Antônio e rio Utinga avaliou as condições de uso do solo e socioambientais e confirmou algumas das vulnerabilidades identificadas durante a caracterização da área, como o assoreamento de cursos d'água, degradação de nascentes e conflitos de uso da água. Essas observações reforçam a importância de implementar SbNs para controle de sedimentos e proteção das áreas de recarga, validando os estudos anteriores e ampliando a compreensão sobre as pressões locais.

Com base na caracterização da bacia, avaliação dos valores de conservação e visita ao local, os desafios de segurança hídrica na bacia superior do Paraguaçu foram identificados e priorizados. O principal desafio é a qualidade da água, afetada pela produção e transporte de sedimentos devido a mudanças no uso da terra, atividades agrícolas, pecuária e áreas degradadas. A qualidade da água também é comprometida pela descarga de nutrientes de atividades agrícolas e águas residuais. A disponibilidade de água é outro desafio crítico, considerando que essas sub-bacias são cabeceiras do Paraguaçu, essencial para o abastecimento de água no Estado da Bahia. A bacia do Paraguaçu abastece cerca de 1,7 milhão de pessoas (12% da população do estado) o que representa 92% da população urbana, incluindo 60% do abastecimento de água de Salvador (INEMA, 2014 e 2020).

Para enfrentar os desafios de segurança hídrica identificados, foram propostas SbNs com alto potencial para melhorar a qualidade da água e reduzir problemas de sedimentação e transporte de nutrientes. A implementação de um programa de investimento em SbN, desenhado conforme as particularidades biofísicas e sociais locais, é recomendada. Intervenções como a proteção de habitats e restauração de áreas degradadas foram priorizadas devido aos seus benefícios significativos, incluindo a redução da erosão e a melhoria da qualidade da água. Além disso, fomento de melhores práticas agrícolas, gerenciamento de incêndios e a implementação de áreas úmidas artificiais foram recomendados para reduzir sedimentos e nutrientes. A colaboração com as comunidades locais é essencial para o sucesso, aproveitando seu conhecimento do território e dos ecossistemas locais.

A análise realizada até o momento oferece um panorama abrangente das sub-bacias hidrográficas do Utinga e Santo Antônio e da APA Marimbus/Iraquara, destacando os

principais desafios e oportunidades. As SbNs propostas têm o potencial de enfrentar os desafios de segurança hídrica de maneira eficaz, promovendo a conservação ambiental e gerando co-benefícios sociais e culturais significativos. Recomenda-se avançar para uma segunda etapa do projeto, com uma análise mais detalhada dos pontos críticos, engajamento das partes interessadas, validação científica das intervenções e garantia de sustentabilidade econômico-financeira. A continuidade do projeto é fundamental para garantir a resiliência dos sistemas hídricos da região, beneficiando o meio ambiente e as comunidades locais, preservando valores culturais e promovendo o desenvolvimento sustentável.

2. Introdução

Os recentes alertas do Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC) a respeito eventos climáticos extremos, como secas e inundações que têm afetado diversas regiões do Brasil, reforçam a necessidade de inovação na gestão dos recursos hídricos (Caretta et. Al, 2022). A fim de garantir um futuro mais sustentável, é fundamental que o a gestão territorial e de recursos hídricos evolua para um modelo que valorize a preservação das bacias hidrográficas e promova o uso racional da água, buscando soluções inovadoras que conciliem as demandas sociais, econômicas e ambientais.

Nesse contexto, a AFD está avaliando um projeto de abastecimento de água potável rural na Bahia, que inclui um componente de gestão de recursos hídricos destinado a preservar a quantidade e a qualidade desse recurso. A adoção de SbNs surge como uma alternativa promissora – no entanto, a complexidade do sistema hídrico local exige um planejamento estratégico que contemple uma análise detalhada da bacia, a identificação de SbNs potencialmente relevantes e as áreas prioritárias para intervenção, a fim de garantir a eficácia e a sustentabilidade do projeto.

A melhoria da gestão de água por meio da conservação das bacias hidrográficas é uma estratégia que a TNC tem promovido em diversos países. Essa iniciativa busca fortalecer a integração de SbNs para abordar questões de segurança hídrica e da adaptação climática, além de fomentar a liderança e a colaboração entre os diferentes atores presentes na região. Ao proporcionar resiliência ao ecossistema, as SbNs tornam-se uma solução para garantir um abastecimento de água de qualidade a longo prazo.

Em uma iniciativa conjunta, a TNC – através da N4W – e a AFD se uniram para explorar o uso de SbNs como ferramenta para fortalecer a segurança hídrica na Bahia. Com o apoio do INEMA, este estudo investiga o potencial de implementar SbNs em áreas estratégicas do Estado, onde a proteção de Unidades de Conservação (UCs) e a gestão dos recursos hídricos se interconectam. Através de uma análise aprofundada, que inclui revisão bibliográfica, consulta a planos de manejo e visita a campo, foram identificadas áreas prioritárias e oportunidades para a aplicação de SbNs, visando fortalecer a resiliência hídrica da região e promover a conservação da natureza.

2.1. Metas e objetivos

Este estudo preliminar visa uma avaliação integrada que permita avançar no uso de SbNs para enfrentar desafios de segurança hídrica e a determinação de critérios para fases subsequentes do projeto. Esta avaliação tem três objetivos principais:

- **Mapeamento das áreas prioritárias de intervenção** que apresentem sinergia entre conservação de recursos hídricos e áreas protegidas.
- **Identificação de SbNs relevantes** para enfrentar os desafios de segurança hídrica na região.
- **Definição do escopo de fases subsequentes** do projeto com base nos resultados desse estudo, estabelecendo diretrizes para uma futura implementação.

2.2. Diagnóstico preliminar: área focal

Dado o extenso território baiano, em conjunto com o INEMA e de maneira integrada aos critérios socioeconômicos, foi conduzido um processo participativo para identificar desafios críticos de segurança hídrica e principais beneficiários do sistema hídrico baiano, levando em conta as preferências de agentes e iniciativas locais. Com base nesses dados, a área focal do estudo foi definida, alinhando as bases comuns - AFD/N4W, às expectativas dos agentes – INEMA, e ao contexto regional. Foi conduzida a seleção e delimitação da área geográfica do projeto e a identificação das UCs prioritárias com base no nível de degradação e impacto na segurança hídrica.

A fase inicial do estudo envolveu a revisão de literatura e coleta de dados, que consistiu no levantamento de documentos, mapas estratégicos e dados secundários relevantes sobre segurança hídrica e conservação de UCs estaduais. Para isso, foram consultadas bases de dados oficiais, como o GeoBahia[1] e o Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos (SEIA)[2], com as principais informações ambientais, recursos hídricos e administrativos do Estado da Bahia. Esse processo também incluiu a análise de avaliações anteriores e iniciativas em andamento para estabelecer uma base de dados inicial. Em seguida, foi realizada uma avaliação exploratória utilizando imagens de satélite para identificar áreas com maior degradação e impacto nos recursos hídricos.

Como resultado, foi definia como área focal de avaliação a **APA Marimbus/Iraquara** e as **sub-bacias do rio Santo Antônio e do rio Utinga**, contribuintes da **bacia superior do rio Paraguaçu** e da grande **bacia do rio Paraguaçu** (Figura 2). Destacada como bacia prioritária, a bacia do rio Paraguaçu é uma das principais fontes de abastecimento hídrico para o Estado e particularmente estratégica para a região metropolitana de Salvador. A **área de estudo** incluiu as bacias hidrográficas associadas e porção superior da bacia, localizadas na região do Alto Paraguaçu e da Chapada Diamantina, onde se encontram importantes

[1] Portal indisponível, substituído por http://novogeobahia.inema.ba.gov.br
[2] Unidades de Conservação | Portal SEIA

mananciais de abastecimento e manutenção do potencial hídrico, os rios Santo Antônio e Utinga. Adicionalmente, a região integra o objetivo primário de avançar nas SbNs na recuperação de UCs, como o Parque Nacional da Chapada Diamantina e a APA Marimbus/Iraquara (ver detalhes no Capítulo 4).

Essa etapa estabeleceu as bases para um diagnóstico completo, destacando os pontos críticos para a segurança hídrica e direcionando as ações prioritárias.

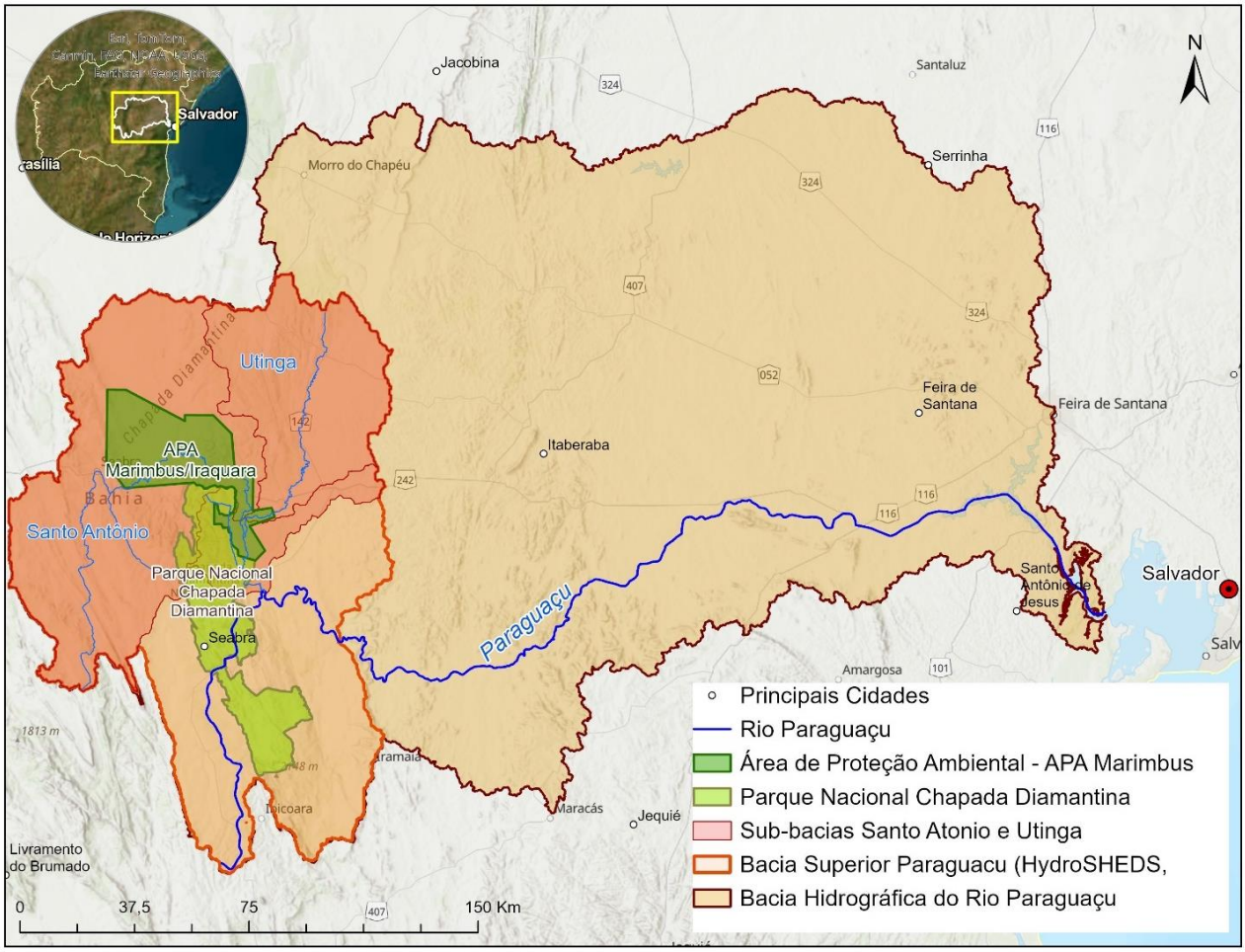


Figura 2. Localização geral da área focal de avaliação, a APA Marimbus/Iraquara, as sub-bacias do rio Santo Antônio e do rio Utinga, a bacia superior do rio Paraguaçu e a grande bacia do rio Paraguaçu.

3. Contexto geral

A bacia hidrográfica do rio Paraguaçu é a principal fonte de abastecimento das comunidades e municípios por onde flui, incluindo a capital baiana, Salvador. Com algumas de suas nascentes localizadas na região da Chapada Diamantina – popularmente conhecida como a 'caixa d'água da Bahia' – o Paraguaçu percorre o estado da Bahia, atravessando os biomas de Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica até sua foz na Baía de Todos os Santos. Em recorte, a área de estudo enfrenta simultaneamente a degradação ambiental, perda de biodiversidade e problemas de qualidade e quantidade de água, resultantes de antigas atividades de

garimpo, queimadas, desmatamento e práticas agrícolas inadequadas. De maneira concomitante e intrinsecamente relacionada à questão ambiental, a região é palco de uma vulnerabilidade socioeconômica, onde direitos humanos como o acesso ao saneamento básico são privilégio.

A área de estudo, destaca-se por sua produção diversificada, com ênfase em cafés especiais e o cultivo de frutas tropicais (IBGE, 2017). Contudo, a expansão da agricultura irrigada pelo cultivo de frutíferas, especialmente abacaxi e banana, tem aumentado significativamente a demanda por água na região, levando a um conflito entre oferta e demanda de água. Em específico, a sub-bacia do rio Utinga reflete essas tensões, com conflitos de uso, não apenas entre o abastecimento público e o uso agrícola, mas também entre os próprios irrigantes devido à falta de adesão às medidas de mitigação da escassez de água. Estão ainda presentes na região conflitos devido à expansão da fronteira agrícola e pecuária, que ameaçam a capacidade de captação e regulação de fluxos da bacia. Em 2015, o rio Utinga secou pela primeira vez, e em 2016 voltou a secar interrompendo seu fluxo por mais de 120 dias. Esta seca atingiu comunidades rurais, assentamentos e sistemas de captação para uso doméstico, impactando o abastecimento humano em vários municípios e afetando cerca de três mil famílias (Folha da Chapada, 2017). Entre as causas apontadas, necessidade de recomposição de matas ciliares, conflitos de uso e condições climáticas adversas integram os principais pontos críticos.

A área de estudo possui uma rica história marcada pela ocupação humana e pelas diversas atividades econômicas desenvolvidas ao longo do tempo. Compreender essa dinâmica histórica é essencial para identificar os fatores que contribuíram para a degradação ambiental e os conflitos de uso da água. Além disso, considerando os serviços essenciais prestados pela bacia do rio Paraguaçu, como abastecimento de água, regulação climática, e atividades econômicas, como produtividade agrícola, turismo, transporte e geração de energia hidrelétrica, a restauração e preservação do ecossistema onde ela se insere é de extrema importância. As funções dos ecossistemas de água doce, como a estabilização do fluxo e a purificação da água, são estratégicas para garantir a segurança hídrica de comunidades e cidades.

3.1. Contexto histórico

Marcada por pinturas rupestres de povos primitivos, a história da ocupação humana na área de estudo remonta há mais de 12 mil anos. Antes da presença colonizadora, a região foi lar de diferentes etnias indígenas, incluindo Mracás, Paiaiás, Paiaiazes, Maracanasus, Cariris, Tapuias (Banaggia, 2017). O povoamento não indígena da região teve início no século XVII, aumentando com a descoberta de jazidas de ouro no século XVIII, e tornando-se ainda mais significativo com a exploração intensa de diamantes no início do século XIX. No contexto da mineração, o processo migratório para a região foi marcado fortemente pelo influxo de mão-de-obra escrava de origem africana e por garimpeiros vindos da região de Minas Gerais.

Inicialmente, a mineração na região era realizada de forma artesanal, com garimpeiros utilizando ferramentas simples como peneiras e picaretas para extrair diamantes dos leitos dos rios. Hoje, a atividade é um tema amplo e complexo, envolvendo interações e conflitos entre garimpeiros, empresas, comunidades locais e órgãos de fiscalização. A legislação ambiental brasileira proíbe a mineração em áreas de preservação ambiental, como o Parque Nacional da Chapada Diamantina. Em meio a este contexto complexo, a atividade gera também preocupações devido aos seus impactos ambientais e sociais. Embora a mineração de diamantes geralmente envolva processos físicos, como extração, lavagem e classificação, sem a utilização de produtos químicos no beneficiamento primário, os resíduos físicos ou a exposição do solo ainda representam um risco ambiental, especialmente quando não são adequadamente manejados.

Como apresentado acima, a mineração foi parte significativa da história de ocupação da região. Essa história reflete vivamente na estrutura de vida nos dias de hoje, tanto em aspectos demográficos, econômicos e políticos, como em características culturais e ambientais da região. Intrínseco a esta organização socioespacial da área de estudo, está um ecossistema que provê serviços essenciais para a manutenção dos modos de vida e subsistência de diversas comunidades indígenas e locais, incluindo um sistema de água doce que abastece diversas populações a jusante. Com este panorama, fica claro que preservação ambiental e responsabilidade social são fatores indissociáveis e devem ser abordados de forma holística, visando a sustentabilidade da região.

3.2. Contexto cultural

Como reflexo de sua complexa história de ocupação, a região enraíza a cultura, modos de vida e tradições de povos indígenas, africanos e europeus, além dos resultados da miscigenação entre eles. Essa conjuntura faz da região não apenas rica, mas também singular em termos culturais.

A comunidade indígena Payayá, localizada na cabeceira do rio Utinga, possui uma forte conexão cultural e espiritual com a terra e as águas da região. Por meio de um processo de etnogênese, os Payayá retomaram recentemente parte de seu território do Estado da Bahia. A relação da comunidade com o rio Utinga é uma expressão de sua cosmologia, onde a natureza exerce papel fundamental para o equilíbrio espiritual e físico dos Payayá. Eles são dependentes do rio para subsistência, além de cultivarem espécies nativas para o reflorestamento da região. Os Payayá são defensores ativos do rio Utinga e do ecossistema em que ele se insere, frisando a segurança alimentar e a valorização de seus vínculos culturais e espirituais com a terra.

Situado dentro da APA Marimbus/Iraquara, o Quilombo do Remanso é uma comunidade quilombola que se destaca tanto pela sua importância cultural quanto pela necessidade de preservação ambiental. O Remanso é um símbolo de resistência e união dos descendentes de escravizados que fugiram e se estabeleceram na região alagadiça do Marimbus, conhecida como o "pantanal da Bahia". A comunidade preserva tradições culturais e modos

de vida, incluindo práticas de pesca, artesanato e produção de mel. Além disso, o Remanso inspirou obras literárias, como o livro “Torto Arado” de Itamar Vieira Junior, que aborda o drama dos descendentes de escravizados nos tempos modernos.

A área de estudo, com seus rios, lagoas e matas, é um ambiente rico em biodiversidade e essencial para a subsistência dos seus moradores. De forma simbiótica, a preservação da região ajuda a manter viva uma parte importante da história e cultura brasileira, ao mesmo tempo em que se protege um ecossistema vital. Esses esforços garantem a sustentabilidade dos recursos naturais para as futuras gerações, fomentando o equilíbrio ambiental e social da região.

3.3. Contexto institucional: atores principais

Nesta sessão são apresentados os principais atores envolvidos na gestão e preservação dos recursos hídricos e ambientais na área de estudo, destacando suas responsabilidades e contribuições para a sustentabilidade e proteção do ecossistema. Trabalhando de forma articulada e multidisciplinar, cada um é capaz de contribuir com sua expertise e capacidade de influência, para assegurar que políticas e projetos de conservação avancem de maneira eficaz e integrada.

3.3.1. Governo

O governo é responsável por direcionar e estruturar as políticas de uso e conservação dos recursos hídricos, assegurando o cumprimento das legislações e a gestão sustentável das bacias hidrográficas. Órgãos estaduais e federais desempenham um papel fundamental na formulação de políticas públicas, fiscalização e na regulamentação dos recursos hídricos. Entre esses órgãos, destacam-se o INEMA, a ANA, o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e o IBAMA.

O INEMA é o órgão responsável pela fiscalização, monitoramento e gestão ambiental das bacias hidrográficas na Bahia. Ele executa a Política Estadual de Recursos Hídricos e Meio Ambiente, gerencia o SEIA, e promove a fiscalização e monitoramento dos recursos hídricos. Ele atua também na implementação de programas de conservação e recuperação ambiental, coordenando o Cadastro Estadual Florestal de Imóveis Rurais (CEFIR). Suas atribuições incluem a emissão de outorgas de uso de recursos hídricos, monitoramento da qualidade da água, e apoio técnico em projetos de conservação e recuperação ambiental. Além disso, o INEMA exerce papel fundamental no Projeto Guardiões das Águas (ver Capítulo 6.2), fornecendo expertise técnica e regulatória.

O governo pode também contribuir com o financiamento de projetos voltados para a preservação dos recursos hídricos e ambientais na área de estudo. Por exemplo, o Programa Água para Todos do Governo Federal que tem como meta a universalização do acesso à água potável e saneamento especialmente em áreas rurais e regiões afetadas pela seca. Através dele, o governo disponibiliza fundos para investimento voltados para a revitalização

de bacias hidrográficas, e faz parcerias com governos estaduais e municipais em projetos de abastecimento urbano e rural. Além disso, ainda no nível federal, existe o Programa Produtor de Água da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Este programa incentiva produtores rurais a adotarem práticas conservacionistas que ajudam a preservar a água, oferecendo apoio técnico e financeiro através do conceito de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA).

3.3.2. Setor privado

O setor privado exerce um papel significativo na preservação de recursos hídricos. A EMBASA, é responsável pela gestão e operação de sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário em 366 municípios baianos. Ela é a principal responsável pela execução do Projeto Guardiães das Águas, coordenando ações de recuperação florestal, cadastramento de propriedades no CEFIR, e elaboração do plano regional de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) (ver Capítulo 6.3.2). Além disso, a EMBASA atua na implementação de ações do Programa Água para Todos na Bahia.

Incluindo ainda bancos de desenvolvimento, organismos internacionais, empresas agrícolas, industriais, de consultoria, de engenharia, com responsabilidade social e fundações filantrópicas, o setor privado abre um leque de potenciais financiadores de iniciativas para a preservação de recursos hídricos. Primeiramente, as empresas de saneamento e distribuição de água, como a EMBASA, são beneficiárias diretas da proteção e restauração da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, o que faz destas empresas apoiadoras potencias para projetos de implementação de SbNs.

3.3.3. Sociedade civil

A sociedade civil, representada por usuários de água, povos indígenas, comunidades locais e tradicionais, organizações não governamentais (ONGs) e associações de produtores rurais, desempenha um papel essencial na preservação dos recursos hídricos e na gestão participativa das bacias hidrográficas. O sucesso das iniciativas de proteção de bacias hidrográficas depende diretamente de como o engajamento local é realizado. A participação ativa dessas comunidades é um ato de cidadania e garante que as ações de preservação considerem os aspectos sociais e culturais da região. Além disso, é no nível local - com os próprios proprietários das terras, onde o uso da terra deve ser melhorado – que surgem tanto gargalos quanto soluções.

3.3.4. Academia

As universidades e institutos de pesquisa, como a UFBA (Universidade Federal da Bahia) e a UFRB (Universidade Federal do Recôncavo Baiano), são fundamentais para a geração de conhecimento necessário para a formulação e implementação de políticas de gestão ambiental. Esses atores também colaboram com o desenvolvimento de soluções inovadoras para os desafios relacionados à preservação dos recursos naturais. Desta forma, este grupo

tem a capacidade de oferecer suporte técnico direcionado à preservação dos recursos hídricos.

3.3.5. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraguaçu (CBHP)

No Brasil, os Comitês de Bacia Hidrográfica são estabelecidos para promover a descentralização da gestão dos recursos hídricos. Eles contam com a participação do poder público, dos usuários e da sociedade civil, sendo responsáveis pelas decisões sobre o uso desses recursos.

Criado pelo governo da Bahia em 2006, o CBHP é uma entidade consultiva e deliberativa que atua na gestão participativa e integrada dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu. Sua principal missão é assegurar o uso sustentável e equilibrado das águas da região, por meio de diversas competências e ações. Entre suas responsabilidades, está a elaboração, aprovação e acompanhamento do Plano de Recursos Hídricos da Bacia, que define prioridades estratégicas para a gestão dos recursos. O comitê também tem o poder de emitir pareceres e recomendações sobre outorgas de uso da água, assegurando que a captação e o lançamento de efluentes sejam realizados de maneira sustentável.

Além disso, o CBHP desempenha um papel essencial na mediação de conflitos relacionados ao uso da água, promovendo o diálogo entre diferentes setores e usuários. Outro ponto de destaque é sua competência para propor mecanismos de cobrança pelo uso da água, incentivando a racionalização do recurso e gerando receitas destinadas à sua gestão e conservação. O comitê também acompanha e fiscaliza projetos e ações que impactam os recursos hídricos, trabalhando em parceria com órgãos ambientais e outros agentes reguladores.

A promoção da educação ambiental é outra frente de atuação importante do CBHP, que busca sensibilizar usuários e comunidades sobre a importância da preservação dos recursos hídricos. Em termos de ações específicas, o comitê apoia projetos de recuperação de nascentes, reflorestamento de matas ciliares, controle de erosão e melhoria da qualidade da água, além de incentivar práticas de manejo sustentável, especialmente em setores como agricultura e saneamento.

O CBHP também desempenha um papel central na articulação entre diferentes atores, coordenando ações entre o governo, o setor privado, organizações civis e comunidades locais. Com uma gestão participativa (ver Figura 3), o comitê garante que as decisões tomadas sejam inclusivas e reflitam preocupações de forma equitativa e sustentável. Além disso, ele monitora grandes empreendimentos, como barragens e sistemas de irrigação, avaliando seus impactos sobre a qualidade e a disponibilidade da água. Sua atuação prioriza áreas críticas para a conservação e recuperação, promovendo o equilíbrio ecológico e hídrico da bacia.

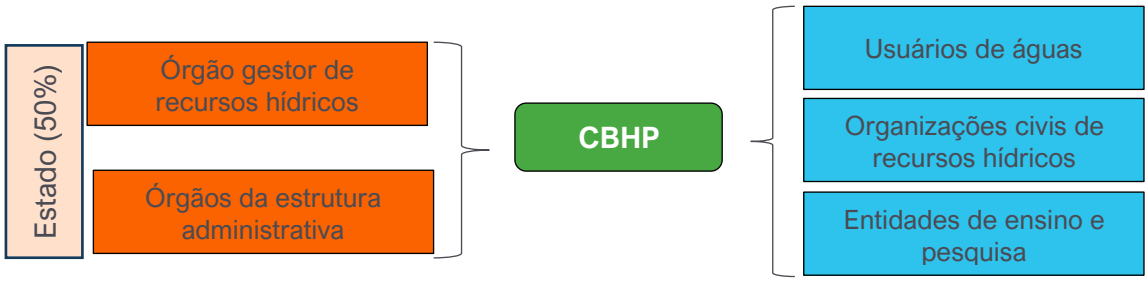


Figura 3. Estrutura de gestão CBHP.

4. Avaliação técnica

Nesta seção é apresentada uma descrição geral do processo seguido e os resultados obtidos da caracterização da área de estudo, com ênfase em aspectos físicos, climáticos, hidrológicos e sociais. Como se observa na Figura 4, a caracterização realizada incluiu a análise de informações secundárias de aspectos físicos da bacia, a caracterização da segurança hídrica da zona a partir de bases de dados globais e a identificação de valores de conservação importantes para a região. Adicionalmente, foram identificados pontos de interesse do ponto de vista da prestação de serviços ecossistêmicos, a partir de um modelo simplificado dos processos de produção de sedimentos, nutrientes e o rendimento hídrico da área de estudo, e os resultados obtidos foram verificados a partir das observações realizadas durante uma visita de campo.

Os resultados da caracterização descrita neste capítulo foram usados para identificar os desafios de segurança hídrica chave para a área de estudo (ver Capítulo 5), e posteriormente para o planejamento de recomendações de intervenções SbNs com potencial para contribuir na solução desses desafios e na manutenção dos valores de conservação chave para a zona (Capítulo 6).

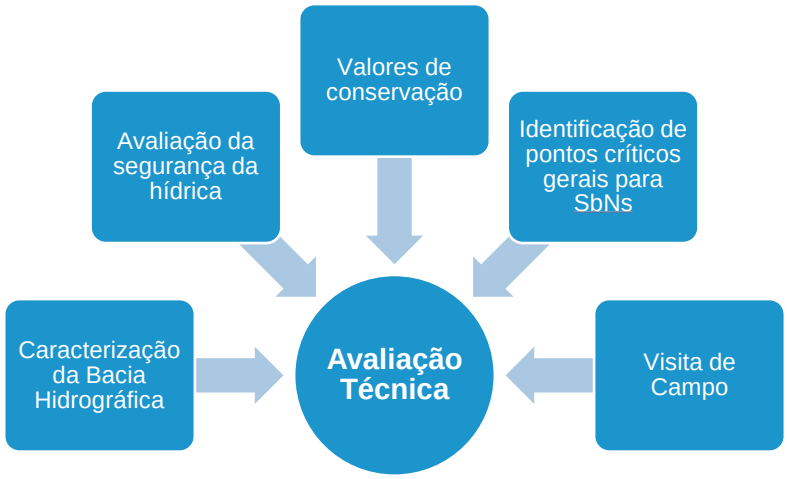


Figura 4. Esquema metodológico da avaliação técnica da área de estudo.

4.1. Caracterização da bacia hidrográfica

4.1.1. Descrição geral

Na Bahia, a gestão dos recursos hídricos é coordenada pelo **Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGREH)**, em conformidade com as legislações federal e estadual, como a Lei Federal 9.433/97 e a Lei Estadual 10.432/06 (Bahia, 2006). O SEGRE tem como objetivos principais promover o uso sustentável da água, garantir a disponibilidade de água de qualidade e promover a participação da sociedade nas decisões relacionadas ao uso dos recursos hídricos. Como órgão executor da Política Estadual de Recursos Hídricos, o Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA) vem, ao longo dos anos, aperfeiçoando o processo de planejamento e gestão das águas no estado, tendo como unidade de planejamento a bacia hidrográfica, incluindo a criação de comitês de bacia e a elaboração de planos de manejo (INEMA, 2024).

De acordo com o **Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH**), a gestão dos recursos hídricos estaduais é executada com base em 26 **Regiões de Planejamento e Gestão das Águas (RPGAs)**, incluindo a RPGA do Rio Paraguaçu (Figura 6)**.** O planejamento das RPGAs considera critérios como aspectos socioeconômicos, usos homogêneos da água, distâncias para deslocamento dos membros dos comitês e a capacidade de mobilização regional.

Estudos adicionais subdividem o rio Paraguaçu em Unidades de Balanço (UBs), alinhadas às Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH), especialmente nas áreas do Alto Paraguaçu e da Chapada Diamantina (Bahia, 2019). O rio Paraguaçu e sua região hidrográfica são cruciais para a disponibilidade hídrica na Bahia. Ao longo de seu curso, a bacia do Paraguaçu apresenta características hidrológicas distintas em seus segmentos: Alto Paraguaçu, Médio Paraguaçu e Baixo Paraguaçu (Genz et al., 2011).

Dessa forma, em alinhamento com a dinâmica regional, esta avaliação foi conduzida considerando a delimitação hidrológica apresentada na Figura 6. A análise teve como foco preliminar a **Bacia do rio Paraguaçu (1)**, com ênfase nas áreas situadas nos seguimentos

do Alto Paraguaçu e da Chapada Diamantina. Para definir os limites da **Bacia superior do Paraguaçu (2),** foi realizada uma investigação integrada e exploratória baseada na subdivisão hidrográfica do HydroSHEDS em nível 7(Linke et al. 2019), que corresponde às Unidades de Bacia (UBs) 1, 2, 3, 4 e 5 definidas no **Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH)** do Rio Paraguaçu. Posteriormente, o refinamento espacial os esforços para as **Sub-bacias do rio Santo Antônio e do rio Utinga (3)**. O objetivo dessa análise foi identificar o potencial de implementação de Soluções baseadas na Natureza (SbNs) em áreas críticas para a segurança hídrica, aliando a proteção e a recuperação de áreas protegidas vulneráveis. Essa abordagem espacial estabelece a unidade geográfica de avaliação e serve como modelo piloto para replicação escalonada.

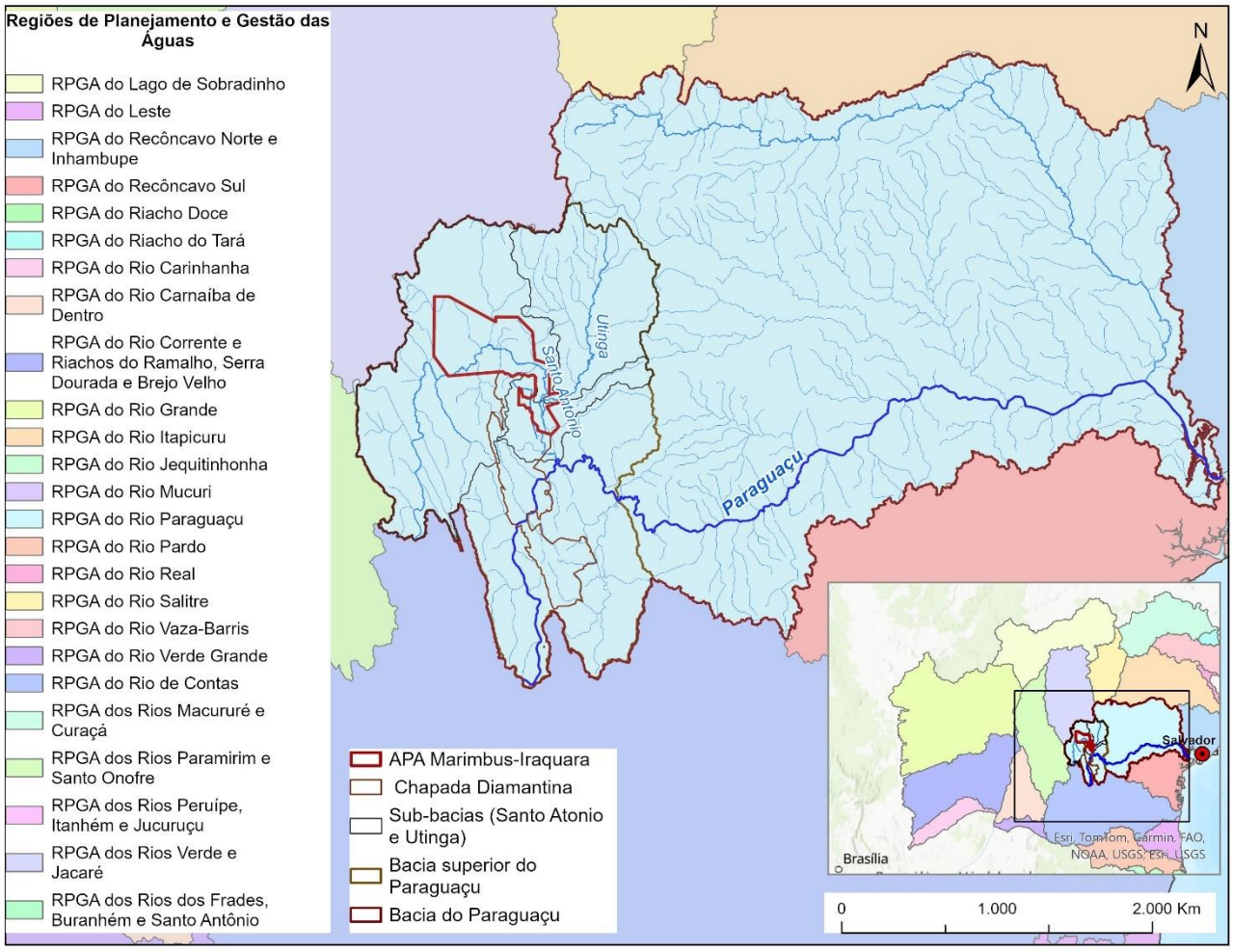


Figura 5A. Plano Estadual de Recursos Hídricos: Regiões de Planejamento e Gestão das Águas (RPGAs). Fonte: N4W, com informações de SEIA (2024).

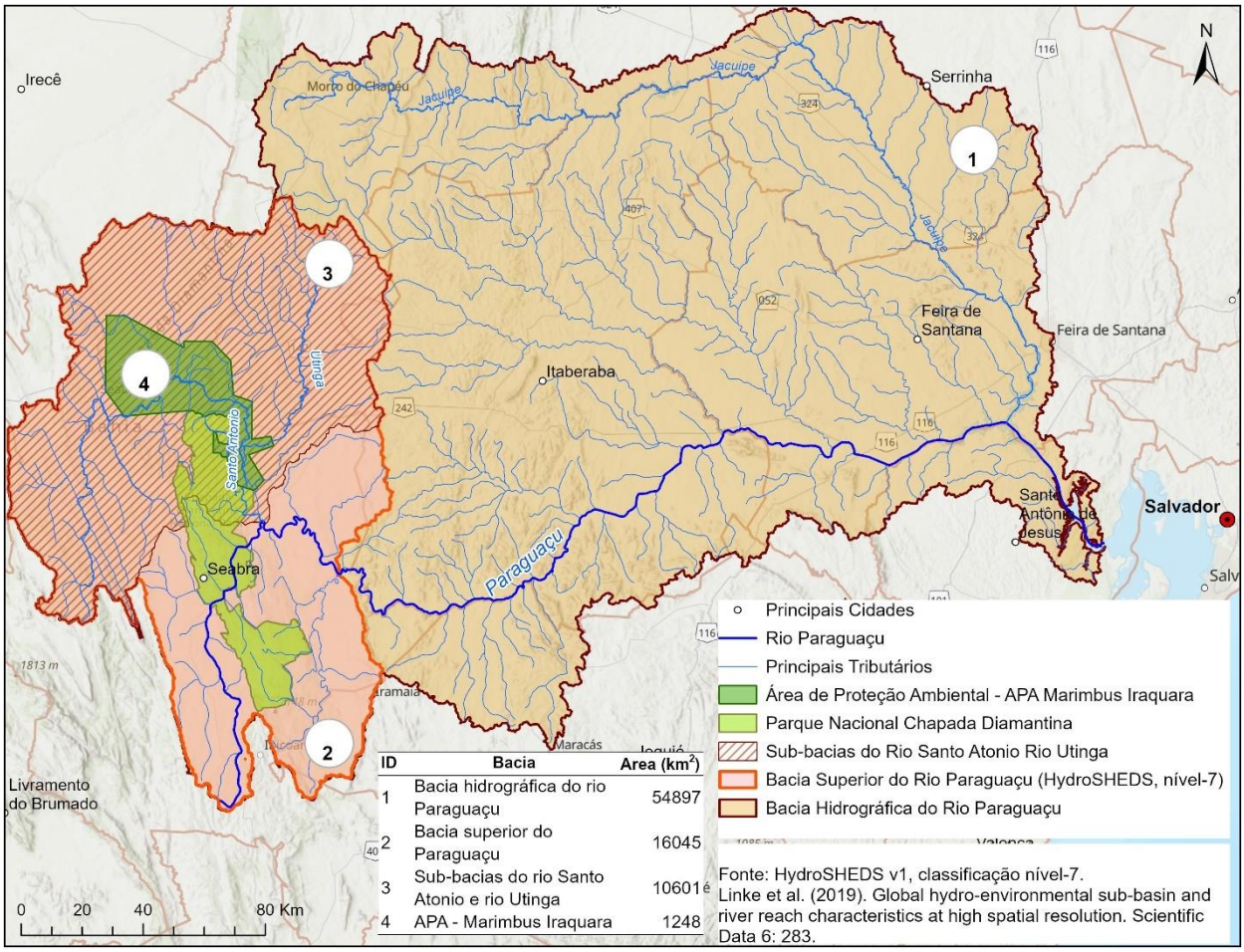


Figura 6B. Abordagem espacial: Localização da (1) bacia do rio Paraguaçu; (2) bacia superior do Paraguaçu; (3) sub-bacias do rio Santo Antônio/Cocho e do rio Utinga. Áreas Protegidas: APA Marimbus/Iraquara e Chapada Diamantina. Rede hidrográfica: rio Paraguaçu e rios principais. Fonte: N4W, com informações de HydroSHEDS v. 10 (Linke et al., 2019).

(1) Bacia do rio Paraguaçu

A bacia hidrográfica do rio Paraguaçu é o maior sistema fluvial inteiramente dentro da Bahia, abrangendo aproximadamente 54.877 km² no centro-leste do estado, entre as coordenadas 11°00'S a 14°00'S e 38°00'W a 42°00'W. Seu principal curso nasce na Serra do Cocal, próxima ao município de Barra da Estiva, na região da Chapada Diamantina, e percorre a Bahia até desaguar na Baía de Todos os Santos, em Salvador. A bacia abrange 86 municípios e abastece cerca de 1,7 milhão de pessoas, o que representa cerca de 12 % da população baiana (IBGE, 2010, e Bahia, 2003). Além disso, 92% da população urbana da região depende de seus recursos hídricos, dos quais 91% provêm de corpos d'água superficiais. Ao longo do seu curso e seus afluentes, a bacia suporta cerca de 94 barragens de variados tamanhos e funções, que coletivamente contribuem para 60% da água consumida em Salvador (INEMA, 2014 e 2020).

Embora a nascente principal do Paraguaçu esteja na Serra do Cocal, o rio também conta com outras nascentes relevantes, especialmente dentro da área de estudo (2) e (3). Rica em mananciais, esta região desempenha papel chave na manutenção do Paraguaçu e no abastecimento de água da população à jusante.

(2) Bacia superior do Paraguaçu

A segmentação da bacia superior do Paraguaçu para refino geográfico da área de estudo foi determinada de acordo com o produto global hidro-ecológico global HydroATLAS - HydroSHEDS V1, nível 7 de subdivisão, e resolução aproximada de 90 m (Linke et al. 2019). A área total engloba 16.045 km^2 e, de acordo com o plano de gestão UPGRH (Bahia, 2018), a região corresponde às UBs: Alto Paraguaçu, Parque Nacional da Chapada Diamantina, bacias dos rios Cochó e Santo Antônio, bacia do rio Utinga, bacia incremental do rio Paraguaçu no Cárstico. A região apresenta rede hidrográfica mista, cursos d'água perenes e intermitentes, com potencial e demandas existentes sobre os recursos hídricos devido às atividades agrícolas, incluindo o turismo, o que influencia significativamente a disponibilidade da água na bacia como um todo, particularmente nas sub-bacias dos rios Santo Antônio e Utinga.

(3) Sub-bacias: Santo Antônio e Utinga

Santo Antônio

A sub-bacia do rio Santo Antônio abrange as nascentes do rio Cochó, que ao se juntar ao rio Preto forma o rio Santo Antônio. Esta região é caracterizada por metassedimentos do Grupo Chapada Diamantina, com rochas carbonáticas em alguns municípios, como Iraquara, Souto Soares, Mulungu do Morro, Palmeiras e Seabra. Apesar do rico sistema de armazenamento cárstico, o baixo padrão pluviométrico na região (< 700 mm/ano) resulta na intermitência do rio Cochó, enquanto o rio Santo Antônio segue perene devido às contribuições da rede tributária do rio São José.

As atividades agrícolas se concentram nas porções ocidentais da sub-bacia, e ao sul limítrofe a Chapada Diamantina onde o turismo também é importante devido à presença de cavernas e rios cristalinos. É no contexto desta sub-bacia que se insere também a área total da APA Marimbus/Iraquara, atravessada em sua totalidade pelo rio Santo Antônio, passando pela Comunidade Quilombola Remanso até sua confluência com o rio Utinga, Roncador e Garapa, conformando o Pantanal Marimbus e seguindo rio abaixo até o desague no Paraguaçu.

Utinga

A sub-bacia do rio Utinga constitui um importante subsistema hidrográfico da bacia do rio Paraguaçu, abrangendo aproximadamente 3000 km² na porção central do estado baiano. O rio Utinga nasce próximo ao município de Cabeceira do Rio e se estende por cerca de 70 km em direção sudoeste, recebendo as contribuições dos afluentes Mucambo, Verde, Bonito, Atalaia e Cachoeirinha, até desaguar no rio Santo Antônio pela margem esquerda. A sub-bacia inclui regiões de rochas metassedimentares e formações carbonáticas do Grupo Una, estendendo-se de Utinga ao norte até o vale do rio Utinga e seus afluentes. A precipitação

anual na região é baixa (600-700 mm), mas o substrato carbonático contribui para o fluxo perene do rio Utinga.

Embora apenas a foz do rio Utinga adentre a porção sul da APA Marimbus/Iraquara, a influência deste subsistema sobre o volume de água do rio Santo Antônio, especialmente durante a estiagem, torna esta sub-bacia crucial para a manutenção hídrica da região. Isso destaca os recorrentes conflitos relacionados à disponibilidade de água, ocupação desordenada do solo e expansão da agricultura irrigada ao longo das margens do rio, agravados pela baixa precipitação nos últimos anos e pela crescente demanda consuntiva.

4.1.2. Áreas protegidas

Considerando o escopo de trabalho e o foco na proteção de UCs no Estado, a **Área de Proteção Ambiental (APA) Marimbus/Iraquara** foi selecionada como área prioritária de intervenção neste estudo. O contexto multifuncional da paisagem, que contrasta as demandas socioeconômicas da população com um reduto de biodiversidade e serviços ecossistêmicos, fornece um retrato dos desafios e oportunidades para recuperação e conservação dos recursos hídricos por meio de SbNs. A escolha da APA como foco de estudos voltados à recuperação de bacias hidrográficas e mananciais, especialmente na bacia do Paraguaçu, justifica-se pela sua extensão e pelo seu papel estratégico na mitigação de impactos antrópicos, além de sua conexão direta com o **Parque Nacional da Chapada Diamantina (PARNA-CD)**, que funciona como fonte primária dos recursos hídricos que sustentam essa importante bacia.

Área de Proteção Ambiental (APA) Marimbus/Iraquara

A APA Marimbus/Iraquara foi criada pelo Decreto nº 2216, de 14 de junho de 1993, como uma área adjacente ao Parque Nacional da Chapada Diamantina, servindo como corredor de biodiversidade e área de proteção adicional para a unidade de conservação federal. A APA abrange aproximadamente 125.400 hectares, englobando terras dos municípios de Lençóis, Iraquara, Palmeiras e Seabra. Situada em uma zona de transição entre diferentes biomas e ecossistemas, a APA funciona como uma área-tampão para o Parque Nacional da Chapada Diamantina, conectando ecossistemas aquáticos e terrestres, e ampliando a proteção da biodiversidade dos recursos hídricos que se originam no parque (Decreto Estadual nº 2.216, 1993; Resolução CEPRAM nº 1.440, 1997).

Ecossistemas

A APA Marimbus/Iraquara é predominantemente caracterizada pelo bioma Caatinga, com elementos de Cerrado em áreas específicas e, nas partes mais elevadas, uma transição para áreas de Mata Atlântica. E abriga uma diversidade significativa de ecossistemas, incluindo formações de Savana, Floresta Estacional Semidecidual e Refúgios Vegetacionais. Essa variedade de habitats cria um mosaico de ecossistemas únicos, incluindo campos rupestres, veredas e brejos, como o Pantanal Marimbus, também conhecido como “Pantanal da

Chapada". Esses ecossistemas sustentam uma rica biodiversidade, com inúmeras espécies endêmicas e ameaçadas de extinção, tanto da flora quanto da fauna, muitas delas adaptadas às condições climáticas e hídricas peculiares da região. E portanto, a gestão da APA também contribui para a conservação da biodiversidade regional.

Recursos Hídricos

A APA Marimbus/Iraquara desempenha um papel crucial na conservação dos recursos hídricos da região e na conservação de bacias hidrográficas, especialmente na bacia do Rio Paraguaçu, fundamental para o abastecimento hídrico da Bahia. Adicionalmente, dentro de seus limites e localizado a leste de Lençóis encontra-se o **Pantanal de Marimbus**, constituído pela confluência dos rios Santo Antônio e Utinga, a região abrange áreas alagadiças sujeitas a inundações ao longo do ano. Também conhecido como **Marimbus**, este ecossistema funciona como um importante regulador hídrico, contribuindo para a manutenção do fluxo dos rios e a recarga dos aquíferos locais.

Valores Socioeconômicos

A APA possui relevante importância socioeconômica para as comunidades locais. Formações montanhosas como o Morro do Pai Inácio e o Morro do Camelo são valiosos patrimónios ambientais. E a região do Salitre, conhecida por suas formações calcárias, apresenta inúmeras cavernas subterrâneas e cursos d'água, de considerável valor paisagístico e de desenvolvimento turístico. O ecoturismo é uma atividade econômica significativa, atraindo visitantes para o Pantanal de Marimbus e outras belezas naturais da região. Além disso, a área é utilizada para atividades tradicionais, como agricultura de subsistência e pesca, que são fontes de sustento para a população local. Esse tipo de unidade de conservação é fundamental para a gestão das atividades econômicas, sociais e humanas, visando a proteção de áreas de relevante interesse ambiental.

Parque Nacional da Chapada Diamantina

Criado em 17 de setembro de 1985 pelo Decreto nº 91.655, o Parque Nacional da Chapada Diamantina (PARNA-CD) tem como objetivo proteger os ecossistemas da região e incentivar o turismo ecológico. Com aproximadamente 152 mil hectares e localizado no coração do estado da Bahia, o PARNA-CD é uma das áreas de conservação mais importantes do Brasil, reconhecido pela importância em preservar sua biodiversidade. O parque é caracterizado por sua grande diversidade ecológica, abrangendo três biomas brasileiros: Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga. A unidade de conservação também protege uma parcela da Serra do Sincorá, que é a parte norte da Serra do Espinhaço, cadeia montanhosa que se estende de Minas Gerais à Bahia (ICMBio, 2024).

A biodiversidade do parque é rica e diversa, em função das diferentes altitudes e climas que favorecem uma ampla gama de habitats. A conservação da Chapada Diamantina garante a proteção de espécies endêmicas e ecossistemas únicos. Adicionalmente, a preservação dos recursos hídricos e da biodiversidade assegura serviços ecossistêmicos essenciais, como a regulação do clima, polinização e fornecimento de água limpa, que beneficiam diretamente a população regional.

O PARNA também atua como uma barreira natural contra a desertificação e ajuda na regulação climática da região, preservando a umidade e protegendo contra a erosão. A proteção de nascentes e cursos d'água dentro do parque contribui para a manutenção da qualidade e quantidade de água nas bacias hidrográficas adjacentes, pois rios como o Paraguaçu, recebem importantes contribuições do sistema hidrológico da Chapada, desempenhando um papel crucial na sustentabilidade ambiental e no bem-estar das comunidades locais e em várias cidades baianas.

Além dos valores ecológicos, o Parque Nacional da Chapada Diamantina possui significativa importância socioeconômica. O turismo ecológico é uma das principais atividades econômicas na região, atraindo visitantes interessados em trilhas, cachoeiras e paisagens naturais. Essa atividade gera emprego e renda para as comunidades locais, incentivando o desenvolvimento sustentável.

A interface APA-PARNA, fortalece a resiliência das bacias hidrográficas locais, pois o parque preserva ecossistemas sensíveis em áreas mais restritas, enquanto a APA viabiliza a continuidade da conservação em territórios com usos mais diversos e portanto, prioritários as intervenções SbNs.

4.1.3. Padrões de uso do solo

A dinâmica hidrológica nas bacias hidrográficas e a sua respectiva capacidade de prestar serviços ecossistêmicos são diretamente impactadas pelos padrões de cobertura e uso do solo na paisagem. Ao longo das sub-bacias na bacia superior do Paraguaçu predomina vegetação natural (66%), especialmente resquícios da vegetação nativa do tipo savânica (46% da região), que muitas vezes interagem com regiões de campos naturais e contrastam com remanescentes florestais da Mata Atlântica. O cultivo de café e banana, entre outras culturas agrícolas e pastagens manejadas são os principais contribuintes para a economia na região, cobrindo cerca de 30%. Em recorte, na região interior da APA Marimbus/Iraquara, também predomina a vegetação natural (68%), com destaque a vegetação savânica (41%) seguida de vegetação florestal (20%) e culturas mistas entre pastagens e cultura temporária (~37%) (Figura 7 e Figura 8).

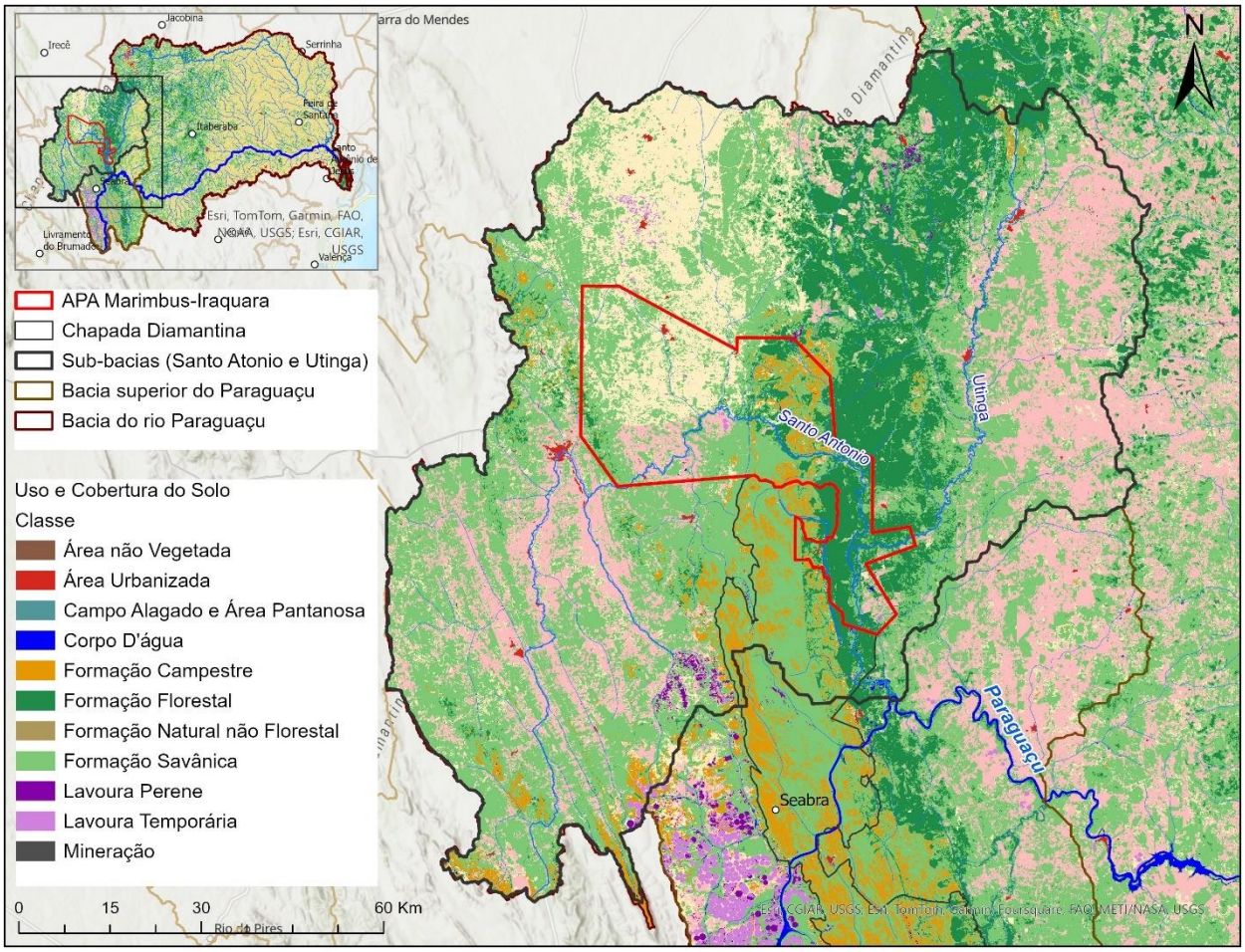


Figura 7. Uso e cobertura do sol, 2022: Foco nas sub-bacias do rio Santo Antônio do rio Utinga e na APA Marimbus/Iraquara. Rede hidrográfica: rio Paraguaçu e rios principais. Fonte: N4W, com informações de MapBiomas (2024).

O padrão de uso do solo em toda a bacia superior do Paraguaçu, incluindo as sub-bacias do rio Santo Antônio Cochó e rio Utinga, experimentou ao longo da última década a perda significativa (>50%) da vegetação nativa, o que inclui formações florestais, savânicas e campestres, que representam ecótipos de transição entre mata atlântica, cerrado e caatinga (Figura 8-A). Em contrapartida, entre 2012 e 2022 a região sofreu um incremento de 228% em áreas destinadas a culturas perenes. Dentro da APA Marimbus/Iraquara, houve um aumento de aproximadamente 62 km^2 em áreas agrícolas e de pastagem, e a perda de cerca de 88km^2 de formações savânicas (Figura 8-B). Além de comprometer a biodiversidade local e regional, a perda de vegetação nativa em toda a região, seja pela conversão em áreas agrícolas ou pelo desmatamento exploratório, é fator preponderante no processo de degradação do solo e dos cursos d'água. As análises de uso e ocupação do solo foram baseadas nos produtos da Coleção 8 do MapBiomas - Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil, com resolução 30x30m (Souza et al., 2020) nas feições de 2012, 2017 e 2022.

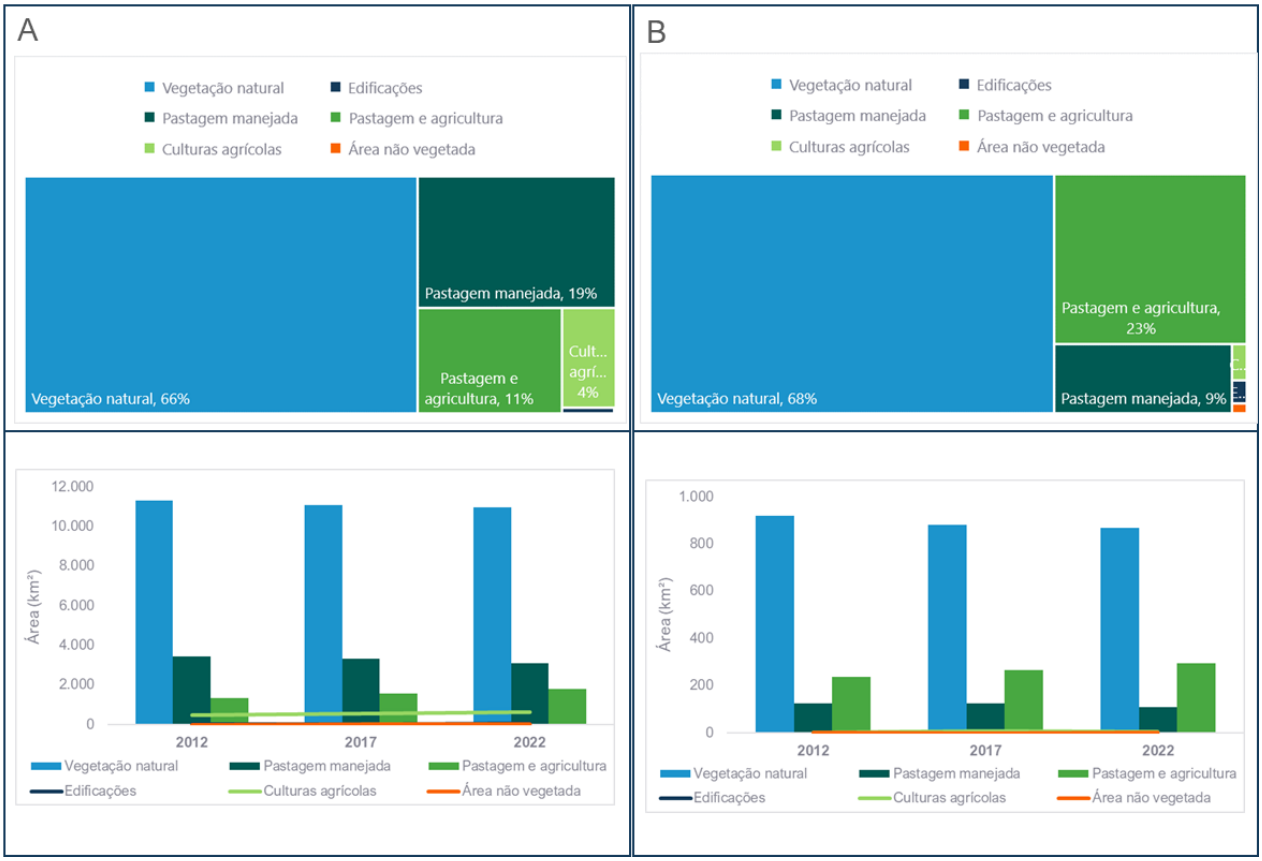


Figura 8. Padrão de uso e cobertura do solo: A) bacia superior do Paraguaçu; B) APA Marimbus/Iraquara. N4W, com informações de MapBiomas (2024).

4.1.4. Desmatamento

Para identificar pontos críticos de desmatamento, foi conduzida uma estimativa de densidade kernel, que representa a magnitude da perda de cobertura florestal por unidade de área (Figura 9). Foram analisados os focos de desmatamento registrados entre outubro de 2017 e março de 2024 pela rede de monitoramento do estado da Bahia, também disponível no antigo portal GeoBahia[3].

No período foram desmatados aproximadamente 7.298 hectares, com maior incidência entre os anos de 2021 e 2023, atingindo até 475 pontos de desmatamento em 2023. Os focos se concentram na vertente direita do rio Santo Antônio e em toda a bacia do rio Utinga, com destaque para a porção noroeste da sub-bacia.

A sobreposição das cicatrizes de desmatamento sobre a cobertura do solo na região, indica que as áreas desmatadas predominam sobre áreas antes cobertas por vegetação nativa, particularmente sobre fitofisionomias de cerrado e floresta. Eventualmente os focos de desmatamento foram registrados sobre áreas de pastagem ou de lavouras, o que pode coincidir com períodos de manejo, rotação ou colheita destas culturas (Tabela 1).

[3] Portal indisponível, substituído por http://novogeobahia.inema.ba.gov.br

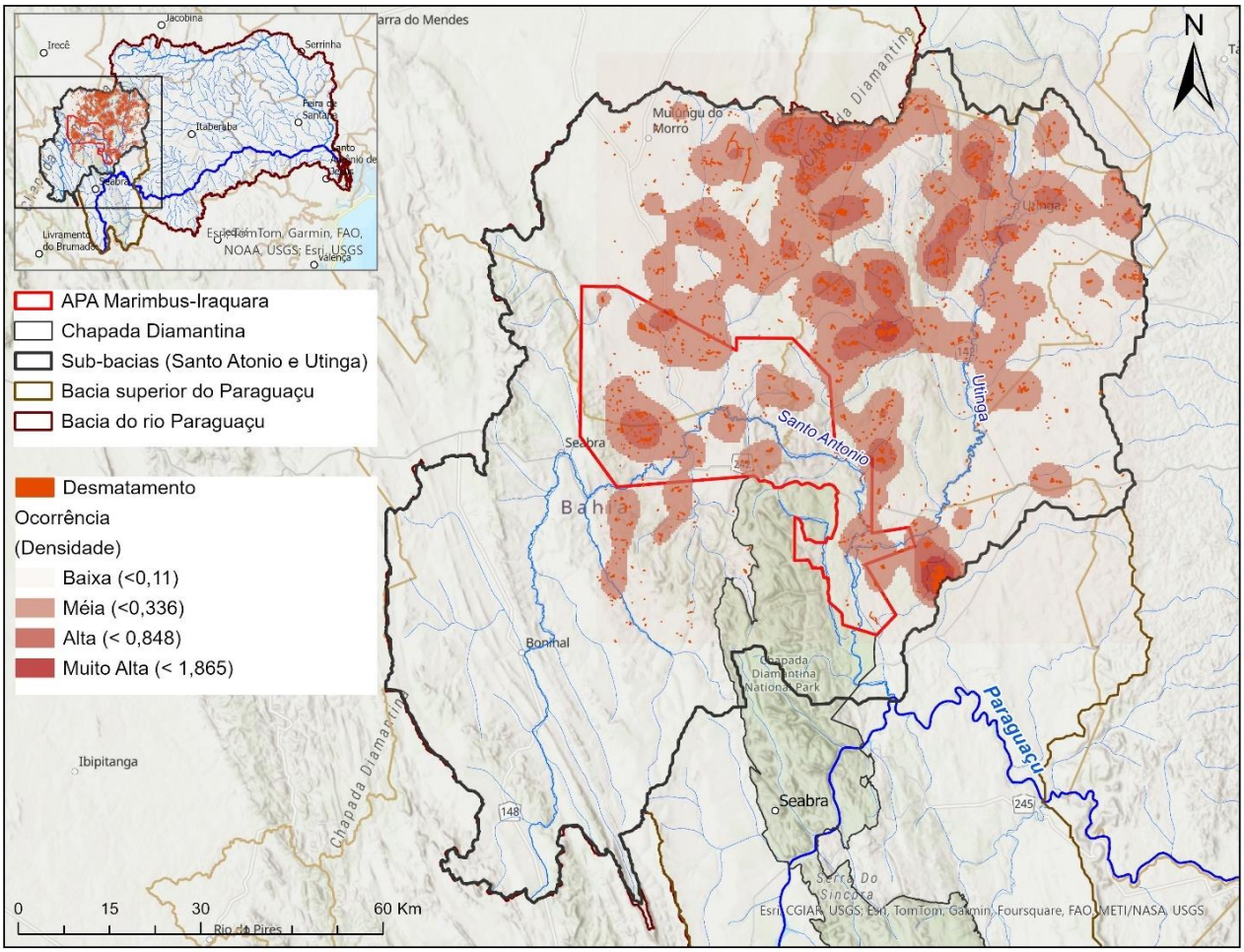


Figura 9. Ocorrência de desmatamento na região das sub-bacias do rio Santo Antônio e do rio Utinga e na APA. N4W, com informações de INEMA, Monitoramento de Desmatamento.

Tabela 1. Desmatamento na região das sub-bacias do rio Santo Antônio e do rio Utinga e na APA.

Uso e cobertura do solo	Área de desmatamento	
	km²	%
Vegetação nativa		
Formação savânica	3401,6	45,5
Formação florestal	1541,8	20,6
Formação campestre	77,0	1,0
Agropecuária		
Lavoura perene	1516,9	20,3
Pastagem	909,5	12,2
Lavoura temporária	1,0	0,0
Outros		
Área não vegetada	28,6	0,4
Área urbanizada	7,7	0,1

4.1.5. Caraterísticas climáticas

Em geral, o clima predominante nesta região é subúmido a seco nas áreas mais elevadas e semiárido nas terras mais baixas. Com base na classificação climática de Köppen, a área da bacia do rio Paraguaçu é dominada por três tipos de clima e suas variações: (1) o clima tropical de altitude na parte mais alta da bacia, correspondente à região da Chapada Diamantina; (2) o clima seco na parte oeste, correspondente ao trecho médio da bacia; e (3) o clima tropical chuvoso no curso inferior da bacia, próximo ao litoral.

A análise climatológica dos últimos 30 anos, utilizando o banco de dados NASA POWER - *Prediction of Worldwide Energy Resources* (Sparks, 2018), indica que a temperatura média do ar na sub-bacia do rio Santo Antônio prevalece em 21,7 °C, enquanto atinge 22,6°C na sub-bacia do rio Utinga. As flutuações seguem entre as temperaturas médias máximas e mínimas respectivamente, 16,4°C e 28,6 °C em Santo Antônio, com médias máxima e mínima na sub-bacia de Utinga entre 17,4°C e 29,5°C. Os padrões de precipitação na região do rio Santo Antônio apresentam um média anual de 761 (mm/ano), enquanto são observados 698 (mm/ano) na sub-bacia do rio Utinga (Figura 10 e Figura 11).

Embora a sub-bacia do rio Santo Antônio apresente médias anuais superiores em relação a sub-bacia do rio Utinga, na Figura 12 podemos observar uma maior variabilidade espacial na precipitação média anual (mm/ano) no rio Santo Antônio. A chuva na área de estudo concentra-se na região de confluência entre os rios Santo Antônio e Utinga, o que influência na contribuição desse compartimento hidrológica para a manutenção do Paraguaçu. A dinâmica espacial da precipitação média anual (mm/ano) foi baseada no banco de dados TerraClimate: Temperatura global de alta resolução, precipitação e outras variáveis do balanço hídrico (Abatzoglou et al., 2018).

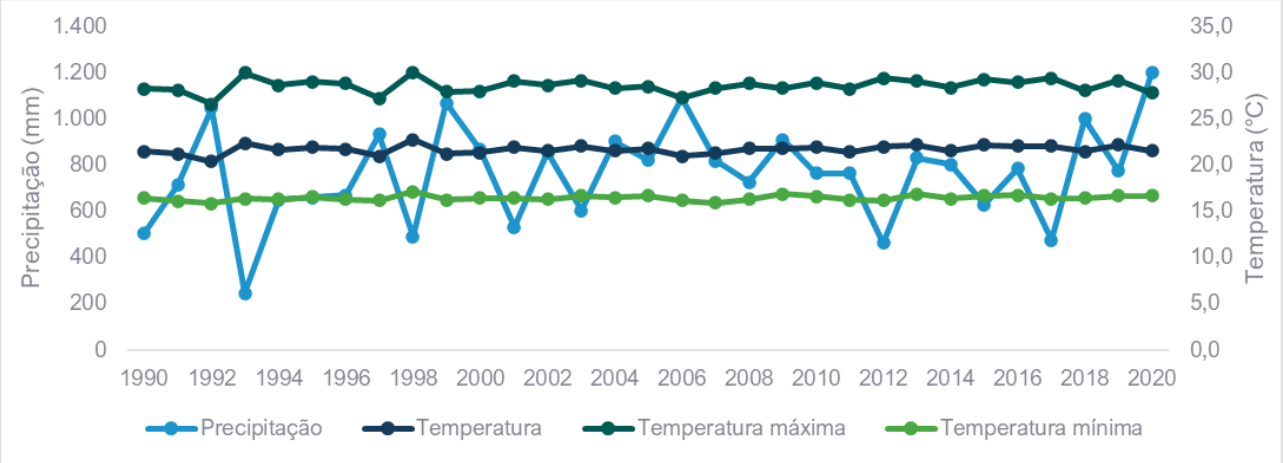


Figura 10. Padrão climatológico na sub-bacia do rio Santo Antônio. Fonte: N4W, com informações de NASA POWER - *Prediction of Worldwide Energy Resources* (2024).

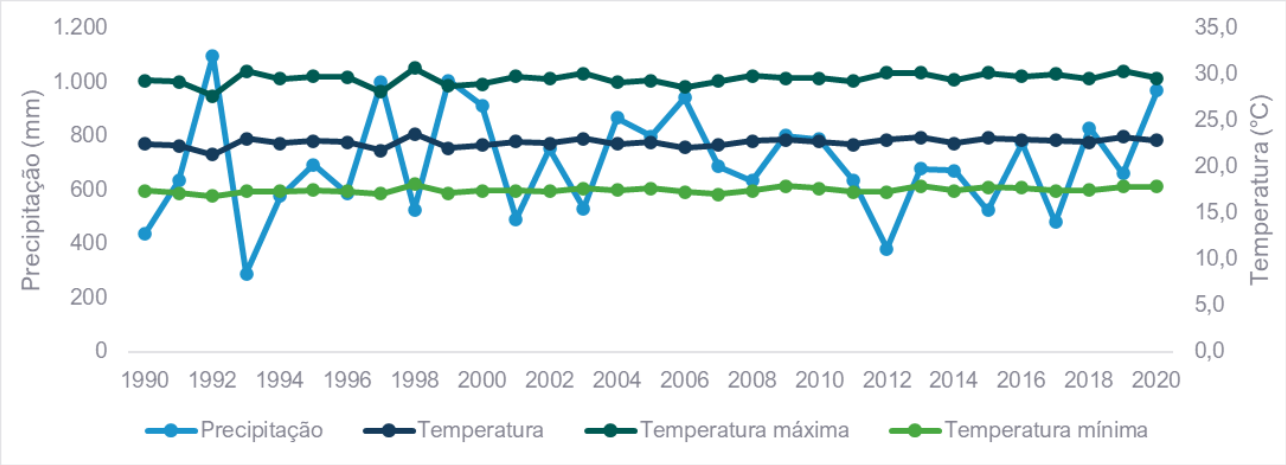


Figura 11. Padrão climatológico na sub-bacia do rio Utinga. Fonte: N4W, com informações de NASA POWER - *Prediction of Worldwide Energy Resources* (2024).

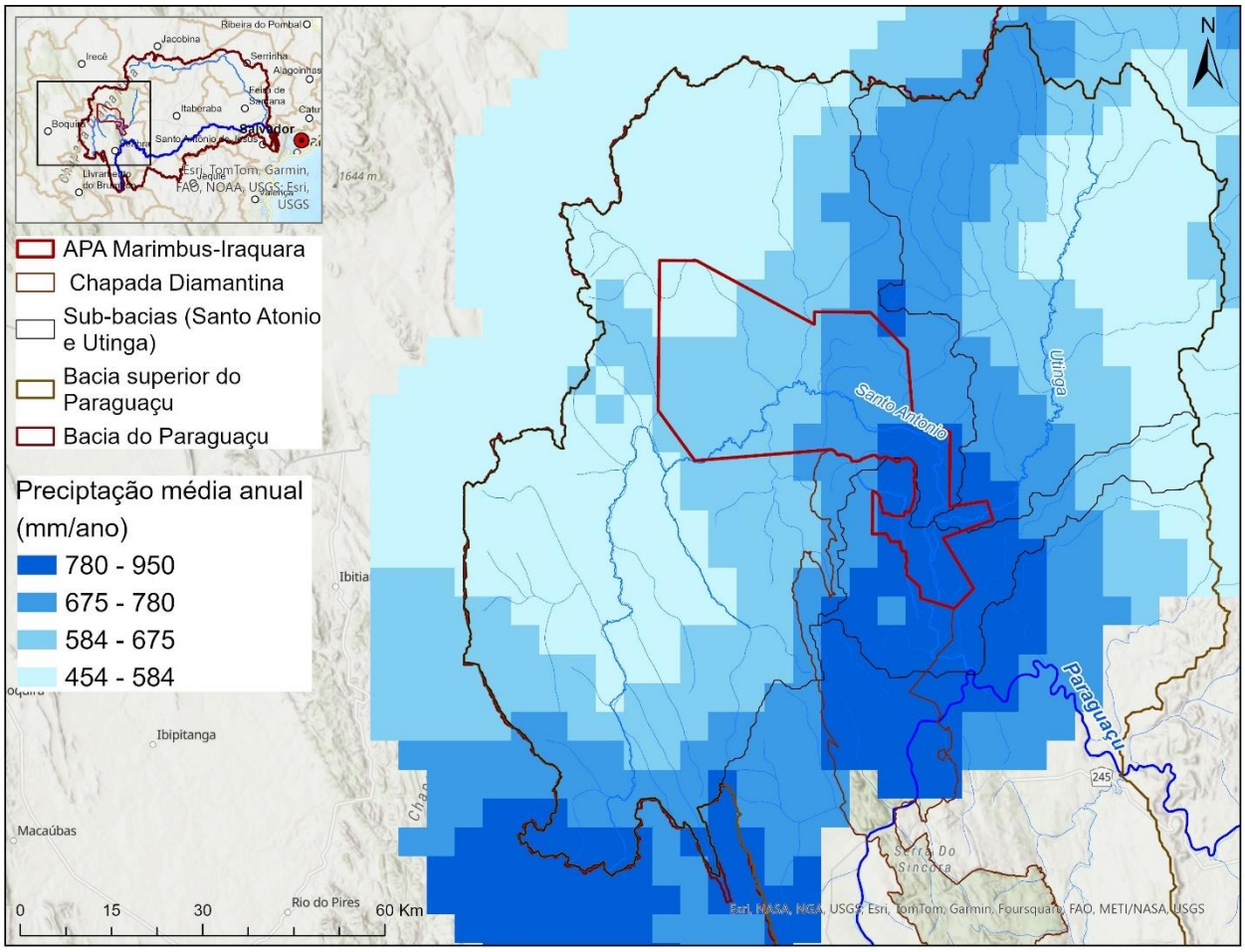


Figura 12. Variabilidade espacial precipitação média anual (mm/ano) nas sub-bacias do rio Santo Antônio e rio Utinga. Fonte: N4W, com informações de TerraClimate (2024).

A projeção de cenários climáticos pode desempenhar um papel crucial na construção de resiliência para bacias hidrográficas e na implementação de SbNs para alcançar as metas do

Acordo de Paris. Para antecipar os impactos das mudanças climáticas em temperatura e precipitação média na bacia do rio Paraguaçu consideramos os cenários do IPCC SSP (Shared Socioeconomic Pathways) - **SSP2-4.5** e **SSP5-8.5**, sob projeções do modelo CMIP6 (Coupled Model Intercomparison Project Phase 6), última geração de modelos climáticos globais (Figura 13). O banco de dados do *World Bank Climate Change Knowledge Portal* (World Bank, 2024) foi utilizado para projetar as médias anuais de precipitação e temperatura na região da bacia do rio Paraguaçu para o período de 2015 - 2100.

O cenário SSP2-4.5 representa um cenário intermediário, com desenvolvimento socioeconômico moderado e políticas climáticas que limitam o aquecimento global, projetando um aumento de temperatura global entre 2,1°C e 3,5°C até 2100. Em uma projeção extrema, o cenário SSP5-8.5 simula o incremento de 4°C na temperatura média global até o final do século, reflexo de um crescimento econômico rápido baseado em combustíveis fósseis com impactos significativos.

Em ambos os cenários é esperado o aumento de 1°C e 2°C nas temperaturas médias do ar e uma redução de aproximadamente 50 mm na precipitação média anual até 2050 em toda a região. Embora os níveis de chuva permaneçam relativamente constantes ao longo do século, são esperadas alterações nas características climáticas dominantes nas próximas décadas, assim como o aumento na frequência e na intensidade de eventos extremos. A intensificação do ciclo hidrológico nas regiões tropicais implica sobretudo em chuvas devastadoras e riscos de inundações, enquanto nas áreas semiáridas, secas mais severas são esperadas. Como consequência, a disponibilidade de água em centros urbanos à jusante pode ser comprometida, além dos riscos para a agricultura regional e a resiliência das bacias hidrográficas.

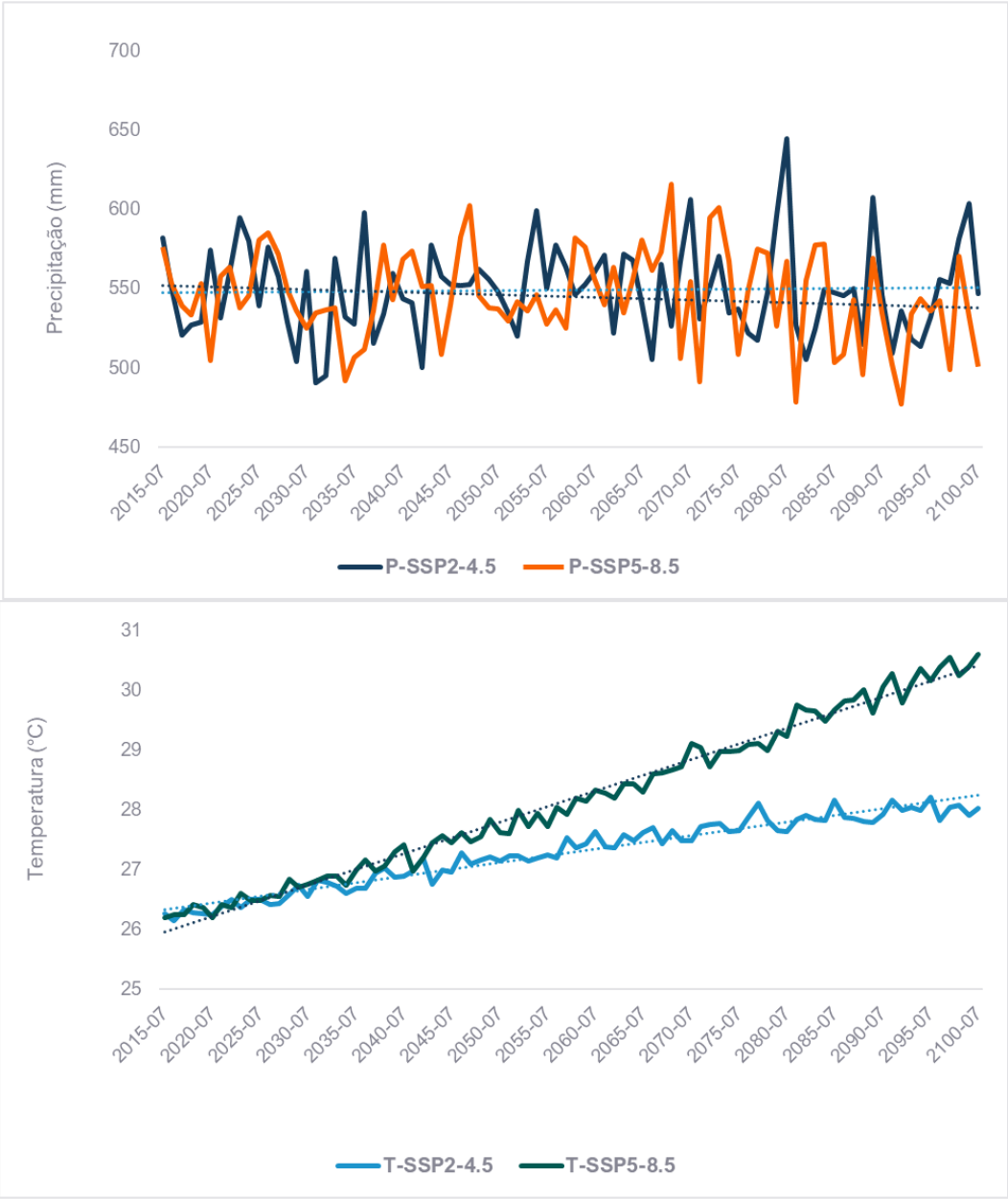


Figura 13. Projeções médias anuais: precipitação (P) e temperatura (T) para região da bacia do rio Paraguaçu durante o período 2015-2100. Foram considerados os cenários IPCC **SSP2-4.5** e **SSP5-8.5**, modelagem CMIP6. Fonte: N4W, com informações de World Bank Climate Change Knowledge.

4.2. Avaliação da segurança da hídrica

Esta seção apresenta um mapeamento dos riscos hídricos relacionados a quantidade e qualidade de água e o risco de eventos extremos por toda a bacia superior do Paraguaçu. A caracterização foi realizada utilizando conjuntos de dados globais, tais como os indicadores de Risco Hídrico do *Aqueduct Water Risk Atlas*, v. 4.0 (Kuzma et al., 2023). O Aqueduct é uma ferramenta que permite identificar e priorizar bacias hidrográficas com maiores riscos físicos, regulatórios e reputacionais, facilitando uma análise comparativa em grandes áreas em apoio às avaliações para uma gestão sustentável dos recursos hídricos.

Esta caracterização de alto nível avalia o estado atual de cada local prioritário no que diz respeito aos riscos hídricos de forma estratégica e comparativa, de modo a compreender os principais desafios em segurança hídrica na região.

Embora a avaliação apresentada nas seções seguintes tenha sido baseada nas informações disponíveis em bases de dados locais, os resultados foram discutidos e corroborados durante reuniões realizadas com entidades com conhecimento da área de estudo (incluindo representantes do INEMA, TNC, entre outros), bem como conversas com atores locais, durante a visita de campo realizada como parte do projeto.

4.2.1. Quantidade de água (estresse hídrico)

A Figura 14 apresenta uma visão geral da quantidade de água na bacia superior do rio Paraguaçu, caracterizada pelo indicador estresse hídrico da base de dados global Aqueduct. Esse indicador mede a relação entre a demanda total de água (incluindo setores como agricultura, indústria e consumo doméstico) e a disponibilidade anual de água em uma determinada bacia hidrográfica. Essa métrica é expressa como uma proporção, onde valores mais altos indicam que uma maior parcela da água disponível está sendo utilizada, sinalizando uma maior pressão sobre os recursos hídricos.

De acordo com a análise apresentada, a bacia apresenta níveis de estresse hídrico classificados entre baixo e baixo-médio. Isso não significa que há pouca demanda, mas que esse consumo (demanda), mesmo significativo, ainda não tenha alcançado níveis críticos de 20% da disponibilidade. Em termos práticos, isso sugere que uma quantidade considerável da água renovável da bacia (10%-20%) está sendo consumida anualmente. Esse resultado indica uma vulnerabilidade potencial à escassez de água, especialmente em períodos de seca ou mudanças sazonais, quando a redução na disponibilidade de água pode fazer com que a demanda supere os limites seguros de uso. Localmente, a situação reforça a importância de estratégias de manejo sustentável da água e mediação de possíveis conflitos e uso para evitar crises futuras, mesmo em bacias classificadas com níveis moderados de estresse hídrico.

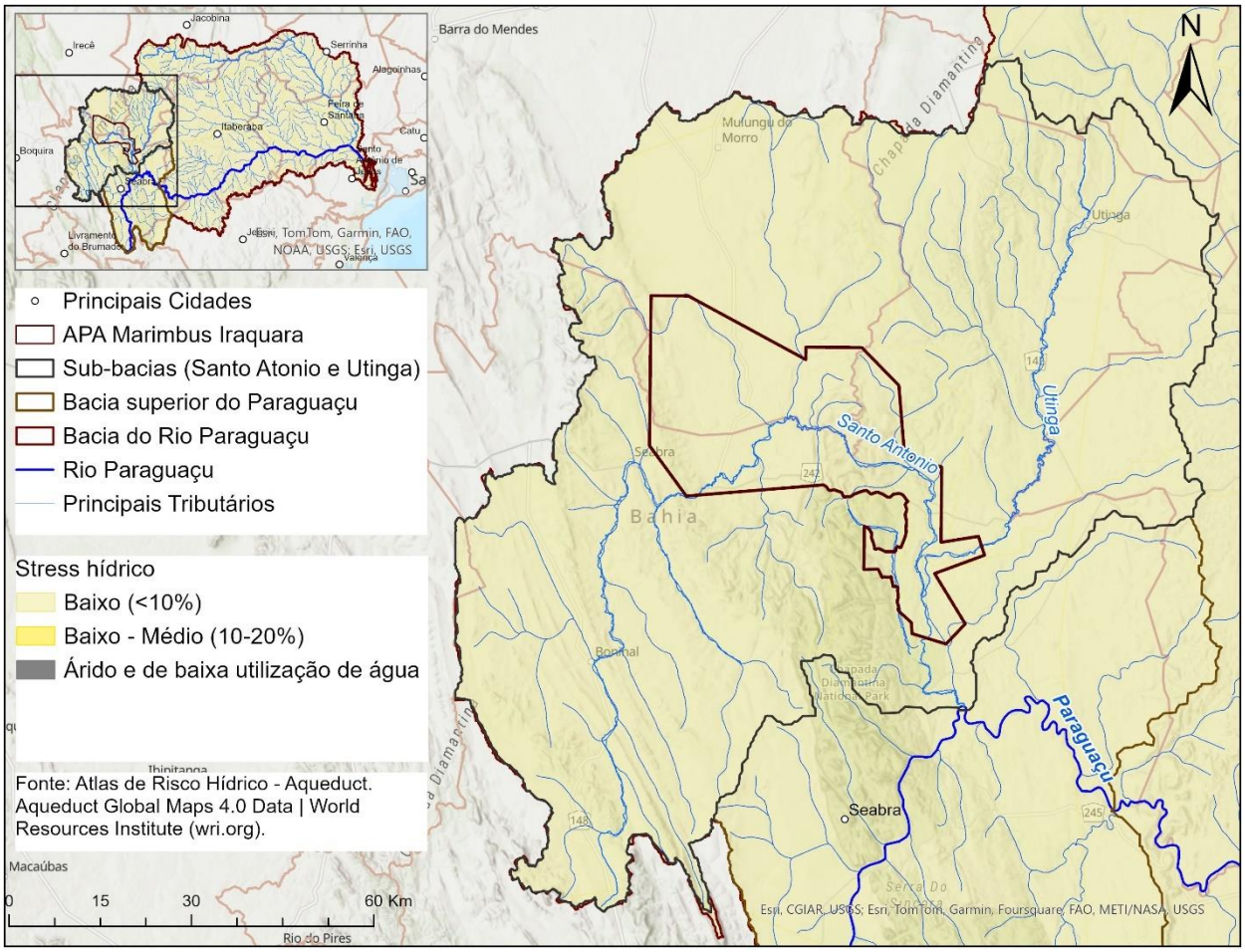


Figura 14. Risco hídrico - quantidade de água: estresse hídrico na região das sub-bacias do rio Santo Antônio e do rio Utinga e na APA. Fonte: N4W, com informações de Aqueduct v. 4.0 (Kuzma et al., 2023).

4.2.2. Qualidade de água (águas residuais não tratadas)

Na Figura 15, é apresentada uma avaliação geral da qualidade da água dos rios na bacia superior do rio Paraguaçu, utilizando o indicador de águas residuais sem tratamento da base de dados global Aqueduct. Esse indicador avalia a proporção de águas residuais que são despejadas em corpos d'água sem tratamento adequado. Na região, prevalece um alto risco associado ao saneamento básico, onde de 10 a 20% dos efluentes não tratados são despejados diretamente nos cursos d'água. Elevados níveis de águas residuais não tratadas indicam riscos para a saúde pública, para os ecossistemas e para a qualidade da água, comprometendo o uso seguro dos recursos hídricos.

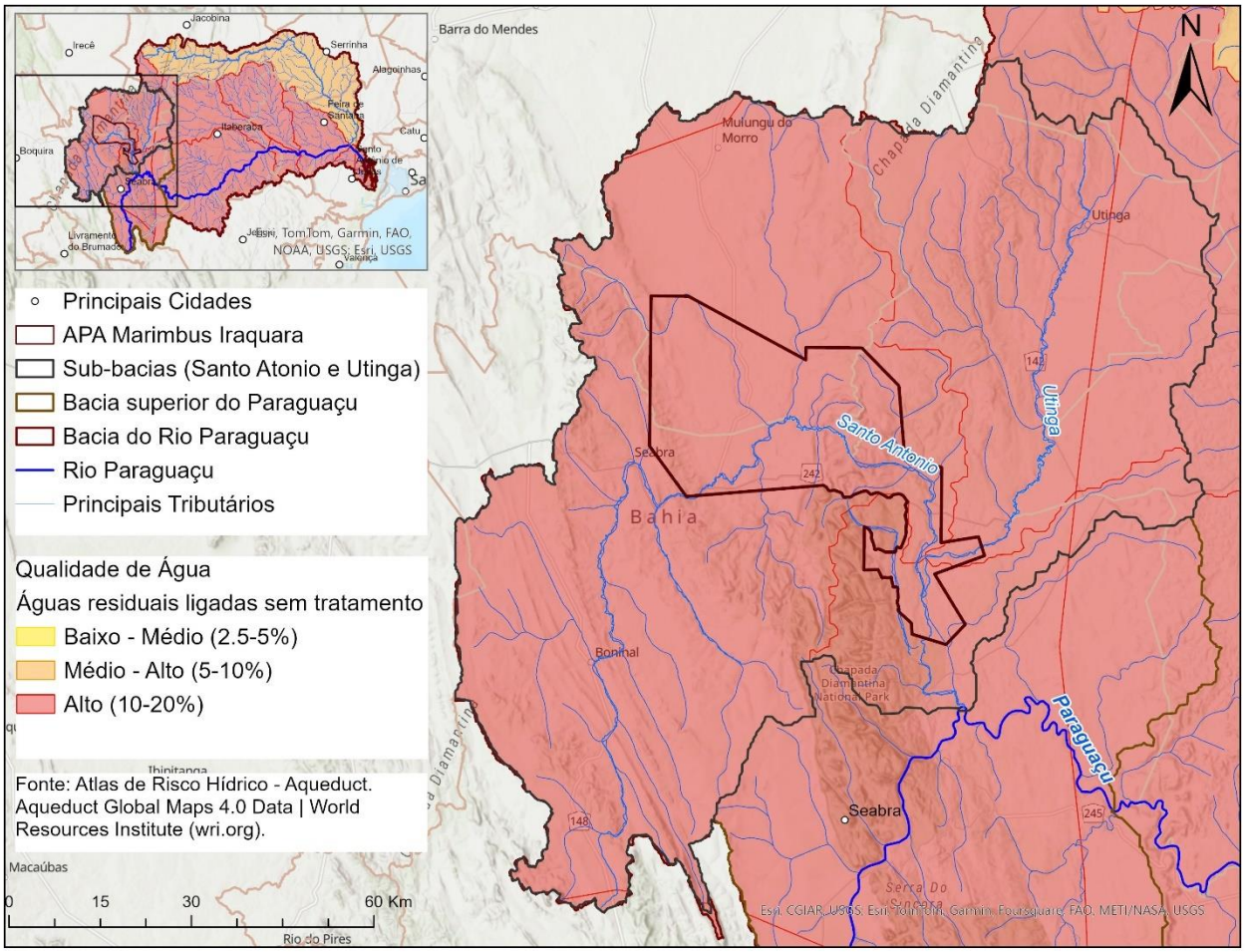


Figura 15. Risco hídrico - qualidade da água: águas residuais não tratadas na região das sub-bacias do rio Santo Antônio e do rio Utinga e na APA. Fonte: N4W, com informações de Aqueduct v. 4.0 (Kuzma et al., 2023).

4.2.3. Eventos extremos (riscos de inundação e seca)

Os riscos de inundação e seca medem a frequência e intensidade destes eventos extremos em uma região. A Figura 16 apresenta uma caracterização geral da bacia relativamente ao risco de inundação, estimado como a percentagem da população que se espera ser afetada por inundações ribeirinhas num ano médio. De acordo com este indicador, o risco de inundação no segmento superior do rio Paraguaçu varia de baixo a médio, com o risco constante em toda a região. Contudo, inundações sazonais não são descartadas, sobretudo nas regiões de topografia plana ou próximas às zonas úmidas. Adicionalmente, picos de inundações nos tributários locais podem ocorrer em função do assoreamento acentuado na região e da construção inadequada de barragens rio abaixo.

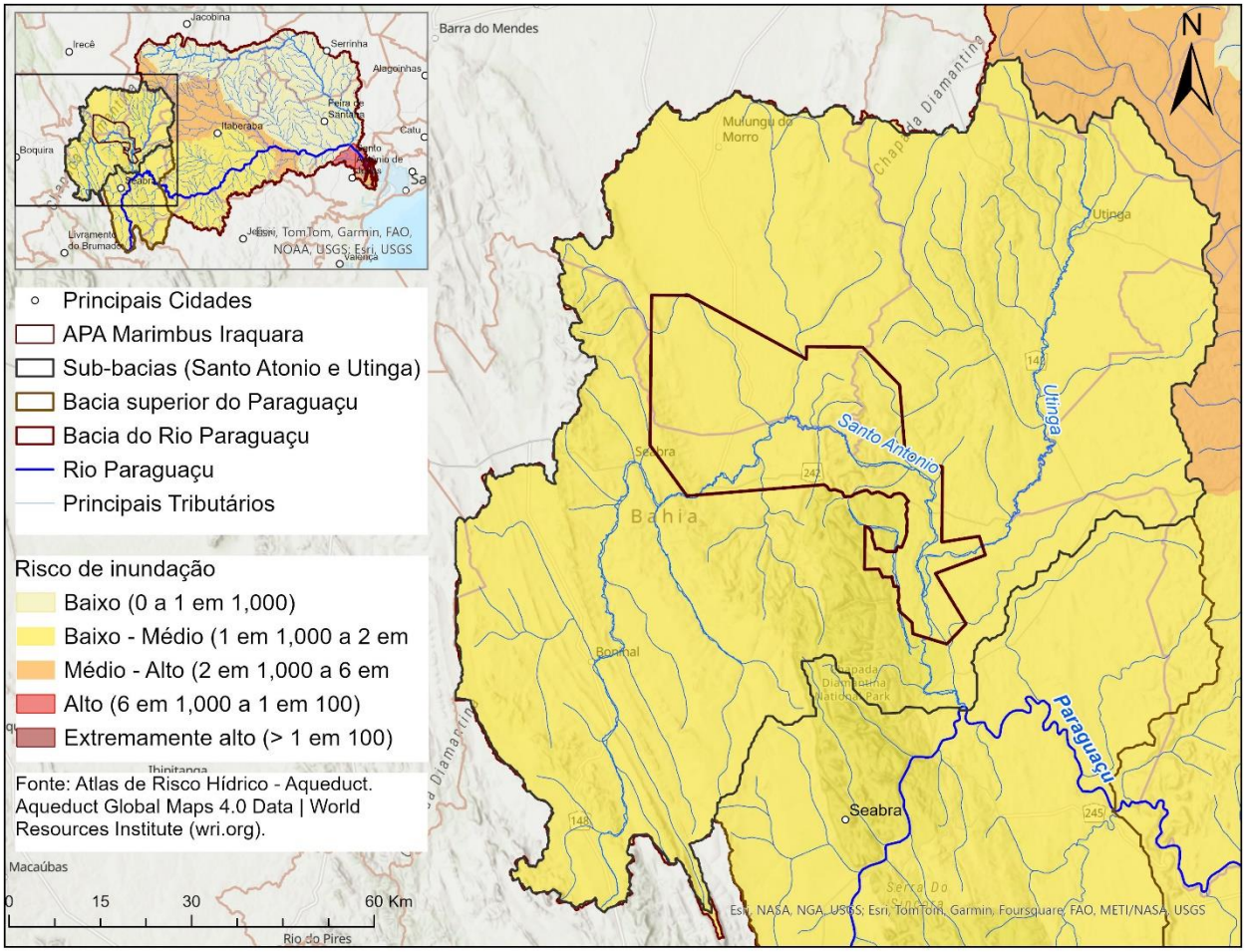


Figura 16. Risco hídrico - risco de Inundação na região das sub-bacias do rio Santo Antônio e do rio Utinga e na APA. Fonte: N4W, com informações de Aqueduct v. 4.0 (Kuzma et al., 2023).

O indicador de risco de seca do Aqueduct identifica as zonas onde é provável a ocorrência de secas, tendo em conta a exposição e a vulnerabilidade da população. Embora na Figura 17 seja representado um risco médio de seca para toda a região, o clima semiárido da região frente às mudanças globais do clima pode sofrer alterações significativas nos padrões microclimáticos. Essa condição pode ocasionar períodos de estiagem mais intensos e secas severas, afetando a segurança hídrica, a agricultura e os ecossistemas na região. Por outro lado, a elevada utilização da água para atividades agrícolas e consumo humano intensifica a baixa disponibilidade de água nos períodos de seca.

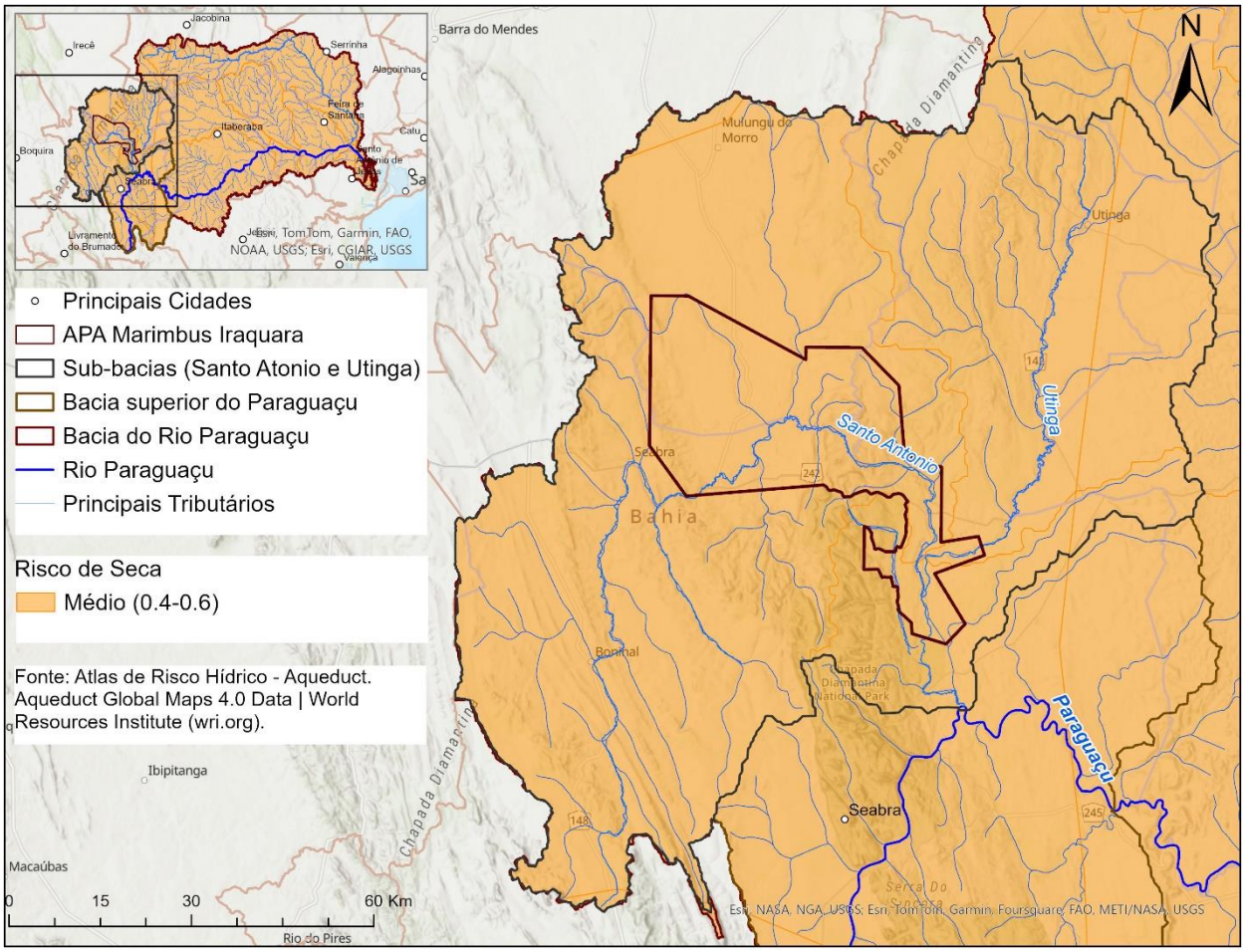


Figura 17. Risco hídrico - risco de seca na região das sub-bacias do rio Santo Antônio e do rio Utinga e na APA. Fonte: N4W, com informações de Aqueduct v. 4.0 (Kuzma et al., 2023).

4.3. Valores de conservação

Valores de conservação referem-se a aspectos fundamentais para uma comunidade, incluindo a preservação de espécies, serviços ecossistêmicos (culturais, de provisão, de suporte e de regulação), além de valores culturais e espirituais (Higgins et. al, 2021). A conservação dos recursos hídricos e ecossistemas da região abrange inerentemente esses elementos ecológicos, culturais e espirituais, que são a base para as iniciativas e intervenções de proteção. Tais valores não apenas promovem a sustentabilidade, mas são essenciais para a preservação de ecossistemas de água doce a longo prazo.

Embora ações de conservação, restauração e gestão sustentável de ecossistemas aquáticos frequentemente ocorram de maneira isolada, há uma necessidade crescente de metodologias abrangentes que considerem simultaneamente onde e como conservar, integrando os serviços ecossistêmicos e os valores culturais nas práticas de conservação. A implementação de abordagens que respeitem esses valores e promovam uma proteção duradoura requer mecanismos como a proteção jurídica e arranjos colaborativos com as comunidades. Dessa forma, assegura-se a integridade ecológica e o bem-estar da população

local, cuja identidade e subsistência estão profundamente interligadas com o ambiente natural.

4.3.1. Biodiversidade

A biodiversidade consiste na variabilidade entre os organismos vivos de todas as origens, incluindo, entre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos, e os complexos ecológicos dos quais fazem parte; isto inclui a diversidade dentro das espécies, entre as espécies e dos ecossistemas (United Nations, 1992), em três níveis principais:

i) diversidade genética: variação genética dentro de uma espécie, o que permite sua adaptação a diferentes condições ambientais e desafios evolutivos;

ii) diversidade de espécies: variedade de espécies existentes em um determinado ambiente ou no planeta como um todo.

iii) diversidade de ecossistemas: variedade de habitats, ecossistemas e interações ecológicas em uma região ou em todo o planeta.

A biodiversidade desempenha um papel essencial para o funcionamento dos ecossistemas, promovendo estabilidade ecológica e consequentemente, fornecendo serviços ecossistêmicos essenciais para a vida humana, como a polinização, regulação do clima, ciclagem de nutrientes, e provisão de alimentos e recursos naturais. A biodiversidade é um pilar fundamental para que os serviços ecossistêmicos existam e funcionem de forma sustentável. Portanto, ela suporta processos ecológicos que resultam nos serviços ecossistêmicos, particularmente, os serviços de suporte. Uma maior biodiversidade também tende a aumentar a resiliência e a estabilidade dos ecossistemas, permitindo que continuem fornecendo os demais serviços, mesmo diante de perturbações.

A variedade de espécies e a complexidade dos ecossistemas ajudam a regular o clima, purificar e regular fluxos de água, manter a fertilidade do solo e controlar pragas, além de oferecer recursos como alimentos, medicamentos e materiais diversos. Na área de estudo, a biodiversidade exerce um forte papel para a economia local, principalmente por meio do ecoturismo no Parque Nacional da Chapada Diamantina, que atrai visitantes em torno da beleza natural local, composta pelas formações rochosas marcantes, quedas d'água altíssimas e cavernas. Além disso, como apresentado ao longo do Capítulo 4, a área de estudo é composta por múltiplos ecossistemas, sendo lar de uma extensa diversidade de fauna e flora, incluindo muitas espécies endêmicas. Dessa forma, proteger a biodiversidade local e regional é essencial para manter o equilíbrio ecológico e suportar inúmeras formas de vida que dependem diretamente desses ecossistemas.

Nesse contexto, coordenado pelo INEMA, o Plano de Ação Territorial (PAT) Chapada Diamantina-Serra da Jiboia emerge como uma estratégia crucial para reduzir ameaças e minimizar os riscos de extinção de espécies, especialmente aquelas Criticamente em Perigo (CR) que não são abrangidas por Planos de Ação Nacionais nem protegidas por Unidades

de Conservação. O PAT, lançado em 2020, tem como objetivo minimizar os impactos sobre as espécies ameaçadas da região. O plano cobre 56 municípios e 3,9 milhões de hectares nos biomas Caatinga e Mata Atlântica, com 27 espécies alvo de conservação

Tabela 2), além de beneficiar outras 339 ameaçadas. As espécies alvo de conservação do PAT são, em sua maioria, endêmicas do estado da Bahia e todas classificadas como criticamente em perigo de extinção.

As estratégias do PAT possuem sinergias diretas com projetos de segurança hídrica e adaptação climática. Intervenções em SbNs para restauração ecológica e a proteção de nascentes e matas ciliares não apenas fortalecem serviços ecossistêmicos essenciais para bacias hidrográficas, mas também asseguram propostas como PAT e a sobrevivência de espécies ameaçadas. Esses projetos reforçam a proteção e a regulação dos fluxos de água e conectividade e conservação dos ecossistemas terrestres. Complementar, o engajamento comunitário pode ser alavancado pela valoração de serviços ambientais associados, e fortalece cimento de cadeias de produção sensíveis a conservação dos recursos naturais, utilizando a biodiversidade local como ferramenta para sensibilizar a sociedade sobre a importância de preservar ecossistemas.

Tabela 2. Lista de espécies do PAT Chapada Diamantina-Serra da Jiboia.

FAMÍLIA	ESPÉCIE
ESPÉCIES DE FLORA	
Apocynaceae	*Mandevilla hatschbachii* M.F.Sales et al.
Aquifoliaceae	*Ilex auricula* S.Andrews
Asteraceae	*Acritopappus harleyi* R.M.King & H.Rob. *Acritopappus pintoi Bautista* & D.J.N.Hind *Fulcaldea stuessyi Roque* & V.A.Funk *Stylotrichium glomeratum* Bautista et al. *Trichogoniopsis morii* R.M.King & H.Rob.
Cactaceae	*Micranthocereus streckeri* Van Heek & Van Criek
Fabaceae	*Bauhinia glaziovii* Taub. *Ormosia timboensis* D.B.O.S.Cardoso, Meireles & H.C.Lima *Senegalia ricoae* (Bocage & Miotto) L.P.Queiroz
Gesneriaceae	*Sinningia macrophylla* (Nees & Mart.) Benth. & Hook. ex Fritsch
Lamiaceae	*Oocephalus nubicola* (Harley) Harley & J.F.B.Pastore
Malvaceae	*Helicteres rufipila* Cristóbal *Melochia illicioides* K.Schum. *Pavonia palmeirensis* Krapov. *Rayleya bahiensis* Cristóbal
Melastomataceae	*Microlicia subalata* Wurdack
Passifloraceae	*Passiflora timboënsis* T.S.Nunes & L.P.Queiroz
Plantaginaceae	*Philcoxia bahiensis* V.C.Souza & Harley
Turneraceae	*Piriqueta flammea* (Suess.) Arbo
Velloziaceae	*Vellozia canelinha* Mello-Silva
Violaceae	*Hybanthus albus* (A.St.-Hil.) Baill.

Xyridaceae	*Xyris fibrosa* Kral & Wand.
ESPÉCIES DE FAUNA	
Carabidae	*Coarazuphium cessaima* Gnaspini, Vanin & Godoy 1998
Pholcidae	*Metagonia diamantina* Machado, Ferreira & Brescovit, 2011
Theraphosidae	*Ybyrapora gamba* (Bertani & Fukushima, 2009)

Fonte: PAT Chapada Diamantina-Serra da Jiboia (INEMA, 2021).

4.3.2. Serviços ecossistêmicos

Serviços ecossistêmicos são os benefícios que os ecossistemas naturais proporcionam aos seres humanos. Eles incluem serviços de provisão (como alimentos e água), serviços de regulação (como controle de clima e doenças), serviços de suporte (como ciclagem de nutrientes e formação do solo) e serviços culturais (como recreação e valores espirituais).

A área de estudo sustenta ecossistemas diversos que fornecem uma ampla gama de serviços essenciais (provisão, regulação, suporte e culturais) para o bem-estar humano e a sustentabilidade ambiental. Esses ecossistemas não apenas abastecem água para o consumo de diversas comunidades e apoiam atividades econômicas locais provendo recursos genéticos e medicinais, como também desempenham funções vitais de regulação, estabilizando ciclos de sedimentos e nutrientes e mantendo a qualidade da água. A vegetação local auxilia no controle de erosão e contribui para a regulação climática, enquanto áreas como os campos rupestres e zonas úmidas promovem a recarga dos aquíferos e mitigam enchentes.

De acordo com a Classificação de Serviços Ecossistêmicos da Avaliação Ecossistêmica do Milênio de 2005, segue a categorização dos principais serviços ecossistêmicos da região:

Serviços de provisão

- **Abastecimento de água**: os rios e nascentes que percorrem as sub-bacias do Santo Antônio e Utinga fornecem a água que abastece as comunidades as margens do rio Paraguaçu, incluindo Salvador e outros municípios.
- **Recursos genéticos e plantas medicinais**: a rica biodiversidade da Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica da região abriga plantas de valor medicinal e potencial genético, utilizadas localmente e de interesse para conservação e pesquisa científica.

Serviços de regulação

- **Regulação da qualidade da água**: as áreas úmidas, como o Pantanal do Marimbus, atuam como filtros naturais, reduzindo poluentes e mantendo a qualidade da água no sistema fluvial da bacia do rio Paraguaçu.

- **Controle de erosão e sedimentação**: a vegetação local, incluindo cerrado e caatinga, ajuda a estabilizar o solo, diminuindo a erosão e a carga de sedimentos nos corpos hídricos.
- **Regulação do clima local**: os ecossistemas da região contribuem para a regulação climática, influenciando os padrões de precipitação, temperatura e evapotranspiração para manter as condições estáveis no ambiente semiárido.
- **Controle de enchentes e recarga hídrica**: as áreas de campo rupestre e zonas úmidas, como as áreas de cavernas e do Marimbus, ajudam na absorção e retenção de água, mitigando enchentes e auxiliando na recarga dos aquíferos.

Serviços de suporte

- **Suporte à biodiversidade**: a região fornece habitat para espécies endêmicas e ameaçadas, especialmente em ecossistemas como campos rupestres e brejos. Esse suporte é fundamental para a continuidade dos processos ecológicos e para a manutenção de populações viáveis de várias espécies.
- **Ciclagem de nutrientes**: os processos ecológicos, quando em habitats conservados, promovem a ciclagem de nutrientes entre biosfera e atmosfera, que é essencial para melhorar a fertilidade do solo e o suporte das cadeias tróficas locais.

Serviços culturais

- **Turismo e recreação**: a Chapada Diamantina atrai visitantes de todo o país para atividades como trilhas, visitas a cachoeiras e observação da paisagem, o que beneficia a economia local e oferece bem-estar aos visitantes.
- **Valores culturais e espirituais**: a região possui grande importância cultural e histórica, com práticas tradicionais e uma rica herança cultural, o que reforça o vínculo das comunidades locais com o ambiente natural.
- **Educação e pesquisa**: a biodiversidade e os ecossistemas únicos da região oferecem oportunidades de pesquisa científica e educação ambiental, sendo um laboratório natural para estudos ecológicos, geológicos e de conservação.

4.3.3. Valores culturais

Valores culturais são aqueles que reforçam a identidade cultural e a conexão das populações com o território e incluem reservas indígenas, comunidades locais e paisagens cênicas. A convivência e interação dessas comunidades com o ambiente natural, marcadas por práticas tradicionais e modos de vida, contribuem para a preservação de saberes ancestrais e promovem a valorização dos recursos naturais.

Durante análise preliminar, foram identificadas as seguintes comunidades com presença significativa na área de estudo:

- Comunidade indígena Payayá
- Comunidade quilombola Remanso

Vale ressaltar que esta não é uma lista abrangente, de forma que se recomenda para uma próxima fase um estudo mais aprofundado das comunidades na região.

Como explorado nas seções 3.1 e 3.2, os valores culturais da área de estudo refletem uma história atrelada ao período de ocupação diamantina e se expressa atualmente em uma forte conexão das comunidades indígenas e tradicionais com o ambiente natural e a paisagem que as cerca. Com práticas culturais ricas e tradicionais, a região mantém uma herança que fortalece os vínculos entre as comunidades e o ambiente natural. Essas práticas sustentam a identidade cultural, permitindo que as populações preservem suas tradições e modos de subsistência, reforçando a importância de um planejamento de conservação que valorize o patrimônio social e histórico.

4.3.4. Valores espirituais

A área de estudo abriga locais de valor espiritual para comunidades locais, quilombolas e indígenas, sendo essenciais para práticas religiosas e culturais que conectam as comunidades ao ambiente natural. Exclusivo da Chapada Diamantina, o jarê – referido como o 'candomblé de caboclos' – é a marca do sincretismo religioso e sociocultural da região. Trata-se de uma religião de matriz africana que se funde com influências indígenas e católicas populares, formando uma espiritualidade que reverencia a natureza como parte essencial de sua cosmologia.

Os rituais do jarê envolvem contato direto com elementos naturais, e locais sagrados — como rios, pedras e áreas florestais — são espaços de interação com espíritos e divindades ancestrais, simbolizando uma relação de respeito e integração com o ecossistema. Além disso, a cosmologia do jarê vê a cura como uma negociação constante com o ambiente, onde a conexão espiritual com a natureza é vital para o bem-estar dos fiéis. Isso reforça a importância de preservar esses ambientes para sustentar a conexão espiritual com a terra através do culto religioso, mas também para a continuidade de uma relação de reciprocidade com o meio ambiente, considerado uma extensão da identidade espiritual e cultural das comunidades locais.

4.4. Identificação de pontos críticos gerais para SbNs

Para a avaliação qualitativa das bacias hidrográficas e identificação das áreas potenciais no processo de planejamento e implementação de SbNs, o modelo *Integrated Valuation of Ecosystem Services and Trade-offs* - InVEST® (Natural Capital Project, 2024; Sharp et al., 2020) foi utilizado para fornecer indicadores preliminares dos serviços ecossistêmicos essenciais na região. Nesta análise preliminar os submodelos "*Annual Water Yield*",

"*Sediment Delivery Ratio"* e "*Nutrient Delivery Ratio"* foram aplicados aos limites geográficos das sub-bacias do rio Santo Antônio e do rio Utinga, incluindo a APA Marimbus/Iraquara, para aprofundar a avaliação em nível macro e mapear zonas críticas.

Os modelos requerem dados de entrada específicos aos fenômenos biofísicos investigados (mapas, Geographic Information System (GIS) e informação em tabelas) para explorar a forma como as mudanças nos ecossistemas podem afetar o fluxo de benefícios fornecidos às pessoas. Os resultados dos mapas gerados pelos submodelos do InVEST foram categorizados em classes de baixa, média e alta contribuição, pelo método classificador Natural Breaks (Jenks, 1967), uma técnica amplamente recomendada para classificar dados ambientais em intervalos que maximizam a diferença entre classes e suavizam a variação intraclasse. O Anexo A inclui um resumo das entradas e dos principais resultados dos modelos InVEST implementados.

É importante observar que os resultados apresentados nesta seção correspondem a um exercício de modelagem preliminar, realizado com o objetivo de identificar áreas críticas de produção de sedimentos, nutrientes e produção de água na área de estudo. Levando em conta o escopo do projeto e as informações disponíveis, os modelos foram implementados a partir de bancos de dados globais e valores recomendados para os respectivos parâmetros, de modo que os resultados apresentados não devem ser usados para fazer estimativas quantitativas dos processos físicos que ocorrem na bacia, mas como uma ferramenta qualitativa que permite análises e comparações conceituais. Para as fases futuras do projeto, recomenda-se ajustar os resultados obtidos a partir de informações primárias da área de estudo, por meio de um processo de calibração, validação e análise de incerteza para obter uma representação quantitativa dos processos na bacia.

4.4.1. Dinâmica de sedimentos

O submodelo "Sediment Delivery Ratio" fornece um mapeamento geral das áreas potenciais que contribuem para a erosão e transporte de sedimentos nas sub-bacias. Isso reflete dados importantes para a redução da carga de sedimentos nos corpos d'água e, portanto, preservação do leito de rios e córregos, conservação da qualidade da água e diminuição de custos de tratamento ou de infraestrutura. Considerando que o modelo implementado não pôde ser calibrado nesta fase do projeto, os resultados devem ser usados como uma ferramenta qualitativa para a identificação das áreas de importância para a retenção de sedimentos. Assim, os resultados apresentados nesta seção foram categorizados em termos qualitativos e não possuem unidades associadas

A erosão evitada representa a contribuição da vegetação para impedir a erosão do solo em cada pixel. Na região, a maior contribuição para a estabilidade do solo e a minimização do escoamento superficial ocorre na porção norte da Chapada Diamantina, devido à topografia elevada e à vegetação mais preservada desta área (Figura 18).

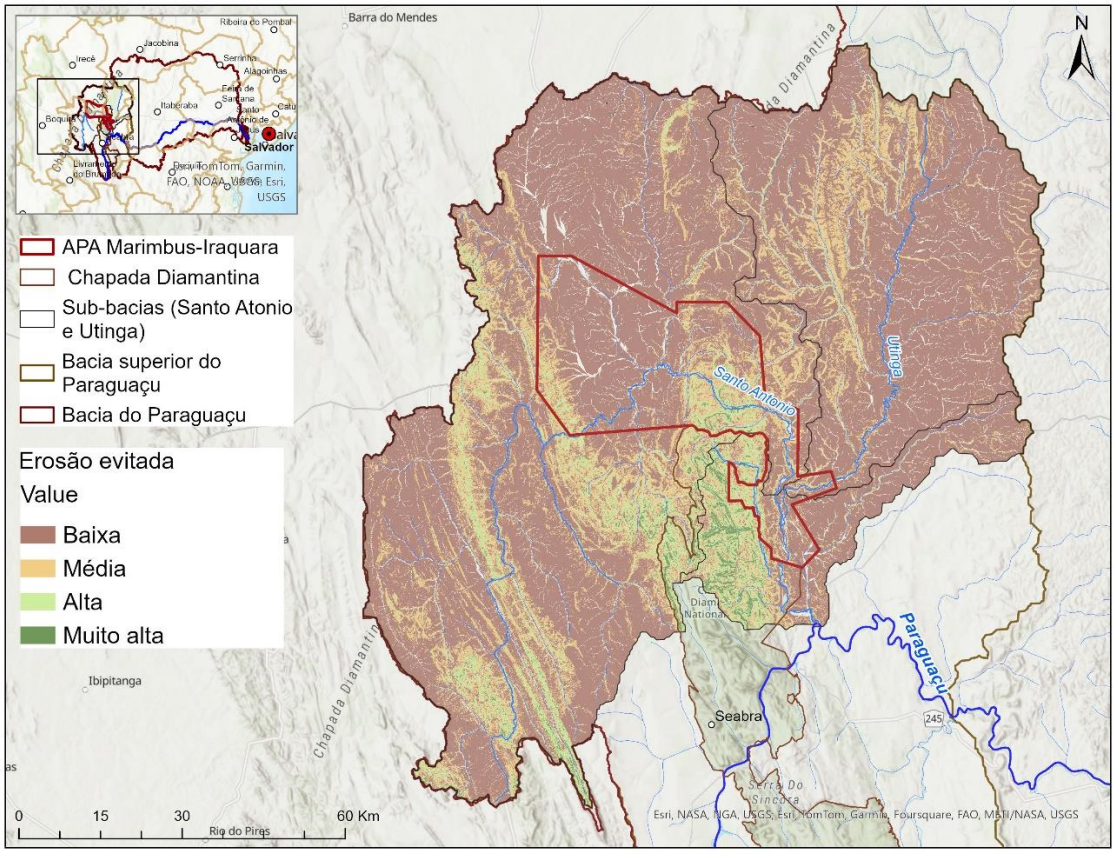


Figura 18. Classificação das áreas-chave para erosão evitada nas sub-bacias do rio Santo Antônio e rio Utinga. Fonte: N4W, com resultados do modelo InVEST (Sharp et al., 2020).

A exportação de sedimento (Figura 19), que corresponde à quantidade de sedimento transportado para os corpos hídricos, destaca-se na porção norte da Chapada Diamantina. Essa região evidencia a maior suscetibilidade das áreas declivosas, localizadas na zona basal da serra, onde a combinação de topografia acentuada com baixa cobertura florestal ou ocorrência de áreas degradadas intensifica a fenômeno. Por outro lado, a alta contribuição de sedimentos ao longo da sub-bacia do rio Santo Antônio ressalta o impacto das práticas agrícolas sobre processos erosivos. Quando em níveis elevados, esses processos podes resultar no assoreamento de rios e na deterioração da qualidade da água, comprometendo tanto o abastecimento hídrico quanto a integridade dos ecossistemas aquáticos.

O caráter exploratório do modelo e a escala de análise podem refletir limitações pontuais, como a dificuldade em distinguir com precisão entre áreas de vegetação campestre nativa e aquelas em processo de regeneração natural, como ocorre em pastagens abandonadas ou outras regiões degradadas em recuperação após uma perturbação. Ainda assim, a abordagem integrada destes indicadores permite identificar áreas prioritárias para a implementação de SbNs e outras práticas de manejo que favoreçam a conservação do solo e a retenção de sedimentos, promovendo a proteção efetiva da bacia hidrográfica.

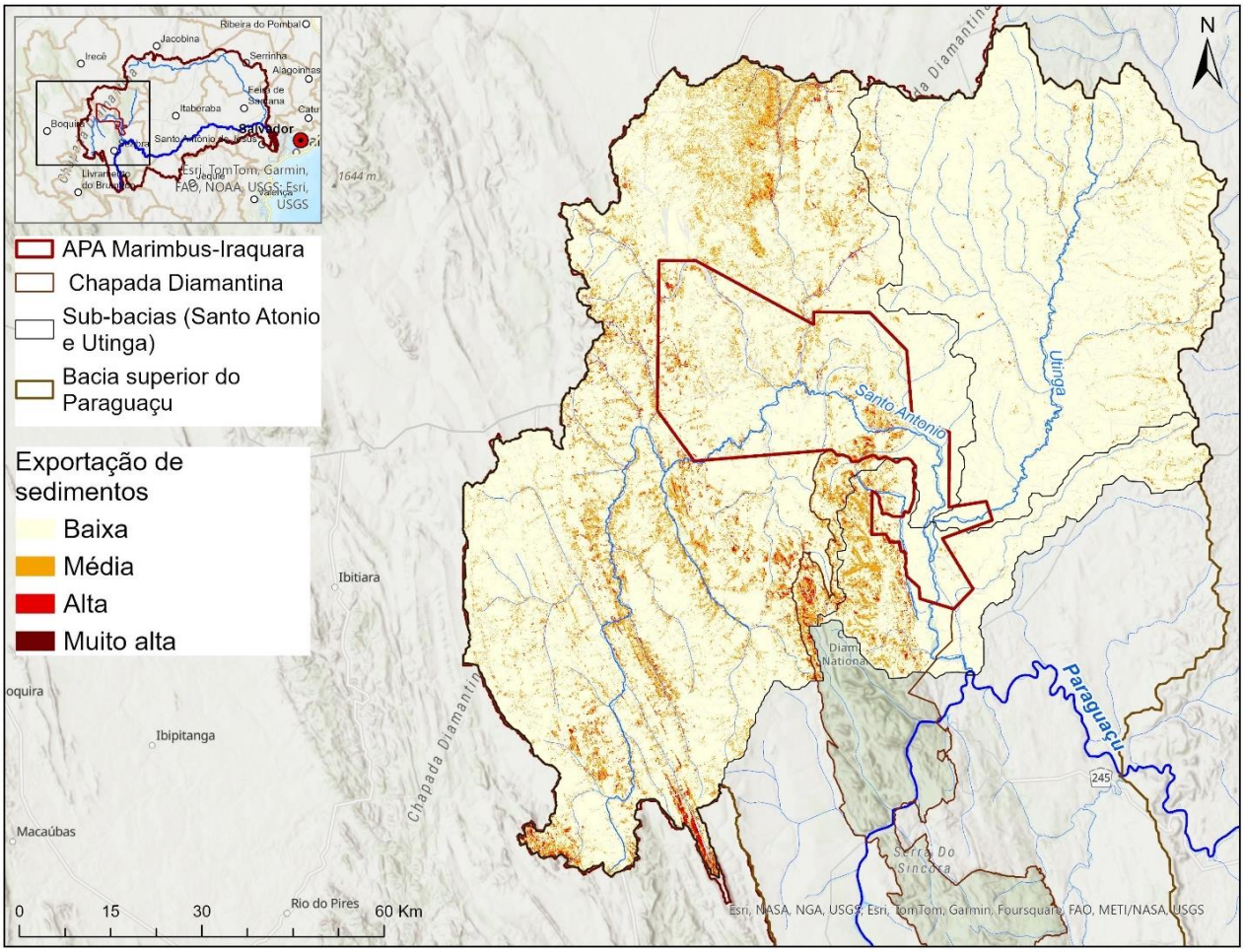


Figura 19. Classificação das áreas-chave para exportação de sedimentos nas sub-bacias do rio Santo Antônio e rio Utinga. Fonte: N4W, com resultados do modelo InVEST (Sharp et al., 2020).

4.4.2. Dinâmica de nutrientes

A modelação “Nutrient Delivery Ratio” fornece uma prévia da dinâmica e carga de nutrientes transportada para os cursos d’água nas bacias hidrográficas, auxiliando a identificação de fontes de poluição difusa e ressaltando a necessidade de práticas de manejo que reduzam a lixiviação e contaminação. O nitrogênio total exportado representa a quantidade de nitrogênio que chega aos rios e lagos por meio do escoamento superficial e subsuperficial. Em níveis elevados, esse nutriente pode causar eutrofização, levando à proliferação excessiva de algas e à degradação da qualidade da água. Já o fósforo superficial exportado refere-se ao fósforo que é transportado diretamente pelo escoamento superficial para os corpos hídricos. Assim como o nitrogênio, o excesso de fósforo contribui para a eutrofização, afetando negativamente o ecossistema aquático e prejudicando a biodiversidade local.

As áreas críticas, e, portanto, de maior contribuição para o transporte de nitrogênio total (**Error! Reference source not found.**-A) e fósforo superficial (**Error! Reference source not found.**B) se concentram na porção norte da sub-bacia do rio Santo Antônio, adentrando os limites da APA. A área tem influência sobre importantes mananciais, como o Riacho São José, Riacho do Mel e Riacho Água de Rega. Estes pontos críticos correspondem às zonas

cobertas por culturas mistas de agricultura temporária e principalmente pastagem sobre declives moderados a elevados. Combinadas, i) a topografia acidentada (que favorece o escoamento superficial), e ii) o uso do solo predominantemente agropecuário (que favorece a degradação física do solo e o aumento do uso de fertilizantes), têm o potencial de promover significativas alterações nos fluxos de nutrientes e da água, comprometendo o funcionamento dos ecossistemas terrestres e aquáticos.

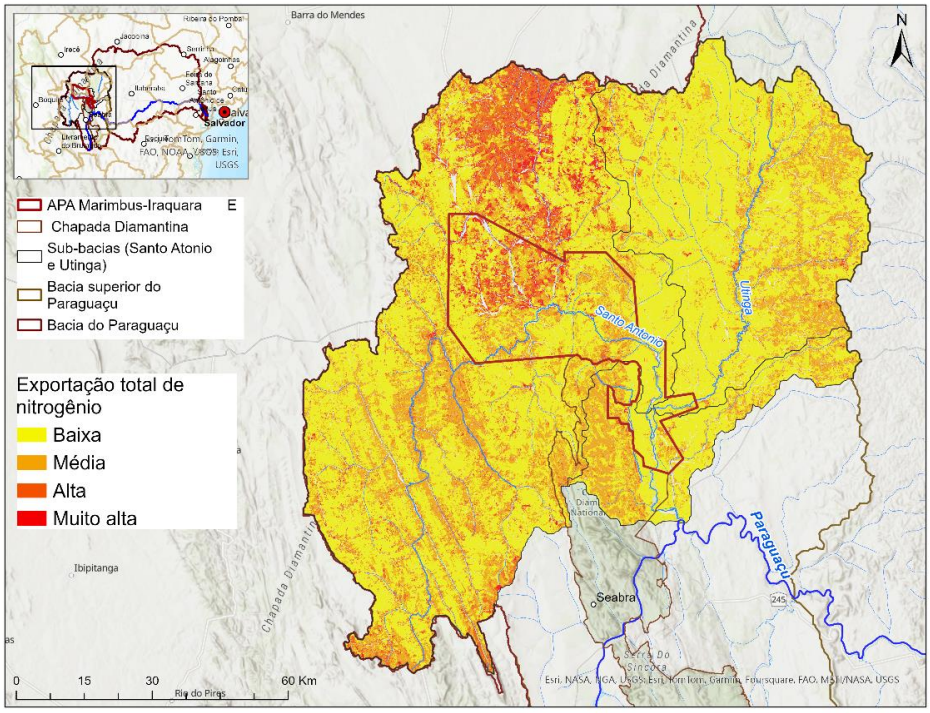


Figura 20A. Taxa de contribuição de nutrientes nas sub-bacias do rio Santo Antônio e rio Utinga: A) Exportação total de nitrogênio. Fonte: N4W, com resultados do modelo InVEST (Sharp et al., 2020).

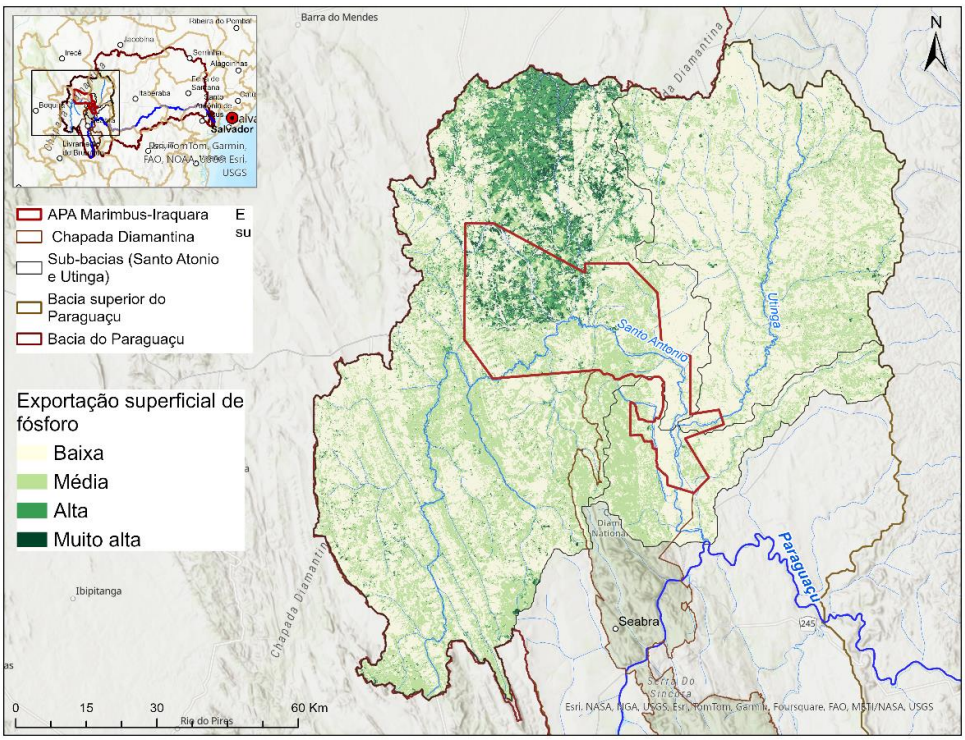


Figura 21B. Taxa de contribuição de nutrientes nas sub-bacias do rio Santo Antônio e rio Utinga: B) Exportação superficial de fósforo. Fonte: N4W, com resultados do modelo InVEST (Sharp et al., 2020).

4.4.3. Rendimento hídrico

O submodelo “Annual Water Yield” estima a quantidade anual de água produzida por bacia, oferecendo informações sobre a disponibilidade hídrica e sua variabilidade espaço-temporal. Nesta avaliação, o modelo foi conduzido a partir da subdivisão das sub-bacias do Santo Antônio e do Utinga e da delimitação de um compartimento hidrológico na região de confluência dos rios (Figura 22). Esse aspecto é crucial para um maior entendimento sobre o abastecimento de água local e para a seleção de SbNs que visam melhorar a resiliência hídrica. Portanto, o rendimento hídrico anual aqui representa a contribuição em volume de água de cada sub-bacia hidrográfica ao longo de 10 anos (2012-2022), após descontadas as perdas por evapotranspiração.

As projeções indicam que a zona de confluência e a sub-bacia do rio Utinga apresentam a maior contribuição e, portanto, a capacidade de sustentar fluxos de água ao longo do tempo, o que é particularmente relevante para o abastecimento humano, a irrigação e a manutenção dos ecossistemas aquáticos. Contudo, a percepção local e a crescente demanda ao longo da sub-bacia do Utinga alertam para a pressão exercida pelos múltiplos conflitos de água a jusante. A menor contribuição pela sub-bacia do Santo Antônio pode estar relacionada ao padrão de precipitação média inferior a 600 mm e à baixa cobertura florestal na maior parte da bacia, exceto no interior da APA Marimbus/Iraquara, com volume de chuva de 1300 mm/ano e maior concentração de áreas de mananciais e vegetação nativa protegida.

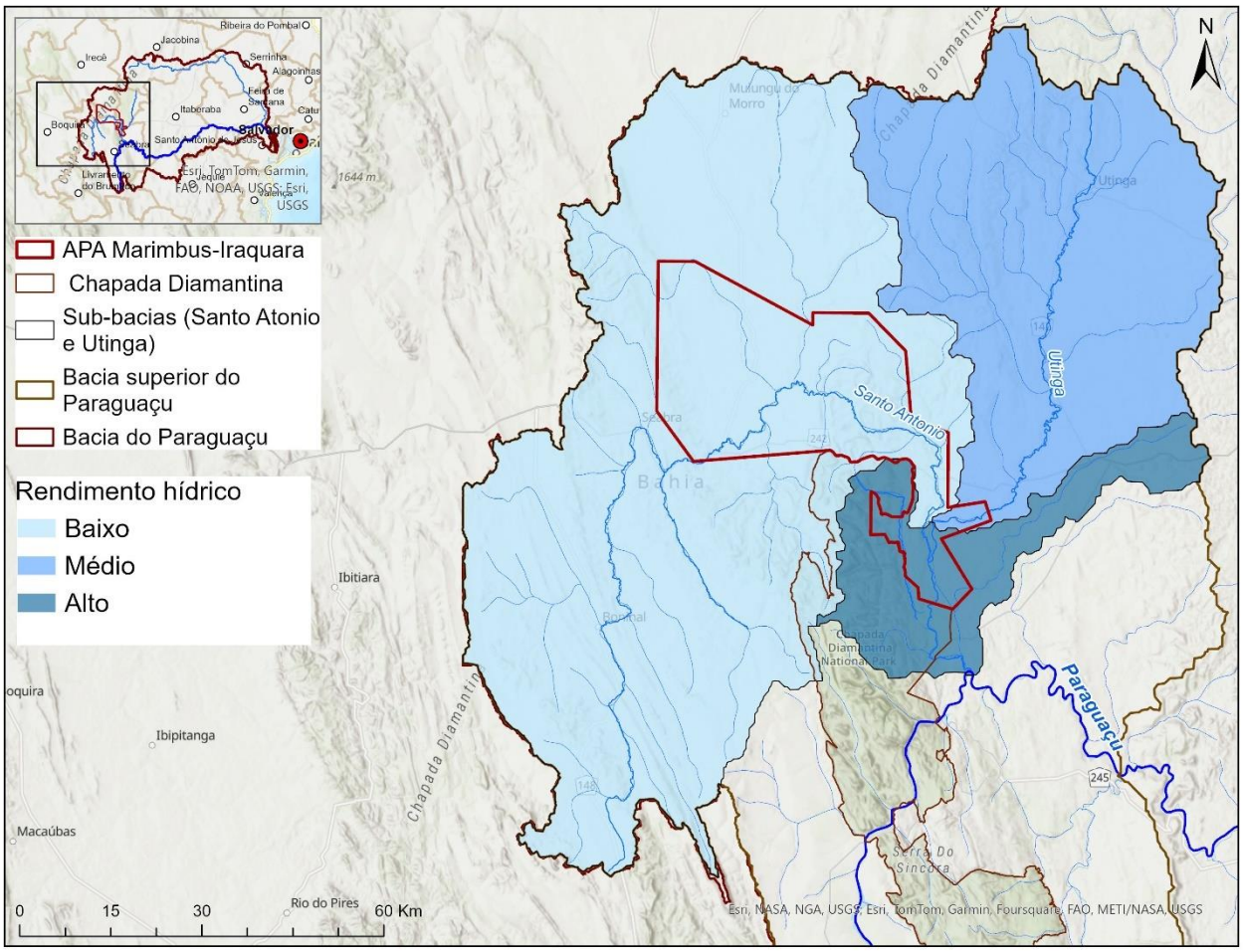


Figura 22. Rendimento hídrico anual nas sub-bacias do rio Santo Antônio e rio Utinga. Fonte: N4W, com resultados do modelo InVEST (Sharp et al., 2020).

Esse resultado auxilia na identificação das áreas onde as práticas de SbNs poderiam ser implementadas para aumentar a infiltração de água no solo e melhorar a sustentabilidade hídrica da bacia, beneficiando tanto os ecossistemas quanto as comunidades locais.

4.5. Visita de campo

A visita de campo realizada teve como objetivo a avaliação das condições socioambientais nas regiões estratégicas ao longo das sub-bacias do rio Santo Antônio e do rio Utinga, tendo como recorte principal a APA Marimbus/Iraquara. Esse levantamento também buscou validar as projeções de vulnerabilidades identificadas na modelagem anterior (Seção 4.4 e Figura 23) e compreender os desafios de segurança hídrica na perspectiva local. Os pontos críticos observados — como a degradação de cursos d'água, escassez hídrica e os conflitos de uso da água e do solo — refletem a realidade dos locais visitados, corroborando com a possibilidade de implementação de SbNs como estratégia de recuperação e manejo sustentável.

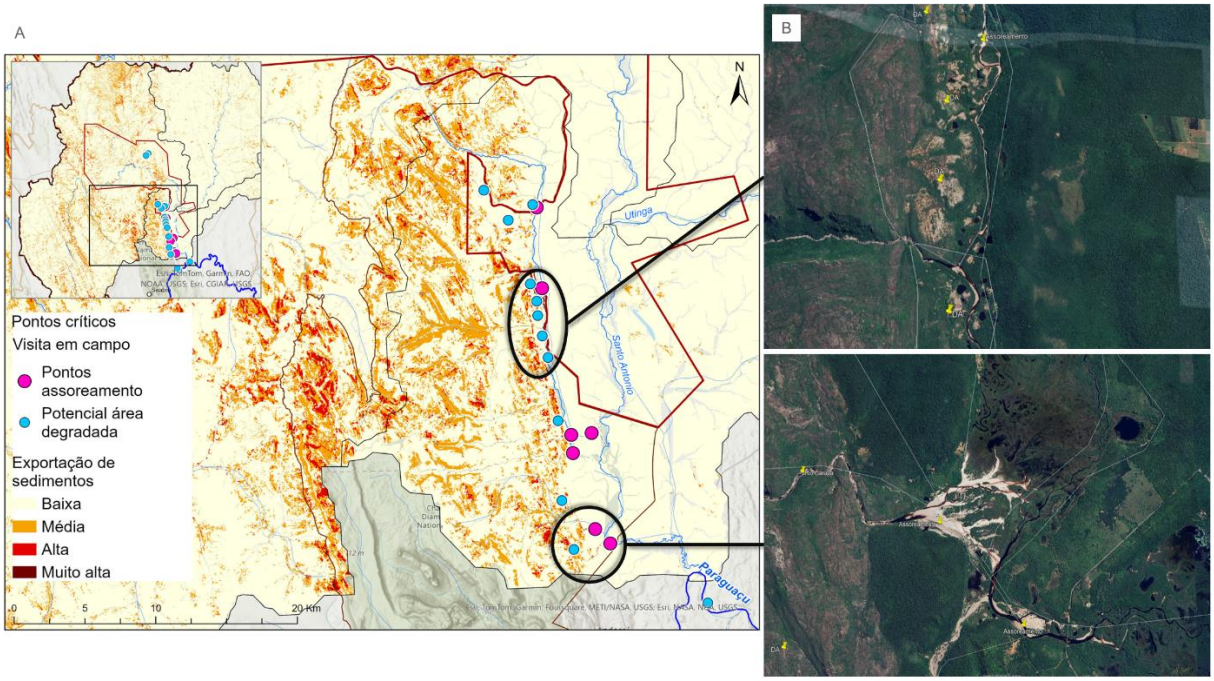


Figura 23. Pontos Críticos na sub-bacia do rio Santo Antônio. A) Potenciais áreas degradadas pela mineração observadas via imagem espacial Google Earth®, incluindo áreas de acúmulo de sedimentos e assoreamento dos corpos d'água, observados in loco. B) Sobreposição dos potenciais áreas degradadas e focos de assoreamento em comparação as regiões críticas em produção de sedimentos pelo modelo InVEST.

4.5.1. Sub-bacia Santo Antônio

Comunidade Quilombola Remanso (região do Pantanal Marimbus, zona sul da APA, 17 de setembro de 2024)

A Comunidade Quilombola Remanso, que habita a região do Pantanal Marimbus (Figura *24*), é uma comunidade tradicional cujas práticas e desafios refletem a interconexão das condições de vida e preservação ambiental. Inserida dentro dos limites da APA e sob a demarcação fundiária de território quilombola, a comunidade experencia deficiências em saneamento básico e preocupação com a qualidade da água e a degradação dos principais cursos d'água em função da sedimentação e assoreamento, colocando em risco a segurança hídrica local.

Figura 24. Pantanal Marimbus.

Principais desafios em segurança hídrica

- **Qualidade da água e saneamento:** a região apresenta deficiências em saneamento básico, contando apenas com uso recente de fossas sépticas, que podem atuar como fontes de poluição pontual ocasionando a degradação da qualidade da água e dos ecossistemas aquáticos. Na região os lagos são utilizados para atividades domésticas, irrigação de lavouras ou dessedentação de animais, ocasionando eventuais prejuízos a saúde pública e incidência de patologias de veiculação hídrica como a esquistossomose.
- **Sedimentação e assoreamento:** a sub-bacia do São José, um dos principais afluentes do rio Santo Antônio, apresenta pontos de assoreamento, conforme Figura 25. Uma das hipóteses é que essa degradação seja oriunda de áreas de garimpo desativadas que ainda não foram recuperadas, resultando em processos erosivos, lixiviação e assoreamento (Figura 23). Esse acúmulo de sedimentos nos cursos ameaça tanto a qualidade quanto a quantidade de água, comprometendo a disponibilidade hídrica na bacia.

Figura 25. Assoreamento observado na sub-bacia do São José.

- **Abastecimento de água:** de acordo com a comunidade local, a água para consumo atualmente é captada da chuva, devido a questões relacionadas à qualidade da água no poço artesiano que abastece a comunidade. Com isso, há uma demanda por soluções que garantam o abastecimento, sendo uma possível alternativa o sistema de bombeamento do rio Roncador.
- **Gerenciamento de resíduos sólidos:** o acúmulo de resíduos sólidos também gera riscos ambientais e sanitários para a comunidade.
- **Atividades agrícolas e incêndios:** a incidência de incêndios é um aspecto que requer monitoramento, dada a suscetibilidade da vegetação.
- **Conflitos pelo uso da água:** práticas agrícolas irrigadas na região geram atenção quanto à disponibilidade hídrica na bacia e manutenção do Pantanal Marimbus.

Recomendações

- Quando confirmadas as áreas degradadas (seja pela atividade anterior de garimpo ou outras atividades), recomenda-se a utilização de SbNs que promovam a restauração ecológica e o controle de processos erosivos para reduzir o assoreamento.
- Implementação de SbNs que suportem a redução da erosividade do solo e da exportação de sedimentos, retenção ou filtragem de sedimentos para auxiliar no processo de desassoreamento dos cursos d'água, com inclusão da comunidade nas ações.
- Melhorias no saneamento básico, abastecimento de água e coleta de resíduos sólidos.
- Mapeamento de conflitos pelo uso da água, elaboração de estratégias de uso compartilhado, mediação e diálogo local, incentivos a educação e implantação de sistemas de monitoramento contínuos.

- Implementação de um programa de turismo rural sustentável, alinhado à preservação ambiental.

Comunidade Riacho do Mel (região norte da APA e concentração de bacias de cabeceira, 18 de setembro de 2024)

A Comunidade do Mel é composta por pequenos produtores e moradores situados na cabeceira do Riacho do Mel e da Água de Rega, que se conectam ao rio Santo Antônio. Embora a região esteja bem conservada, ela enfrenta ameaças principalmente de incêndios e a potencial degradação das nascentes causada pelo acesso de animais (Figura 26).

Figura 26. Região Norte da APA com suscetibilidade a incêndios.

Principais desafios de segurança hídrica

- **Incêndios florestais:** os líderes locais da comunidade relatam casos de incêndios, que comprometem a biodiversidade, a segurança da comunidade e a integridade das nascentes.
- **Degradação das nascentes:** o acesso descontrolado de animais às nascentes pode causar pisoteio, compactação do solo e degradação ambiental.

Recomendações

- Desenvolvimento de um plano de prevenção e combate a incêndios, com a construção de aceiros e a implementação de reservatórios para abastecimento de água no combate a focos de fogo.
- Capacitação da brigada local para o monitoramento e controle de incêndios.

- Proteção das nascentes com cercas e restrição de acesso de animais, visando à conservação dos mananciais.
- Incentivo ao turismo rural como meio de promover a conscientização ambiental e gerar renda para a comunidade.
- Implementação de Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) – uma categoria de Unidade de Conservação criada pela vontade do proprietário rural.

4.5.2. Sub-bacia Utinga

Região de cabeceira do rio Utinga (região norte da sub-bacia, 17 de setembro de 2024)

A área de cabeceira do rio Utinga é composta por diversas nascentes que são represadas para abastecimento de povoados e comunidades, incluindo a comunidade indígena Payayá. Esta área já foi objeto de um projeto de reflorestamento com espécies nativas frutíferas (Figura 27). Contudo, a acessibilidade ao local, seja para recreação da população ou pela presença de animais ao redor das nascentes e da represa de captação, pode comprometer a funcionalidade da estrutura e degradar as nascentes principais. Adicionalmente, a crescente demanda hídrica pela agricultura irrigada, em particular a cultura da banana, influencia na redução da vazão rio abaixo e compromete a disponibilidade hídrica para as populações a jusante.

Figura 27. Projeto anterior de reflorestamento com espécies nativas frutíferas.

Desafios de segurança hídrica

- **Degradação de nascentes:** atualmente, a estrada próxima às nascentes favorece a entrada de sedimentos no rio, enquanto o fácil acesso de animais e pessoas

compromete as nascentes principais, a estrutura de captação e a conservação do manancial.

- **Disponibilidade hídrica:** os conflitos de uso da água e do solo ao longo do rio Utinga e seus tributários, prejudicam o acesso à água para as comunidades situadas a jusante.

Recomendações

- Limitação de culturas nas áreas de preservação e recuperação das matas ciliares.
- Identificação e recuperação de passivos ambientais para fortalecer áreas de recarga e APPs prioritárias.
- Facilitação da adequação ao CEFIR, com suporte à regularização ambiental de produtores locais e sua legibilidade aos incentivos socioeconômicos.
- Articulação com a comunidade para promover práticas agrícolas sustentáveis e evidenciar os benefícios da proteção das nascentes.
- Integração com o Projeto Guardião das Águas do Paraguaçu e exploração de mecanismos de PSA para incentivar boas práticas de conservação.

Centro de Educação Técnica Agroecológica (CETEP) (Município de Wagner, 17 de setembro de 2024)

O CETEP fornece um 'laboratório vivo' de práticas e experiências em educação ambiental e produção sustentável, e conta com áreas destinadas ao ensino e cultivo de sistemas agroflorestais e um viveiro de mudas de espécies nativas voltado à implantação de projetos produtivos (Figura *28*). Isso representa um potencial agente de mudança na comunidade local. Contudo, o viveiro enfrenta limitações estruturais, como falta de pessoal e recursos para expandir a produção e transferir conhecimento aos produtores locais.

Figura 28. CETEP: Espaço Agroecológico.

Recomendações

- Fortalecimento estrutural do viveiro para ampliar a produção de mudas e apoiar a conservação da vegetação nativa.
- Ampliação de programas educacionais e capacitação para a comunidade visando a implementação de sistemas agroflorestais.

No geral, a visita em campo validou pontos críticos levantados pelas análises prévias, com destaque para as áreas de maior contribuição aos processos de erosão e exportação de sedimentos observados na sub-bacia do Santo Antônio. Esses achados reforçam a importância de intervenções para controle de sedimentos e proteção das áreas de recarga. Já na bacia do rio Utinga, embora a modelagem indique uma estimativa de produção hídrica superior à percepção da comunidade local, a realidade observada revela uma diminuição da vazão ao longo do rio, causada por múltiplos conflitos de uso da água. Portanto, fatores socioeconômicos complexos validam os modelos e ampliam a compreensão sobre as pressões locais, fornecendo uma base sólida para a proposição das melhores intervenções adaptadas a cada região. A implementação de SbNs e o fortalecimento da articulação com as comunidades locais são passos essenciais para o sucesso de futuras intervenções e projetos na região. A Tabela 3 fornece um resumo dos principais desafios identificados em cada sub-bacia e recomendações gerais para combatê-los.

Tabela 3. Resumo dos principais desafios de segurança hídrica observados *in loco.*

Sub-bacia	Ponto de visita	Principal desafio	Recomendações
Santo Antônio	**Comunidade Quilombola Remanso.** Região sul da APA e Pantanal Marimbus.	**Qualidade da água**	Avanços em saneamento básico
			Monitoramento e controle de patologias de veiculação hídrica
			Ampliar coleta e gestão de resíduos sólidos
		Assoreamento e sedimentação	Recuperação de áreas degradadas e matas ciliares
			Avaliar a viabilidade de desassoreamento dos afluentes do rio São José
		Abastecimento de água	Implementação de sistema de captação/armazenamento de água da chuva
			Avaliar a possibilidade de captação no rio Roncador
		Conflitos pelo uso da água	Estabelecer estratégias para uso compartilhado e investigar conflitos de uso
		Manejo agrícola pelo fogo	Monitorar a incidência de incêndios no manejo agrícola.
			Reforçar a conscientização sobre alternativas ao uso do fogo.
	Cabeceira do Riacho do Mel. Microbacias de manancial.	**Incêndios florestais**	Monitorar a incidência de incêndios no manejo agrícola
			Criar plano de prevenção e combate a incêndios
			Capacitação e reforço da brigada local
		Degradação de nascentes	Proteger nascentes com cercas e restringir acesso de animais
			Incentivar turismo rural sustentável; promover criação de RPPN para preservação.
Utinga	**Nascentes do rio Utinga.** Área norte da bacia, cabeceira.	**Degradação de nascentes**	Controle de acesso às nascentes remover culturas em APP e restaurar matas ciliares.
		Redução de disponibilidade hídrica, conflito de usos	Promover a recuperação das matas ciliares
			Apoiar práticas agrícolas sustentáveis e integradas a outras iniciativas correlatas de boas práticas de manejo (BPMs) e SbNs
			Facilitar a adequação ao CEFIR e regularização ambiental
			Fortalecer as cadeias de produção e programas de PSA
	Centro de Educação Técnica Agroecológica	**Engajamento comunitário, educação ambiental**	Fortalecer a estrutura do viveiro de mudas e apoiar a conservação nativa
			Ampliar programas de educação para agroflorestas e sustentabilidade

5. Resumo dos desafios de segurança hídrica priorizados para a área de estudo

Com base na caracterização da bacia, na avaliação dos serviços ecossistêmicos e na visita ao local, foram identificados e priorizados os desafios de segurança hídrica na área de estudo.

A Tabela 4 apresenta um resumo desses desafios. De acordo com as análises realizadas, o desafio prioritário é a qualidade da água, especificamente relacionada à produção e ao transporte de sedimentos na bacia. Os principais fatores que afetam os problemas de sedimentação na bacia incluem a dinâmica local, como mudanças no uso da terra, o desenvolvimento de atividades agrícolas em áreas de alta produção com declives acentuados, e a existência de áreas degradadas, possivelmente devido a processos de mineração, entre outros.

Além disso, a qualidade da água na área de estudo é afetada pela descarga difusa de nutrientes de atividades agrícolas e por problemas no descarte e tratamento de águas residuais das comunidades locais.

A disponibilidade de água também é um desafio de segurança hídrica a ser considerado, visto que essas sub-bacias correspondem às cabeceiras do rio Paraguaçu, fundamental para o abastecimento de água em todo o estado da Bahia.

Tabela 4. Resumo dos desafios prioritários de segurança hídrica.

Prioridade	Desafio da segurança hídrica	Fatores determinantes
1	Qualidade da água – Sedimentos	• Mudanças no uso da terra • Atividades agrícolas • Pecuária • Áreas degradadas
2	Qualidade da água – Nutrientes	• Descargas difusas - Agricultura • Descargas pontuais - Águas residuais domésticas
3	Quantidade de água	• Alteração no uso do solo • Alterações climáticas

6. Opções Soluções Baseadas na Natureza (SbNs)

Esta seção apresenta uma descrição das alternativas de SbNs com o potencial de contribuir para a solução dos desafios prioritários de segurança hídrica na área de estudo. Inicialmente,

é apresentada uma descrição da metodologia aplicada para selecionar a SbNs, seguida de uma descrição geral das intervenções propostas, incluindo os principais benefícios esperados.

6.1. Justificativa para a seleção de SbNs

A metodologia aplicada para priorizar a SbNs a ser implementada na área de estudo baseou-se na caracterização dos usos atuais da terra e nos desafios prioritários de segurança hídrica. Com base nessas informações, foram identificadas as SbNs com maior potencial de contribuição para a solução dos problemas identificados na área de estudo.

O potencial de diferentes opções de SbNs para apoiar a solução dos desafios de segurança hídrica priorizados foi analisado com base em bancos de dados e ferramentas disponíveis para tais intervenções em escala global. Por exemplo, a ferramenta on-line "*NbS Benefits Explorer*", desenvolvida pelo CEO Water Mandate com base no "Guia de Contabilidade de Benefícios de SbNs para Bacias Hidrográficas" (Brill et al. 2023), permite a identificação e a estimativa dos benefícios esperados de diferentes SbNs, dependendo dos tipos de paisagens intervencionadas.

Da mesma forma, o documento "*A How-To Guide to Develop Watershed Investment Programs*", desenvolvido pela TNC (2022), apresenta um guia prático para a implementação de programas de investimento em SbNs para bacias hidrográficas, incluindo recomendações para a seleção e priorização, com base nos desafios de segurança hídrica identificados e nas evidências científicas disponíveis sobre os benefícios e co-benefícios esperados para diferentes categorias de intervenções.

A Tabela 5 apresenta um resumo dos resultados relatados pela TNC (2022), com base em uma revisão da literatura disponível sobre as evidências e a magnitude dos benefícios esperados da implementação de diferentes opções de SbNs, com base nos desafios mais comuns de segurança hídrica. Para este projeto, considerando que os desafios priorizados correspondem à qualidade da água, observa-se que intervenções como a proteção de habitats, atividades de restauração em áreas degradadas (por exemplo, reflorestamento com vegetação nativa, restauração de áreas ribeirinhas, entre outras) e a implementação de melhores práticas de produção em atividades agrícolas e pecuárias têm um alto potencial para gerar benefícios e reduzir os problemas de segurança hídrica na área.

Além disso, intervenções como o gerenciamento de incêndios e a implementação de áreas úmidas artificiais têm o potencial de gerar impactos positivos na redução dos aportes de sedimentos e nutrientes, respectivamente. Considerando o exposto acima, bem como o potencial dessas atividades para gerar benefícios para as comunidades locais, essas opções de SbNs foram incluídas entre as recomendações a serem implementadas na área de estudo.

É importante enfatizar que as intervenções propostas também têm o potencial de gerar co-benefícios para as comunidades locais, incluindo o sequestro de carbono, o aumento da

produtividade, a proteção/restauração de áreas de importância cultural e turística, entre outros.

Tabela 5: Resumo dos principais benefícios esperados para diferentes SbNs.

DESAFIO DE SEGURANÇA HÍDRICA	DISPONIBILIDADE DE ÁGUA		RISCO DE DESASTRE	QUALIDADE DA ÁGUA	
Benefício para o ecossistema	**Fluxos da estação seca**	**Recarga de água subterrânea**	**Risco de inundação**	**Erosão e sedimentos**	**Nutrientes e poluentes**
Proteção					
1. Proteção de habitats específicos	✓	✓	✓✓	✓✓	✓
Restauração					
2. Revegetação	✓	✓	✓✓	✓✓	✓
3. Restauração ribeirinha	✓	✓	✓	✓✓	✓✓
4. Restauração de áreas alagadas	✓	✓	✓✓	✓	✓✓
5. Restauração de planícies de inundação	✓	✓	✓✓	✓✓	✓
Gerenciamento					
6. BPMs agrícola		✓		✓✓	✓✓
7. BPMs de pecuária	✓	✓		✓	✓
8. BPMs florestais	✓			✓	✓
9. Gerenciamento de incêndios			✓✓	✓✓	✓
Habitats criados					
10. Áreas alagadas artificiais	✓	✓	✓	✓	✓✓
11. Sistemas de drenagem urbana sustentável	✓✓	✓	✓✓	✓	✓✓

As marcas representam a profundidade da evidência, enquanto as cores mais escuras representam a magnitude dos benefícios estimados. Fonte: TNC (2022).

Uma vez identificadas as opções de SbNs com maior potencial de contribuição para a solução dos problemas de segurança hídrica identificados, essas soluções foram analisadas levando em conta as particularidades do contexto local, incluindo a cobertura e o uso da terra, as práticas e atividades produtivas existentes e outras iniciativas de conservação e restauração de recursos naturais desenvolvidas anteriormente na área.

As seções a seguir apresentam uma visão geral das opções de SbNs propostas, as iniciativas relacionadas existentes na área de estudo e uma recomendação das áreas de intervenção a serem consideradas para cada uma dessas SbNs. Por fim, são apresentadas as conclusões e recomendações resultantes da análise.

6.2. Intervenções potenciais de SbNs

6.2.1. Proteção de habitat

Esta SbNs refere-se a todas as atividades de conservação realizadas para proteger ecossistemas-alvo, como florestas, pastagens ou pantanais. Normalmente, é implementada como uma medida preventiva, com o objetivo de reduzir o risco de futuros impactos ambientais adversos que possam resultar de mudanças no uso da terra e da água. Em particular, essa SbNs busca evitar o aumento da carga de sedimentos ou nutrientes ou a perturbação do ciclo hidrológico (TNC, 2022).

Algumas das atividades que podem ser consideradas sob esta SbNs incluem mudanças na legislação, designações administrativas, regulamentações, aquisição de direitos executáveis em recursos naturais e ações judiciais. Atividades concretas incluem designar novas áreas protegidas, servidões de conservação, aluguel de terras e aumento da execução de terras protegidas existentes. Os detalhes específicos devem ser definidos considerando o contexto local, incluindo aspectos como posse de terra, áreas protegidas existentes, aquisição social, entre outros.

Os principais benefícios da implementação de atividades de proteção estão relacionados à melhoria da qualidade da água, como consequência da redução dos processos erosivos e das cargas de nutrientes lançadas nos corpos hídricos, devido à presença de vegetação nativa capaz de reter sedimentos e filtrar nutrientes que fluem pela superfície do solo. Além disso, este tipo de atividades gera co-benefícios relacionados à preservação e conectividade de ecossistemas, armazenamento de carbono, prestação de serviços ecossistêmicos culturais, criação de emprego, entre outros.

Entre as principais iniciativas de preservação já existentes na região destaca-se o Projeto Semeando Águas no Paraguaçu, que foca na revitalização da bacia hidrográfica, com ênfase na preservação e recuperação de nascentes e matas ciliares. Além deste, o CEFIR atua como um importante instrumento de controle e monitoramento ambiental, auxiliando na fiscalização de propriedades rurais. Também, a criação de APAs tem sido fundamental para proteger nascentes e represas estratégicas para a região. Outro componente central é a educação ambiental crítica, que busca sensibilizar e mobilizar os atores locais em prol da conservação. Além disso, a criação de RPPNs tem sido incentivada pelo INEMA como estratégia de conservação. Exemplos de RPPNs na região incluem as reservas Olho-de-Fogo-Rendado, Curió e Fazenda Panema, que desempenham um papel importante na preservação da biodiversidade e dos recursos hídricos da região, reforçando a proteção de ecossistemas chave.

6.2.2. Restauração de áreas degradadas

Esta atividade abrange a restauração do habitat nativo por meio de plantio ou semeadura ativa, ou medidas passivas que resultam em um ambiente propício adequado para

regeneração. Pode envolver a restauração de florestas naturais, prados, pântanos, florestas ribeirinhas ou outro habitat, e inclui reflorestamento de pastagens (restauração florestal ativa ou passiva em terras de pastagem). As atividades comuns envolvidas na restauração são avaliação e seleção do local, preparação do local (preparação do solo e remoção de vegetação/ervas daninhas indesejadas), cercas e controle de pragas, se necessário, semeadura e plantio diretos e várias ações de manutenção e monitoramento.

Os benefícios na segurança hídrica incluem uma capacidade aprimorada de manter o solo no lugar e reduzir a erosão, filtragem natural de poluentes do fluxo superficial e maior infiltração de água de escoamento no solo, atenuando assim os picos de fluxo.

Neste contexto, o Projeto Guardiães das Águas se concentra na recuperação florestal de áreas de preservação permanente, margens de rios e nascentes, implementando projetos de restauração ecológica aliados à educação ambiental crítica. O projeto também incorpora um plano regional de PSA, visando fomentar a continuidade das ações de conservação e recuperação ambiental na região. No contexto da bacia hidrográfica do Alto Paraguaçu, esses mecanismos são especialmente relevantes para as bacias dos rios Joanes e Jacuípe, onde o PSA busca promover a segurança hídrica através da preservação e recuperação de áreas críticas para a produção de água. Além disso, O Programa de Aceleração da Transformação (PAT) na Bahia se concentra na restauração de áreas degradadas, especialmente na região sul, visando transformar terras degradadas em ecossistemas florestais prósperos usando estratégias inovadoras de reflorestamento.

6.2.3. Boas práticas de manejo (BPMs) na agricultura e pecuária

As BMPs são intervenções estratégicas destinadas a reduzir os impactos ambientais dos sistemas agrícolas e pecuários. Essas práticas podem variar amplamente e são frequentemente mais eficazes quando usadas em combinação. Sistemas agrícolas que restauram ou conservam serviços ecossistêmicos podem ser tão produtivos quanto sistemas intensivos de alta entrada, mas com significativamente menos danos ao ecossistema, tanto no nível do campo quanto da bacia hidrográfica.

As BPMs podem incluir atividades como agricultura de conservação para aumentar a biodiversidade e os processos biológicos naturais (mínima perturbação do solo através de cultivo reduzido ou zero, cobertura permanente do solo com culturas de cobertura e rotação de culturas), incorporação de árvores nas terras agrícolas, práticas agroflorestais, faixas vegetativas e práticas de manejo de nutrientes, entre outras (TNC, 2022).

Os benefícios dessas práticas para a segurança hídrica incluem a redução da erosão, da produção de sedimentos e das concentrações de nutrientes e poluentes nos corpos d'água. Além disso, a implementação das boas práticas de manejo pode aumentar a infiltração e a recarga de águas subterrâneas, apoiando assim a regulação do regime hídrico.

Já existem atualmente iniciativas relacionadas às melhores práticas agrícolas. O manejo sustentável da água na agricultura é promovido por programas como o Programa de Aumento da Oferta de Água na Zona Rural, que promove práticas sustentáveis de uso da água na agricultura, e o Programa Uma Terra e Duas Águas, que foca na gestão sustentável da água para a produção agrícola.

Além disso, o PSA surge como um instrumento econômico inovador para a gestão ambiental, oferecendo incentivos financeiros a proprietários e comunidades que adotam práticas que resultem na recuperação, manutenção ou melhoria dos serviços ecossistêmicos e ambientais. Este mecanismo é baseado no princípio do provedor-recebedor, onde aqueles que mantêm ou melhoram serviços ecossistêmicos são remunerados por esses serviços. No Brasil, o PSA teve início no ano 2000 com o Proambiente, e ganhou destaque com o Programa Produtor de Água da ANA, lançado em 2006. Pioneiro na Bahia, o Projeto Pratigi remunera agricultores pela conservação e recuperação de áreas estratégicas para a produção de água. Dentro deste contexto, o Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais inclui subprogramas específicos para captura de carbono, serviços hidrológicos e conservação da biodiversidade.

6.2.4. Sistemas alagados construídos

Sistemas alagadas construídas, também conhecidos como pântanos construídos, são projetados para imitar os processos hidrológicos dos pântanos naturais. Esses sistemas geralmente consistem em depressões rasas com vegetação densa e diversificada, funcionando como sistemas de tratamento biológico que utilizam processos naturais envolvendo vegetação de pântano, solos e seus conjuntos microbianos associados. A construção de sistemas alagados é frequentemente acompanhada por outras SbNs, como medidas de restauração de rios, incluindo planícies de inundação e conectividade.

Sistemas alagados construídos frequentemente atuam como complementos ou substitutos para plantas de tratamento convencionais. Eles são amplamente utilizados para o controle da poluição por nutrientes em diversos fluxos de águas residuais, como águas residuais domésticas, águas residuais urbanas de esgoto, águas residuais industriais e lodo. Além disso, pântanos construídos são eficazes na remoção de nutrientes e sedimentos, bem como na mitigação do escoamento superficial de campos agrícolas e de pecuária.

Os principais benefícios dos sistemas alagados construídos estão relacionados à redução das concentrações de nutrientes e poluentes e à regulação dos picos de descarga, resultante do armazenamento de grandes volumes de água que podem ser liberados em taxas lentas.

A implementação dos sistemas alagados construídos em áreas tropicais pode gerar habitats potenciais para mosquitos e outros vetores, criando riscos de transmissão de doenças transmitidas por esses organismos. Portanto, embora se considere que esse tipo de intervenção tem potencial para gerar benefícios em termos de redução de cargas poluentes despejadas, para futuras fases do projeto recomenda-se analisar as tipologias de sistemas alagados mais adequados para a área de estudo (por exemplo, sistemas alagados de fluxo

subsuperficial) e definir os detalhes de construção e manutenção que permitam reduzir os riscos mencionados. Entre as considerações a serem levadas em conta, recomenda-se analisar localizações afastadas de áreas povoadas, requisitos de manutenção e operação, entre outras.

6.2.5. Manejo do fogo

O manejo do fogo envolve a implementação de atividades que reduzem os combustíveis florestais e, assim, diminuem o risco de incêndios florestais catastróficos. É tipicamente empregado em áreas onde as florestas são propensas a incêndios e envolve desbaste mecânico e/ou queimadas controladas. Incêndios florestais causam uma remoção abrupta da cobertura florestal e danos à cobertura do solo e aos solos. Isso pode ser particularmente problemático quando a chuva cai em áreas severamente queimadas, pois esses eventos de chuva podem causar erosão em larga escala das encostas e produzir inundações e fluxos de detritos que afetam a infraestrutura e as comunidades a jusante.

As atividades de manejo do fogo geralmente incluem a manutenção das áreas intervencionadas, a fim de preservar e reduzir o risco futuro de aumento do transporte de sedimentos e nutrientes, considerando o crescimento anual da vegetação e o acúmulo de combustíveis.

Os principais benefícios do manejo do fogo são a redução da erosão e da produção de sedimentos, bem como a redução dos picos de fluxo, como resultado da manutenção da vegetação na superfície.

Já atuando na região dentro deste contexto, o INEMA trabalha na prevenção e combate de incêndios, principalmente em áreas de proteção ambiental. Além disso, há um foco crescente em monitoramento e controle de queimadas, que envolve ações de educação ambiental e monitoramento para mitigar os riscos de incêndios florestais.

6.3. Áreas de intervenção recomendadas

Para enfrentar os desafios de segurança hídrica identificados nas análises técnicas de todas as bacias, bem como os desafios específicos confirmados em campo, uma priorização escalonada das áreas para implementação de SbNs foi proposta. Esta priorização considera diferentes escalas de paisagem, desde uma abordagem mais pontual até uma perspectiva regional, organizada em dois grupos: áreas de intervenção geral e áreas de intervenção prioritárias.

A seguir, apresenta-se uma descrição geral da análise realizada e do tipo de intervenções propostas para cada uma dessas áreas. Por sua vez, a Figura 29 apresenta uma proposta preliminar de localização das intervenções propostas. Nota-se que esta proposta corresponde a uma primeira análise realizada a partir das informações disponíveis e das análises realizadas neste projeto. A localização definitiva das intervenções deve ser definida como resultado de um estudo detalhado das particularidades da área de estudo, o qual se

sugere realizar em uma fase posterior do projeto (ver recomendações relacionadas no Capítulo 7).

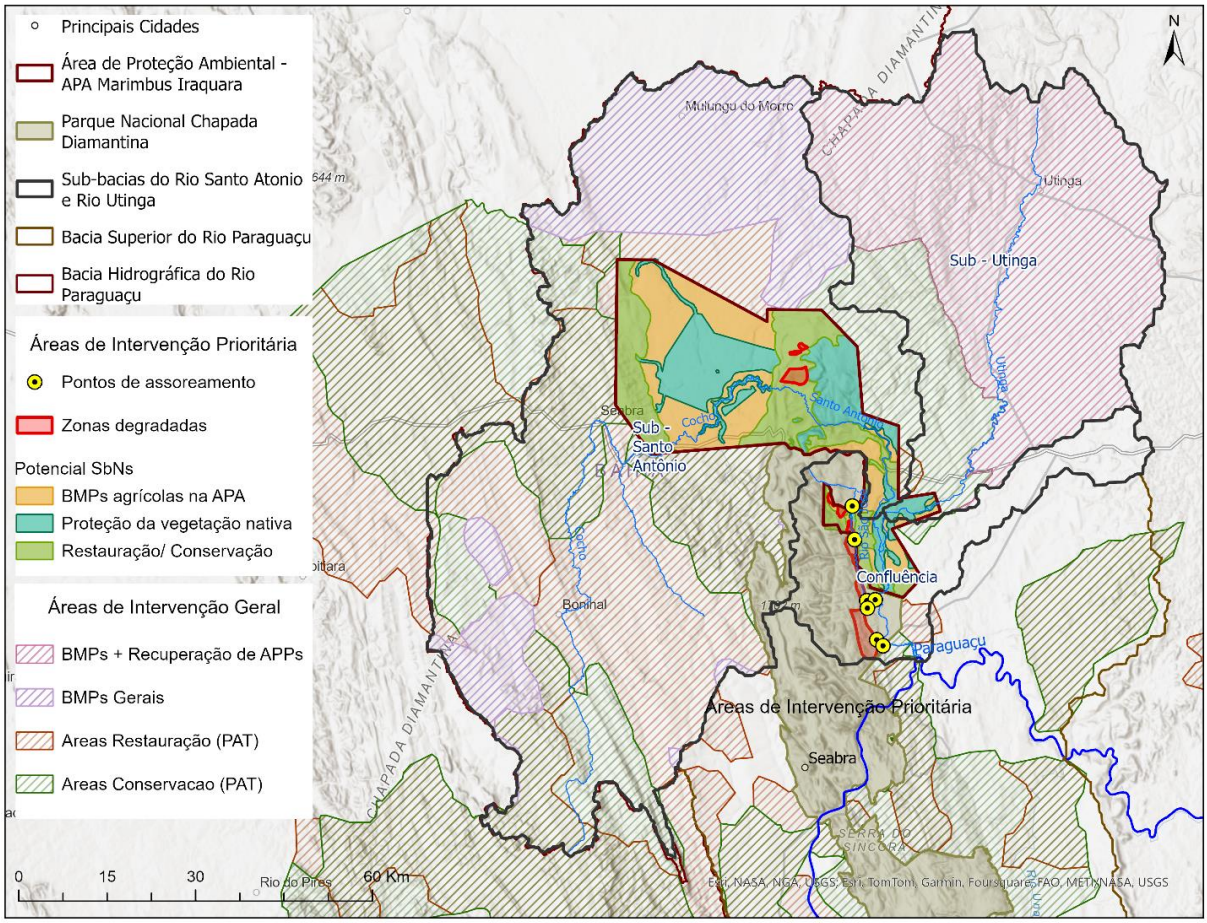


Figura 29. Proposta preliminar de áreas de intervenção para as SbNs propostas. Fonte: N4W, com informações de INEMA, Áreas de Restauração, Áreas de Conservação 2022.

6.3.1. Áreas de intervenção prioritárias

Zonas degradadas: escala pontual na microbacia do rio São José, tributário do Santo Antônio)

Nesta categoria, foram priorizadas as áreas da sub-bacia do rio Santo Antônio que enfrentam desafios de degradação específicos, denominadas **Zonas degradadas** (Figura 29). Estas áreas incluem regiões desmatadas ou em processo de sucessão ecológica e a ocorrência das “catras”, remanescentes do processo de mineração de diamantes. Mesmo desativado, o garimpo a montante dos cursos d’água contribuiu ao longo dos anos para os processos de escoamento de sedimentos e intenso assoreamento que afeta tributários importantes da microbacia do rio São José, como os rios Lençóis, Capivari, Roncador e Garapara. Portanto,

essas são zonas críticas e urgentes para a implementação de SbNs essenciais para conservar esses rios e seus ecossistemas, assim como o Pantanal Marimbus.

Essas áreas são prioritárias para intervenções que favorecem a mitigação do assoreamento nos cursos d'água e o controle da erosão nas áreas circundantes. A implementação de SbNs nestas áreas envolve estratégias para restaurar e proteger a vegetação natural, estabilizar solos e margens de rios, e aprimorar o manejo de uso da terra. Com isto, estas SbNs também promovem benefícios adicionais, como a recuperação da própria dinâmica e capacidade de suporte do rio, o aumento da biodiversidade, a melhoria da qualidade da água e o sequestro de carbono.

Escala local na APA Marimbus/Iraquara

Em escala intermediária, é proposta a priorização de intervenções dentro da APA Marimbus/Iraquara. Aqui, a UC é considerada como área chave e força motriz para a conservação ambiental, o uso sustentável e contribuições hidrológicas para o Paraguaçu. Assim, são propostas intervenções em áreas denominadas '**Potencial SbNs'** (Figura 29), elencadas com base na sobreposição das condições biofísicas da paisagem, das projeções de pontos críticos gerais e da governança ambiental da APA. É importante ressaltar que as atividades socioeconômicas na região são orientadas no 'Plano de Manejo e Zoneamento da Área de Proteção Ambiental de Marimbus/Iraquara' (Conselho Nacional do Meio Ambiente, 1997), que estabelece o ordenamento territorial e os usos na UC. Com base nestes pilares fundamentais é proposta a delimitação de três zonas chave para a implementação de SbNs que promovem:

- **Proteção**: SbNs para conservar e manter as áreas de vegetação natural, que desempenham um papel crucial na proteção dos recursos hídricos e na manutenção da biodiversidade.
- **Restauração e conservação**: SbNs para a recuperação e a conservação de áreas que foram degradadas ou modificadas, com o objetivo de restabelecer as funções ecológicas.
- **BPM**: SbNs para integrar práticas agrícolas sustentáveis que minimizam os impactos ambientais.

6.3.2. Áreas de intervenção geral

No contexto da bacia superior do rio Paraguaçu, as ações nas sub-bacias do rio Santo Antônio e do rio Utinga foram expandidas. Essa abordagem considera as sinergias de conservação e o cruzamento de áreas prioritárias para conservação e recuperação já conduzidas no PAT Chapada Diamantina-Serra da Jiboia em âmbito estadual (ver Capítulo 4.3.1). Dessa forma, foi acoplada a este diagnóstico preliminar de restauração ecológica a implementação de SbNs que favorecem BPMs em toda a região. O mapeamento dessas áreas ao longo da sub-bacia do Santo Antônio inclui regiões fora do território da APA onde

predominam atividades agrícolas, portanto, áreas não cobertas no grupo prioritário de intervenção.

Especificamente na sub-bacia do rio Utinga, que também experiencia desafios específicos para segurança hídrica relacionados ao conflito de uso, é recomendada a recuperação de potenciais APPs e de faixas ciliares ao longo dos cursos d'água, além da implementação geral de BPMs agrícolas. Promover a recuperação destas áreas e reduzir os impactos da conversão da vegetação nativa para diferentes usos também é uma rota viável para adequação às normas ambientais e regularização fundiária. Essa medida complementar é sensível e destaca inúmeras camadas institucionais e sociais para alcançar o engajamento dos produtores locais e a efetividade de projetos para a resiliência e segurança hídrica.

6.4. Implementação de um programa de investimento em bacias hidrográficas

Em termos gerais, a partir da caracterização realizada, observa-se que a implementação de SbN na área de estudo tem potencial para contribuir para a solução dos desafios de segurança hídrica identificados. Portanto, recomenda-se implementar um programa de investimento em SbN ("Programa de investimento em bacias hidrográficas") desenhado de acordo com as particularidades da área, incluindo aspectos biofísicos e sociais.

Dadas as características de uso do solo, as particularidades das comunidades e os valores de conservação identificados para a zona de estudo, considera-se que um programa focado na proteção e restauração de coberturas naturais, liderado pelas comunidades locais, teria um alto potencial de gerar benefícios para a área de estudo e a bacia em geral, além de co-benefícios em termos de proteção da biodiversidade, meios de vida, sequestro de carbono, entre outros.

Uma das vantagens do programa proposto consiste em que a apropriação do mesmo por parte das comunidades locais aumentaria seu potencial de sucesso, considerando seu conhecimento do território e dos ecossistemas locais e, dessa forma, implementando soluções adaptadas às particularidades da área de estudo. Para isso, é necessário trabalhar de forma conjunta com essas comunidades, envolvendo seu conhecimento e práticas de conservação no desenho e implementação das soluções propostas.

Embora o programa proposto tenha ênfase na implementação de práticas de proteção e restauração de habitats por parte das comunidades locais, recomenda-se analisar a implementação de outros tipos de SbN de forma complementar, incluindo boas práticas agrícolas, sistemas alagados construídos e práticas de manejo do fogo. Esse tipo de soluções tem o potencial de gerar benefícios adicionais em termos de redução das cargas poluentes despejadas nos corpos d'água, incluindo nutrientes provenientes de atividades agrícolas e matéria orgânica e patógenos originados em águas residuais domésticas. Recomenda-se analisar o potencial desse tipo de SbN em fases futuras do projeto, contemplando sua

implementação em zonas específicas da área de estudo em função de variáveis como os usos do solo existentes, as fontes de poluição identificadas, entre outros.

Nas seções seguintes, apresenta-se a descrição dos tipos de SbN recomendadas para a área de estudo, incluindo os principais benefícios esperados e um breve resumo das iniciativas relacionadas existentes na área. Tendo em conta as considerações descritas anteriormente, dá-se especial ênfase à implementação de práticas de proteção e restauração em áreas prioritárias na bacia, complementadas com outras SbN a serem analisadas de forma complementar.

É importante ressaltar que as opções de SbN apresentadas devem ser entendidas como uma proposta inicial de intervenções com potencial para contribuir para a segurança hídrica da área de estudo. Recomenda-se que essa lista seja analisada e revisada em fases posteriores do projeto, com o objetivo de priorizar os tipos de intervenções com maior potencial de gerar benefícios, levando em consideração sua viabilidade de implementação, de acordo com as particularidades da área. Esse processo também deve incluir a definição detalhada das localizações propostas para cada intervenção e a estimativa dos custos e benefícios esperados como resultado da implementação do programa.

6.5. Recomendações e limitações da análise realizada

Nesta seção foram apresentadas recomendações preliminares sobre o tipo e a localização de intervenções SbNs com potencial para contribuir na solução dos desafios de segurança hídrica priorizados na área de estudo. Considerando as informações disponíveis e o nível de detalhe deste estudo, a seguir são resumidas as principais recomendações a serem consideradas em relação aos resultados da análise realizada.

- A partir das análises realizadas, foram identificadas ações de proteção de ecossistemas, restauração de áreas degradadas e boas práticas de manejo agrícola e pecuário como as SbNs com maior potencial para contribuir na resolução dos problemas de sedimentos, nutrientes e disponibilidade de água na bacia. Para essas atividades, foram identificados potenciais zonas de intervenção, tanto na área geral de estudo, quanto em zonas prioritárias localizadas no interior do APA Marimbus/Iraquara.
- A localização das zonas de intervenção foi realizada com base em informações secundárias disponíveis, incluindo coberturas do solo, informações climáticas, estudos prévios realizados na área, entre outras fontes. Para fases posteriores do estudo, recomenda-se complementar essas informações e aumentar o nível de detalhe das análises, incluindo aspetos como posse da terra, mudanças esperadas nos usos do solo no futuro, custos de implementação, entre outros.
- Adicionalmente, atividades como a implementação de práticas de manejo de incêndios e pântanos artificiais podem contribuir para a redução da carga poluente lançada nos corpos d'água. A identificação de potenciais zonas de intervenção para

essas SbNs devem ser realizada em uma fase posterior do estudo, a fim de incorporar à análise condições locais como a localização das comunidades, a vegetação existente na área, entre outros aspectos.

- Além dos benefícios descritos, as SbNs propostas podem gerar co-benefícios relacionados com a captura de carbono, biodiversidade, melhoria nas condições de vida, entre outros aspectos. Essas intervenções também podem contribuir para a manutenção dos valores de conservação identificados na área de estudo. Recomenda-se quantificar esses co-benefícios em uma fase posterior do projeto, incorporando à análise informações primárias e com a participação das comunidades locais.
- Considerando o caráter preliminar deste estudo, que foi desenvolvido a partir de informações secundárias e aplicando metodologias de modelagem simplificada, recomenda-se continuar com uma segunda fase de desenvolvimento do projeto. Durante essa fase, recomenda-se aumentar o nível de detalhe das análises realizadas, a fim de quantificar os custos e benefícios associados à implementação das SbNs priorizadas, definir sua localização proposta com um maior nível de detalhe e estimar o potencial de implementação a partir do conhecimento do contexto local.
- Para a segunda fase, recomenda-se complementar as informações compiladas neste documento com fontes de informação locais que permitam caracterizar com mais detalhe as bacias de estudo. Adicionalmente, recomenda-se implementar ferramentas de modelagem com maior resolução espacial e temporal, que permitam obter uma melhor estimativa dos benefícios esperados. Se possível, essas ferramentas devem ser ajustadas, calibradas e validadas a partir de informações locais, a fim de representar da forma mais precisa possível os processos que ocorrem nas bacias de estudo.
- Recomenda-se que a seleção das ferramentas de modelagem usadas para a estimativa detalhada de benefícios leve em consideração os processos biofísicos que ocorrem na área de estudo, a fim de obter um modelo representativo da quantidade e qualidade da água. A análise apresentada neste relatório não inclui aspectos que foram identificados como prioritários durante a visita, como a existência de áreas degradadas por atividades mineradoras como uma fonte significativa de sedimentos, portanto, é necessário que as análises realizadas em fases futuras incorporem essas e outras particularidades da área.
- Análise detalhada dos conflitos de uso da água: é necessário realizar uma análise mais aprofundada dos conflitos de uso da água na bacia, identificando os principais atores envolvidos, seus interesses e as causas subjacentes aos conflitos. Essa análise permitirá propor soluções mais justas e equitativas para a gestão dos recursos hídricos.

- Impactos das mudanças climáticas: as mudanças climáticas estão alterando os padrões de precipitação e temperatura, o que pode ter impactos significativos na disponibilidade e qualidade da água na bacia. É necessário avaliar os potenciais impactos das mudanças climáticas e desenvolver estratégias de adaptação.
- Fortalecer a participação das comunidades locais: a participação das comunidades locais nos processos de tomada de decisão é fundamental para garantir a legitimidade e a eficácia das ações de gestão da bacia.
- Estabelecer parcerias com instituições de pesquisa: a parceria com instituições de pesquisa pode contribuir para a geração de conhecimento e o desenvolvimento de novas tecnologias para a gestão da bacia.

7. Recomendações para a próxima fase do projeto

Este estudo preliminar oferece um panorama abrangente da situação das sub-bacias hidrográficas do Utinga e Santo Antônio e da APA Marimbus/Iraquara. Com a identificação destas áreas de intervenção e o levantamento das respectivas SbNs, foi possível destacar os principais desafios e oportunidades da região. Para garantir que as intervenções planejadas sejam eficazes, sustentáveis e gerem benefícios duradouros, é fundamental conduzir um aprofundamento da discussão.

Recomenda-se, portanto, avançar para uma segunda etapa do projeto, que aborde aspectos vitais para garantir o sucesso do programa e foca em três áreas estratégicas: análise de partes interessadas, análise científica e análise econômico-financeira. Esses aspectos são pilares para fundamentar decisões e alinhar os esforços das diferentes partes envolvidas. Integradas, as três análises são essenciais para garantir que as próximas fases do projeto avancem com segurança técnica, social e financeira, permitindo que as SbNs se tornem uma realidade eficaz e sustentável nas bacias hidrográficas em que são implementadas.

7.1. Análise das partes interessadas

O primeiro pilar para a implementação bem-sucedida das SbNs é a adesão e o engajamento eficaz das partes interessadas no projeto. Para isso, recomenda-se a realização de uma análise socioeconômica da região. Essa abordagem é essencial para a compreensão das dinâmicas sociais e econômicas que influenciam diretamente a bacia hidrográfica, e serve como ferramenta para que as intervenções propostas sejam viáveis e aceitas pelas partes envolvidas.

Primeiramente devem ser mapeados os principais atores, suas funções e níveis de influência sobre a gestão das bacias. Isso inclui atores governamentais, ONGs, comunidades locais,

proprietários de terras, empresas privadas e outras partes envolvidas. A partir desta identificação e análise dos diferentes atores, é possível determinar entidades ou grupos responsáveis pela implementação das SbNs e garantir que estes tenham os recursos e o suporte técnico necessários para essa função. Além disso, a análise dos principais beneficiários do programa enfatiza possibilidades relacionadas não só à implementação das SbNs, mas também ao financiamento do projeto.

Também é crucial avaliar as iniciativas em SbNs já existentes na região para identificar sinergias e internalizar lições aprendidas, garantindo que as novas intervenções estejam alinhadas com o que já foi implementado com sucesso. Essa análise permitirá não só o fortalecimento de ações em andamento, como também a adaptação das estratégias para aumentar a eficácia das SbNs. Avaliar o grau de adesão social às novas intervenções é igualmente importante, pois facilita a compreensão das expectativas e preocupações da comunidade local, permitindo o ajuste das estratégias de comunicação e engajamento de forma a maximizar a aceitação e participação.

Além disso, a definição de um arranjo de governança holístico é essencial para garantir uma gestão participativa que integre os diversos atores envolvidos no projeto. Esse arranjo deve fomentar o engajamento contínuo e a participação ativa das partes interessadas, assegurando a transparência no processo de tomada de decisões e na implementação das SbNs. Este modelo de gestão é uma ferramenta poderosa que garante estabilidade do projeto no longo prazo.

7.2. Análise científica

Como segundo pilar, uma análise científica sólida orientada por dados precisos e estudos adequados cria a base técnica para o sucesso das SbNs. Esse embasamento é fundamental para validar e calibrar as soluções propostas, garantindo que as SbNs sejam implementadas de forma eficaz e sustentável. A análise científica permite avaliar os impactos das intervenções e assegurar que elas alcancem os resultados esperados, como a melhoria da qualidade da água, a recuperação ambiental e o aumento da resiliência da região às mudanças climáticas.

A análise científica se estrutura em uma modelagem biofísica da bacia hidrográfica, com a criação de um repositório de dados confiável para a configuração, calibração e validação de um modelo hidrológico. Esse modelo tem como objetivo simular diferentes cenários, incluindo o cenário atual (Business as Usual) e cenários com implementação de SbNs, possibilitando a visualização dos impactos e benefícios potenciais das intervenções, em comparação a um status quo regido por práticas tradicionais. Para a construção dos modelos e monitoramento, um processo abrangente de captura de dados precisos e confiáveis é essencial nesta fase.

A partir disso, é possível desenvolver um catálogo detalhado de SbNs adaptado às condições específicas da bacia, com foco em identificar e priorizar intervenções que enfrentem

diretamente os principais desafios de segurança hídrica. Esse catálogo orienta a escolha das soluções mais eficazes, garantindo que as intervenções sejam adequadas e tenham um maior impacto na gestão dos recursos hídricos. Como resultado, esta análise científica traz dados para uma estimativa plausível dos benefícios e co-benefícios das SbNs na bacia hidrográfica.

A partir disso, é possível desenvolver um catálogo detalhado de SbNs adaptado às condições específicas da bacia, com foco em identificar e priorizar intervenções que enfrentem diretamente os principais desafios de segurança hídrica. Esse catálogo orienta a escolha das soluções mais eficazes, garantindo que as intervenções sejam adequadas para as particularidades do contexto local e tenham um maior impacto na gestão dos recursos hídricos. Como resultado, esta análise científica traz dados para uma estimativa plausível dos benefícios e co-benefícios das SbNs na bacia hidrográfica.

A seguir, apresenta-se uma descrição geral dos principais componentes da análise científica proposta para a próxima fase do projeto, incluindo as informações necessárias e os resultados esperados.

- Repositório de dados: recomenda-se compilar informações secundárias e primárias da área de estudo que permitam caracterizar as bacias de interesse com um maior nível de detalhe e gerar os insumos necessários para a modelagem biofísica e estimativa de benefícios. Entre as informações necessárias destacam-se séries temporais de dados hidro climáticos (temperatura, precipitação, vazões, variáveis de qualidade da água, entre outros), dados de cobertura e usos do solo para diferentes períodos, caracterização de solos, modelo digital de terreno da área de estudo, informações de estudos prévios e projetos existentes de SbNs, entre outros.

  Recomenda-se organizar essas informações em um repositório que permita ser facilmente consultado e atualizado durante o desenvolvimento do projeto.

- Catálogo SbNs: deve-se elaborar um catálogo que contenha a identificação e caracterização das SbNs a serem implementadas na área. Um insumo chave para esse catálogo consiste na lista de SbNs identificadas como resultado deste estudo (Capítulo 6), que deve ser revisada e detalhada a fim de priorizar aquelas intervenções com maior potencial para gerar benefícios e que melhor se adaptem ao contexto local. Recomenda-se detalhar a descrição dessas SbNs tanto quanto possível, a fim de identificar as atividades específicas a serem desenvolvidas, o tipo de espécies a serem usadas, as fontes de materiais a serem consideradas, entre outros aspectos. A correta definição do catálogo de SbNs é fundamental para alimentar o modelo biofísico e para realizar a estimativa dos custos das intervenções propostas.

- Modelagem biofísica: as informações coletadas no repositório de dados serão usadas como insumo para a implementação de um modelo biofísico da bacia que permita estimar os benefícios esperados como resultado da implementação de SbNs. O processo de implementação desse modelo deve ser adequadamente documentado,

incluindo aspectos como a identificação dos processos biofísicos chave para a simulação, a seleção ou desenvolvimento do código do modelo, a verificação do funcionamento de acordo com as condições locais, entre outros aspectos. Em particular, é muito importante seguir um processo de calibração e validação do modelo, a partir de informações primárias, que permita verificar que o modelo é capaz de representar adequadamente os processos de interesse na bacia (neste caso, produção e transporte de água, sedimentos e nutrientes, de acordo com a priorização realizada).

O modelo calibrado e validado deverá ser usado para a simulação de cenários futuros que permitam estimar os benefícios esperados da implementação de SbNs em termos de cargas de sedimentos e nutrientes e quantidade de água.

- A(s) ferramenta(s) de modelagem a serem usadas deverão ser do tipo dinâmico, capazes de representar os processos hidrológicos que ocorrem na bacia com passos de tempo mensais ou diários, a fim de estimar os prazos necessários para obter os benefícios das SbN implementadas. Adicionalmente, a resolução espacial da ferramenta de modelagem (distribuída, semi-distribuída ou agregada) deverá ser definida levando em conta a disponibilidade de informações, a escala das intervenções propostas e o tipo e localização dos beneficiários identificados para o projeto.
- Resultados da análise científica: como resultados das análises descritas, o estudo deverá entregar o catálogo de SbNs priorizadas para a área de estudo, incluindo descrições detalhadas, estimativa de custos e localizações propostas para cada uma das intervenções. Adicionalmente, deverá ser entregue o modelo implementado, incluindo todos os arquivos e configurações necessários para executar o modelo e simular cenários adicionais. Finalmente, deverá ser entregue a estimativa dos benefícios esperados do programa, em termos de métricas biofísicas relacionadas com as cargas de sedimentos e nutrientes na bacia, a quantidade de água e qualquer outra métrica de interesse identificada durante a análise. Essas métricas serão posteriormente usadas como insumos para as análises econômicas a serem realizadas, por isso sua definição deverá ser uma das atividades iniciais do projeto e deverão ser acordadas com os atores locais a fim de gerar informações que apoiem a tomada de decisões e motivem a participação dos atores chave identificados.

7.3. Análise econômico-financeira

A viabilidade das SbNs depende não apenas de seus benefícios ambientais, mas também de sua sustentabilidade econômica. Para tanto, o terceiro pilar para o sucesso na implementação de SbNs é uma análise econômico-financeira, em que um estudo de caso de negócios robusto é construído para demonstrar a viabilidade econômica e os impactos positivos de longo prazo das SbNs.

Primeiramente, faz parte deste estudo uma análise detalhada dos custos das SbNs, desde a implementação e manutenção, até os custos de oportunidade e transação associados às intervenções. Em paralelo, os benefícios gerados pelas SbNs, como o aumento da disponibilidade de água, a redução de desastres ambientais e os serviços ecossistêmicos proporcionados pela restauração de áreas degradadas são quantificados e monetizados.

A partir das informações obtidas, uma análise de custo-benefício avalia o retorno sobre o investimento em SbNs, demonstrando a viabilidade econômica das intervenções e justificando a alocação de recursos e atraindo recursos financeiros.

Por fim, identificar e detalhar potenciais fontes de financiamento, como fundos públicos, investimento privado e recursos de cooperação internacional, é uma etapa essencial para viabilizar a implementação das SbNs. Parcerias com bancos de desenvolvimento e fundações filantrópicas também podem ser exploradas para garantir a sustentabilidade financeira do projeto a longo prazo.

Combinados, os três pilares de estudo que compõem a análise de viabilidade do programa e fornecem a base para a continuidade do projeto, garantindo que as intervenções propostas sejam tecnicamente viáveis, financeiramente sustentáveis e amplamente aceitas pelas partes interessadas.

8. Referências

Abatzoglou, J.T., S.Z. Dobrowski, S.A. Parks, K.C. Hegewisch. (2018). Terraclimate, a high-resolution global dataset of monthly climate and climatic water balance from 1958-2015, Scientific Data.

Bahia. (2003). Plano Estadual de Recursos Hídricos: Relatório Final da Etapa 1: Diagnóstico e Regionalização. Superintendência de Recursos Hídricos do Estado da Bahia. Salvador: Consórcio Magna.

Bahia. (2006). Lei nº 10.432, de 20 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Bahia. (2018). Plano de Ações Estratégicas para Gerenciamento dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas do Rio Paraguaçu e do Recôncavo Norte e Inhambupe. PP02A – Relatório de Caracterização da Bacia.

Banaggia, G. (2017). Conexões afroindígenas no jarê da Chapada Diamantina. Revista de @ntropologia da UFSCar, 9 (2), 123 – 133.

Brill, G., Carlin, D., Snyder, C., Baleta, H., Vigerstol, K., Ofosu-Amaah, N., Matosich, M., Larson, W., Jacobson, N., Dekker, T., Paspaldzhiev, N. (2023). Benefit Accounting of Nature-Based Solutions for Watersheds: Guide V2. United Nations CEO Water Mandate and Pacific Institute. Oakland, California. https://ceowatermandate.or.

Caretta, M.A., Mukherji, A., Arfanuzzaman M., Betts R.A., Gelfan A., Hirabayashi Y., Lissner T.K., Liu J., Lopez Gunn E., Morgan R., Mwanga S., Supratid S., (2022). Water. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 551–712.

Conselho Nacional do Meio Ambiente. (1997). Resolução nº 1.440 de 20 de junho de 1997: Aprova o Plano de Manejo e o Zoneamento da Área de Proteção Ambiental de Marimbus-Iraquara. Brasília: Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.

Decreto Estadual nº 2.216 de 14 de junho de 1993.

Folha da Chapada. (2017, março 22). Chapada: Rio Utinga pede socorro. https://folhadachapada.com.br/chapada-diamantina-rio-utinga-pede-socorro/. Acesso em 18 dezembro de 2024.

Genz, F., Tanajura, C. A. S., & Araújo, H. A. (2011). Impacto das mudanças climáticas nas vazões dos rios Pojuca, Paraguaçu e Grande: cenários de 2070 a 2100. Revista Bahia Análise & Dados, 21(4), 807-823.

Higgins, J., Zablocki, J., Newsock, A., Krolopp, A., Tabas, P., Salama, M. (2021). Durable Freshwater Protection: A Framework for Establishing and Maintaining Long-Term Protection for Freshwater Ecosystems and the Values They Sustain. Sustainability, 13 (4), 1950.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2010). Sinopse do Censo Demográfico de 2010. Rio de Janeiro. http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=29&dados=1. Acesso em 20 de agosto de 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2017). Censo agropecuário 2017: Resultados definitivos. Disponível em https://censoagro2017.ibge.gov.br/resultados-censo-agro-2017/resultados-definitivos.html . Acesso em 21 de novembro de 2024.

ICMBio. (2024). Parna da Chapada Diamantina. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Parna da Chapada Diamantina — Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Acesso em 18 de dezembro de 2024.

INEMA. (2014). Programa Monitora: Qualidade das águas do Estado da Bahia. RPGA do Rio Paraguaçu. Campanha 03.

INEMA. (2020). Inventário das Barragens do Estado da Bahia. http://www.inema.ba.gov.br/gestao-2/barragensreservatorios/. Acesso em 30 de maio de 2024.

INEMA. (2021). Plano De Ação Territorial para a Conservação de Espécies Ameaçadas do Território Chapada Diamantina-Serra da Jiboia. Salvador, Bahia. http://www.inema.ba.gov.br/wp-content/uploads/2021/03/05.03_sumario-exec-patbahia-com-links-e-novas-fotos.pdf. Acesso em 19 novembro de 2024.

INEMA. (2024). Comitês de Bacias. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - INEMA Acesso em 19 dezembro de 2024.

Jenks, G. F. (1967). The data model concept in statistical mapping. International Yearbook of Cartography, 7, 186-190.

Kuzma, S., Bierkens, M., Lakshman, S., Luo, T., Saccoccia, L., Sutanudjaja, E., & Van Beek, R. (2023). Aqueduct 4.0: Updated decision-relevant global water risk indicators. Washington, DC, USA: World Resources Institute (wri.org).

Linke, S., Lehner, B., Ouellet Dallaire, C., Ariwi, J., Grill, G., Anand, M., Beames, P., Burchard-Levine, V., Maxwell, S., Moidu, H., Tan, F., & Thieme, M. (2019). Global hydro-environmental

sub-basin and river reach characteristics at high spatial resolution. Scientific Data, 6, 283. https://doi.org/10.1038/s41597-019-0300-6

NASA. Prediction of Worldwide Energy Resources (POWER). https://power.larc.nasa.gov/. Acesso em 25 de outubro de 2024.

Natural Capital Project (2024). InVEST 3.13. Stanford University, University of Minnesota, Chinese Academy of Sciences, The Nature Conservancy, World Wildlife Fund, Stockholm Resilience Centre and the Royal Swedish Academy of Sciences. https://naturalcapitalproject.stanford.edu/software/invest.

Projeto MapBiomasColeção 9 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil (2024). https://brasil.mapbiomas.org. Acesso em 10 de novembro de 2024.

Resolução CEPRAM nº 1.440 de 20 de junho de 1997.

SEIA. (2024). Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH). Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH | Portal SEIA Acesso em 19 dezembro de 2024.

Sharp, R., Douglass, J., Wolny, S., Arkema, K., Bernhardt, J., Bierbower, W., Chaumont, N., Denu, D., Fisher, D., Glowinski, K., et al. (2020). InVEST 3.9.2 User's Guide. The Natural Capital Project, Stanford University, University of Minnesota, The Nature Conservancy, and World Wildlife Fund. https://url.us.m.mimecastprotect.com/s/Gd-6CpYongSnnJ3jMCGsEHGfdDT?domain=storage.googleapis.com. Acesso em 03 de setembro 2024.

Sparks, A. (2018). nasapower: A NASA POWER Global Meteorology, Surface Solar Energy and Climatology Data Client for R. The Journal of Open Source Software, 3(30), 1035. https://url.us.m.mimecastprotect.com/s/suhlCqxpojh88xjp0uNtxHELYr6?domain=doi.org

Souza, C. et al. (2020). Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine. Remote Sensing, 12(17), 2735. https://url.us.m.mimecastprotect.com/s/Z8mYCrkqp0l88zl5VuNurH4Lf9_?domain=doi.org

The Nature Conservancy (2022). Financing Nature for Water Security: A How-To Guide to Develop Watershed Investment Programs. https://www.nature.org/content/dam/tnc/nature/en/documents/Watershed-Investment-Programs_How-to-Guide.pdf. Acesso em 03 de setembro 2024.

TerraClimate. Global, high-resolution gridded temperature, precipitation, and other water balance variables. https://www.climatologylab.org/terraclimate.html. Acesso em 11 de setembro de 2024.

United Nations. (1992). Convention on Biological Diversity. Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB/ECO-92).

Anexo A. Caracterização de bacias hidrográficas

A.1. Mapas gerais

A.1.1. Figura 2: Localização geral da área focal de avaliação, a APA Marimbus/Iraquara, as sub-bacias do rio Santo Antônio e do rio Utinga, a bacia superior do rio Paraguaçu e a grande bacia do rio Paraguaçu. Fonte: N4W, com informações com informações de INEMA, portal GeoBahia.

A.1.2. Figura 5A. Plano Estadual de Recursos Hídricos: Regiões de Planejamento e Gestão das Águas (RPGAs). Fonte: N4W, com informações de SEIA (2024).

A.1.3. Figura 5B: Abordagem espacial: Localização da (1) bacia do rio Paraguaçu; (2) bacia superior do Paraguaçu; (3) sub-bacias do rio Santo Antônio/Cocho e do rio Utinga. Áreas Protegidas: APA Marimbus/Iraquara e Chapada Diamantina. Rede hidrográfica: rio Paraguaçu e rios principais. Fonte: N4W, com informações de INEMA, portal GeoBahia; HydroSHEDS v. 10 (Linke et al., 2019).

A.2. Mapas de uso e cobertura do solo

A.2.1. Figura 6: Uso e cobertura do sol, 2022: Foco nas sub-bacias do rio Santo Antônio do rio Utinga e na APA Marimbus/Iraquara. Rede hidrográfica: rio Paraguaçu e rios principais. Fonte: N4W, com informações de MapBiomas (2024).

A.2.2. Figura 8: Ocorrência de desmatamento na região das sub-bacias do rio Santo Antônio e do rio Utinga e na APA. Fonte: N4W, com informações de INEMA, Monitoramento de Desmatamento. Figura 8.

A.3. Desafios de segurança hídrica

A.3.1. Figura 13: Risco hídrico - quantidade de água: estresse hídrico na região das sub-bacias do rio Santo Antônio e do rio Utinga e na APA. Fonte: N4W, com informações de Aqueduct v. 4.0 (Kuzma et al., 2023).

A.3.2. Figura 14: Risco hídrico - qualidade da água: águas residuais não tratadas na região das sub-bacias do rio Santo Antônio e do rio Utinga e na APA. Fonte: N4W, com informações de Aqueduct v. 4.0 (Kuzma et al., 2023).

A.3.3. Figura 15: Risco hídrico - risco de Inundação na região das sub-bacias do rio Santo Antônio e do rio Utinga e na APA. Fonte: N4W, com informações de Aqueduct v. 4.0 (Kuzma et al., 2023).

A.3.4. Figura 16: Risco hídrico - risco de seca na região das sub-bacias do rio Santo Antônio e do rio Utinga e na APA. Fonte: N4W, com informações de Aqueduct v. 4.0 (Kuzma et al., 2023).

A.4. Pontos críticos: resultados dos modelos InVEST

Dinâmica de sedimentos - Sediment Delivery Ratio

A.4.1. Figura 17: Classificação das áreas-chave para erosão evitada nas sub-bacias do rio Santo Antônio e rio Utinga. Fonte: N4W, com resultados do modelo InVEST (Sharp et al., 2020).

A.4.2. Figura 18: Classificação das áreas-chave para exportação de sedimentos nas sub-bacias do rio Santo Antônio e rio Utinga. Fonte: N4W, com resultados do modelo InVEST (Sharp et al., 2020).

Dinâmica de nutrientes - Nutrient Delivery Ratio

A.4.3. Figuras 19A e 19B: Taxa de contribuição de nutrientes nas sub-bacias do rio Santo Antônio e rio Utinga: A) Exportação total de nitrogênio; B) Exportação superficial de fósforo. Fonte: N4W, com resultados do modelo InVEST (Sharp et al., 2020).

Rendimento hídrico - Annual Water Yield

A.4.4. Figuras 20: Rendimento hídrico anual nas sub-bacias do rio Santo Antônio e rio Utinga. Fonte: N4W, com resultados do modelo InVEST (Sharp et al., 2020).

Visita de campo

A.4.5. Figura 21A: Pontos Críticos na sub-bacia do rio Santo Antônio. A) Potenciais áreas degradadas pela mineração observadas via imagem espacial Google Earth®, incluindo áreas de acúmulo de sedimentos e assoreamento dos corpos d'água, observados in loco. B) Sobreposição dos potenciais áreas degradadas e focos de assoreamento em comparação as regiões críticas em produção de sedimentos pelo modelo InVEST.

A.5. Intervenções potenciais de SbNs

A.5.1. Figura 27: Proposta preliminar de áreas de intervenção para as SbNs propostas. Fonte: N4W, com informações de INEMA, Áreas de Restauração, Áreas de Conservação 2022.

Todas as informações espaciais representadas nos mapas estão disponíveis no banco de dados, FS20-Bahia_Geral.gdb, Ggeodatabase.

Anexo B. Gráficos e tabelas

B. 1. Gráficos

B.1.1. Figura 7: Padrão de uso e cobertura do solo: A) bacia superior do Paraguaçu; B) APA Marimbus/Iraquara. N4W, com informações de MapBiomas (2024).

B.1.2. Figura 9: Padrão climatológico na sub-bacia do rio Santo Antônio. Fonte: N4W, com informações de NASA POWER - Prediction of Worldwide Energy Resources (2024).

B.1.3. Figura 10: Padrão climatológico na sub-bacia do rio Utinga. Fonte: N4W, com informações de NASA POWER - Prediction of Worldwide Energy Resources (2024).

B.1.4. Figura 12: Projeções médias anuais: precipitação (P) e temperatura (T) para região da bacia do rio Paraguaçu durante o período 2015-2100. Foram considerados os cenários IPCC SSP2-4.5 e SSP5-8.5, modelagem CMIP6. Fonte: N4W, com informações de World Bank Climate Change Knowledge.

B.2. Tabelas

B.2.1. Tabela 1: Desmatamento na região das sub-bacias do rio Santo Antônio e do rio Utinga e na APA.

B.2.2. Tabela 2:Lista de espécies do PAT Chapada Diamantina-Serra da Jiboia.

B.2.3. Tabela 3:Resumo dos principais desafios de segurança hídrica observados in loco.

B.2.4. Tabela 4: Resumo dos desafios prioritários de segurança hídrica.

B.2.5. Tabela 5: Resumo dos principais benefícios esperados para diferentes SbNs.

Anexo C. Modelo InVEST

C.1. Entradas dos sub-modelos

C.1.1. Dinâmica de sedimentos - Sediment Delivery Ratio

Uma lista dos dados de entrada requeridos e valores predefinidos para o submodelo SDR, bem como as respectivas fontes, podem ser consultados no **Catálogo de dados InVEST models, Excell file.**

SDR - Sediment Delivery Ratio	Input Data
o DEM	Digital Elevation Model
o erodibility.tif	Soil Erodibility (MJ mm ha-1 h-1 year-1)
o erosivity.tif	Rainfall erosivity (MJ mm ha-1 h-1 year-1)
o land_use.tif	Land Use and Land Cover
o subwatersheds.shp	Watershed boundaries
o biophysical_table.csv	Table of biophysical parameters for each LULC class

As informações espaciais dos dados de entrada e resultados do sub-modelo SDR estão disponíveis em FS20-Bahia_InVEST_SDR.gdb, Ggeodatabase.

C.1.2. Dinâmica de nutrientes - Nutrient Delivery Ratio

Uma lista dos dados de entrada requeridos e valores predefinidos para o submodelo NDR, bem como as respectivas fontes, podem ser consultados no Catálogo de dados InVEST models, Excell file.

NDR - Nutrient Delivery Ratio	Input Data
o DEM	Digital Elevation model
o land_use.tif	Land Use and Land Cover
o subwatersheds.shp	Watershed boundaries
o biophysical_table.csv	Table of biophysical parameters for each LULC class
o Nutrient Runoff Proxy (raster)	Precipitation (average annual precipitation (mm/year)

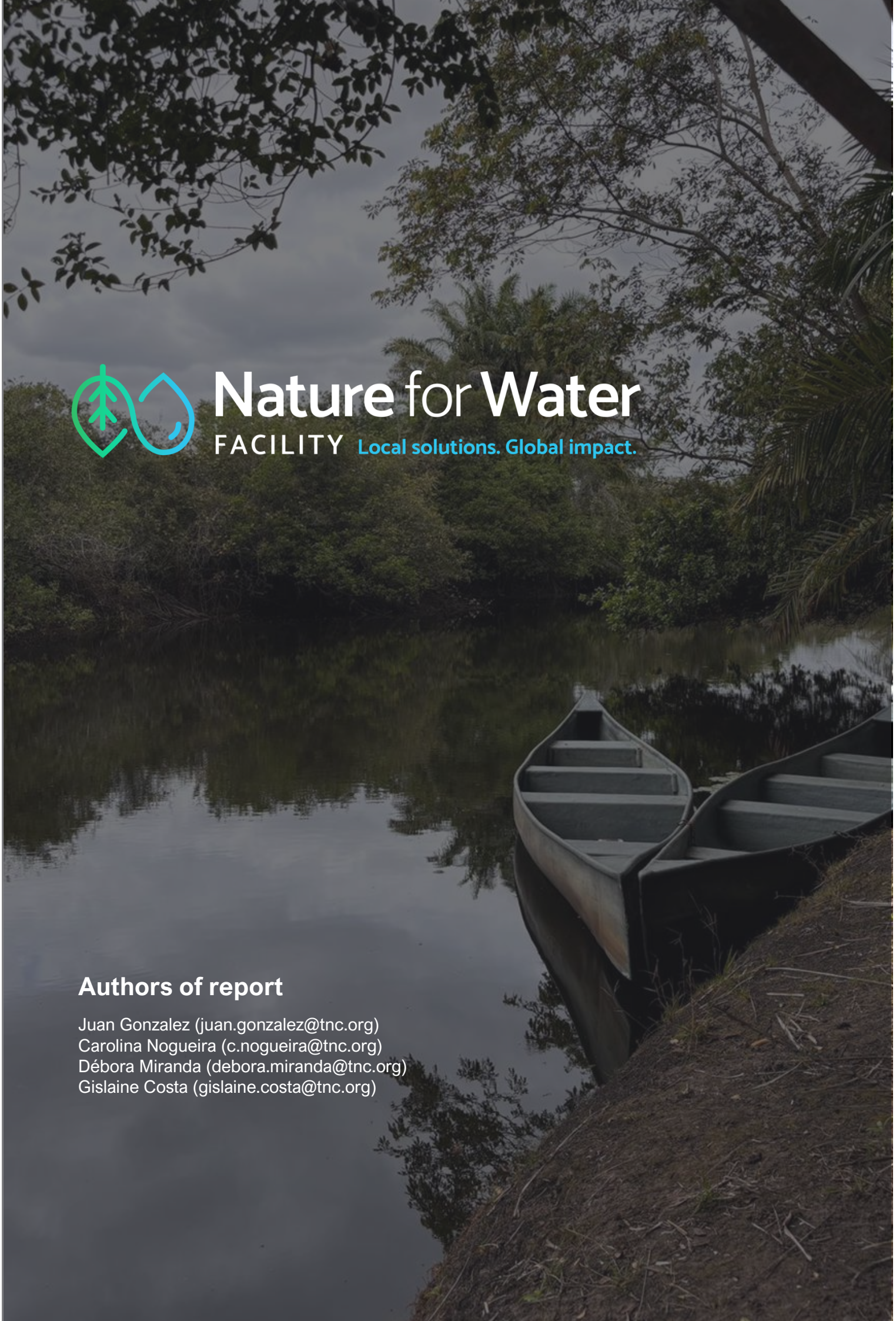
As informações espaciais dos dados de entrada e resultados do sub-modelo NDR estão disponíveis em FS20-Bahia_InVEST_NDR.gdb, Ggeodatabase.

C.1.3. Rendimento hídrico - Annual Water Yield

Uma lista dos dados de entrada requeridos e valores predefinidos para o submodelo AWY, bem como as respectivas fontes, podem ser consultados no Catálogo de dados InVEST models, Excell file.

AWY - Annual Water Yield	Input Data
o DEM	Digital Elevation model.
o land_use.tif	Land Use and Land Cover
o subwatersheds.shp	Watershed boundaries
o biophysical_table.csv	Table of biophysical parameters for each
o depth_to_root_restricting_layer.tif	Soil Depth (mm)
o plant_available_water_fraction.tif	Map of plant available water content (mm)
o precipitation.tif	Precipitation (average annual precipitation
o reference_ET.tif	Average annual potential evapotranspitaion (mm/year)

As informações espaciais dos dados de entrada e resultados do sub-modelo AWY estão disponíveis em FS20-Bahia_InVEST_AWY.gdb, Ggeodatabase.



Nature for Water
FACILITY Local solutions. Global impact.

Authors of report

Juan Gonzalez (juan.gonzalez@tnc.org)
Carolina Nogueira (c.nogueira@tnc.org)
Débora Miranda (debora.miranda@tnc.org)
Gislaine Costa (gislaine.costa@tnc.org)