



MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL SECRETARIA NACIONAL DE SEGURANÇA HÍDRICA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E REVITALIZAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

ANEXO I - PROJETO DETALHADO

1. Identificação

Título da Proposta: ÁGUAS PARA SOCIEDADE: RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA E GESTÃO
HÍDRICA PARA REVITALIZAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

Instituição Proponente: Associação Aliança Tropical de Pesquisa da Água

CNPJ: 39.904.835/0001-01

Endereço: SGCV lote 13, bloco B, apto. 313

CEP: 71215-630

Telefone: 61 999784041

Responsável pela Instituição Proponente e Subcoordenador:

Nome: José Francisco Gonçalves Júnior

CPF: 024060437-70 RG:09868945-8 IFP/RJ

Endereço: SGCV lote 27/30, Bloco H Apto. 406, Guará-DF

CEP: 71215-770

Telefone: 61 999784041

E-mail: jfgjunior@gmail.com

Coordenador Geral e Técnico do Projeto:

Nome: Alan Mosele Tonin

Endereço: SGCV lote 13, bloco B, apto. 313

CEP: 71215-630

Telefone: 61 999784041

E-mail: tonin.alan@gmail.com

Novembro de 2021

2. Apresentação & Escopo da Proposta

A proposta da *Aliança Tropical de Pesquisa da Água – TWRA* (*Tropical Water Research Alliance*, na sigla em inglês) terá seu foco na gestão e na restauração de bacias hidrográficas com os objetivos de aumentar a cobertura vegetal em áreas de preservação permanente (APPs), promover a conscientização social para um uso sustentável dos recursos naturais, além de integrar a restauração ecológica aos sistemas produtivos. Esses objetivos são, dessa forma, compartilhados com o “Programa Águas Brasileiras” do Governo Federal e que conta com a participação de vários ministérios (dentre eles o MDR, que abriga o presente edital) na busca pelo aprimoramento de medidas de gestão e governança para garantir a segurança hídrica. A crescente preocupação com a segurança hídrica se deve pelo reconhecimento das ameaças globais aos recursos e serviços naturais – tanto fruto da poluição e conversão do uso do solo quanto da intensificação das mudanças climáticas. Essas preocupações são traduzidas na necessidade de proteger e conservar ecossistemas naturais em APPs, mas também em restaurar ecossistemas degradados ou perturbados, especialmente nascentes e áreas de recarga (Vörösmarty et al., 2010). Esse projeto da *TWRA* soma esforços coerentes com os objetivos do “Programa Águas Brasileiras” e do “Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas” ao propor ações integradas para aumento da disponibilidade de água, melhoria da qualidade de vida e das condições socioambientais.

Apesar do reconhecimento popular e científico da importância das matas ripárias (interface entre ecossistemas aquáticos e terrestres, as quais são Áreas de Proteção Permanente – APPs de acordo com o Código Florestal Brasileiro, Lei Federal 12.651/2012), estas têm passado por diferentes níveis de degradação que vão desde pequenas perturbações causadas pela queda natural ou derrubada de algumas árvores (ambientes perturbados) até grandes alterações causadas por desmatamentos e queimadas (ambientes degradados). Esses níveis de degradação, tanto em áreas urbanas quanto em áreas rurais, em grande parte ultrapassam a capacidade de auto recuperação do ecossistema comprometendo a segurança hídrica e alimentar, os sistemas de produção e o desenvolvimento sustentável local, regional e nacional.

Nesse contexto, existe uma necessidade urgente de buscar alternativas e estratégias sustentáveis que auxiliem na recuperação de ecossistemas degradados como forma de aumentar a segurança hídrica, equilibrando o desenvolvimento econômico e o social. Dessa forma, esta proposta está delineada dentro dos desafios temáticos da *TWRA* (ver www.thetwra.org) que incluem as crescentes demandas de gestão de recursos hídricos, no sentido de haver: equilíbrio das necessidades de água da população humana e da natureza; influências do uso da terra nos ecossistemas aquáticos; segurança hídrica; planejamento de conservação e avaliação da biodiversidade; dimensões social e

cultural da água; monitoramento, avaliação e compartilhamento de conhecimento; e modelagem e previsão, tanto para a conservação da biodiversidade e quanto para mitigar os efeitos das mudanças climáticas (Figura 1). É inerente a estas demandas a necessidade de tecnologias e instrumentação inovadoras, visando estabelecer decisões táticas, políticas e técnicas.



Figura 1: Desafios temáticos da TWRA trazidos para este projeto, em que as atividades nortearão as suas ações.

Países como o Brasil têm sobre explorado seus recursos hídricos e, conseqüentemente, seus serviços ecossistêmicos, mesmo antes do seu adequado conhecimento e possível manejo sustentável. Tal constatação implica em preocupações de caráter estratégico para sociedade brasileira quanto à orientação científica e política da gestão de bacia hidrográfica, evidenciando a necessidade de trabalhos que integrem a pesquisa, a extensão e o ensino em uma visão transdisciplinar para a solução de problemas socioeconômicos e ambientais. Existe ampla evidência de que a ausência de esforços conjuntos no gerenciamento ambiental pode levar à prejuízos socioambientais inaceitáveis, ao não serem tratados adequadamente, tais como a perda de funções e serviços ecossistêmicos (Costanza et al., 1997). Existe também um reconhecimento crescente da importância de soluções melhor

embasadas cientificamente para lidar com a influência humana sobre os recursos hídricos, por exemplo, melhorando a resiliência dos ecossistemas a eventos climáticos extremos (UNESCO, 2018).

Isto atende à crescente preocupação quanto à criação de uma gestão que fortaleça do Sistema Nacional de CT&I quanto as questões ambientais, priorizando-se o desenvolvimento socioeconômico cientificamente embasado, assegurando a sustentabilidade dos usos de recursos hídricos e contribuindo para fazer valer todo o grande investimento na formação de recursos humanos nas últimas décadas. Desta forma, a pesquisa realizada pela TWRA abordará vários desafios ambientais e sociais importantes (Figura 2) como, por exemplo, os listados abaixo:

- Desenvolver as potencialidades no tema do projeto;
- Fomentar a defesa de políticas ambientais, por meio da constituição de redes de interlocução da comunidade científica com linguagem acessível à população;
- Possibilitar imersão no conhecimento via produção de material audiovisual disponibilizado a um público amplo em diversas mídias;
- Favorecer o envolvimento de diferentes setores sociedade na perspectiva de um desenvolvimento sustentável, no sentido de aliar ampliação de empregos e renda sem comprometimento dos serviços ambientais para as gerações futuras;
- Racionalização e integração com eficiência os recursos destinados ao desenvolvimento das atividades deste projeto;
- Equilibrar melhor as necessidades de água para os seres humanos e a natureza.
- Mitigar os impactos da fragmentação dos rios por barragens e outras barreiras e restaurar importantes conexões com as áreas úmidas.
- Reduzir os impactos do uso da terra nos ecossistemas de água doce e os riscos associados à poluição da água.
- Proteger os ecossistemas aquáticos e reduzir a perda de biodiversidade.
- Melhorar os processos administrativos e institucionais de modo a gerar uma gestão hídrica integrada (GIRH).

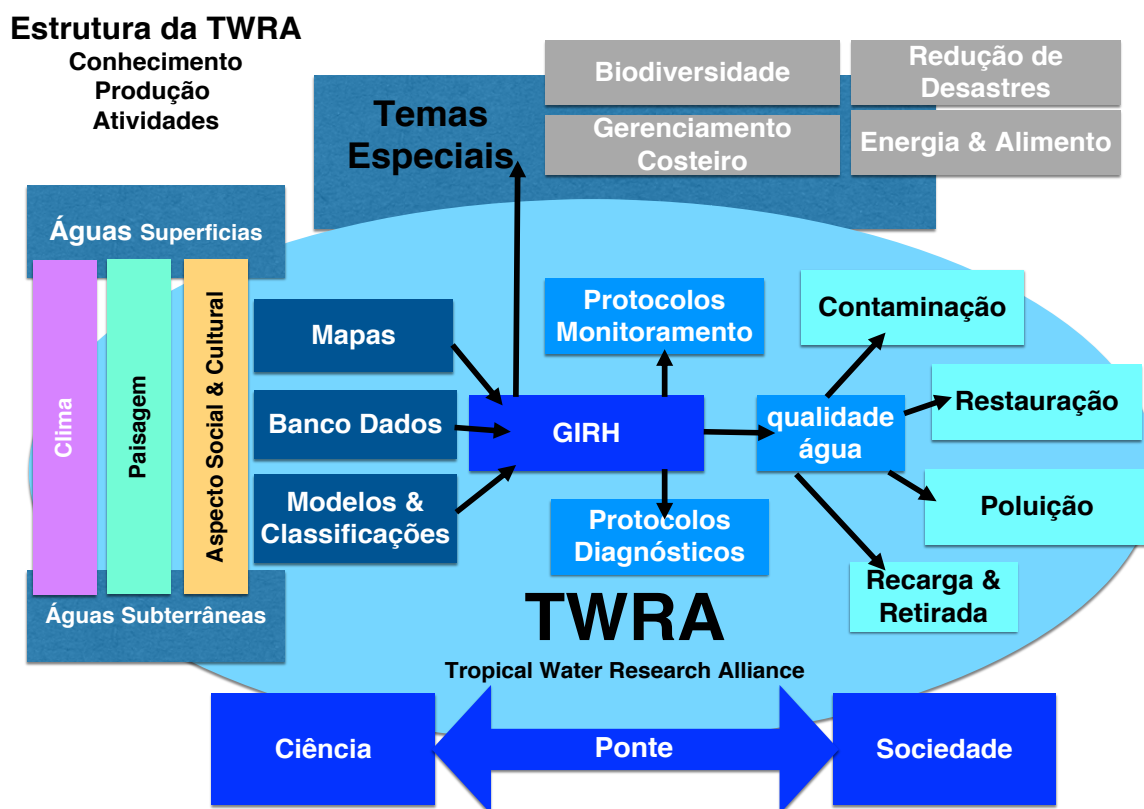


Figura 2: Atividades da Aliança Tropical de Pesquisa da Água para Gerenciamento Integrado dos Recursos Hídricos de bacias hidrográficas, incluindo seus níveis de organização, fluxos e interações entre questões que conectam os temas-chave.

A TWRA apoiará os esforços para cumprir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU): ODS 6 – “*Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos*” que não está focado somente em saneamento e higiene, mas inclui metas para ‘proteger e restaurar ecossistemas relacionados à água, incluindo montanhas, florestas, áreas úmidas, rios, aquíferos e lagos’ (ODS 6.6); para ‘melhorar a qualidade da água reduzindo a poluição’ (ODS 6.3); para ‘aumentar substancialmente a eficiência no uso da água em todos os setores e garantir retiradas sustentáveis’ (ODS 6.4) e ‘implementar gestão de recursos hídricos em todos os níveis, inclusive por meio da cooperação transfronteiriça’ (ODS 6.5). Além disso, a TWRA também irá abordar diretamente o ODS 15.1 “*garantir a conservação, restauração e uso sustentável dos ecossistemas de água doce de superfície e subterrânea e de seus serviços*”, incluindo as áreas úmidas.

A proposta da *Aliança Tropical de Pesquisa da Água* é resultado da aplicação dos conhecimentos obtidos pelo corpo de cientistas e profissionais de mais de 33 áreas de conhecimento na solução dos problemas encontrados nas bacias hidrográficas. As atividades propostas

necessariamente demandarão mão de obra para execução, sendo que este projeto prevê o treinamento e pagamento pelos serviços prestados aos moradores da região. Dessa forma, as ações desse projeto levarão treinamento/formação de mão de obra, distribuição de renda e uma nova fonte de recursos para a população local, bem como a inclusão social e digital para região. Além da transformação ambiental prevemos a transformação a longo prazo que poderá ser aplicada a toda a bacia hidrográfica que é o objeto deste projeto. Além disso, é proposto a coordenação de esforços científicos com alta eficiência, municiando os tomadores de decisão com dados confiáveis, integrados e atualizados. São contempladas nesse escopo a produção de conhecimento científico e atividades de ensino e de extensão.

O presente projeto está plenamente enquadrado no eixo “*Recuperação da vegetação nativa em Áreas de Preservação Permanente - APPs e áreas de recarga de aquíferos*” do Edital N° 02/2021 MDR/SNSH ao propor ações integradas (apresentadas nesse projeto na forma de ATIVIDADES) voltadas para conservação de solo e água, soluções baseadas na natureza, promoção da conectividade da paisagem e fortalecimento da cadeia de produção de sementes e mudas, além de iniciativas de educação ambiental e assistência técnica rural (ver Tabela 1). Este documento está organizado em duas seções principais: **(1) Caracterização e Diagnóstico das Bacias Hidrográficas em estudo**, onde apresentamos em detalhes a realidade das sete bacias hidrográficas elencadas, sendo quatro no bioma Mata Atlântica e três no bioma Cerrado, para receberem as atividades aqui propostas; e **(2) Atividades temáticas**, onde é contextualizado e detalhado as ações e como estas serão empregadas em cada realidade. Estas ações estão apresentadas na forma de dez atividades (listadas abaixo na Tabela 1, conectadas aos desafios temáticos da **TWRA** e ao eixo do presente Edital), distribuídas em quatro eixos temáticos: DIAGNÓSTICO AMBIENTAL (ATIVIDADES 1 e 2), RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA DE APPs (ATIVIDADES 3 e 4), MONITORAMENTO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA (ATIVIDADES 5) e EDUCAÇÃO AMBIENTAL E MOBILIZAÇÃO SOCIAL (ATIVIDADES 6 - 10).

As atividades aqui propostas foram pensadas para coincidir com múltiplos desafios temáticos da **TWRA** (Figura 1), e dessa forma, cada atividade contém ações multitemáticas (ver Tabela 1 abaixo) para compatibilizar a conservação ambiental, o uso sustentável dos recursos naturais e, o desenvolvimento econômico e social. O planejamento das ações deste projeto foi construído para o período de cinco (5) anos como forma de viabilizar a escalabilidade, replicabilidade e sustentabilidade das ações propostas, respeitando a complexidade da intervenção e da realidade existente. Nesse sentido, é relevante mencionar que a **TWRA** possui atualmente um projeto aprovado no MDR (Edital N° 01/2021) intitulado “*Desenvolvimento Sustentável e Conservação da Biodiversidade da Bacia Hidrográfica do Tocantins-Araguaia: Projeto Piloto*”, patrocinado pelo

Banco Itaú no valor de R\$ 2 milhões para um período de dois anos, e que soma esforços à presente proposta para a revitalização de bacias hidrográficas em diferentes biomas, regiões e municípios brasileiros. Tal realização demonstra o compromisso da TWRA na continuidade das ações e projetos já em andamento e reflete seu comprometimento no desenvolvimento de iniciativas sustentáveis e aplicáveis aos mais diversos cenários ambientais e socioeconômicos observados no Brasil. É importante salientar que apesar das iniciativas de restauração ocorrerem localmente (em porções selecionadas de uma grande bacia hidrográfica), os resultados proporcionados por essas iniciativas serão estendidos à um número muito superior de municípios – seja por meios produtivos e econômicos ou na geração de serviços ecossistêmicos (p.ex., purificação da água ou regulação climática) (veja Figura 3, na próxima seção). Além disso, é chamada atenção para a complexidade das ações aqui propostas, uma vez que os municípios ou regiões potencialmente beneficiadas pelas ações estão distribuídos de norte a sul do Brasil, abrangendo dois biomas e regiões contrastantes. Consequentemente, tal desafio demanda profissionais altamente capacitados, com ampla experiência no tema e o trabalho conjunto de equipes multidisciplinares, características as quais podem ser encontradas no corpo técnico da TWRA.

<i>Atividades propostas</i>	<i>Desafios temáticos da TWRA</i>	<i>Atividades propostas com e EIXOS do Edital 02 MDR</i>
(1) Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto das Bacias Hidrográficas em Restauração	Influências do uso da terra nos ecossistemas aquáticos Segurança hídrica	Promoção da conectividade da paisagem Conservação solo e água
(2) Suporte aos tomadores de decisão: modelos hidrológicos e simulação de uso e ocupação de solo para a restauração de bacias hidrográficas	Modelagem e previsão Segurança hídrica Equilíbrio das necessidades de água da população humana e da natureza	Promoção da conectividade da paisagem Conservação solo e água
(3) Restauração ecológicas de nascentes e restauração ecológica integrada aos sistemas produtivos, baseada no serviço ambiental prestado pelo gado através do pastejo, minimizando a competição entre o componente forrageiro e arbóreo	Segurança hídrica Dimensões social e cultural da água Influências do uso da terra nos ecossistemas aquáticos	Promoção da conectividade da paisagem Fortalecimento da cadeia de produção de sementes e mudas Educação ambiental Conservação solo e água
(4) Restauração Ecológica Produtiva e Participativa em Nascentes e Riachos no Bioma Mata Atlântica	Segurança hídrica Dimensões social e cultural da água Influências do uso da terra nos ecossistemas aquáticos	Promoção da conectividade da paisagem Educação ambiental Fortalecimento da cadeia de produção de sementes e mudas
(5) Qualidade e integridade ecológica das águas superficiais	Segurança hídrica Monitoramento, avaliação e compartilhamento de conhecimento Influências do uso da terra nos ecossistemas aquáticos	Conservação do solo e água
(6) Formação de Líderes Ambientais- Sentinela das Águas	Dimensões social e cultural da água Monitoramento, avaliação e compartilhamento de conhecimento	Educação Ambiental Conservação do solo e água
(7) Estratégias de comunicação e Educação Ambiental	Dimensões social e cultural da água	Educação Ambiental
(8) Criação de jogo educativo com o uso de tecnologias virtuais colaborativas	Dimensões social e cultural da água	Educação Ambiental
(9) Monitoramento e Análise da Percepção da comunidade	Dimensões social e cultural da água Monitoramento, avaliação e compartilhamento de conhecimento	Educação Ambiental Conservação do solo e água
(10) Sustentabilidade, segurança alimentar e hídrica nas bacias hidrográficas	Segurança hídrica Dimensões social e cultural da água Monitoramento, avaliação e compartilhamento de conhecimento	Assistência técnica rural Conservação do solo e água

ALIANÇA TROPICAL DE PESQUISA DA ÁGUA

SGCV lote 13, bloco B, apto. 313; CEP: 71.215-630, Brasília – DF; Fones (61) 3107-2986; 99978-4041
e-mail: diretoria@thetwra.org; www.thetwra.org

3. Caracterização e Diagnóstico das Bacias Hidrográficas em estudo

Na perspectiva do aumento de eventos climáticos críticos, que hoje se configuram tanto como secas extremas quanto volumes de precipitações elevados ocorridos de forma súbita, é perceptível que estas alterações climáticas vêm provocando diversos danos ambientais que interferem em nossa soberania hídrica. Infelizmente em um número elevado de bacias hidrográficas no Brasil, estes eventos climáticos extremos, aliados ao uso e ocupação da terra insustentável, agravam ainda mais os problemas ambientais, e, conseqüentemente afeta a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos fornecidos a nós populações humanas de forma gratuita e silenciosa como os serviços de provisão, relacionados ao uso e manejo de nossas águas e aos serviços de regulação como a manutenção do ciclo hidrológico.

Nas bacias hidrográficas apresentadas a seguir já são detectados sinais de degradação que vem levando a perdas gradativas dos serviços ecossistêmicos relacionados a produção de água. Todas as bacias se inserem em grande parte, na zona rural, e ainda guardam parte de suas áreas de preservação permanentes (APPs) cobertas por vegetação nativa. Mas, são muitos os problemas ambientais elencados, desde a ocupação irregular das áreas de APPs, ao desmatamento, a pressão da expansão urbana, despejo irregular de efluentes nos cursos d'água, em especial esgoto doméstico, e uma potencial elevada contaminação por agrotóxicos, dentre outros problemas. Apesar de toda esta degradação estas bacias são responsáveis pelo abastecimento direto de 16 municípios, e de forma indireta, a mais de 100 municípios (Figura 3).

Neste cenário de potencial perda da soberania hídrica que gera graves consequências econômicas, sociais e ambientais, as atividades de restauração ecológica aqui apresentadas e todos os temas transversais são grandes aliados na revitalização das bacias hidrográficas. E a intervenção e resultados oriundos das ações de restauração ecológica, são mais eficazes quando realizados ao nível de bacias hidrográficas, no que tange a segurança hídrica, tanto em termos de quantidade quanto de qualidade da água, pois essas ações apresentam potencial de reconectar sistemas terrestres e aquáticos, fundamentais neste processo (SER 2019).

Nos itens a seguir estão caracterizados os divisores de água, microbacias e bacias hidrográficas nos biomas Cerrado e Mata Atlântica, selecionadas pelas sedes regionais da TWRA para receberem as atividades aqui propostas. Foram sete áreas elencadas, sendo quatro no bioma Mata Atlântica nos estados da Bahia (Divisor de águas da Serra da Jiboia), Espírito Santo (Bacia do Médio rio Santa Maria da Vitória), Paraná (Micro-Bacias do rio São Salvador) e Santa Catarina (Micro-bacia do

Lajeado São José, três no bioma Cerrado nos estados de Goiás (Bacia do Alto Descoberto), Mato Grosso (Bacia do Trecho Médio do Araguaia) e no Distrito Federal (Unidade Hidrográfica Ponte Alta) (Figura 3).

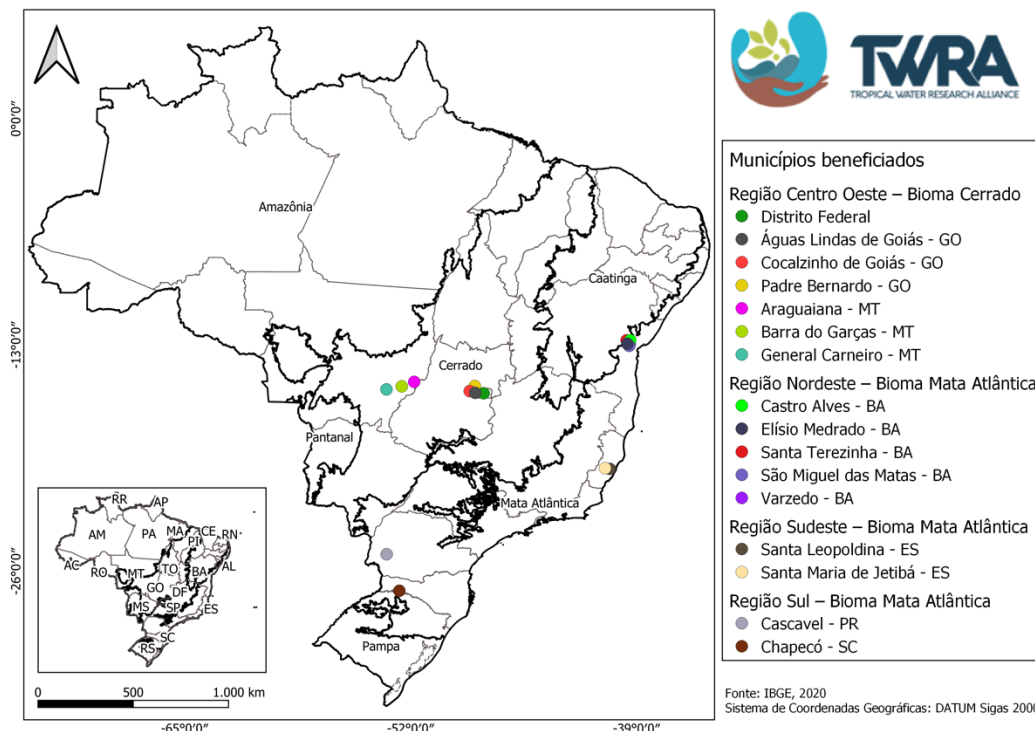


Figura 3: Localização dos municípios a serem beneficiados diretamente na presente proposta inseridos no bioma Cerrado e Mata Atlântica.

A TWRA vê uma grande oportunidade de restaurar estes importantes mananciais e validar as transformações advindas desta atividade reparadora em um projeto de cinco anos que gera valor público ao propor e aplicar ações de revitalização para a melhoria das condições socioambientais e o aumento da segurança hídrica. Adicionalmente, o presente projeto irá gerar um grande acúmulo de informações, com potencial de subsidiar a gestão dos corpos hídricos, a formulação de novas ou readequação de políticas públicas, além de aumentar o conhecimento técnico/científico das áreas trabalhadas.

3.1 Bacias Hidrográficas no Bioma Cerrado

O bioma Cerrado ocupa 22% do território nacional, sendo que sua área de distribuição nuclear no Brasil se encontra no Brasil Central (Coutinho, L.M. 2016). Fora o bioma Mata Atlântica, o Cerrado é o segundo bioma brasileiro que mais sofreu com a ocupação humana, em especial a expansão agrícola com grande potencial de exaurir os recursos naturais e hoje da área original do

bioma 50% já se perdeu e do restante apenas 2,2% dos remanescentes se encontram em área protegidas (Klink e Machado, 2005).

Por esta razão iniciativas como as atividades aqui propostas, visam reverter cenários de degradação, auxiliando na revitalização das bacias hidrográficas por meio da restauração de ecossistemas, que sob os preceitos da TWRA são mais que urgentes e necessárias. Abaixo seguem detalhes sobre a conservação da vegetação, uso e ocupação da terra, estrutura fundiária e problemas ambientais em cada uma das três regiões do bioma Cerrado atendidas na presente proposta.

UNIDADE HIDROGRÁFICA (UH) RIBEIRÃO PONTE ALTA – DISTRITO FEDERAL (DF)

A Unidade Hidrográfica (UH) Ribeirão Ponte Alta integra a bacia do Corumbá, encontra-se a sudoeste do Distrito Federal, com área aproximada de 20.591 hectares, sobrepondo-se aos limites das Regiões Administrativas (RAs) Gama e Recanto das Emas, contribuindo para a Grande Região Hidrográfica do Paraná. De acordo com o mapeamento realizado pela Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS) em 2018, disponível em: <http://geo.fbds.org.br/>, (FBDS, 2018), o qual tomou como base Imagens Rapid-Eye de Alta Resolução (5 metros) ano base 2013, essa Unidade Hidrográfica conta com 239,152 km de cursos d'água simples; 21,61 Hectares de rios com mais de 10 metros de largura e 280 nascentes (Figura 4), sendo uma importante área de recarga de aquíferos da região.

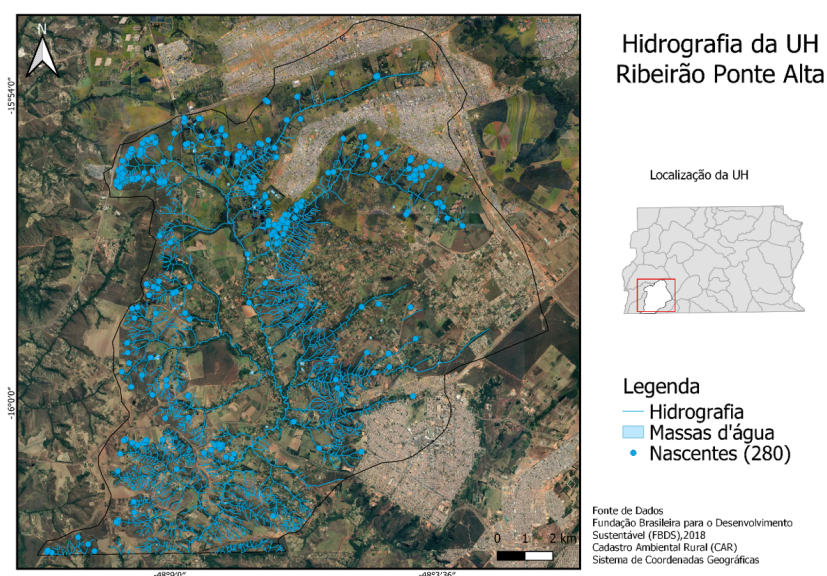


Figura 4: Hidrografia da UH do Ribeirão Ponte Alta. Fonte: Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS), 2018 e Cadastro Ambiental Rural, 2021.

Ainda de acordo com o mapeamento supracitado, no ano de 2013 existiam 925,535 Hectares de Áreas de Preservação Permanente (APPs) hídrica preservadas (ocupadas por formações florestais e não florestais nativas) e 626,138 Hectares com passivo ambiental (Figura 5), entendido como a soma das áreas edificadas, antropizadas e de silvicultura inseridas nas APPs. A metodologia empregada neste mapeamento encontra-se descrita em: <http://geo.fbds.org.br/Metodologia.pdf>.

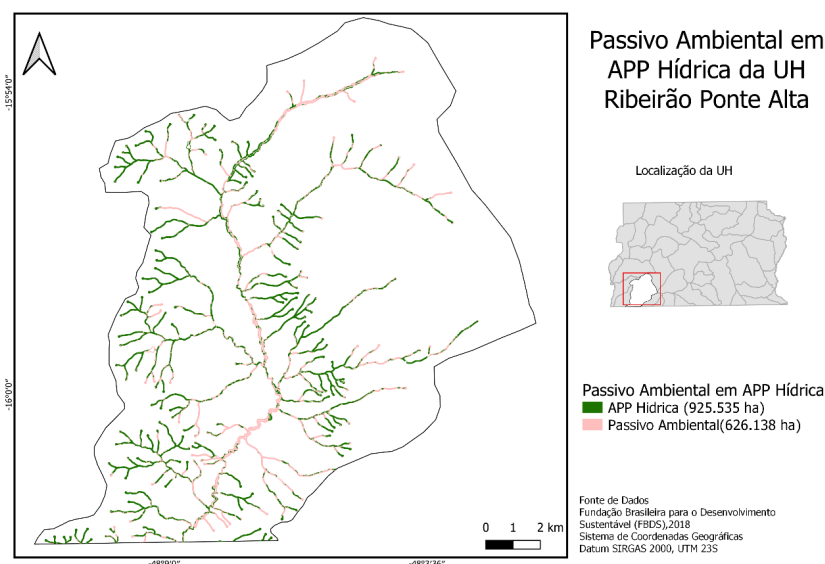


Figura 5: Passivo Ambiental em APP Hídrica da UH do Ribeirão Ponte Alta. Fonte: Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS), 2018

A UH apresenta 1.147 propriedades rurais atualmente cadastradas no Cadastro Ambiental Rural (CAR). Tais dados são disponibilizados no Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural – SICAR (SFB, 2021) e podem ser acessados e baixados em: <https://www.car.gov.br/publico/imoveis/index>.

BACIA DO ALTO DESCOBERTO – DISTRITO FEDERAL (DF) E GOIÁS (GO)

A consultoria em meio ambiente e recursos hídricos “Aquaflora Meio Ambiente Ltda.” apresentou no ano de 2020 extenso diagnóstico da situação atual e a priorização de áreas e intervenções estratégicas para a bacia do Alto Descoberto, como parte da consultoria contratada pela The Nature Conservancy (TNC), cujo objetivo é a “Elaboração do Plano Estratégico do Programa Produtor de Água no Descoberto”. O documento intitula-se “Diagnóstico da situação atual e priorização de áreas e intervenções estratégicas na bacia do Alto Descoberto (Produto 2)” e foi tomado como referência para a descrição dessa área de estudo potencial.

A área de drenagem dos rios afluentes ao reservatório do Descoberto, denominada de bacia do Alto Descoberto, encontra-se localizada na porção noroeste do Distrito Federal (DF), sobrepondo-se aos limites do DF e estado de Goiás, abrangendo as regiões administrativas (RAs) do DF de Brazlândia, Taguatinga e Ceilândia, quanto os municípios de Águas Lindas de Goiás, Padre Bernardo e Cocalzinho, no Estado de Goiás (Figura 6).

A área de drenagem dessa bacia possui cerca de 445 km² e abrange as cabeceiras da bacia hidrográfica do rio Descoberto (com área total de aproximadamente 1.100 km²), drenando toda a área a montante do reservatório Descoberto. A maior parte da bacia do Alto Descoberto está inserida em território do DF, representando aproximadamente 83% da área total, contribuindo para a Grande Região Hidrográfica do Paraná.

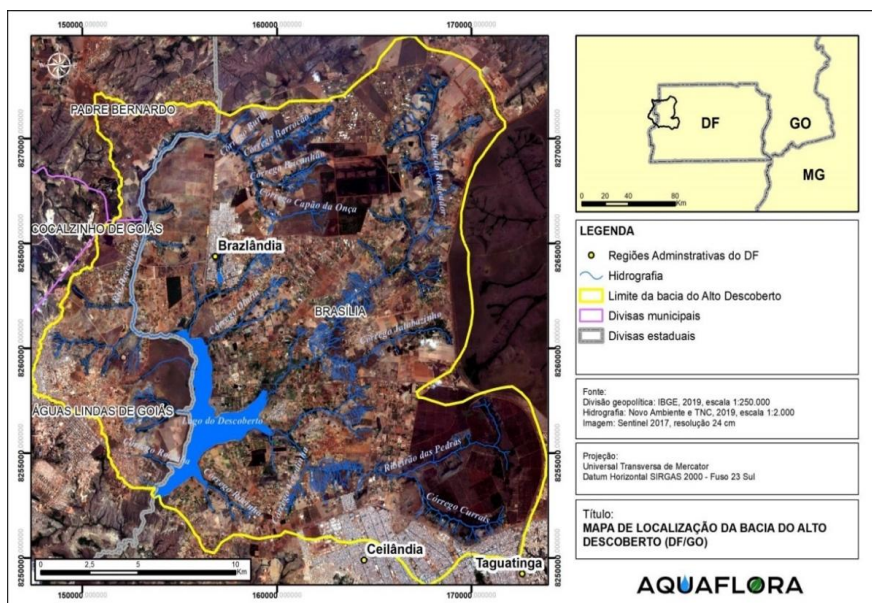


Figura 6: Localização Bacia Alto Descoberto. Fonte: Aquaflora Meio Ambiente Ltda.

O Sistema de Abastecimento Descoberto é o maior manancial atual do DF, responsável por abastecer aproximadamente 60% de sua população (CAESB, 2021), o que representa quase dois milhões de pessoas.

O rio Descoberto origina-se a partir da confluência entres os córregos Capão da Onça, Bocanhão e Barrocoão, cujas nascentes localizam-se na região norte da bacia do Alto Descoberto, e deságua no rio Corumbá, localizado no Estado de Goiás (MMA & ICMBIO, 2014). Percorre, aproximadamente, 120 km, atravessando áreas com diferentes usos e coberturas da terra: áreas agrícolas (14%), chácaras (17%), passando por formações savânicas (25,5% da bacia) e áreas urbanizadas, as quais ocupam 12% da bacia do Descoberto (ENGEPLUS, 2020a).

O rio Descoberto é um afluente do rio Corumbá e integra a bacia hidrográfica do rio Paranaíba, um dos formadores do rio Paraná junto com o rio Grande. A bacia do Alto Descoberto pode ser dividida em onze (11) sub-bacias hidrográficas principais, conforme subdivisão proposta na figura 7.

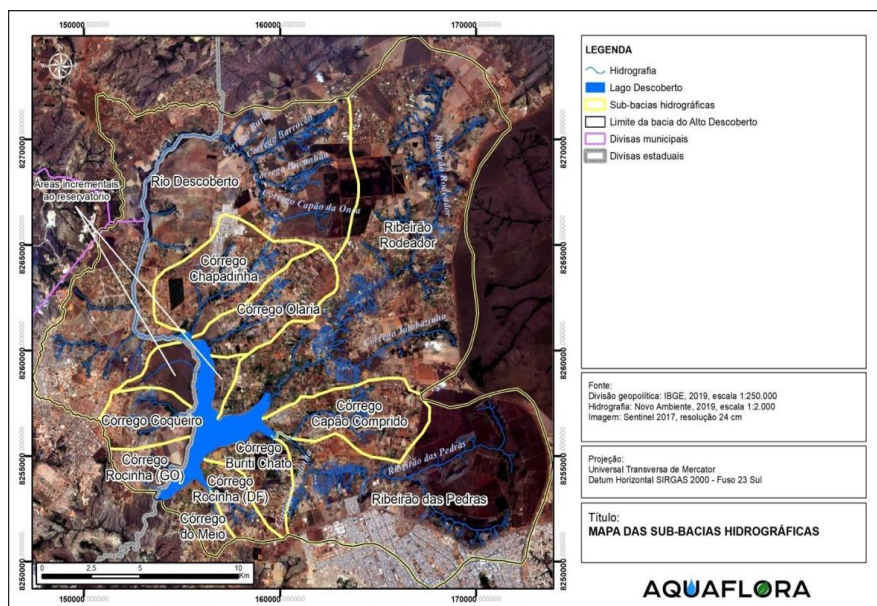


Figura 7: Sub-bacias hidrográficas presentes na bacia do Alto Descoberto. Fonte: Aquaflora Meio Ambiente Ltda.

É importante destacar que, conforme dados disponibilizados no Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural - SICAR (SFB, 2020), das 2.582 propriedades rurais da bacia do Alto Descoberto (Novo Ambiente, 2019), 2.276 possuem cadastro, representando aproximadamente 88% dos imóveis na bacia (Aquaflora Meio Ambiente, 2020).

BACIAS TRECHO MÉDIO DO RIO ARAGUAIA (Ottobacias Nível 2 N. 68 e 69) – MT

Os Municípios Barra do Garças, Araguaiana e General Carneiro estão localizados no estado do Mato Grosso (MT) e integram a bacia do rio Araguaia em seu trecho Médio. Encontram-se inseridos nas Ottobacias (nível 2) 68 e 69 (ANA, 2021) e contribuem para a Grande Região Hidrográfica Tocantins-Araguaia. Tais bacias se sobrepõem aos limites dos estados de Goiás, Tocantins e Mato-Grosso, englobam 104 municípios, sendo 69 no estado de Goiás, 33 no estado do Mato Grosso e 2 no estado de Tocantins, ocupando área aproximada de 193.648,54 Km². De acordo com o mapeamento realizado pela Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FDBS) em 2018, disponível em: <http://geo.fbds.org.br/> (FDBS, 2018), o qual tomou como base Imagens Rapid-Eye de Alta Resolução (5 metros) ano base 2013, essa Unidade Hidrográfica conta com

181.213 km de cursos d'água simples; 96.941,141 Hectares de rios com mais de 10 metros de largura e 100.089 nascentes (figura 8), sendo uma importante área de recarga de aquíferos da região.

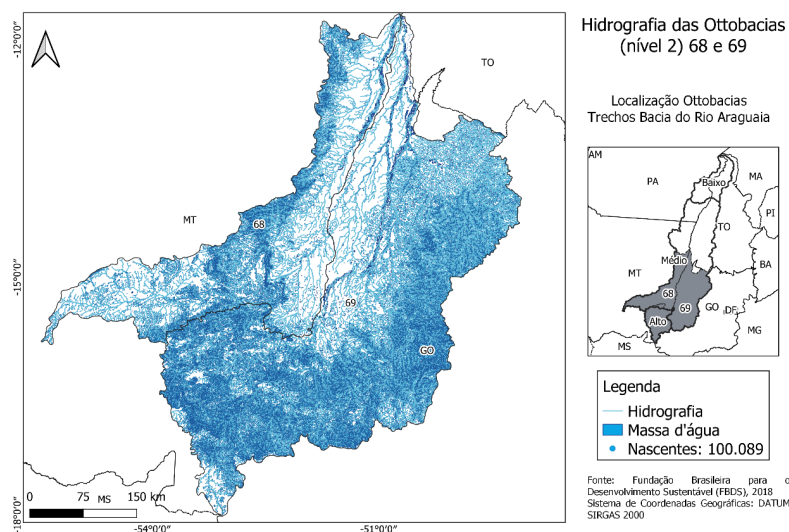


Figura 8: Hidrografia das Ottobacias (nível 2) 68 e 69, trecho médio do rio Araguaia, Mato Grosso.

Ainda de acordo com o mapeamento supracitado, no ano de 2013 existiam 881.947,30 hectares de Áreas de Preservação Permanente (APPs) Hídrica preservadas (ocupadas por formações florestais e não florestais nativas) e 383.258,86 Hectares com passivo ambiental (Figura 9), entendido como a soma das áreas edificadas, antropizadas e de silvicultura inseridas nas APPs. A metodologia empregada neste mapeamento encontra-se descrita em: <http://geo.fbds.org.br/Metodologia.pdf>.

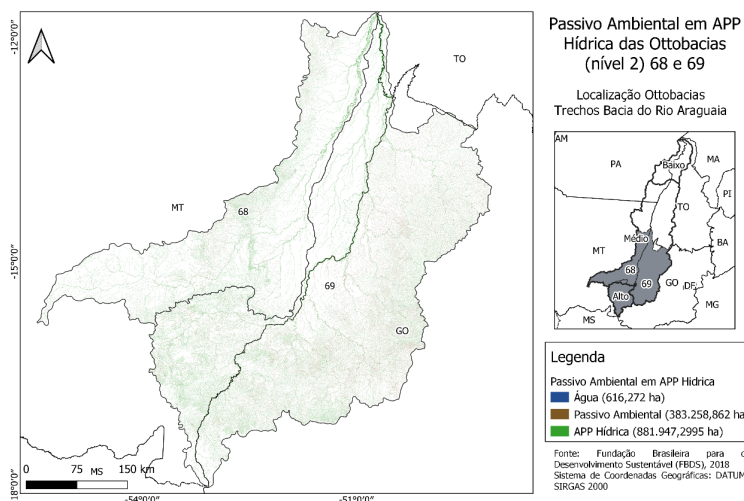


Figura 9: Passivo Ambiental em APP Hídrica das Ottobacias (nível 2) 68 e 69, trecho médio do rio Araguaia, Mato Grosso.

As Ottobacias supracitadas apresentam 52.301 propriedades rurais atualmente cadastradas no Cadastro Ambiental Rural (CAR). Tais dados são disponibilizados no Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural – SICAR (SFB, 2021) e podem ser acessados e baixados em: <https://www.car.gov.br/publico/imoveis/index>.

3.2 Bacias Hidrográficas no Bioma Mata Atlântica

A Mata Atlântica é uma região fitoecológica predominantemente florestal que já foi considerada uma das maiores florestas tropicais das Américas (RIBEIRO et al., 2009). Esse bioma se distribui ao longo da costa litorânea do Brasil. Existem condições climáticas e topográficas diferentes, incluindo planícies e regiões montanhosas costeiras com grandes índices de chuvas, até planaltos interiores com períodos “longos” de seca (maiores que 5 meses) (METZGER, 2009). Essa área ocupava uma área original de 1.326.480.02 km², cerca de 15% do território brasileiro, perpassando 17 estados (Figura 10), segundo a Lei nº 11.428 de 22 de dezembro de 2006 (MMA, 2015).

Essa floresta é considerada de grande importância para o Brasil, por apresentar um alto valor econômico, ambiental e de bem estar pessoal. Fornece abastecimento de água; regulação e equilíbrio climático produção de alimentos, madeira, fibras, óleos e remédios, concentra cerca de 70% do PIB, e vivem mais de 72% da população brasileira. Além disso, na região do bioma está inserido três dos maiores centro urbanos do continente sul americano, esse bioma apresenta sete, das nove, grandes bacias hidrográficas nacionais (SOS, 2019).

A Floresta Atlântica é considerada o bioma mais fragmentado do Brasil, possuidor do maior histórico de devastação (SANTOS et al., 2018; ARAUJO et al., 2015). Esse processo começou desde o descobrimento e persiste até os dias atuais ocasionando numa perda de quase 90% de sua cobertura vegetal original, restando cerca de 12% de remanescentes florestais (SOS, 2021).

Assim como para o bioma Cerrado, a TWRA considera fundamental, auxiliar no processo de revitalização das bacias hidrográficas, por meio da restauração ecológica, importante aliada no combate as mudanças climáticas globais e reversão de cenários locais, onde o uso e ocupação da terra conflitam com um meio ambiente equilibrado e gerador de serviços ecossistêmicos de provisão hídrica.

Informações sobre a vegetação, uso e ocupação da terra, situação fundiária e problemas ambientais em cada uma das quatro regiões que comportam bacias hidrográficas dentro do bioma Mata Atlântica atendidas na presente proposta.

MICRO-BACIAS DO RIO SÃO SALVADOR – PR

A área da presente proposta constitui quatro micro-bacias (rios Cascavel e São José e córregos Saltinho e Peroba) que formam o rio São Salvador afluente direto do rio Iguaçu na sua porção mais baixa (Figura 10), na região Oeste do Estado do Paraná, especificamente no município de Cascavel. O rio Iguaçu é um dos principais rios paranaenses e situado no bioma Mata Atlântica (Parolin et al., 2010). O rio Iguaçu e todos os seus afluentes desde suas cabeceiras até as Cataratas do Iguaçu (Iguaçu Falls) (Hales e Petry, 2019) compreende a ecorregião global Iguassu (FEOW, código # 346; Hales e Petry, 2019), localizada no sul do Brasil e norte da Argentina.

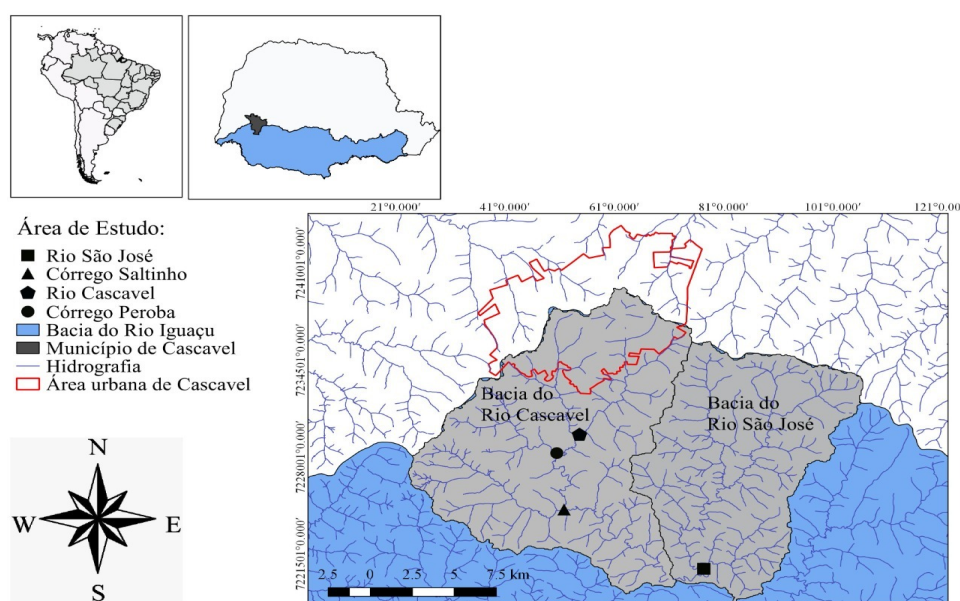


Figura 10. Contexto das micro-bacias, em cinza, formadoras do rio São Salvador, na bacia do rio Iguaçu, Paraná, Brasil.

O clima da região é considerado predominantemente subtropical mesotérmico úmido com verões frescos e invernos moderados apresentando temperatura média anual de 17°C e pluviosidade média anual é de 1.960mm, e modo geral bem distribuídas, sem presença de uma estação seca definida. Os solos na bacia são Organossolos Háplicos, os Nitossolos Brunos, os Neossolos Litólicos e os Latossolos Brunos (Parolin et al. 2010), apresentando boa capacidade de retenção de água, aeração e permeabilidade. Nas microbacias foco do estudo, o solo é classificado como latossolo roxo, terra roxa estruturada, apresentando solos profundos e de boa capacidade de retenção de água, aeração e permeabilidade. A área de estudo está situada em uma região de contato entre a Floresta Estacional

Semidecidual e a Floresta Ombrófila Mista, duas fisionomias sensu lato da Mata Atlântica (Joly et al., 1999). Também é vizinha do Parque Nacional do Iguaçu.

Vale destacar que o município de Cascavel situa-se em vertentes e é um importante divisor de águas, abrangendo três bacias hidrográficas: Bacia Hidrográfica do rio Piquiri, Bacia Hidrográfica do Paraná III e Bacia Hidrográfica do rio Iguaçu, sendo nesta última, serão desenvolvidas as atividades da presente proposta. Além disso, congrega muitas nascentes encontradas tanto na área rural, quanto no perímetro urbano (Sandri et al., 2021). É um município brasileiro localizado na região Oeste do estado do Paraná, da qual é o quinto mais populoso do estado, com cerca de 336.073 habitantes, conforme estimativa do IBGE publicada em agosto de 2021. Compreende uma área de 2.101,074 km², sendo 80,87 m² correspondente a área urbana (IBGE, 2021). Apresenta 59.8% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 95.1% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 55.2% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio). Quando comparado com os outros municípios do estado, fica na posição 75 de 399, 145 de 399 e 78 de 399, respectivamente. Já quando comparado a outras cidades do Brasil, sua posição é 1820 de 5570, 890 de 5570 e 308 de 5570, respectivamente (IBGE, 2021).

Com sua economia alicerçada no agronegócio, Cascavel é também um grande centro comercial e de prestação de serviços, em processo constante de industrialização. Em 2014, ficou em 68º lugar entre os municípios brasileiros (6º do Paraná) no IFDM - Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal estudo do Sistema FIRJAN que acompanha anualmente o desenvolvimento socioeconômico de todos os mais de cinco mil municípios brasileiros em três áreas de atuação: Emprego e renda, Educação e Saúde. O município tem o 6º maior PIB do Paraná e o 90º do Brasil, responsável por 64% do PIB da Região Oeste.

A bacia do rio São Salvador foco das ações de restauração congrega as micro-bacias dos rios Cascavel, São José e Saltinho, abrangendo uma área total de drenagem 2467,682 Km². O rio Cascavel é o principal manancial de abastecimento público do município de Cascavel. Possui uma área de bacia de 50,11Km² cuja altitude máxima encontra-se em 717 m e mínima em 718 m. Região dotada de várias nascentes localizadas desde a região urbana de Cascavel até sua foz junto ao rio São Salvador, que deságua na bacia do rio Iguaçu, afluente do Rio Paraná. O rio Cascavel possui uma vazão total de 973 m³ h⁻¹, e destes, 345 m³ h⁻¹ são captados pela Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) para o abastecimento do município, em cerca de 70% das residências tanto da área urbana quanto rural (Sanepar, 2021). Várias nascentes do rio Cascavel formam o Lago Municipal de Cascavel, uma Unidade de Conservação municipal e está instalado dentro do perímetro urbano da cidade de Cascavel. Esse rio é o principal manancial de abastecimento público da cidade de Cascavel.

Nos últimos dois anos esse reservatório tem desempenhado uma função fundamental de regulador da vazão do rio Cascavel, ou seja, o Lago retém as águas em período de chuvas, evitando enchentes e danos nas margens, e, em período de estiagem, como nos últimos meses, o Lago mantém estável a vazão do Rio Cascavel, evitando a falta de água e possível rodízio no abastecimento da cidade (Sanepar, 2021).

A porção rural da bacia do rio Cascavel corresponde a 1.387,40 ha com baixa densidade de vegetação nativa e matas em galeria, com extensas áreas agrícolas e um potencial risco de contaminação dos cursos hídricos. O uso e ocupação do solo caracteriza-se por áreas construídas (35,8%) vegetação rasteira e cultura (26,7%), vegetação arbóreo-arbustiva (19,6%), solo exposto (9,1%) e áreas úmidas (8,8%) (Gonsales et al., 2021).

A grande extensão de áreas destinadas para a prática agrícola na região avaliada está ligada a vários fatores, incluindo àqueles históricos com investimentos nas práticas agrícolas. Esses investimentos atrelados a qualidade do solo da região, com alta produtividade, são responsáveis por altos rendimentos agrícolas, com consequentes aumentos na ocupação de áreas agricultáveis em detrimento das áreas com cobertura de floresta nativa, não havendo muitas vezes o cumprimento da manutenção mínima de áreas de Reserva Legal e Áreas de Proteção Permanente como é exigido em lei (Gonsales et al., 2021), inclusive havendo a possibilidade de paralisação da captação e do desabastecimento de água para a população de Cascavel.

Como agravantes dessa situação que pode levar a paralisação da captação e do desabastecimento de água para a população de Cascavel, entre os principais fatores destacam-se:

- A dificuldade de recuperação da qualidade da água nos trechos rurais dos rios e a jusante dos loteamentos;
- A inadequação no manejo do solo, com desconhecimento de métodos conservacionistas do solo e de manejo de florestas, contribuindo para aumento de erosões, assoreamentos e carreamento de poluentes;
- Uso e parcelamento do solo com carência de planejamento dentro dos princípios de sustentabilidade ambiental;
- Risco de diminuição da produção de água nos mananciais de abastecimento e, por consequência, da disponibilidade hídrica, devido à escassez de áreas densamente florestadas nas cabeceiras;
- Comprometimento da qualidade da água das nascentes pela poluição de várias origens, cargas difusas e assoreamentos.

Nesse contexto, tendo em vista a importância dos mananciais de abastecimento público, bem como a conservação de nascentes em áreas sob intensa pressão humana no município de Cascavel que hoje conta com uma população urbana aproximada de 336 mil habitantes (IBGE, 2021), o planejamento e gerenciamento das ações de vários atores, tanto da sociedade quanto dos órgãos gestores são fundamentais dentro do processo de restauração em bacias hidrográficas de importância ecológica e econômica nos cenários regionais (Cascavel) e nacional (ecorregião do rio Iguaçu) (Parolin et al., 2010).

MICRO-BACIA DO LAJEADO SÃO JOSÉ (Bacia do Alto Uruguai) – SC

O rio Uruguai possui 2.200 quilômetros de extensão e se origina da confluência dos rios Pelotas e Canoas. O rio assume a direção leste-oeste, dividindo os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Próximo a essa divisa está localizado o município de Chapecó, objeto desta pesquisa (figura 11). De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA), a bacia hidrográfica possui, em território brasileiro, 174.612 km² de área, o equivalente a 2,0% do território nacional. Cerca de 3,8 milhões de pessoas vivem na parte brasileira da região hidrográfica do Uruguai, com maior concentração nas unidades hidrográficas dos rios Chapecó, Canoas, Ibicui e Turvo. A região hidrográfica da bacia do rio Uruguai se caracteriza pelo potencial hidroelétrico consequente da sua disponibilidade hídrica e de quedas naturais aptas para o aproveitamento hidroelétrico. Em relação à vegetação, a bacia apresentava, originalmente, nas nascentes do rio Uruguai, os Campos e a Mata de Araucária, na qual encontramos a Floresta Estacional Decidual e a Floresta Ombrófila Mista na região de Chapecó no Oeste Catarinense. Atualmente, a região encontra-se intensamente desmatada e apenas regiões restritas conservam a vegetação original.

A microbacia do lajeado São José (figura 11) possui aproximadamente 7.744 ha, área superior à área urbana total do município de Chapecó (aproximadamente 4.485 ha). Somente 15% da área da microbacia encontram-se urbanizada – as demais áreas ainda possuem características rurais. As principais nascentes do lajeado São José estão no município vizinho, de Cordilheira Alta. Atualmente, é o manancial de abastecimento de água potável de Chapecó. O lajeado São José, logo à jusante da barragem de captação, junta-se com o lajeado Passo dos Índios na sanga Taquarussú. O maior trecho do lajeado São José está entre as cotas 600 e 650 m de altitude, com aproximadamente 11 km, predominantemente planos. O restante, 4 km, divide-se entre áreas de cabeceiras, com presença de rocha basáltica e topografia bem acentuada.

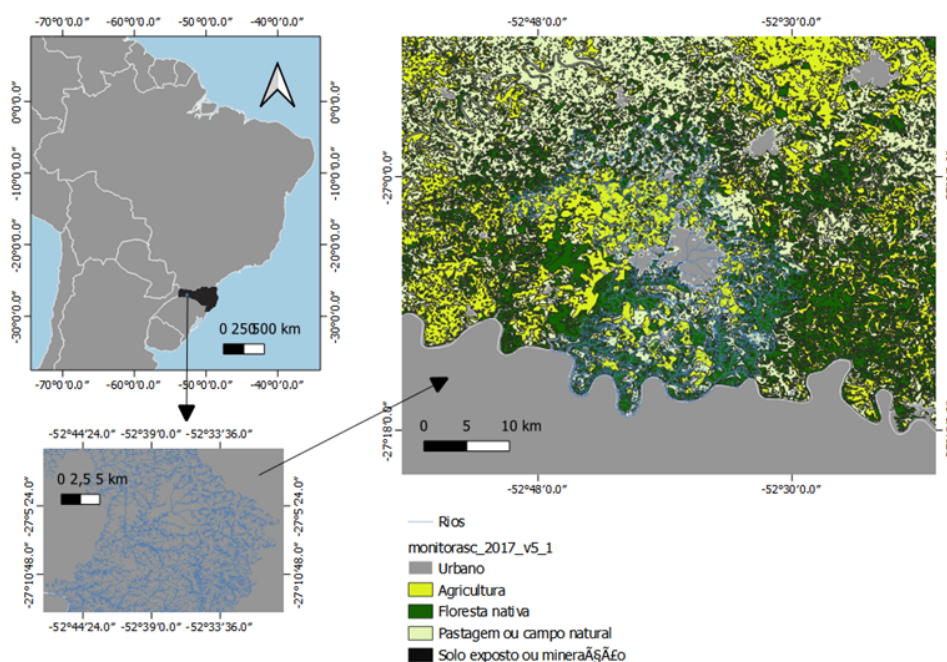


Figura 11. Caracterização de uso de solo da microbacia do lajeado São José (Bacia do Rio Chapecó), pertencente a Bacia do alto rio Uruguai.

Atualmente, a microbacia do lajeado São José sofre a pressão da expansão urbana, nos dois vetores de crescimento predominantes no município: o eixo norte de ligação à BR 282, Avenida Plínio Arlindo de Nes, e o eixo oeste de expansão, na direção da SC 283, Avenida Atílio Fontana, onde estão localizadas as agroindústrias e as universidades comunitária e federal. A área da microbacia do lajeado São José possui, predominantemente, características rurais, estruturadas através de pequenas propriedades familiares, com cultivo de monocultura, criadores de aves e suínos e pequenos agricultores. A margem direita do lajeado São José tem ocupação quase exclusivamente rural, à montante da barragem do Engenho Braum. A ocupação na margem esquerda caracteriza-se pelas indústrias, moradias populares e áreas com ocupações irregulares, ou seja, que sofrem a pressão da expansão urbana.

BACIA DO RIO SANTA MARIA DA VITÓRIA (Trecho Médio) – ES

A bacia hidrográfica do rio Santa Maria da Vitória (figura 12) situa-se na região central do Estado do Espírito Santo e é dividida em três unidades de planejamento: Baixo SMV, Médio SMV e Alto SMV. Com área de aproximadamente 1.660 km², essa bacia limita-se à leste com a Baía de Vitória, ao norte e a oeste com as bacias dos rios Reis Magos e Doce e, ao sul, com as bacias dos rios Jucu, Bubu e Formate.

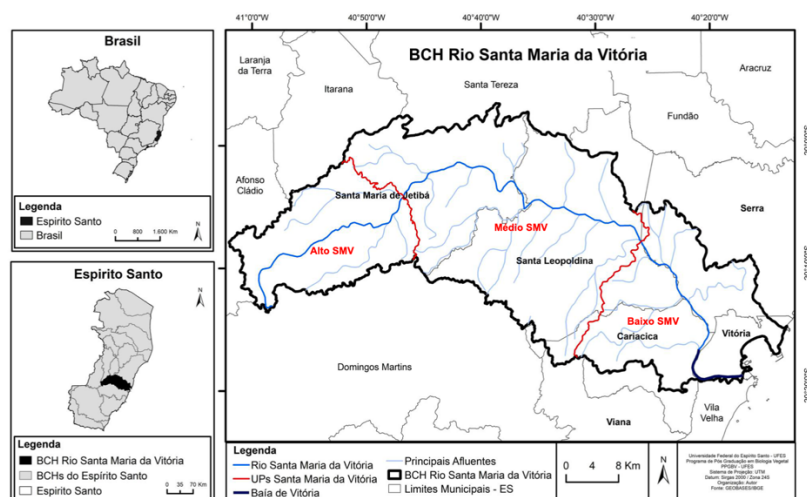


Figura 12: Localização da bacia do rio Santa Maria da Vitória, com a delimitação de suas unidades de planejamento, Espírito Santo. Fonte: Duarte, I.D. 2017.

Desde sua nascente até a foz, o rio Santa Maria da Vitória percorre cerca de 122 km e sofre um desnível de aproximadamente 1.300 m, passando pelos municípios capixabas de Santa Maria de Jetibá, Santa Leopoldina, Cariacica, Serra e Vitória (Martins & Fernandes, 2011). A maior parte das nascentes da bacia do rio Santa Maria da Vitória se concentra em áreas de maiores altitudes, onde predominam solos profundos com alta capacidade de drenagem. Nestas áreas se encontram importantes fragmentos florestais responsáveis pela proteção dos corpos d'água, margens e solo, e pela manutenção do microclima e da biodiversidade locais (Habtec, 1997).

Enquanto seus afluentes cortam várias comunidades com atividades econômicas voltadas à agricultura, seu leito principal recebe efluentes domésticos das cidades de Santa Maria de Jetibá e Santa Leopoldina. Em seu trecho médio (represa de Rio Bonito até o município de Santa Leopoldina), o rio sofre dois barramentos (Rio Bonito e Suíça), responsáveis pela produção de 10 e 30 MW de energia elétrica, respectivamente, que representam 11% de toda energia produzida no estado (Mendonça & Macina, 2000). Em seu trecho final, parte de suas águas são captadas para o abastecimento de cerca de 30% da população da Grande Vitória (Pelissari & Sarmento, 2003; Veronez Júnior, Bastos & Quaresma, 2009).

Estudos apontam que, apesar da documentada importância ecológica e socioeconômica da a bacia hidrográfica do rio Santa Maria da Vitória, suas áreas de preservação permanente estão sendo desmatadas, o que leva ao assoreamento de suas margens. Fora isto tem-se a utilização indiscriminada de agrotóxicos, bem como a eliminação em suas águas que um grande quantitativo de resíduos, em especial esgoto doméstico (Miranda, 2009; Martins e Fernandes 2011; Grippa et al. 2012).

O trecho médio da bacia do Rio Santa Maria da Vitória, local onde se concentra as atividades propostas, abrange os municípios serranos de Santa Maria do Jetibá e Santa Leopoldina. Com relação ao uso e ocupação da terra, seu trecho médio ainda encontra-se com mais de 55% de cobertura vegetal, seguido pelas áreas antropizadas 18%, silvicultura 17,4% e pastagens 6,8% (Figura 13).

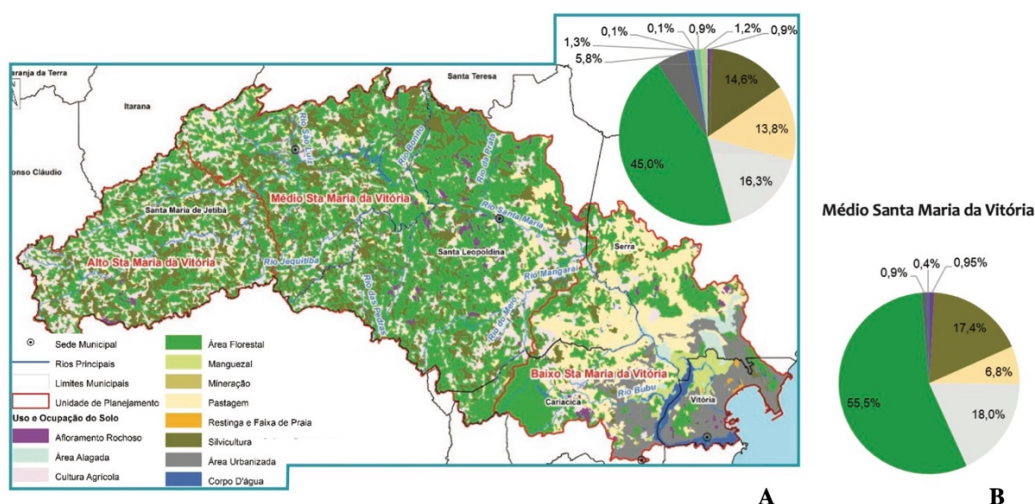


Figura 13: A) Mapa de Uso e Ocupação da Terra da bacia do rio Santa Maria da Vitória, Espírito Santo. B) Gráfico de uso específico para o trecho médio. Fonte: Enquadramento de Corpos d'água e Plano de Recursos Hídricos das Bacias dos rios Santa Maria da Vitória e Jucu (2014).

Quanto as áreas de APP 31% se encontram em algum grau de conservação, 22,7% ocupadas irregularmente por cultivos agrícolas e 17,4% silvicultura. Em termos de produção animal que demanda grande uso da água, destaca-se a bovinocultura de corte e leite, granjas de suínos e aves. Na produção vegetal em larga escala tem importância em ordem decrescente a cafeicultura, a fruticultura (maracujá, manga, morango, goiaba, mamão e banana) e olericultura, produção de hortaliças, onde se destacam os pequenos produtores da agricultura familiar. Estas informações acima apresentadas são oriundas do relatório produzido no primeiro Enquadramento de Corpos d'água e Plano de Recursos Hídricos que contou com a condução dos comitês de bacia dos rios Santa Maria da Vitória e Jucú, com o apoio do Sistema Estadual de Recursos Hídricos.

BACIAS HIDROGRÁFICAS DA SERRA DA JIBOIA (Divisor de Águas do Recôncavo Baiano) – BA

O último maciço florestal remanescente por todo o a região do Recôncavo Baiano é representado pela Serra da Jiboia, com 5.616 ha fragmentos florestais em diferentes estágios de conservação e necessitando urgentemente de reversão de cenários de degradação, especialmente áreas de nascentes e recargas de aquíferos em cerca de 19.000 ha no seu entorno, importantes para

ALIANÇA TROPICAL DE PESQUISA DA ÁGUA

SGCV lote 13, bloco B, apto. 313; CEP: 71.215-630, Brasília – DF; Fones (61) 3107-2986; 99978-4041

e-mail: diretoria@thetwra.org; www.thetwra.org

conservação e produção de água para o estado da Bahia que encontram-se fortemente transformados pela agricultura e pecuária praticadas no local (Blengini et al. 2015).

A Serra da Jiboia esta encravada no extremo norte de distribuição do corredor central da Mata Atlântica, em uma região de transição entre o bioma Mata Atlântica e o bioma Caatinga, (vertente norte), sendo que na Mata Atlântica, a depender do quantitativo de chuva nos municípios encontramos fragmentos de Floresta Ombrófila Densa, bem como fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual. Nos topos de alguns morros uma vegetação sobre rocha de porte herbáceo e arbustivo bastante peculiar (Caiafa, 2015). Localiza-se e se estende por cinco municípios do Recôncavo Sul Baiano: Elísio Medrado, Santa Teresinha, Castro Alves, Varzedo e São Miguel das Matas (Figura 14).

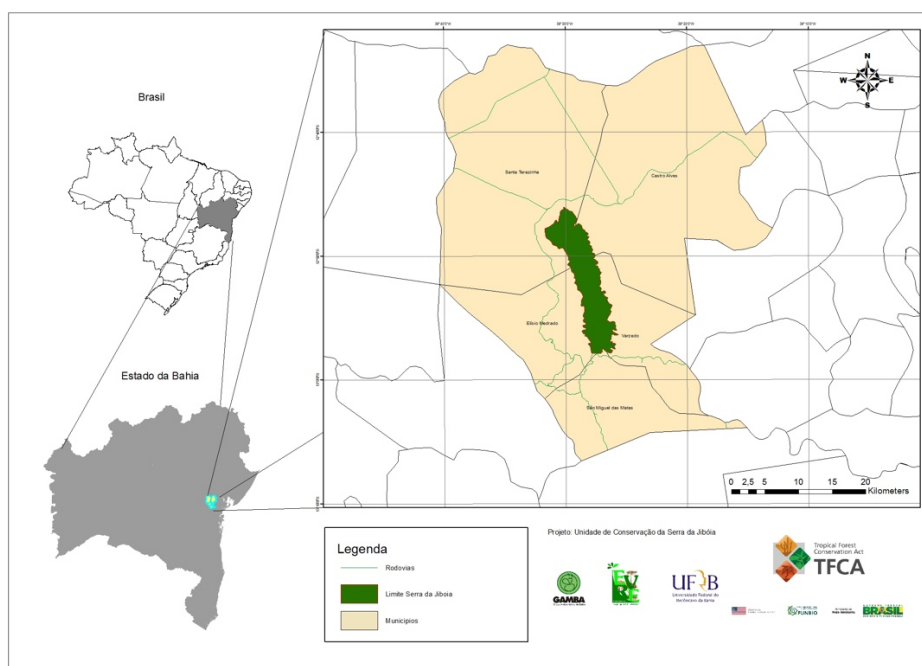


Figura 14: Mapa de localização da Serra da Jiboia, em relação a Bahia e ao Brasil. Fonte: Blengini et al. (2015).

A Serra da Jiboia é um dos principais divisores de água da região, onde são encontradas nascentes, rios e áreas de recarga de aquífero de três importantes bacias hidrográficas para a região, que em conjunto perfazem 280 km². A bacia hidrográfica do rio Jacutinga (Figura 15) tem seus mananciais nas vertentes oeste e sul da Serra e conta com 11 cursos d'água perenes. Na vertente leste destaca-se a microbacia do rio da Dona (Figura 15), integrante da bacia do rio Jaquaripe que na região se constitui de 13 cursos d'água perenes. E o rio Paraguaçu tem parte de sua bacia na vertente norte

da Serra. Sendo todas estas bacias muito importantes para o abastecimento humano, desenvolvimento econômico e social de cerca de 30 municípios (Poelking et al. 2015).

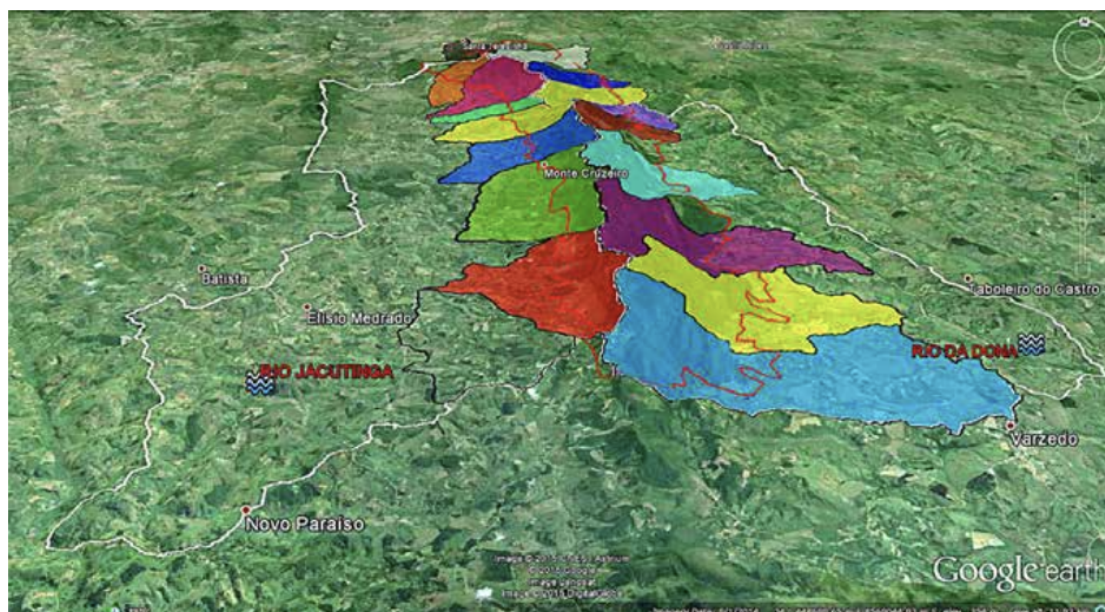


Figura 15: Exemplo de microbacias (zonas coloridas) da Serra da Jiboia. Delimitação da Serra em vermelho, em branco limites das bacias hidrográficas dos rios Jacutinga e da Dona. Fonte: Poelking et al. (2015).

Segundo a classificação de Köppen o clima na região da Serra da Jiboia vai do tropical semiárido ao semiúmido e a precipitação média na casa do 1.066mm, considerando toda a Serra. É importante destacar que por conta do fenômeno das chuvas orográficas as porções leste e sudeste, apresentam clima mais úmido. Enquanto a medida que vai se distanciando do mar, na porção norte, o clima se torna mais seco, chegando a uma pluviosidade média de 500mm entre os municípios de Castro Alves e Santa Teresinha (Poelking et al. 2015). Estes mesmos autores observaram para a Serra da Jiboia os seguintes tipos de solo com base no primeiro nível categórico: cambissolos, latossolos, neossolos e argilossolos.

O mapeamento de uso e ocupação da terra verificou que a Serra se apresenta 44,6% coberta por pastagens em sua maioria degradada, 28,3% com florestas em diferentes níveis de regeneração, agricultura ocupa cerca de 20,1%, e com um preocupante quantitativo de 6,0% de solo exposto (Figura 16).

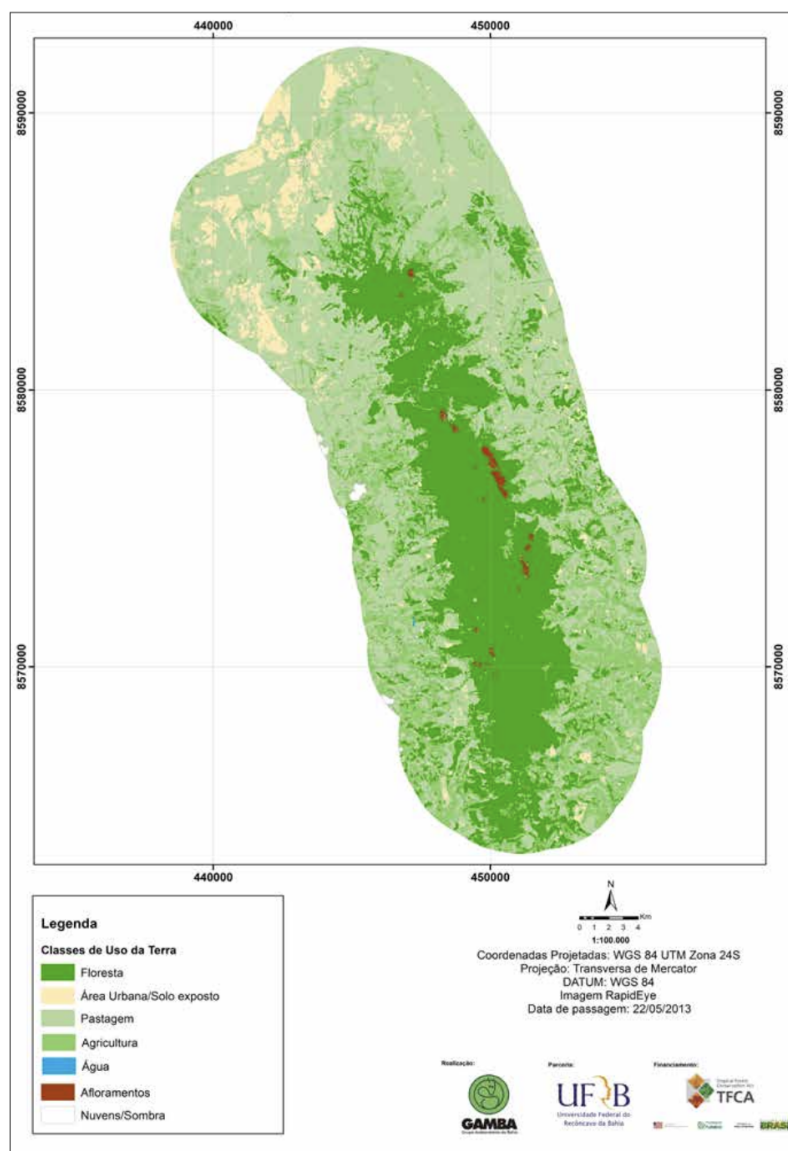


Figura 16: Mapa de uso e ocupação do solo da Serra da Jiboia e entorno. Fonte: Poelking et al. (2015)

É notado na região de entorno da Serra da Jiboia, um cinturão de comunidades rurais que adquire seu sustento da agricultura familiar, aonde as culturas como as da mandioca, cacau, banana e laranja ganham destaque. A pecuária de corte e em menor vulto, a leiteira são praticadas na região, sendo apontadas hoje como um grande empecilho para a conservação, e precisa ser urgentemente aliada a restauração dos mananciais, senão todas as atividades agropecuárias estarão fortemente ameaçadas (Silva et al. 2015).

Os grandes problemas ambientais na região, além da pecuária extensiva citada acima é o desmatamento que vem causando assoreamento de corpos hídricos e um uso indiscriminado de pesticidas.

Ao observar o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM, do programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD, vemos então nos municípios que integram a Serra da Jiboia, indivíduos em condições de vulnerabilidade social (Silva et al. 2015). Estes mesmo autores informam que no último censo da região datado de 2010, o IDHM de Castro Alves e Elísio Medrado ficam na faixa média, e já os IDHM de Santa Teresinha, Varzedo e São Miguel das Matas, obtiveram classificação baixa no índice.

4. Atividades temáticas

Nessa seção são apresentados para cada uma das dez atividades propostas: contextualização, objetivos, métodos para sua aplicação, metas/produtos e resultados esperados, estratégia ou potencial de replicabilidade, indicadores de efetividade, e público alvo e/ou partes envolvidas.

4.1. Eixo temático I: Diagnóstico ambiental

ATIVIDADE 1. Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto das Bacias Hidrográficas em Restauração

A integração da restauração ecológica aos sistemas produtivos sustentáveis é fundamental para a conservação dos recursos naturais. Esta integração visa diversificar o sistema produtivo, aumentando direta ou indiretamente a sua produtividade, dando condições para a melhoria dos serviços ambientais e retorno financeiro para a propriedade. Um dos grandes desafios da restauração ecológica está em despertar o interesse do produtor em promover a manutenção e conservação das áreas naturais. No caso das áreas de proteção ambiental, é necessário isolar as áreas protegidas e realizar o manejo das espécies exóticas susceptíveis ao fogo, o que incorre em altos custos de manutenção e sem o retorno financeiro direto do investimento.

Em busca de soluções para a situação, a Embrapa Cerrados e parceiros vem estudando formas de manejo para promover a integração das áreas de restaurações ecológicas aos sistemas produtivos, de modo que o processo de restauração resulte em renda para o produtor. No Brasil, os desafios maiores para a restauração ecológica são: 1) o controle de gramíneas exóticas agressivas e de incêndios; 2) o estímulo à regeneração natural em áreas com baixa resiliência; e 3) o controle de bovinos nas áreas em recuperação. Em muitas situações, é necessário o isolamento das áreas com cercas, que incorre em altos custos. Nesse contexto, a integração das áreas em processo de restauração

e dos sistemas produtivos empregando a pecuária, pode promover a retroalimentação desses sistemas e propiciar o retorno ou melhoria dos serviços ambientais.

As atividades de restauração ecológica propostas em diferentes ecorregiões do Brasil necessitam ser monitoradas ao longo do tempo. Mais especificamente, é preciso caracterizar a situação das áreas selecionadas antes do início da restauração e, em seguida, efetuar um monitoramento contínuo segundo um intervalo de tempo a ser especificado. Imagens digitais de satélite, de veículos aéreos não-tripulados (VANTs) e de campo, a serem obtidas sistematicamente durante o desenvolvimento deste estudo, são os dados mais apropriados para o acompanhamento da restauração aqui proposta.

Os resultados da caracterização do uso e ocupação da região em estudo será de extrema necessidade para o processo de revitalização das bacias hidrográficas, para se saber quais são as áreas que necessitam de ações de restauração ecológica, recuperação de áreas degradadas ou reabilitação, bem como ações que promovam o uso sustentável das bacias. Desta forma poderá ser possível analisar o potencial de replicabilidade das ações que possam gerar valor público às áreas de preservação e conservação das bacias hidrográficas, permitindo a sua sustentabilidade ao longo do tempo e garantindo a abundância quali-quantitativa dos recursos naturais, como preconizado no Programa Águas Brasileiras.

OBJETIVOS

O objetivo geral dessa atividade é monitorar as práticas de restauração ecológica em áreas de proteção permanente (APP) ao longo das drenagens em diferentes áreas a serem selecionadas pela proposta.

MÉTODOS

A proposta metodológica será constituída pelas seguintes atividades básicas:

Seleção e análise de imagens de satélite disponíveis gratuitamente e com as melhores resoluções espaciais e periodicidade possíveis. Atualmente, as imagens dos satélites CBERS-4A e do Sentinel-2 são as melhores opções, pois permitem a geração de composições coloridas com resolução espacial de 2 m e 10 m, respectivamente. As imagens serão convertidas em índice de vegetação realçado (EVI) ou outro índice que mostrar melhor desempenho e comparadas ao longo do tempo.

A caracterização do uso da terra e cobertura vegetal das áreas de estudo selecionadas será baseada na análise de mapas anuais de uso e cobertura de terras que estão sendo produzidas pelo projeto MapBiomas (<http://mapbiomas.org/>) na escala equivalente a 1:100.000. Esses mapas anuais

são produzidos com base na análise de mosaicos anuais de imagens do satélite Landsat que opera com resolução espacial de 30 metros. Com base nesses mapas, serão definidas as classes de uso e cobertura vegetal predominantes em cada área de estudo. Esses mapas serão refinados a partir da análise de imagens dos satélites CBERS-4 e Sentinel-2, com resoluções espaciais de 2 m (modo pancromático) e 10 m, respectivamente. Dados desses dois últimos satélites serão essenciais na estimativa e mapeamento de passivo ambiental ao longo das drenagens das áreas de estudo selecionadas.

As paisagens das áreas de estudo serão caracterizadas com base nos dados e mapeamentos pré-existentes e disponibilizados na literatura. O relevo será caracterizado com base no modelo digital de elevação produzido pelo satélite japonês *Advanced Land Observing Satellite* (ALOS) e denominado de AW3D30, resolução espacial de 30 m). A declividade de cada área de estudo será analisada com base na geração de cinco classes de declividade (0-3%; 3-8%; 8-12%; 12-18%; e > 18%), segundo a proposta da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). A rede de drenagem, que compreende os cursos e corpos d'água superficiais perenes e intermitentes, cuja hierarquia fluvial será classificada conforme Strahler *apud* Christofletti (1980), será obtida a partir de base de dados disponibilizados pela Agência Nacional das Águas (ANA). Esses dados de rede de drenagem serão ajustados ou complementados com as redes de drenagem e de nascentes mapeadas pela Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDA; <http://geo.fbds.org.br/>) na escala de 1:25.000, com base na análise de imagens do satélite RapidEye de 2013, adquiridas pelo Ministério do Meio Ambiente para atender as necessidades de implementação do sistema de cadastro ambiental rural (SICAR). As principais classes de solos de cada área de estudo serão identificadas com base nos mapas digitais de solos na escala 1:250.000, disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Dados diários de precipitação serão obtidos e compilados das estações pluviométricas automáticas e convencionais, disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e pelos dados históricos obtidos pelo satélite *Global Precipitation Measuring* (GPM) da Agência Espacial Norte-Americana (NASA). Os limites das propriedades rurais registrados no cadastro ambiental rural (CAR) do Serviço Florestal Brasileiro (SFB) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) na data do início do projeto serão integrados ao banco de dados espaciais deste projeto.

Essa etapa de monitoramento da restauração em áreas de APPs com passivo ambiental será feita com base na análise de séries temporais de imagens de satélite com resolução espacial de moderada (10 m) a alta (2 m), convertidas em reflectância de superfície e, posteriormente, em índice de vegetação de realçado (EVI). O EVI, junto com o índice de vegetação por diferença normalizada

(NDVI) são os dois índices mais populares na literatura. A vantagem do EVI é a sua menor interferência aos efeitos da atmosfera e dos solos, além de possuir uma melhor correlação com mudanças na estrutura da vegetação. No entanto, outros índices serão testados, por exemplo, o índice de água por diferença normalizada (NDWI) que é sensível às variações no conteúdo de água nas folhas.

Imageamento por meio de câmeras multiespectrais embarcados em veículos aéreos não tripulados (VANTs) em áreas de APPS com uma resolução espacial de 5 cm ou superior. As fotografias serão, em seguida, mosaicadas por meio de um aplicativo específico, segmentadas e classificadas com o intuito de estimar a porcentagem de cobertura arbórea-arbustiva em áreas de APP. O imageamento será repetido anualmente, preferencialmente na estação seca e em épocas próximas do ano para minimizar os efeitos da sazonalidade climática. O levantamento correspondente ao primeiro ano será considerado t_0 do estudo (linha de base, isto é, estágio da vegetação antes do início da restauração). Paralelamente, serão obtidas fotografias panorâmicas com câmeras digitais RGB convencionais de APPs, georreferenciadas, isto é, obtidas de um mesmo ponto do terreno (mesma latitude e longitude) e azimutadas, isto é, sempre em uma mesma direção.

Essa etapa de monitoramento objetiva caracterizar, em nível de detalhe, a evolução da restauração ecológica em cada área de estudo. Para isso, serão adquiridas, anualmente, fotografias áreas digitais com resolução espacial de 5 cm ou superior, as quais serão mosaicadas por meio do aplicativo Pix4D Mapper™ pelo procedimento *Scale-Invariant Feature Transform* (SIFT). Os voos serão realizados de forma automática, com uma velocidade de voo de 4 m/s ou inferior, altura variando de 80 a 120 m acima do solo e sobreposição frontal e lateral de no mínimo 85%. Importante ressaltar que as campanhas de aerolevanteamento devem ser feitas preferencialmente na mesma época do ano durante os três anos de vigência do projeto para minimizar os efeitos da sazonalidade climática. Em cada mosaico, serão estimadas as frações de cobertura de copas de árvores e arbustos naquelas áreas onde estão sendo realizadas as restaurações ecológicas. Outro parâmetro a ser avaliado é o número de espécies arbóreas e arbustivas regenerantes presentes em cada área de estudo. Adicionalmente aos dados de VANTs, serão analisadas ainda as fotografias panorâmicas a serem obtidas com câmeras digitais RGB convencionais. As fotos devem ser obtidas sempre com as mesmas coordenadas geográficas, mesmo ângulo azimutal e mesma distância focal. Em seguida, a proporção de árvores, arbustos e formações herbáceas será estimada em cada foto a partir de técnicas de classificação digital de imagens comumente utilizadas para imagens de satélite.

METAS / PRODUTOS / RESULTADOS ESPERADOS

METAS

1. Caracterizar, em três meses, o uso e cobertura vegetal das áreas de estudo selecionadas com base em análise de imagens de satélite.
2. Caracterizar, em três meses, a paisagem das áreas de estudo selecionadas em termos de topografia, hidrografia, solos, clima e cadastro ambiental rural (CAR), baseados em dados públicos com maior nível de detalhamento possível.
3. Monitorar, durante quatro anos, a restauração da cobertura vegetal em APPs ao longo das drenagens com imagens de satélite.
4. Monitorar, durante quatro anos, a restauração da cobertura vegetal em APPs ao longo das drenagens com fotografias digitais de VANT e de campo.

PRODUTOS

1. Mapas de uso e cobertura de terras das áreas de estudo selecionadas em formato vetorial (shapefiles) projetadas para o sistema de coordenadas geográficas no DATUM SIRGAS 2000.
2. Mapas de relevo, hidrografia, solos, clima e limites de propriedades rurais em formato vetorial (shapefiles).
3. Relatórios técnicos semestrais da análise de imagens de satélite visando o monitoramento da restauração da cobertura vegetal em APPs ao longo das drenagens das áreas de estudo selecionadas.
4. Relatórios técnicos anuais da análise de imagens digitais obtidas com VANTs e fotografia digitais georreferenciadas e azimuthadas, a serem obtidas por meio de câmeras digitais RGB convencionais. Ao final do projeto, será entregue ainda um banco de dados espaciais contendo os dados originais e processados em formatos matricial e vetorial que forem selecionados e gerados pelo projeto.

RESULTADOS ESPERADOS

1. Quantificação do passivo ambiental (em hectares) em Áreas de Preservação Permanente ao longo das drenagens das áreas de estudo. Por passivo ambiental, entende-se aquelas áreas que estão com alguma atividade antrópica dentro das APPs ao longo das drenagens.
2. Caracterização da paisagem das áreas de estudo em termos de topografia, solos, clima, hidrografia e CAR.
3. Análise da eficácia da restauração da cobertura vegetal em APPs ao longo das drenagens das áreas de estudo selecionadas por meio da geração de índices de vegetação derivados dos satélites CBERS-4 e Sentinel-2.

4. Análise da eficácia da restauração da cobertura vegetal em APPs ao longo das drenagens das áreas de estudo selecionadas por meio da análise de fotografias aéreas verticais obtidas por VANTs e fotografias digitais RGB georreferenciadas e azimutadas.

INDICADORES DE EFETIVIDADE

1. Relatório técnico contendo análise da restauração ecológica em cada área de estudo selecionada baseada na classificação de séries temporais de imagens de satélite e de fotografias aéreas obtidas por VANT e a nível de campo e também com base em entrevistas junto a produtores rurais de pequeno, médio e grande porte.
2. Cálculo do indicador de qualidade da paisagem (IQP) em cada área de estudo. Esse índice será determinado com base na metodologia adaptada de Vilela et al. (2011), a qual considera, no cálculo, os componentes físicos (declividade, hipsometria e compartimentos geomorfológicos), biológicos (fitofisionomia e fauna) e antrópicos (formas de uso e ocupação do solo).

REPLICABILIDADE

A abordagem metodológica proposta aqui para monitorar a restauração ecológica é inteiramente reproduzível em outras situações e/ou localidades, desde que a base de dados seja a mesma. Essa base de dados deve ser composta pelas séries temporais de imagens dos satélites CBERS-4 e Sentinel-2, fotografias digitais obtidas com VANTs e com câmeras digitais RGB convencionais.

PÚBLICO-ALVO E/OU PARTES ENVOLVIDAS

1. Produtores rurais de pequeno, médio e grande porte.
2. População rural e urbana, mais especificamente, na abertura de frentes de trabalho para atuar nos Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRADs).
3. Gestores públicos, os quais podem utilizar os resultados deste projeto como subsídios no auxílio do planejamento e desenvolvimento da região.
4. População em geral, por meio da garantia de manutenção de serviços ambientais e novas perspectivas de desenvolvimento econômico ambientalmente sustentável e duradouro.

ATIVIDADE 2. Suporte aos tomadores de decisão: modelos hidrológicos e simulação de uso e ocupação de solo para a restauração de bacias hidrográficas

Os modelos hidrológicos são ferramentas computacionais que simulam o comportamento de uma bacia hidrográfica sob diversas condições, possibilitando o entendimento e a previsão de fenômenos hidrológicos e facilitando estudos de planejamento.

Dentre os principais usos dos modelos hidrológicos, destaca-se a simulação da situação real da bacia hidrográfica em um dado momento e de cenários alternativos de uso e ocupação do solo. Esses cenários podem ser elaborados por meio de: (1) análise da evolução natural do uso e ocupação do solo; (2) aplicação de leis e outros instrumentos jurídicos que disciplinam o uso e ocupação do solo; ou (3) uso de recomendações presentes em literatura técnica.

Os resultados dessas simulações, por sua vez, permitem aos tomadores de decisão avaliar os prováveis efeitos no comportamento das vazões (PEREIRA et al., 2016; HERNANDES; SCARPARE; SEABRA, 2018; TAFFARELLO et al., 2018) e dos sedimentos produzidos (MONTEIRO et al., 2016; MACHADO; LOPES; RIBEIRO, 2018) na bacia hidrográfica em estudo. Dessa forma, por meio da modelagem hidrológica, pode-se obter informações sobre a efetividade de um cenário antes que ele seja implantado na bacia real, facilitando a comparação entre diferentes ações e reduzindo custos de implantação.

Portanto, a presente atividade visa construir um modelo hidrológico para cada bacia representativa, de modo a simular a relação entre os diversos componentes do ciclo hidrológico, e propor cenários de uso e ocupação do solo baseados em recomendações presentes em legislações e literatura técnica, avaliando seus efeitos no comportamento das vazões e sedimentos produzidos visando aumentar a segurança hídrica.

OBJETIVOS

O objetivo da presente atividade é estimar os efeitos nas vazões e sedimentos produzidos em cada bacia representativa decorrente da implantação de cenários de uso e ocupação do solo que adotem medidas de reflorestamento e conservação de seus recursos naturais.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Elaborar modelo hidrológico calibrado e validado de cada uma das sete bacias representativas de forma a representar adequadamente a vazão e a produção de sedimentos;
2. Propor, para cada bacia em estudo, dois cenários de uso e ocupação do solo que adotem diferentes níveis de medidas de restauração e conservação de seus recursos naturais;
3. Avaliar os efeitos decorrentes da implantação desses cenários em cada bacia representativa;

4. Oferecer suporte técnico e embasamento teórico aos órgãos públicos no planejamento do uso e da ocupação do solo quanto ao gerenciamento dos recursos hídricos.

METODOLOGIA

A modelagem de vazão e de sedimentos das bacias representativas serão executadas no modelo *Soil and Water Assessment Tool* (SWAT) (NEITSCH et al., 2009). O modelo SWAT caracteriza-se por ser um modelo hidrológico gratuito, semidistribuído e de longo período que, em razão de sua robustez, é utilizado por profissionais da área de recursos hídricos para análise de vazões (ABBASPOUR et al., 2015) e de sedimentos (MACHADO; LOPES; RIBEIRO, 2018).

A primeira etapa consistirá na elaboração de uma Base de Dados Georreferenciada (BDG) no sistema de coordenadas UTM SIRGAS 2000 (IBGE, 2005) com os dados secundários necessários para a elaboração do modelo SWAT em cada bacia representativa. Estes dados consistem em: (1) dados climáticos, correspondendo às séries de precipitação, temperatura, velocidade de vento, umidade relativa e radiação solar global; (2) dados de uso e ocupação de solo, informação que representa espacialmente as atividades da área de estudo; (3) pedologia, correspondendo aos dados espaciais e tabulares dos solos da bacia representativa; (4) hipsometria, representando a declividade do terreno; (5) informações de uso dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos; e, (6) dados de vazões e de produção de sedimentos observados em postos fluviométricos.

A segunda etapa será a construção do modelo SWAT na interface QSWAT, interface do modelo no *software* QGIS Versão 3.16 (HUGENTOBLE, 2008). Segundo Angelini Sobrinha (2016), o QGIS compreende a um Sistema de Informações Geográficas (SIG) gratuito e de código aberto que suporta formatos vetoriais, matriciais e de base de dados e que possui um conjunto de algoritmos que fornecem ferramentas robustas para análise espacial e tratamento da informação geográfica.

Em seguida, a terceira etapa compreenderá a calibração, validação e análise de incertezas para a atual condição de uso e ocupação de solo na versão gratuita do *software* SWAT-CUP (ABBASPOUR, 2012), conforme os protocolos recomendados em literatura técnica (ARNOLD et al., 2012, 2015; ABBASPOUR et al., 2015; ABBASPOUR; VAGHEFI; SRINIVASAN, 2017). Frisa-se que, caso não haja disponibilidade de séries históricas de sedimentos longas o suficiente para este procedimento, estas serão estimadas por meio de: (1) revisão bibliográfica; e, (2) dados de satélite (PEREIRA et al., 2019).

Posteriormente, na quarta etapa, as vazões média, máxima, mínima e de referência de cada bacia representativa serão calculadas. As vazões de referência consistem nas vazões utilizadas pelos

órgãos ambientais para conferir a outorga de direito de uso de recursos hídricos, sendo as mais usuais a $Q_{7,10}$, $Q_{90\%}$ e $Q_{95\%}$. A $Q_{7,10}$ consiste na menor vazão média de sete dias consecutivos, com período de retorno de 10 anos (ANA, 2001). A $Q_{90\%}$ e a $Q_{95\%}$, por sua vez, consistem na vazão determinada estatisticamente, para um certo período de observação num posto fluviométrico, correspondente a uma probabilidade de que naquela seção do curso d'água as vazões serão 90% e 95% do tempo maiores do que este valor (ANA, 2001).

A quinta etapa consistirá na elaboração de dois cenários de uso e ocupação do solo que adotem diferentes níveis de medidas de reflorestamento e conservação de seus recursos naturais para cada bacia representativa. Para a construção desses cenários, considerar-se-á as áreas protegidas previstas no Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012), legislações estaduais e recomendações técnicas presentes em literatura, sobretudo quanto à alocação espacial de novas áreas verdes (LEAL et al., 2019). Frisa-se que estes cenários serão discutidos com os demais pesquisadores da presente proposta, servindo de base para alinhar e concatenar o conhecimento da equipe multidisciplinar quanto à melhor proposta possível para cada bacia representativa.

A sexta etapa compreenderá a simulação dos cenários gerados (quinta etapa) no modelo SWAT calibrado e validado (terceira etapa), visando mensurar as alterações nas vazões máxima, média, mínima e de referência e na produção de sedimentos de cada bacia representativa.

A sétima etapa, por fim, compreenderá a elaboração de Relatório Técnico com descrição das atividades executadas.

METAS / PRODUTOS

METAS

1. Levantamento de dados secundários de cada bacia representativa
2. Elaboração do Modelo SWAT
3. Execução dos processos de Calibração, Validação e Análise de Incertezas do modelo SWAT
4. Cálculo das vazões média, máxima, mínima e de referência de cada bacia representativa
5. Elaboração de dois cenários de uso e ocupação do solo que adotem medidas de reflorestamento e conservação de seus recursos naturais para cada bacia representativa.
6. Simulação e análise dos cenários alternativos de uso e ocupação do solo

PRODUTOS

1. BDG contendo os dados secundários para cada bacia representativa;
2. Modelo SWAT para cada bacia representativa

3. Modelo SWAT calibrado, validado e com análise de incertezas realizada para cada bacia
4. Base de dados com os valores de vazões média, máxima, mínima e de referência de cada bacia
5. Mapa de uso e ocupação do solo para cada cenário proposto em cada bacia
6. Dados de estimativas das alterações no comportamento das vazões e dos sedimentos produzidos nas bacias representativas em decorrência da implantação dos cenários alternativos de uso e ocupação do solo;

INDICADORES DE EFETIVIDADE

1. BDG contendo os dados secundários de cada bacia representativa com os dados em UTM SIRGAS 2000;
2. Modelo SWAT construído e simulando sem erros para cada bacia representativa;
3. Modelo SWAT de cada bacia representativa calibrado, validado e com análise de incerteza segundo os protocolos recomendados em literatura técnica para cada bacia representativa;
4. Planilha eletrônica contendo os dados de vazões média, máxima, mínima e de referência de cada bacia representativa;
5. Mapas dos dois cenários de uso e ocupação do solo que adotem medidas de reflorestamento e conservação de seus recursos naturais para cada bacia representativa em formato de mapa eletrônico e digital;
6. Planilha eletrônica contendo as estimativas de alterações no comportamento das vazões e dos sedimentos produzidos em decorrência da implantação dos cenários alternativos de uso e ocupação do solo para cada bacia representativa;

REPLICABILIDADE

A replicabilidade da metodologia proposta é alta considerando que os procedimentos de elaboração da base de dados georreferenciada, do modelo SWAT e dos cenários de uso e ocupação do solo podem ser aplicados em áreas distintas. Além disso, as metodologias aplicadas aqui poderão ser a base para a construção de um manual técnico.

PÚBLICO ALVO E/OU PARTES ENVOLVIDAS

- Habitantes das bacias representativas simuladas;
- Poder Público em diferentes esferas;
- Comunidade acadêmica e científica;
- Órgãos públicos ligados à temática ambiental e hidrológica.

4.2. Eixo temático II: Restauração Ecológica de APPs

ATIVIDADE 3. Restauração ecológica de nascentes e restauração ecológica integrada aos sistemas produtivos, baseada no serviço ambiental prestado pelo gado através do pastejo, minimizando a competição entre o componente forrageiro e arbóreo

A restauração ou recomposição da vegetação ripária seja ela florestal ou não gera diversos benefícios aos produtores rurais e toda sociedade. Ao restaurar ecossistemas degradados e prevenir a ocorrência de erosão e do assoreamento nos corpos hídricos, o produtor rural terá uma propriedade produtora de água, manterá os solos mais férteis, favorecerá a polinização e o controle natural de pragas. Além disso, com as matas ciliares recuperadas poderá ter uma atividade econômica do setor de ecoturismo. Assim, a restauração também poderá produzir impactos positivos na renda e na geração de mais empregos para região.

Por outro lado, a integração da restauração ecológica aos sistemas produtivos sustentáveis é fundamental para a conservação dos recursos naturais. Esta integração visa diversificar o sistema produtivo, aumentando direta ou indiretamente a sua produtividade, dando condições para a melhoria dos serviços ambientais e retorno financeiro para a propriedade. Um dos grandes desafios da restauração ecológica está em despertar o interesse do produtor em promover a manutenção e conservação das áreas naturais, e de conduzir o manejo agrícola adequado nas áreas de recarga. No caso das áreas de proteção ambiental, é necessário isolar as áreas protegidas e realizar o manejo das espécies exóticas susceptíveis ao fogo, o que incorre em altos custos de manutenção, sem o retorno financeiro direto do investimento. Por sua vez, em relação às áreas de recarga, a falta de conhecimento do produtor de tecnologias ambientalmente sustentáveis e economicamente rentáveis é apontada como a principal causa da manutenção do cenário negativo na conservação dos mananciais de água (Albuquerque et al., 2010). Em busca de soluções para a situação, desde 2016 a Embrapa Cerrados e parceiros vem estudando formas de manejo para promover a integração das áreas de restaurações ecológicas aos sistemas produtivos, de modo que o processo de restauração resulte em renda para o produtor. No Brasil, os desafios maiores para a restauração ecológica são: 1) o controle de gramíneas exóticas agressivas e de incêndios, 2) o estímulo à regeneração natural em áreas com baixa resiliência e 3) o controle de bovinos nas áreas em recuperação. Em muitas situações, é necessário o isolamento das áreas com cercas, que incorre em altos custos. Em busca de uma alternativa para esses desafios, a hipótese é que a presença de bovinos (zebus ou mestiços) sob pastejo nessas áreas, em baixa taxa de lotação, promova o controle da biomassa de gramíneas, diminuindo a probabilidade de ocorrência

de fogo e facilitando o crescimento das mudas de espécies nativas, favorecendo assim a regeneração natural. Esta proposta é inovadora porque possibilitará a mudança de paradigma ao se usar o serviço ambiental gerado pelo gado. Cabe ressaltar que a utilização de bovinos para controlar gramíneas invasoras em experimentos de restauração ecológica ainda é pouco estudada (Albuquerque et al., 2020). Nesse contexto, a integração das áreas em processo de restauração e dos sistemas produtivos empregando a pecuária, pode promover a retroalimentação desses sistemas e propiciar o retorno ou melhoria dos serviços ambientais.

Além disso, é importante destacar que esta proposta é inovadora ao integrar conceitos de restauração ecológica como aliada no processo de revitalização das bacias hidrográficas. Por um lado, está a restauração de nascentes que proporcionará a volta de funções importantes desempenhadas pela vegetação nativa, entre elas aumentar a disponibilidade de água na bacia hidrográfica. Por outro lado, ao se considerar a possibilidade da integração da restauração ecológica aos sistemas de produção sustentáveis que podem auxiliar o produtor a viabilizar economicamente a adequação ambiental da propriedade rural. É ainda relevante por fornecer dados que possibilitarão a mudança de paradigma ao se usar a pecuária como aliada da restauração ecológica no sistema Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF), aqui tipificado como Integração Restauração Ecológica a Pecuária (IRPE). Espera-se que a presença de bovinos zebus e/ou mestiços pastejando nessas áreas, em baixa taxa de lotação, promova o controle da biomassa de gramíneas e auxilie na recuperação da pastagem, com isso haja a facilitação do desenvolvimento das mudas de espécies nativas, bem como favoreça a regeneração natural e diminua a probabilidade de ocorrência de incêndios, assim como os gastos com aceiros e roçagem. Neste sistema IRPE, as gramíneas, sob manejo adequado dos bovinos, são fundamentais para não deixarem o solo nu e controlarem o processo erosivo dessas áreas em processo de recuperação. Esta abordagem poderá fornecer uma importante ferramenta metodológica às propriedades que precisam se adequar à legislação ambiental e/ou aquelas propriedades que querem expandir esta recomendação técnica para introduzir ou manter o componente florestal utilizando os serviços ambientais prestados pelos bovinos no controle da biomassa de gramíneas.

A restauração Ecológica tem como princípios iniciar ou acelerar a recuperação de um ecossistema em relação a sua saúde, integridade e sustentabilidade. Por isso ela é a grande aliada no processo de revitalização das bacias hidrográficas. No entanto, a sua capacidade de sustentabilidade só será possível se levarmos em conta o componente humano, os aspectos culturais de cada público alvo. Para tal será feita primeiramente uma análise perceptiva do público alvo/comunidade, para que seja possível a sua sensibilização para a adoção e implantação de sistemas Integrados de Restauração Ecológica considerando o tipo de uso dos recursos naturais em cada propriedade/região. Neste

contexto. esta atividade necessita das ações a serem desenvolvidas pelo componente de Educação Ambiental. Estas ações em conjunto proporcionarão a conscientização da comunidade envolvida para que ela perceba que a preservação e conservação (com uso sustentável) das bacias hidrográficas lhes garantirá a abundância quali-quantitativa dos recursos naturais e consequentemente lhe possibilitará a sustentabilidade ao longo do tempo.

OBJETIVOS

Promover a integração das áreas em processo de restauração com as áreas produtivas, no bioma Cerrado, a fim de contribuir para a sustentabilidade ambiental, econômica e social dentro do processo de revitalização da bacia hidrográfica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Promover a restauração ecológica de nascentes, com espécies nativas, como subsídios para a revitalização e conservação de microbacias hidrográficas nas bacias do Araguaia-Tocantins (MT), do Descoberto e Corumbá (DF);
- Adotar metodologia para seleção de espécies com base em seu potencial de restaurabilidade e uso das espécies nativas do Cerrado.
- Promover a adoção e implantação de sistemas Integrados de Restauração Ecológica com os sistemas produtivos, utilizando espécies nativas do Cerrado e a pecuária (em manejo adequado) como ferramenta na restauração ecológica para minimizar a competição entre o componente forrageiro e arbóreo e a ocorrência de incêndios, visando à diversificação da paisagem bem como a adequação ambiental da propriedade rural;
- Avaliar os efeitos da integração da restauração ecológica com a pecuária no bioma Cerrado;
- Sistematizar a metodologia para estabelecimento das bases produtivas sustentáveis com vistas à restauração ecológica integrada à produção.

MÉTODOS

Restauração ecológica de nascentes como subsídio para a conservação de microbacias hidrográficas nas bacias do Araguaia-Tocantins (MT), do Descoberto e Corumbá (DF)

Para realizar a restauração ecológica das nascentes será feito um diagnóstico ambiental, através de visitas técnicas nas propriedades para caracterizar o estado de degradação de cada nascente. Selecionaremos nove nascentes em propriedades rurais, localizadas no entorno das bacias hidrográficas. Após, serão feitas amostragem da vegetação nativa próxima das áreas para verificar

quais espécies fazem parte da florística da região. Como critério de inclusão para a restauração serão incluídas no plantio mudas de espécies nativas com características ecológicas importantes para a restauração e potencial de uso econômico.

A depender de cada propriedade poderá ser realizados métodos de restauração passiva (acompanhamento e condução da regeneração natural), ou métodos ativos como plantio parcial, ou total de mudas nativas. As áreas serão cercadas e após o plantio das mudas, serão realizados acompanhamentos da restauração durante todo o período do projeto, para poder verificar a sanidade das mudas.

Restaurar as nascentes proporcionará a volta de funções importantes desempenhadas pela vegetação nativa, como conectar paisagens, atrair espécies da fauna, aumentar a qualidade do solo evitando erosões, reduzirá o assoreamento nos rios, contribuirá para uma maior infiltração de água no solo abastecendo o lençol freático, assim como maior disponibilidade de água na bacia hidrográfica.

Adoção de metodologia para seleção de espécies com base em seu potencial de restaurabilidade e uso das espécies nativas do Cerrado.

Tradicionalmente a escolha das espécies para a restauração baseia-se em características ecológicas: capacidade de atrair fauna, arquitetura da planta e categoria sucessional. Atualmente a tendência é combinar critérios ecológicos, sociais e técnicos. Nesse cenário, Albuquerque *et al* (2019) propõem analisar o potencial de restaurabilidade e uso (PRU) das espécies nativas de mata ripária, com a finalidade de ter critérios ecológicos de maior importância para a restauração, como também associá-lo aos usos múltiplos das espécies. O potencial de restaurabilidade e uso (PRU) agrega as informações do potencial ecológico (PE) para a restauração e do potencial de uso (PU) das espécies. O potencial ecológico (PE) baseia-se nos critérios: categoria sucessional, tipo de fruto, capacidade de atração de fauna e área de projeção de copa. O potencial de restaurabilidade e uso (PRU) surge como uma alternativa eficiente para selecionar espécies para o processo de restauração ecológica. O PRU agrega valor as espécies utilizadas na restauração ecológica, uma vez que, pode fornecer alternativas de ganhos econômicos para produtor associada a melhoria no processo de restauração ecológica.

Caracterização da vegetação e das espécies nas áreas de estudo

Será feita a caracterização da vegetação com o levantamento florístico das espécies nativas das áreas de estudo. Após a identificação das espécies será feito a caracterização ecológica das espécies de acordo com metodologia de Albuquerque *et al.* (2019).

Promoção da adoção de sistemas Integrados de Restauração Ecológica (IRPE) à Pecuária para a implantação e condução de unidades demonstrativas de IRPE em áreas sob influência de APPs e RL nas bacias do Descoberto e/ou Corumbá (DF).

A participação dos produtores rurais neste processo é de fundamental importância para o sucesso das ações de todo o projeto. Neste contexto serão feitas reuniões com apresentação da proposta e resultados preliminares do uso e ocupação do solo para que juntos possamos implementar ações que beneficiem o desenvolvimento sustentável da região. Desta forma se faz necessário o estabelecimento de parceria para a viabilizar a restauração ecológica integrada à produção no bioma Cerrado.

A sensibilização e o envolvimento de produtores e técnicos se darão a partir de uma série de eventos. Iniciando-se pela capacitação técnica, em seguida, por uma visita técnica ao experimento implantado (2017) no Centro de Tecnologias para Raças Zebuínas Leiteiras (CTZL), Gama (DF) e mais duas visitas técnicas ao longo do projeto e finalmente, duas rodas de conversa visando, por meio do intercâmbio entre os atores envolvidos, a construção de conhecimentos e formação de multiplicadores. Considerando a importância do protagonismo dos produtores, pretende-se como resultado das atividades desenvolvidas a multiplicação de atores e replicação de técnicas. Os participantes serão mobilizados pelas entidades representativas de produtores, assim como, pretende-se envolver técnicos e agentes da Emater, do Ministério Público Federal do DF, Adasa e Organizações da Sociedade Civil atuantes nas áreas onde estarão inseridas as unidades demonstrativas. Será estabelecida parceria com a Associação dos Produtores da bacia do Descoberto- Pró-Descoberto, previamente contatada, e demais órgãos e entidades atuantes na região, para que sejam mobilizados participantes para uma capacitação técnica de oito horas, onde serão apresentados os fundamentos técnico-científicos da Integração da Restauração. Será empregada linguagem e dinâmicas adequadas aos produtores, de forma a se obter o máximo aproveitamento na oferta dos conteúdos. Complementando a capacitação, os participantes farão uma visita técnica de quatro horas ao experimento instalado no CTZL que se constituirá em uma das unidades demonstrativas propostas. Pretende-se ao final dos dois eventos que pelo menos dois produtores estejam sensibilizados para a implantação em suas propriedades. Ao fim de 12 meses será realizada a primeira Roda de Conversa com público alvo formado por produtores, técnicos e agentes envolvidos no desenvolvimento dos experimentos, assim como, pesquisadores das demais instituições de pesquisa, ensino e extensão parceiras. A troca de saberes baseada em roteiro pré-estabelecido conduzido por mediador, com duração de quatro horas permitirá a construção de um relatório colaborativo norteador para a

continuidade do projeto. Aos 24 meses de projeto será realizada uma segunda visita técnica de quatro horas, visando um acompanhamento do desenvolvimento dos experimentos implantados na bacia do Descoberto, seguida por outra de mesma carga horária, a ser realizada aos 36 meses de implantação. Uma segunda Roda de conversa acontecerá aos 48 meses de projeto para nivelamento e avaliação pelos envolvidos e demais convidados dos resultados obtidos até então, gerando um relatório de avaliação colaborativo baseado na troca de saberes ocorrida no evento, utilizando-se mais uma vez um roteiro adaptado e mediação. Neste caso, serão necessárias oito horas divididas em dois turnos.

Esta atividade propõe a implantação e condução de pelo menos três unidades demonstrativas nas bacias do Descoberto e/ou Corumbá, DF, tendo também a possibilidade de ser implantada mais duas unidades demonstrativas na bacia do Tocantins-Araguaia (MT). A partir da escolha das propriedades que irão aderir à implantação das unidades demonstrativas de integração restauração ecológica a pecuária (IRPE), estas serão instaladas em três propriedades rurais representativas (quanto a tipo de solo, perfil de produtor e manejo), cada uma com dois tratamentos com plantios de mudas de espécies nativas e três repetições: T1-com bovinos jovens (12 a 18 meses) e T2-sem bovinos. O manejo adequado dos bovinos será feito em baixa taxa de pastejo, com uso de animais com menor peso vivo (450 kg/ha), pastejo da área por controle de altura de pastagem (entrada com 30 cm, saída com 15 cm).

Avaliação, em 5 anos, dos efeitos da integração da área de restauração ecológica com a pecuária (na sobrevivência e crescimento das mudas de espécies nativas, na regeneração natural, na biomassa de gramíneas no solo, na qualidade do solo e escoamento superficial e no desempenho animal).

Neste sistema adaptou-se técnicas de restauração ecológica, baseadas no manejo da gramínea exótica agressiva com bovinos, visando acelerar o processo de restauração. O gado pode ser utilizado, nos primeiros anos da restauração, como ferramenta para controlar a biomassa de gramíneas e reduzir a competição entre as gramíneas e as espécies nativas, possibilitando o melhor desenvolvimento das mudas. Como tem sido observado no experimento instalado (2 ha), em 2017, no Centro de Tecnologia para Raças Zebuínas Leiteiras (CTZL), Gama, DF. Para tal têm sido monitorados os efeitos do pastejo, por exemplo, na biomassa de gramíneas forrageiras, nas mudas de espécies nativas, na regeneração da vegetação nativa, qualidade e conservação do solo, e ainda no desempenho animal, como se propõe ser feito nestas unidades demonstrativas a serem avaliadas nesta atividade.

Monitoramento do desenvolvimento das espécies nativas e da biomassa de gramíneas

Nesta parte será avaliado o desempenho das espécies nativas em áreas em restauração por meio da avaliação do percentual de sobrevivência e da taxa de crescimento em altura e diâmetro das plantas de espécies nativas, assim como dos fatores que podem afetar o seu desenvolvimento no sistema de Integração Restauração Ecológica a Pecuária (IRPE). Estas variáveis serão monitoradas nos primeiros seis meses e depois anualmente.

As variáveis analisadas nos dois tratamentos serão herbivoria foliar e caular, assim como o número de ramos quebrados da planta. Com essas avaliações serão calculadas a frequência de ocorrência da herbivoria nas partes da planta (ápice, caule ou folhas), bem como o tipo de herbivoria (mastigação ou corte). Também será observada a resposta da planta à herbivoria, que é a sua capacidade de rebrota ou não. Para cada espécie, dos dois tratamentos, será calculada a razão entre a frequência e a intensidade de ocorrência de cada um destes fatores que podem afetar o desenvolvimento. A periodicidade do monitoramento deste experimento é anual. Para se analisar os fatores que podem influenciar na sobrevivência será utilizada a *Análise de Cluster* para a definição dos agrupamentos de espécies de cada tratamento (T1 e T2), em função das similaridades observadas no comportamento da variável escolhida: sobrevivência total (percentual) e fatores que afetam a sobrevivência. Para se avaliar o crescimento anual a partir da altura e do diâmetro de cada muda será considerado todas as variações, tanto aumento como diminuição da altura e diâmetro dos indivíduos, desta forma serão encontradas as taxas de crescimento para cada espécie por tratamento, para tal se utilizará o modelo de regressão linear ($Y = a + b.x$), onde: y = variável dependente; a = intercepto; b = coeficiente angular; x = variável independente (representada em dias). A partir destes dados será obtida a taxa de crescimento por meio da análise não paramétrica de *Kruskal-Wallis*, todas as análises serão feitas no programa R 3.5.2 (R Core Team 2018). As regressões serão validadas via Teste T e coeficiente de validação (R^2).

Simultaneamente, além da avaliação das mudas plantadas, será contabilizada a cobertura dos regenerantes dentro dos tratamentos. Na diagonal de cada parcela serão considerados aqueles indivíduos provenientes da regeneração natural maiores que 30 cm, os quais serão contados e mensurados a sua altura. Esses indivíduos são advindos da atuação dos processos ecológicos na dinâmica florestal, como a dispersão e chuva de sementes, composição e germinação do banco de sementes e recrutamento de indivíduos da população (Bellotto et al., 2009). O monitoramento dos regenerantes será realizado logo após implantação do experimento de restauração e no final do segundo ano.

A fim de avaliar a intensidade do pastoreio dos bovinos no controle das gramíneas, a sua biomassa será avaliada desde a implantação do experimento, sendo mensurada no início e final das

estações secas e chuvosas nos dois tratamentos T1- sem pastoreio e T2- com pastoreio. As coletas (aleatórias) serão feitas em cinco pontos por parcela com o auxílio de um quadrado de PVC de 0,25 m². Primeiramente, mede-se a altura das gramíneas, em seguida a biomassa é coletada e pesada. As amostras são levadas para o laboratório e secas a 65°C por 72 horas, onde serão pesadas para determinação do peso seco. O peso seco será extrapolado para área de um hectare onde será comparado entre os tratamentos em cada período de coleta. Os dados serão submetidos à análise descritiva para se calcular a taxa de pastoreio das gramíneas.

Paralelamente a este monitoramento tradicional será feito também o monitoramento da vegetação com o uso de sensoriamento remoto e SIG. O monitoramento das ações de restauração é primordial para aferir, com precisão, a efetividade das ações de intervenção no tempo e no espaço. Neste projeto serão monitoradas as áreas de estudo e áreas adjacentes, empregando técnicas de sensoriamento remoto e SIG com apoio de campo, conforme metodologia já consolidada. O monitoramento será efetuado no início do projeto (tempo zero) e ao final do projeto comparando-se: a) metodologias empregadas no processo de restauração, b) desenvolvimento da cobertura vegetal nas áreas de estudo e o desenvolvimento da vegetação em áreas adjacentes não submetidas às ações de restauração empregadas no projeto.

Avaliação do efeito do pisoteio pelo gado na qualidade e conservação do solo em áreas em processo de restauração ecológica com espécies nativas do Cerrado

O efeito do pisoteio nas áreas de restauração ecológica será avaliado por meio da avaliação de atributos físicos (densidade aparente e porosidade) e químicos – Fertilidade (macronutrientes e matéria orgânica), que seguirão metodologias descritas no Manual de Métodos de Análises de Solos da Embrapa – (Teixeira et. al., 2017) na camada superficial do solo (0 a 5 e 5 a 10 cm), onde se espera maior efeito do pisoteio proporcionado pelo gado. Serão verificados o grau de compactação dos solos, utilizando testes de resistência do solo à penetração com o Penetrômetro de Impacto (Baesso et al., 2020). Espera-se que prováveis alterações físicas nas camadas superficiais do solo, como adensamento e redução de porosidade e grau de compactação afetem não apenas o crescimento radicular, mas também a infiltração.

Avaliação do efeito do pisoteio na qualidade do escoamento superficial da área em restauração ecológica com espécies nativas do Cerrado

Para avaliar a qualidade da água do escoamento oriundo de precipitação, nos tratamentos com pastoreio e sem pastoreio, serão instaladas calhas coletoras, logo abaixo das duas áreas. Por tratar-se

de um terreno com alguma declividade espera-se que o escoamento ocorra em períodos de chuva. O comprimento de cada calha será de 3 metros, com bordas laterais fixadas ao solo, para captar o escoamento superficial proveniente das parcelas experimentais. Para a coleta de água do escoamento superficial será aberta pequena trincheira, em frente à calha, com dimensões e profundidade suficientes para comportar um recipiente com capacidade de armazenamento de 20,0 L, acoplado à calha coletora. A avaliação da qualidade da água superficial nos diferentes tratamentos se dará por coleta realizada após eventos de chuva e as amostras serão levadas para análise laboratorial e determinação das variáveis turbidez, pH, dureza, temperatura, oxigênio dissolvido, salinidade, além de ânions e cátions, provenientes da presença do gado. Em alguns casos poderá ocorrer a determinação da presença de coliformes totais e termotolerantes, desde que haja a coleta no momento da chuva de modo a evitar o armazenamento e a contaminação da amostra.

Quantificação do desempenho ponderal e fisiológico de animais nos experimentos e integração da restauração ecológica à Pecuária (IRPE).

O desempenho animal será avaliado de forma descritiva e exploratória abordando os aspectos sobre o ganho de peso médio diário dos animais nessa área, assim como a caracterização dos animais, quanto a peso inicial, final, idade e grupo genético. Além dos períodos de pastoreio, será avaliado a taxa de lotação e descanso da área. O efeito do pastoreio de bovinos em experimentos de restauração implantados por meio de mudas em 2011 e 2016-2017 (projeto Aquariparia - Pró-águas/FAP-DF), terá sua continuidade neste projeto, o desempenho dos bovinos girolando jovens (12 a 18 meses, uma unidade amostral por hectare em sistema rotacionado de acordo com disponibilidade de massa de forragem), será aferido por meio de pesagens dos animais em balança eletrônica após jejum de 12 horas, antes e após entrarem na área. A hipótese é que a presença do bovino não traz prejuízos significativos à restauração e ainda pode resultar em um razoável desempenho individual dos animais semelhante aos relatados pela literatura nas condições do bioma Cerrado. Os parâmetros fisiológicos como temperatura superficial e escore de ofegação serão mensurados de manhã e à tarde duas vezes em cada estação nos animais da área de restauração e em animais controle a pleno sol. A temperatura superficial da pele será aferida com um termômetro de infravermelho em três pontos do corpo do animal no ambiente em que se encontram sem necessidade de contenção. O escore de ofegação será obtido de acordo com Mader et al (2006) numa escala de zero a quatro, onde zero representa o animal com respiração normal, “1” levemente aumentada, “2” ofegação moderada, presença de baba e pequena quantidade de saliva, “3” saliva presente, ofegação forte e boca aberta, e “4” ofegação severa com boca aberta, salivação excessiva, protusão lingual e pescoço estendido. Caso não seja observado

estes sintomas, a avaliação ocorrerá por contagem dos movimentos do flanco. A temperatura superficial será medida por meio de um termômetro infravermelho digital, a uma distância de aproximadamente 1,5 m do animal. Os dados serão analisados considerando o efeito fixo do ambiente, da estação, do período do dia (manhã e tarde), em que os animais serão a repetição. As médias serão comparadas a um nível de significância do erro de 5%.

Determinação de custo dos serviços ambientais associados à integração restauração à pecuária

O objetivo é desenvolver um método de valoração do serviço ambiental proporcionado pelo gado bovino na restauração de áreas degradadas. Ribeiro (2009) revisa os métodos de valoração baseadas no estabelecimento de um mercado. Angelo (2010) faz um profundo debate sobre a determinação do valor de não-uso. Por sua vez, Motta (2011) resume bem os métodos de valoração e precificação. Em todos os casos, a valoração passa pelo desenvolvimento de um método que leve em conta as externalidades econômicas (“internalizar” a diminuição do efeito estufa, biodiversidade da fauna e da flora, melhoria da qualidade do ar etc.). Alguns autores têm proposto modelos dinâmicos integrativos para incluir essas externalidades. Um exemplo é o trabalho de Winkler (2006), que integra ecossistema, sistema econômico e sociedade em um mesmo modelo de análise. Mais recentemente, Inwood et al. (2018) propõe novos *frameworks* para o levantamento da sustentabilidade de paisagens agrícolas.

A estratégia de análise que aqui se pretende adotar segue a mesma de SAAD (2015). O benefício do serviço ambiental será medido por meio do custo evitado de um cenário de intervenção (introdução do pastoreio) em relação a um cenário de referência (área degradada). Trabalhos como o de Macedo (2013), de Winkler (2006) e de Bastioanoni, Coscieme e Pulselli (2016) fizeram abordagem semelhante. Para elaborar estes cenários, serão desenvolvidos modelos dinâmicos integrativos a partir dos coeficientes técnicos obtidos nas outras atividades deste projeto. Serão incluídos os efeitos do pastoreio sobre as espécies nativas, a dinâmica de crescimento das gramíneas, os efeitos sobre o escoamento superficial, os efeitos sobre a fauna edáfica, o desempenho animal do gado bovino e os efeitos sobre a renda e gasto do produtor rural.

Entretanto, não se pretende desenvolver um modelo exaustivo, mas um modelo escalável. Um que servirá de base para futuras adições na medida em que mais dados estão disponíveis. Questões, por exemplo, de incidência de incêndios, de presença de agentes polinizadores e/ou dispersores de sementes poderão ser agregados aos modelos aqui propostos. Isto também pretende resolver o problema de estudos de longo-prazo que não podem ser realizados em um projeto de três anos. Coelho et al. (2021) estudaram 20 anos da experiência brasileira com pagamento de serviços ambientais

hídricos e confirmam a tendência de abordagens interdisciplinares e sistêmicas na valoração de serviços ambientais hídricos.

Análise estatística dos efeitos da integração da restauração ecológica com a pecuária

A análise estatística envolverá inicialmente uma abordagem descritiva (média, desvio padrão e coeficiente de variação), e em seguida a aplicação da análise de variância (ANOVA), juntamente com a verificação dos pressupostos de normalidade, homogeneidade da variância e independência dos resíduos, pois são necessários para sua validação dos resultados da ANOVA. Para a comparação estatística da média dos tratamentos será utilizado o teste de Tukey. Nos casos em que os pressupostos não forem atendidos será aplicado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Ainda poderão ser utilizadas técnicas de análises multivariadas. As análises serão realizadas no software R Core Team (2021), versão 4.0.5., com o pacote Vegan, e no software SAS (Statistical Analysis System Institute, Inc., 2000).

Sistematização da metodologia para estabelecimento das bases produtivas sustentáveis com vistas à restauração ecológica integrada à pecuária

A partir de todos os dados analisados será possível gerar uma orientação técnica (Metodologia Técnico- Científica) para estabelecimento das bases produtivas para restauração ecológica integrada à produção (IREP), com elaboração de uma cartilha para o produtor rural e multiplicadores.

METAS/ PRODUTOS/ RESULTADOS ESPERADOS

METAS

1. Desenvolver modelos replicáveis de recuperação de nascentes com plantio de espécies nativas nas bacias hidrográficas.
2. Adotar metodologia para seleção de espécies com base em seu potencial de restaurabilidade e uso das espécies nativas do Cerrado;
3. Sensibilizar a adoção e implantação de sistemas Integrados de Restauração Ecológica à Pecuária (em manejo adequado), em pelo três propriedades, nas bacias hidrográficas em estudo.
4. Avaliar, dentro de 5 anos, os efeitos da integração da área de restauração ecológica com a pecuária;

5. Descrever a orientação técnica para estabelecimento das bases produtivas para restauração ecológica integrada à pecuária (IREP);

PRODUTOS

1. Vídeo ilustrativo do modelo replicável de recuperação de nascentes com plantio de espécies nativas;
2. Criação de aplicativo com a metodologia para seleção de espécies nativas com base em seu potencial de restaurabilidade e uso das espécies;
3. Unidades demonstrativas com a IRPE implantadas em pelo menos três propriedades;
4. Um boletim técnico da integração da restauração ecológica à pecuária (IRPE);
5. Uma cartilha, destinada ao produtor rural e multiplicadores, elaborada com a metodologia de integração restauração ecológica à pecuária sistematizada.

RESULTADOS ESPERADOS

1. Recomendação técnico-científica de modelos replicáveis de recuperação de nascentes com plantio de espécies nativas nas bacias hidrográficas;
2. Metodologia para seleção de espécies com base em seu potencial de restaurabilidade e uso das espécies nativas do Cerrado adotada;
3. Unidades demonstrativas implantadas e a integração com o produtor rural e a comunidade do entorno estabelecidas;
4. Análise dos efeitos da integração da área de restauração ecológica com a pecuária;
5. Recomendação técnica fundamentada em princípios científicos para estabelecimento das bases produtivas para a restauração ecológica integrada à pecuária (IRPE)

INDICADORES DE EFETIVIDADE

1. Cálculo do indicador de qualidade da paisagem (IQP) em cada área de estudo, obtido por meio do **Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto das Bacias Hidrográficas em Restauração (Atividade 1)**;
2. Eficácia no reestabelecimento da vegetação nativa das nascentes nas unidades demonstrativas;
3. Efetividade na metodologia para seleção de espécies nativas com base em seu potencial de restaurabilidade e uso das espécies;
4. Sensibilização dos produtores com adoção e implantação de sistemas Integrados de Restauração Ecológica à Pecuária (IRPE), em suas propriedades;

5. Relatório técnico, em 5 anos, com avaliação da integração da restauração ecológica à pecuária (na sobrevivência e crescimento das mudas de espécies nativas, na regeneração natural, na biomassa de gramíneas no solo e na qualidade do escoamento superficial).;
6. Recomendação técnica descrita.

REPLICABILIDADE

Com o desenvolvimento desta proposta será possível desenvolver modelos replicáveis de recuperação de nascentes com plantio de espécies nativas nas bacias hidrográficas, bem como ao se integrar os resultados das ações elencadas será de extrema necessidade para o processo de revitalização das bacias hidrográficas do Bioma Cerrado, principalmente por usarmos o geoprocessamento e sensoriamento remoto para cruzarmos os dados, de sucesso obtidos nas diferentes unidades demonstrativas, com as condições ambientais necessárias para sua implantação e condução. Desta forma poderá ser possível analisar o potencial de replicabilidade das ações que possam gerar valor público as áreas de preservação e conservação das bacias hidrográficas, permitindo a sua sustentabilidade ao longo do tempo e garantindo a abundância quali-quantitativa dos recursos naturais, como preconizado no Programa Águas Brasileiras.

PÚBLICO -ALVO E PARTES ENVOLVIDAS

A tecnologia ou processo para restauração ecológica utilizando a pecuária poderá subsidiar no futuro, a definição de políticas públicas para que outros produtores, que necessitem controlar as gramíneas e facilitar a regeneração natural, tenham o acesso a uma tecnologia de produção agrícola ambientalmente sustentável, com o aumento da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos. O público-alvo são produtores rurais, técnicos agrícolas e ambientais, extensionistas rurais, consultores ambientais e agropecuários, assim como cooperativas e sindicatos rurais.

Por outro lado, ao se integrar os resultados das ações propostas será de extrema necessidade para o processo de revitalização das bacias hidrográficas, principalmente por usarmos o geoprocessamento e sensoriamento remoto para cruzarmos os dados de sucesso obtidos nas diferentes unidades demonstrativas com as condições ambientais necessárias para sua implantação e condução. Desta forma poderá ser possível analisar o potencial de replicabilidade das ações que possam gerar valor público as áreas de preservação e conservação das bacias hidrográficas, permitindo a sua sustentabilidade ao longo do tempo e garantindo a abundância quali-quantitativa dos recursos naturais, como preconizado no Programa Águas Brasileiras.

ATIVIDADE 4. *Restauração Ecológica Produtiva e Participativa em Nascentes e Riachos no Bioma Mata Atlântica*

É notório que vivemos uma emergência ambiental, esta emergência exigirá de todos nós uma mudança de conduta. O ritmo de conversão de áreas com vegetação natural é alarmante. Estima-se que entre os anos de 2000 e 2013 mais de 1,9 milhões de hectares de ambientes terrestre relativamente livres de distúrbios humanos se tornaram altamente modificados (Williams et al. 2020). No bioma Mata Atlântica, a situação de perda de áreas florestadas não é diferente. Devido as práticas de exploração madeireira, desenvolvimento agrícola e diversos ciclos econômicos (cana-de-açúcar, café), (ALMEIDA, 2016), a Mata Atlântica é marcada por intensa fragmentação (WWF, 2017), o que configura uma perda de quase 90% de sua cobertura vegetal original, restando cerca de 12% de remanescentes de habitat nativo (SOS Mata Atlântica, 2021). E esta fragmentação atinge vastas áreas de bacias hidrográficas pelo bioma, o que afeta sobremaneira nossa soberania hídrica e consequentemente nossa soberania alimentar.

Neste cenário de degradação e perda de serviços ecossistêmicos surge a Restauração Ecológica, como uma forma de mitigar o processo de fragmentação florestal e recuperar áreas naturais, a fim de reestabelecer as funções ecológicas e a estrutura do ecossistema (SER, 2004). A restauração de áreas degradadas requer, no entanto, a utilização de diferentes técnicas envolvendo conhecimentos multidisciplinares (Pacto pela Restauração da Mata Atlântica, 2009).

O momento atual é propício para pensarmos na revitalização das bacias hidrográficas em zonas rurais de municípios com relevantes contribuições para o abastecimento humano e uso na agricultura familiar, como as regiões de bacias hidrográficas aqui propostas. O que faz deste momento singular é que o período compreendido entre os anos de 2021 a 2030 foi declarado pela ONU (Organização das Nações Unidas) como a década da Restauração de Ecossistemas. Os principais objetivos da década de restauração de ecossistemas são ampliar a restauração de ecossistemas degradados e destruídos, controlar as mudanças climáticas, fornecer segurança alimentar, garantir o abastecimento hídrico e conter a perda da biodiversidade (YOUNG & SCHWARTS, 2019). E todos são chamados a se envolverem nesta iniciativa: poder público, academia, comunidades tradicionais/rurais, sociedade, terceiro setor e setor empresarial. Sendo a década então um apelo global que visa reunir, apoio político, pesquisa científica e força financeira para ampliar maciçamente a restauração de ecossistemas degradados (UNEP 2021), envolvimento este que iremos buscar com a apresentação de proposta ao chamamento realizado pelo Edital de Chamamento Público N. 02/2021 SNSH-MDR.

A presente proposta pretende fazer com a restauração ecológica de nascentes seja uma opção viável para o pequeno produtor, para que ele possa se engajar nesta mudança de conduta necessária em relação a proteção/restauração de nossas áreas naturais, em especial as áreas de preservação permanente como as nascentes. Esta viabilidade se torna realidade quanto a restauração ecológica é apoiada por políticas de pagamento por serviços ambientais (PSA) ou quando a área de restauração é partilhada nos dois a três primeiros anos com polí cultivos de espécies anuais, o que fará do pequeno agricultor um parceiro da ação, participando ativamente de todas as etapas do processo. Esta produção nas entrelinhas das áreas em processo de restauração se apresenta como uma fonte adicional de renda ao produtor rural bem como, auxílio ao baixo custo de manutenção das áreas em processo de restauração, o que converte um potencial passivo ambiental em uma fonte de renda alternativa em seus anos iniciais. Desse modo, ganha-se a natureza e as populações humanas com o retorno das funções e serviços ecossistêmicos estimulados pela trajetória da ação de restauração.

OBJETIVO

Restaurar quatro bacias/micro-bacias hidrográficas nos estados da Bahia, Espírito Santo, Paraná e Santa Catarina executando ações de restauração ecológica em pelo menos três propriedades rurais em cada uma das bacias.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Implantar ações de restauração ecológica em três propriedades rurais, de cada uma das quatro bacias/microbacias hidrográficas escolhidas pela presente proposta;
- Planejar e Executar a Restauração Produtiva nas 12 propriedades rurais atendidas nesta proposta;
- Treinamento de no mínimo 36 (três participantes por propriedade) agricultores que receberão ação de restauração em suas propriedades para realizar o monitoramento participativo para avaliar a efetividade do método de restauração implantado;
- Capacitar um mínimo de 400 (100 por bacia) proprietários rurais beneficiários diretos e indiretos das ações do projeto sobre a adequação ambiental da propriedade rural com apoio das associações rurais locais e seus parceiros;

MÉTODOS

A proposta metodológica da atividade aqui descrita é para ser realizada nas regiões possuidoras de alta densidade de nascentes em porções de bacias/microbacias no Bioma Mata

Atlântica caracterizadas em itens anteriores no projeto, a saber: Microbacia do Rio São Salvador (PR), Divisor de Águas da Serra da Jiboia (BA), trecho médio da bacia do Rio Santa Maria da Vitória (ES), microbacia do Lajeado São José (SC). Em cada bacia serão executadas as seguintes atividades:

Construção e Aplicação de uma Chave de Tomada de Decisão, sobre as técnicas de plantio a serem aplicadas em cada uma das bacias

O passo inicial da construção da Chave de Tomada de Decisão sobre as técnicas de restauração é dependente de um bom diagnóstico da paisagem. E o ponto de partida para um bom diagnóstico de paisagem é um mapeamento do uso e ocupação da terra que será produzido na Meta Caracterizar, em três meses, o uso e cobertura vegetal das áreas de estudo selecionadas com base em análise de imagens de satélite, da ATIVIDADE 1: Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, apresentada nesta proposta. A partir dos dados adquiridos do uso e ocupação de solo, com o intuito que compreendermos a quantidade e qualidade do habitat presente na bacia serão utilizadas as métricas de paisagem apresentadas no programa FRAGSTATS 4.0, desenvolvido por McGarrial e colaboradores (2014). Fragstats é um software livre onde uma de suas principais funções é calcular a estrutura da paisagem utilizando mais de 50 métricas da paisagem dentre elas: área do fragmento, densidade e borda dos fragmentos; forma; área nuclear; proximidade e isolamento, bem como grau de conectividade da paisagem. O fragstats por ser um programa de estatística espacial ele é capaz de quantificar a composição, configuração e conectividade dos objetos espaciais, possibilitando a quantificação das extensões e as distribuições espaciais dos fragmentos representados em imagens digitais.

Além do entendimento da paisagem em termos de remanescentes de habitats naturais em especial ao redor de nascentes, será necessária uma avaliação da expressão da renegeração natural da vegetação ao redor das nascentes em cada uma das três propriedades nas quatro bacias inseridas no bioma Mata Atlântica. Este estudo além de possibilitar a escolha adequada do método de restauração, auxiliará na indicação de espécies alvo para plantios, se necessários, a produção das mesmas será estimulada em viveiros locais como descrito em uma das atividades a seguir. Em qualquer ação de restauração ecológica, um ponto que deve ser dada toda a atenção é a escolha de espécies, e o conhecimento adequado do ecossistema de referência que perpassa pela avaliação da regeneração natural, permite escolhas mais assertivas em relação a realizada da vegetação local, muitas vezes em transformação (Caiafa et al. 2016). Para tal será produzido um levantamento florístico de todas as espécies arbóreas entre maiores que 0,80m de altura encontradas nas áreas com vegetação natural ao redor das nascentes a serem restauradas nesta proposta. Após a coleta do material botânico, o mesmo

será processado segundo Fidalgo & Bononi (1989) e depositado no Herbário da Universidade do Recôncavo da Bahia (HURB). A identificação taxonômica será procedida por meio de chaves de identificação, ajuda de especialistas, comparação com materiais do Herbário, sites de herbários online, e a nomenclatura será baseada no sistema proposto em APG IV (2016), segundo adaptação de Souza & Lorenzi (2016).

Após o cruzamento das informações do quantitativo de habitats irá se proceder a escolha da técnica utilizando como parâmetro toda a teoria dos limiares de extinção para Mata Atlântica (Martensen et al. 2008, Santos et al. 2008, Faria et al. 2009, Lopes et al. 2009). Assim, com base no acúmulo de conhecimento com estas leituras sugere-se as seguintes abordagens:

- 0 a 20 % de habitat na paisagem – Uso de técnicas de restauração ativa mais interventivas como o plantio total em linhas de mudas de espécies arbóreas nativas, mesmo que represente um custo maior na restauração;
- 20 a 40 % de habitat na paisagem – Relevante para o uso de técnicas de custo médio como a nucleação via implantação de núcleos de árvores;
- 40 a 60% de habitat na paisagem – Altamente relevante para o uso de técnicas de baixo custo com a condução da regeneração natural;
- >60% de habitat na paisagem - não será recomendada a área para o alvo do projeto pela sua alta resiliência não carecendo de intervenção.

Este estudo aliado aos resultados do levantamento da regeneração natural irão acurar a decisão sobre a entrada ou não da propriedade rural como beneficiária do projeto.

Implantação da ação de restauração ecológica

De acordo com o que será apresentado de resultado na Chave de Tomada de Decisão descrita acima, as propriedades rurais podem receber as seguintes técnicas de restauração detalhadas a seguir:

- Plantio Total: O plantio total é a técnica considerada mais custosa em termos financeiros e de tempo de serviço, dentre as três propostas. Trata-se de uma metodologia de restauração ativa, com uso plantio total de mudas em linhas. Serão utilizadas espécies arbóreas nativas da Mata Atlântica, com ocorrência confirmada para cada região de nascente. As mudas serão plantadas em linhas de grupos funcionais de diversidade e preenchimento, conforme metodologia abordada por Gandolfi e

Rodrigues (2007). Presume-se que as espécies de preenchimento (pioneiras e secundárias iniciais), com altas taxas de crescimento, baixa densidade da madeira e intolerância a sombra (Finegan 1996; Reich et al. 2008), forneçam condições mais adequadas dos solos e sombreamento para o crescimento das espécies de diversidade (secundárias tardias e clímax) (Kageyama e Castro 1989; Piotto et al. 2020), que apresentam características de final de sucessão, tolerantes a sombra e crescimento lento (Reich 2014).

- **Nucleação:** A técnica tem como base o modelo de plantio de mudas adensadas em grupos espaçados denominados quadrados de Anderson no qual os núcleos são formados por cinco mudas plantadas, dessa forma colocava-se no centro do núcleo uma espécie do grupo funcional de diversidade, que são espécies de crescimento lento e tolerantes a sombra e quatro mudas nas pontas com crescimento mais rápido, do grupo funcional de preenchimento. Serão implantados núcleos apresentando distância de 10m entre os núcleos e as linhas de plantio arranjados em triangulações e as mudas apresentaram espaçamento de 1m entre si. Cada núcleo receberá manutenção (coroamento e limpeza) em cerca de seis meses após a instalação da técnica. Os núcleos com as espécies nativas favorecem sombreamento do solo, reduz o crescimento de gramíneas exóticas invasoras, proporcionado assim a chegada da biodiversidade circundante (BIERAS et al., 2015).
- **Condução da Regeneração Natural:** Essa técnica é considerada a segunda mais econômica em termos custo e tempo, e busca criar condições para estimular a regeneração natural, principalmente na redução da mato-competição. As gramíneas exóticas invasoras representam uma grande ameaça para áreas em restauração, pois aumenta a mortalidade e inibe o crescimento das plântulas que surgem com o processo de regeneração natural ou mudas plantadas (SILVEIRA et al., 2013; BARBOSA et al., 2018). Por meio da técnica serão realizados o coroamento e adubação a cada seis meses de espécies arbóreas advindas da regeneração natural no intervalo de altura entre que mediam < 80 cm e > 1,20 m para diminuir a mato-competição como também propiciar recursos para sua manutenção e crescimento, essa atividade era realizada em cerca de seis meses e apenas as plântulas que se enquadrava dentro dos parâmetros de medida que receberão essa intervenção.

Em cada propriedade serão restaurados de 0,5 a 2 ha totalizando um mínimo de 6 ha e um máximo 24 hectares de áreas que sofreram intervenção para início do processo de restauração ecológica.

Avaliação/Monitoramento das técnicas de restauração utilizadas: Monitoramento Estrutural da Vegetação

Para o monitoramento da ação de restauração será adotado, com modificações, o Protocolo de Monitoramento para Programas e Projetos de Restauração Florestal (PACTO 2013), adotado pela iniciativa Pacto para Restauração da Mata Atlântica. O protocolo de monitoramento se divide em princípios e cada princípio tem seus critérios, indicadores e verificadores. Aqui será monitorado os principais Critérios do Princípio Ecológico, este por sua vez, dividido em duas fases. Na fase I, também conhecida como Fase de Estruturação do Dossel, o foco é no sucesso do indivíduo e na estruturação do dossel. Já a Fase II, se dedica ao monitoramento da trajetória ecológica, como também pode ser denominada a fase. Neste projeto de pesquisa será avaliada apenas a Fase I, Estruturação do Dossel, utilizando as variáveis descritas abaixo:

- Cobertura de Copa: Será medido por meio do percentual da linha (trena 25m) coberta pela projeção das árvores nativas, plantadas ou advindas de regeneração natural. Essa medição se dará seis meses após o plantio e seguirá esse intervalo de recorrência.
- Avaliação da Mortalidade: A avaliação da mortalidade, será procedida desde a fase da “pega”, ou seja, após um mês no plantio e as medidas se seguem trimestralmente, até o fim do primeiro ano. Vale destacar que se o pessoal de campo observar uma mortalidade além das expectativas nesse ínterim, uma medida extra será procedida. Os critérios para considerar a mortalidade será: plantas ausentes nos locais determinados pelas covas e as plantas que apresentem o caule seco (Belloto et al. 2009).
- Incremento das Espécies (DBH e H): Será avaliado o incremento (desenvolvimento das espécies) por meio da mensuração semestral da altura total (H) e do diâmetro a altura da base (DHB). Para tal utilizaremos uma vara graduada para mensurar a altura total das plantas (do solo até o ápice caulinar) e paquímetro analógico de aço para mensurar o diâmetro a altura do solo, sendo tal medida será realizada a dez centímetros do nível do solo. Será calculado o Incremento Periódico Anual (IPA) para as variáveis H e DHB, sendo que o incremento periódico anual refere-se ao crescimento para qualquer período específico, dividido pelo número de anos do período (Salomão et al. 2014).
- Aptidão das Espécies: A aptidão das espécies à área em processo de restauração será calculada considerando conjuntamente os resultados dos itens anteriormente apresentados: cobertura de copa, mortalidade e incremento.
- Cobertura do Solo por Herbáceas Invasoras: A presença das herbáceas invasoras que na área são representados pela *Urochloa decumbens* (braquiária), será avaliada trimestralmente no

primeiro ano e semestralmente no segundo ano após implantação da ação de restauração. Essa avaliação será visual e classificada nas seguintes categorias, em cada uma das parcelas: limpa: de 0 à 15% de cobertura da área; média: infestação de 15 à 50%; alta: infestação maior que 50% de cobertura da área. Destacamos que esse indicador é importante para avaliar a necessidade de um controle sistêmico deste competidor. Ressalta-se que as mudas serão coroadas individualmente, em intervalos estabelecidos pela equipe de campo, responsável pela implantação.

- Fator de Degradação: Para a garantia do sucesso e correção da trajetória da ação de restauração o critério Fator de Degradação será observado por meio dos indicadores: Fogo, presença de gado e outros animais (causador de pisoteio das mudas e regenerantes), ataque de formigas cortadeiras e outros herbívoros. Para todos esses índices serão utilizados verificadores visuais e verificação histórica do fenômeno na área, utilizando registro fotográfico. Já o ataque de formigas cortadeira será documentado, também, em planilha na avaliação da mortalidade, a fim de se perceber se há um padrão no ataque correlacionado com preferência da espécie sob ataque, ou época do ano.

Amostragem e Análises Estatísticas – Todos os indicadores dos critérios apontados acima serão coletados em um mínimo de 4 parcelas, dentro de cada uma das ações nas três propriedades replicadas nas quatro bacias sob domínio da Mata Atlântica. As parcelas terão 100m² (4 x 25m). Estas parcelas serão fixas, demarcadas com estacas de madeira numeradas e georreferenciadas, que serão alocadas pelo método de estratificação ao acaso, para termos um caráter de aleatoriedade, mas com a garantia das amostras cobrindo todas as faixas de estratificação na área total. O sorteio e a determinação dos estratos levarão como base a união dos pontos de coordenadas: P4 e P3, P3 e P2, de acordo com o mapa de implantação da ação de restauração. As parcelas, por serem retangulares, terão uma alocação padronizada, não podendo ser no sentido da linha de plantio. Para indicar quais espécies são mais aptas para a restauração na área estudada sugere-se aplicar, nas medidas tomadas nos indicadores anteriores, uma análise de variância (ANOVA). Para tal, iremos comparar, para cada espécie, os valores dos indicadores antes das ações de restauração com os valores tomados em cada intervalo proposto. Dessa forma, uma ANOVA bifatorial seria proposta e utilizaria como fatores: (1) as diferentes espécies utilizadas; e (2) os intervalos nos quais as medidas foram coletadas. Espera-se que as espécies que obtiverem, significativamente, os melhores valores para cada indicador/métrica avaliada, sejam as mais aptas às ações de restauração.

Restauração Produtiva

ALIANÇA TROPICAL DE PESQUISA DA ÁGUA

SGCV lote 13, bloco B, apto. 313; CEP: 71.215-630, Brasília – DF; Fones (61) 3107-2986; 99978-4041

e-mail: diretoria@thetwra.org; www.thetwra.org

O senso comum do pequeno produtor brasileiro em áreas de Mata Atlântica é que a restauração ainda é um custo e não um investimento futuro. Assim para ajudar a desmistificar esta ideia será proposto que nas ações de restauração via técnicas de plantio total e nucleação, o manejo das entrelinhas seja realizado de forma ativa, buscando agregar produtividade para a restauração, minimizar os custos com tratos culturais e ser uma fonte de renda ou subsistência para o pequeno agricultor. Será utilizada nesta atividade o manejo típico do campo da agrosilvicultura onde as “lenhosas”, as mudas arbóreas implantadas, são consorciadas com culturas anuais ou criação de animais domésticos (Abreu, 1994). O policultivo deverá utilizar ao menos três diferentes tipos de espécies: as com potencial de cobrir o solo como as cucurbitáceas; as de incorporação de grande biomassa ao fim do ciclo como o milho e será plantado a lavoura um mix de espécies típicas da adubação verde (crotalária, feijão andú, p. ex.). A espécie que integra o policultivo e a adubação verde irão variar de região para região, respeitando a índole e preferências do agricultor beneficiado. Este uso da entrelinha deve ocorrer nos três primeiros anos após a implementação da restauração.

A realização da proposta apresentada também tem o potencial de alavancar a cadeia produtiva da restauração pelo aumento da demanda por mudas e serviços ligados a restauração. Pois além da demanda direta gerada pelo projeto, acreditamos em uma demanda vinda do potencial multiplicador de ações como as que pretendemos realizar se contemplados no edital. Viveiros, auxiliares de campo entre outros profissionais serão chamados via associação local dos pequenos produtores para conhecerem nossa iniciativa e como a mesma pode ser sua aliada do ponto de vista econômico. Estudos e possibilidades de ganho serão apresentados pela equipe de técnicos dos projetos aos interessados. Todos os que desejarem serão engajados na atividade formativa descrita abaixo.

Programa de Formação “Restaura Com Ação – RCA”

O programa tratará de diferentes níveis e objetivos de formação: Capacitação de, no mínimo 36, beneficiários diretos para o monitoramento da efetividade ecológica da ação de restauração implantada; Curso rápido, via uso de metodologias ativas com a temática “adequação ambiental da propriedade rural” para um mínimo de 100 agricultores próximos as áreas que receberão as ações de restauração, nas três propriedades, em cada uma das bacias/microbacias integrantes do projeto.

Capacitação em Avaliação/Monitoramento da Restauração Ecológica – A proposta aqui apresentada crê na força da ciência participativa ou ciência aberta. A ciência cidadã representa relevante aporte ao conhecimento científico e à conservação ambiental a partir do envolvimento dos cidadãos

(Mamede et al. 2017). E julgamos que no meio rural este envolvimento além de fundamental pode ser o elo forte da proposta aqui apresentada. Em uma ação de restauração em propriedade rural é comum que os proprietários parceiros queiram se envolver voluntariamente. Assim podemos entender o produtor e toda sua família e agregados como cidadãos cientistas. Segundo Cohn (2008) esses valorosos assistentes cidadãos cientistas, se envolvem com as pesquisas dentre outras questões porque estão preocupados com os problemas ambientais a sua volta e desejam contribuir com sua compreensão, reversão e/ou mitigação. Todo o monitoramento de qualquer ação de restauração deve ser capaz de avaliar a ação independente da técnica utilizada e deve se pautar nos valores de referências extraídos no ecossistema de referência. Os parâmetros medidos devem ser de fácil compreensão, rápidos de serem aferidos e que possam inferir sobre a trajetória ecológica da ação e assim seja possível comprovar avanços ou corrigir trajetórias não exitosas. Estas características encontram-se presentes nos protocolos que serão aplicados na atividade descrita acima. Assim, um protocolo padrão de operação será construído junto aos agricultores capacitados como resultado das metodologias ativas de aprendizagem como o Aprendizado Baseado em Problemas (PBL), utilizadas na capacitação que terá duração de 32 horas/aula.

Curso Rápido de Formação: Adequação Ambiental da Propriedade Rural com foco em identificação, conservação e restauração de APP e RL – É importante destacar que todas as cinco atividades aqui propostas contarão com a participação ativa de mestres (um por bacia), graduados (dois por bacia) e estudantes de graduandos (três por bacia) que serão selecionados para a execução do projeto e os mesmos serão, preferencialmente, da região de cada bacia. E para a implementação das ações de restauração e atividades de campo de coleta de dados serão contratados trabalhadores rurais locais por meio da prestação de serviço de pessoal físicas sendo cinco trabalhadores rurais locais por bacia.

METAS/ PRODUTOS / RESULTADOS ESPERADOS:

META 1: Restaurar, no mínimo seis hectares (e no máximo 24 ha), de vegetação ripária no entorno de uma nascente em cada uma das três propriedades rurais beneficiadas nas quatro bacias do bioma Mata Atlântica integrantes da proposta.

Produto 1: Relatórios técnicos com número de mudas plantadas e conduzidas em cada uma das ações de restauração, com valores de áreas implantadas e principais problemas enfrentados.

Resultados Esperados 1: Ao final dos cinco anos de vigência da presente proposta espera-se ter estimulado a capacidade de revitalização das bacias hidrográficas por meio da restauração ecológica

e seus resultados descritos nos relatórios técnicos e demais publicações produzidas durante a vigência da proposta.

META 2: Monitorar de 6 a 24 ha das ações de restauração ao redor de nascentes em processo de restauração implantadas na presente proposta.

Produtos Meta 2: Relatórios semestrais de avaliação e monitoramento de cada uma das áreas beneficiadas com as ações de restauração.

Resultados Esperados Meta 2: Detectar avanços, adequação de espécies ou rotas indesejadas nas trajetórias ecológicas das ações de restauração para que possam ser corrigidas.

META 3: Implementar 12 unidades de policultivos nas entrelinhas das ações em processo de restauração.

Produtos Meta 3: Relatórios anuais das atividades, envolvendo aspectos das culturas em si e das despesas e receitas com a implementação da restauração produtiva.

Resultados Esperados 3: Espera-se que os agricultores compreendam o potencial produtivo das ações de restauração e que elas para além de seus benefícios ambientais de longo prazo, pode trazer também benefícios de produção a curto prazo.

META 4: Capacitar e formar direta e indiretamente cerca de 130 agricultores para se tornarem restauradores e cientistas cidadãos.

Produto 4: Produção de material didático para as capacitações e cursos; Relatórios de realização das atividades; Lista de presença dos participantes beneficiados.

Resultados Esperados 4: Formar cidadãos e profissionais com consciência restauradora. Para que a revitalização das bacias seja um objetivo comum aos beneficiários diretos e indiretos da presente proposta.

INDICADORES DE EFETIVIDADE

Os indicadores de efetividade e alcance das metas aqui estipuladas será demonstrado pela produção de relatórios de cada uma das atividades desenvolvidas para o alcance das metas. Bem como pelo número de agricultores diretamente e indiretamente envolvidos e por toda a comunidade que reside nas imediações das bacias/microbacias foco de trabalho da presente proposta.

REPLICABILIDADE

ALIANÇA TROPICAL DE PESQUISA DA ÁGUA

SGCV lote 13, bloco B, apto. 313; CEP: 71.215-630, Brasília – DF; Fones (61) 3107-2986; 99978-4041
e-mail: diretoria@thetwra.org; www.thetwra.org

Todas as atividades aqui propostas que possibilitam os alcances das metas estipuladas, irão ser replicadas nas quatro bacias/microbacias do bioma Mata Atlântica que serão beneficiárias e partilharão os objetivos do projeto. Estas áreas de estudo estão descritas de itens anteriores do projeto. É importante destacar que serão trabalhadas em cada uma das quatro bacias/microbacias, três propriedades rurais possuidoras de nascentes alvo e adequadas ao desenvolvimento das atividades propostas.

PÚBLICO-ALVO E/OU PARTES ENVOLVIDAS

O público-alvo principal da presente proposta é o agricultor familiar e toda sua família envolvida na lida do campo, as lideranças de associações rurais e os órgãos responsáveis pela assistência técnica rural das regiões beneficiadas, bem como todos os cidadãos que habitam o espaço das bacias/microbacias que se pretende atuar/transformar com a presente proposta.

4.3. Eixo temático III: Monitoramento da Disponibilidade Hídrica

ATIVIDADE 5. Qualidade e integridade ecológica das águas superficiais

O conhecimento do regime hídrico e da qualidade da água dos corpos d'água de uma bacia hidrográfica é um dos fatores que subsidiam a busca pela segurança hídrica na bacia. A segurança hídrica envolve a disponibilidade da água em termos quantitativos e qualitativos, ou seja, o princípio da indissociabilidade da quantidade e da qualidade da água (BRASIL, 1997) que permite a conservação da integridade ecológica das águas superficiais.

Por sua vez, o monitoramento da quantidade e qualidade dos recursos hídricos representa uma das principais ferramentas para uma adequada gestão das bacias hidrográficas. As bacias hidrográficas funcionam como um sensor informando sobre a “saúde” dos ecossistemas permitindo assim seu uso em estudos sobre a estrutura e funcionamento das bacias (Agrizzi et al., 2018; Ribeiro et al., 2018). A degradação desses sistemas leva a perda de habitats, de diversidade e de serviços ecossistêmicos. Nesse sentido, é importante a identificação de indicadores que contribuam para o entendimento dos processos que afetam a disponibilidade e a qualidade dos ecossistemas aquáticos com o objetivo de estabelecer ações para a conservação desses recursos. As ferramentas utilizadas para a determinação desses indicadores variam para cada fitofisionomia e dependem do uso e ocupação do solo na área a ser estudada.

A restauração de ecossistemas envolve o retorno do ecossistema a sua estrutura e funcionamento em sua condição natural. Para alcançar esses objetivos é preciso reconstruir as condições físicas, ajustar quimicamente solo e água e recuperar as comunidades biológicas, incluindo a reintrodução de espécies da flora e fauna nativas (Usepa, 2000). Nesse sentido, ações de restauração devem ser aplicadas visando mitigar os efeitos sobre a biodiversidade e promover a proteção de mananciais e áreas de recarga que são essenciais para a manutenção desses ecossistemas (Leal et al., 2016; Ribeiro et al., 2018; Piaia et al., 2021).

OBJETIVOS

- Implementar e validar protocolos de monitoramento da qualidade da água superficial visando promover a segurança hídrica em bacias hidrográficas em diferentes fitofisionomias; bem como caracterizar a qualidade da água durante e após o processo de revitalização da bacia hidrográfica, por coleta e análise de parâmetros de qualidade da água tais como turbidez,

DBO, DQO, sólidos totais, pH, nutrientes, isótopos e contaminantes de preocupação emergentes (fármacos de referência-cafeína, bisfenol e cloridrato de metformina);

- Determinar quais metodologias são adequadas à verificação da efetividade do processo de restauração nas bacias relacionadas ao incremento da quantidade e qualidade de água;
- Promover a qualificação das comunidades ribeirinhas por meio de estratégias de educação ambiental sobre segurança hídrica, visando melhorias no processo de conservação dos ecossistemas aquáticos pós processo de restauração desses ecossistemas
- Identificar as fontes de formação e fluxos de sedimentos pelo método *fingerprint*, combinando marcadores geoquímicos orgânicos e isótopos estáveis (C e N) contidos nos sedimentos de fundo e em suspensão.

MÉTODOS

Implementação e validação de Protocolos para o monitoramento da qualidade de água superficial

Para o estabelecimento dos protocolos de monitoramento da qualidade da água superficial serão inicialmente realizados levantamentos dos dados pretéritos nas áreas selecionadas para a verificação da integridade do ecossistema estudado e para identificação do parâmetro que já é coletado, sua frequência e sua consistência.

A caracterização da qualidade da água durante e após o processo de revitalização da bacia hidrográfica será realizada por coleta e análise dos mesmos parâmetros já existentes e de parâmetros de qualidade da água usualmente coletados, tais como turbidez, DBO, sólidos totais, pH, nutrientes e contaminantes. A caracterização após o processo de revitalização visa determinar a eficiência do processo na qualidade dos corpos d'água da bacia hidrográfica.

Os parâmetros abióticos pH, condutividade, oxigênio dissolvido e temperatura serão medidos “*in situ*” através de equipamentos multiparâmetros. As coletas dos parâmetros turbidez, DBO, DQO, sólidos totais seguirão o recomendado na literatura (APHA, 2005). As coletas dos poluentes de preocupação emergente seguirão as metodologias da SMWW, 23ª Edição e a Farmacopéia Brasileira todos utilizando cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC). As coletas de água superficial serão realizadas nas mesmas áreas de coleta estabelecidas para determinação dos atributos funcionais e processos ecológicos. As amostras serão coletadas manualmente com frascos de polietileno de alta densidade em rios de micro escala e com garrafas de Van dorn em rios de meso escala e filtradas em filtros de microfibras de vidro (0,7µm) previamente calcinados à 500°C. Os nutrientes nitrogênio e fósforo dissolvidos e particulados determinados de acordo com a metodologia descrita por Grasshoff et al. (1995) através da espectrofotometria no VIS. O carbono dissolvido e particulado será

determinado através do analisador de carbono total (TOC) através de infravermelho. Para a análise de metais traço, alíquotas de água filtrada (teor disponível de metais) serão estocadas em frascos de vidro para a quantificação por espectroscopia de absorção atômica de: Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb e Zn (American Public Health Association, 1995). Para análise de pesticidas na água (Ácido aminometilfosfônico, Alaclor, Atrazina, Desetilatrazina, Deisopropilatrazina, Glifosato), as amostras de água serão coletadas em frascos de polipropileno com capacidade de 1000 mL e serão conservadas em geladeira a 4°C até o recebimento das amostras pelo laboratório, onde fracionadas e armazenadas em freezer a -18°C. Estas amostras serão submetidas a extração em fase sólida (SPE) e será feita a derivatização da amostra com N-terc-butildimetilsilil-N-metiltrifluoroacetamida e cloreto terc-butilmethylsilil. Após o tempo de reação, as amostras serão filtradas em membranas de PTFE 0,22 µm e encaminhadas para análise cromatográfica. Para as análises cromatográficas será usado o cromatógrafo gasoso acoplado a espectrometria de massas. As condições cromatográficas serão testadas de forma a otimizar a separação dos compostos.

Já os n-alcanos serão analisados seguindo a metodologia descrita em Galoski et al. (2019). Resumidamente, o método consiste na extração com uma mistura de diclorometano e metanol (2:1), separação no grupo de n-alcanos e quantificação por cromatografia gasosa. A distribuição dos n-alcanos nos sedimentos de fundo e suspensos pode ser comparada com padrões de distribuição de fontes conhecidas como vegetação ou solo que compõem a bacia e, assim identificar as fontes principais de contribuição de material orgânico e inorgânico no corpo hídrico.

Isótopos estáveis têm sido frequentemente utilizados no intuito de identificar as fontes de material orgânico presente em sedimentos de fundo e suspensão, muitas das vezes juntamente com outros indicadores. Os isótopos, geralmente, interferências antrópicas no meio ambiente e, são, também, uma forma de identificar a introdução de material alóctone em corpos hídricos, como consequência ou não, de atividades antrópicas (Zetsche et al. 2011).

A origem do material orgânico presente em sedimentos, pode, ainda, ser entendida quando a análise da composição elementar se estende para a composição isotópica, ou seja, $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ (Spaden et al., 2014). Susanto et al. (2012) concluíram que a maior parte do material orgânico em suspensão eram empobrecidas de ^{13}C (-23‰), indicando, portanto, origem antrópica, provavelmente por atividades agrícolas. Já Amorim et al. (2009) caracterizaram a composição de sedimentos em suspensão do Rio Amazonas pela ocorrência de isótopos (C e N) e observaram que o sedimento é predominantemente composto de material terrígeno transportado para o corpo hídrico.

Os sedimentos em suspensão serão coletados utilizando um amostrador do tipo torpedão (Macedo Neto, 2017). O amostrador consiste de tubo de PVC (policloreto de polivinila) com entrada

estreita (diâmetro de 4 mm), câmara larga (diâmetro de 100 mm) e saída estreita (diâmetro de 4 mm). Ao ser instalado o amostrador possibilita a retenção de sedimentos pela redução de velocidade de corrente que ocorre no interior da câmara. A câmara larga será construída utilizando tubo de PVC de 100 mm e possui comprimento de 1,0 m. Nas duas pontas do tubo serão acopladas tampas e mangueiras com 4 mm de diâmetro interno, constituindo entrada e saída estreitas.

Promover a qualificação das comunidades ribeirinhas por meio de estratégias de educação ambiental sobre segurança hídrica

A qualificação das comunidades ribeirinhas será realizada por ministração de cursos/ oficinas de curta duração sobre o papel de cada um para promover segurança hídrica na bacia hidrográfica, de modo a incentivar o engajamento e o protagonismo na conservação da bacia. O primeiro curso/oficina abordará o tema da situação da bacia antes do processo de revitalização, ou seja, o diagnóstico da situação atual da bacia e terá a duração de 3 horas; será realizado ao fim do primeiro ano de execução do projeto. O segundo curso/oficina trará explicações sobre a proposta para aumentar a quantidade e melhorar a qualidade da água, terá duração de 3 horas e será realizado no primeiro semestre do segundo ano. O terceiro curso/oficina indicará como a população pode atuar na conservação da bacia hidrográfica, terá duração de 3 horas e será realizado no penúltimo trimestre do projeto. Esses cursos/oficinas serão ministrados por pesquisadores que estão atuando nas bacias propostas neste projeto (dois profissionais e um pesquisador por bacia contemplada). Eles serão ministrados presencialmente ou online, de acordo com a situação da pandemia da COVID-19 nas áreas de estudo.

7.4 METAS / PRODUTOS / RESULTADOS ESPERADOS

Meta 1: Monitorar ao longo de 5 anos a biogeoquímica das bacias selecionadas durante o processo de restauração

Produtos 1: Relatórios técnicos com os dados sobre a qualidade das águas superficiais nas bacias hidrográficas selecionadas

Resultados esperados 1: Criação de protocolos para avaliação da qualidade da água que poderão ser aplicados em bacias com diferentes escalas em diferentes biomas.

Meta 2: Capacitar as comunidades ribeirinhas a conhecer a bacia hidrográfica e dar informações sobre o papel de cada indivíduo na conservação do ambiente.

Produtos 2: Relatórios técnicos contendo os conteúdos aplicados, os métodos, fotos e os relatos dos participantes.

Resultados esperados 2: Criação de protocolos para educação ambiental que poderão ser aplicados em outras bacias.

Meta 4: Desenvolver os bancos de dados, os modelos econométricos preditivos e os programas de *business intelligence* (BI) para apresentar, analisar, monitorar e integrar os dados obtidos em todas as quatro etapas anteriores, viabilizando de forma efetiva e eficiente os dados de forma interativa para a tomada de decisão referente a qualidade, gestão e integridade das bacias hidrográficas.

Produtos Meta 4: Programa **ReHiDRO 1**- para acesso dos stakeholders, **ReHiDRO 2** para acesso dos financiadores e **ReHiDRO 3** para acesso dos técnicos.

Resultados esperados Meta 4: Ferramenta de integração dos dados para gestão das bacias com base na replicabilidade de metodologias.

Meta 5: Aplicação do método *fingerprint* para determinação das fontes de formação e fluxos de sedimentos em suspensão.

Produtos 5: Determinação das fontes principais de formação de sedimentos associadas com o uso e ocupação do solo e, conseqüentemente, os efeitos deletérios na Bacia.

Resultados esperados 5: Integração de dados para gerenciamento da Bacia e controle da qualidade da água.

INDICADORES DE EFETIVIDADE

- Implementação e validação de Protocolos para o monitoramento da qualidade de água superficial: Comparação dos resultados das análises de qualidade da água, metais e pesticidas antes e após o processo de revitalização.
- Promover a qualificação das comunidades ribeirinhas por meio de estratégias de educação ambiental sobre segurança hídrica: Análise de discurso dos relatos dos participantes
- Promover o acesso aos dados de forma interativa e integrado para possibilitar a gestão efetiva das bacias e das atividades (econômicas, sociais, culturais e técnicas)

REPLICABILIDADE

As metodologias empregadas poderão ser replicadas em diferentes escalas de trabalho e diferentes biomas. E os dados serão alimentados continuamente conforme outras bacias são integradas ao projeto.

PÚBLICO-ALVO E/OU PARTES ENVOLVIDAS

- População ribeirinha
- Gestores de instituições e organizações não governamentais em áreas de proteção ambiental
- Gestores em comitês de bacias
- Produtores rurais
- Financiadores

5.4. Eixo temático IV: Educação Ambiental & Mobilização Social

A bacia hidrográfica, como unidade de gestão territorial, consiste em um tema gerador potente para as atividades de educação ambiental, pois seu caráter transversal e abrangente permite a integração de diversos atores, segmentos sociais, instituições que devem trabalhar de maneira interdisciplinar e sistêmica em um território submetido a múltiplos usos, interesses e ocupações. De acordo com essa explanação, a proposta educação ambiental no contexto da revitalização de bacias hidrográficas objetiva a realização de atividades de educação ambiental com base em princípios e diretrizes das metodologias participativas, que visa tanto a formação de educadores ambientais, como a ampla divulgação de temas e ações desenvolvidas no âmbito do projeto, com base nos princípios que norteiam os documentos da educação ambiental no Brasil.

A partir de tais princípios e diretrizes do Programa Nacional de Formação de Educadoras(es) Ambientais (ProFEA) e do Programa de Educação Ambiental e Agricultura Familiar (PEEAF) para formação de mobilizadores e multiplicadores de iniciativas de revitalização de bacias hidrográficas serão formadas pessoas que já tenham uma motivação pessoal e profissional para se envolverem em espaços educativos e de mobilização. Tal metodologia é a base do ProFEA que tem por proposta formar uma rede de capilaridade, em que os chamados PAPs (grupos de Pesquisa-Ação-Participativa/ Pessoas que Aprendem Participando) são formados por PAPs1 (equipe proponente), PAPs2 (instituições parceiras do processo), PAPs3 (lideranças comunitárias, professores, técnicos de organizações governamentais e não governamentais, gestores públicos), que terão como missão formar os grupos PAPs4 (educadores ambientais populares):

Essa metodologia será concretizada por quatro linhas de ação (atividades), listadas a seguir e detalhadas nos próximos tópicos:

1) Formação de líderes ambientais: as estratégias pedagógicas dessa etapa visam uma formação cidadã e crítica de pessoas que já tenham alguma motivação pessoal e profissional para atuar com revitalização de bacias hidrográficas. Nessa etapa, por meio de atividades específicas, os PAPs2 (instituições parceiras) têm como missão formar os PAPs3 (lideranças comunitárias, professores, técnicos de organizações governamentais e não governamentais, gestores públicos). As estratégias pedagógicas dessa etapa visam a formação dos PAPs4 (educadores ambientais populares) em uma rede de capilaridade que busca a sustentabilidade das ações. Dessa maneira, mesmo com a saída dos PAPs1 (equipe proponente) ao findar o projeto, a comunidade incorpora as ações de mobilização na sua vida cotidiana.

2) Comunicação Ambiental/ Educomunicação: Essa linha de ação é transversal a todo projeto e está também contemplada nas diretrizes da Estratégias Nacionais de Comunicação e Educação Ambiental - ENCEA (2010) que reafirma o consenso dos diferentes referenciais políticos e legais no entendimento de que Comunicação e a Educação Ambiental são instrumentos indispensáveis para incentivar a mobilização da população e a participação das comunidades nas diversas etapas de cuidados com áreas protegidas ou em recuperação. Nela, os referenciais teóricos da comunicação e as diferentes mídias têm potencial para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem de temas ambientais.

3) Criação de jogo educativo com o uso de tecnologias virtuais colaborativas: A justificativa para criação de uma ferramenta eco pedagógica no formato de jogo se insere nesse contexto, em especial quando o público a ser sensibilizado é formado por crianças e jovens.

4) Avaliação/ Monitoramento: a linha de ação visa acompanhar tanto o processo de implementação da educação ambiental como os produtos finais. Tendo como objetivo corrigir/ adequar possíveis não conformidades das atividades, tal linha de ação visa a melhoria contínua da proposta e será concretizada por entrevistas e grupos focais com a comunidade.

As quatro atividades de educação ambiental foram detalhadas considerando sua execução nas bacias hidrográficas do bioma Cerrado, com potencial replicação às outras bacias do bioma Mata Atlântica. No entanto, cabe destacar que tais ações propostas podem ser perfeitamente adaptadas para qualquer outra bacia hidrográfica brasileira.

ATIVIDADE 6: Formação de Líderes Ambientais- Sentinela das Águas

Por meio das atividades educativas para crianças, jovens e adultos dos municípios abrangidos pelo projeto, espera-se ao longo dos anos, uma melhora na qualidade e quantidade da água para abastecimento humano e animal, com uma maior compreensão dos processos ecológicos existentes nas zonas ripárias e sua importância para a qualidade ambiental das bacias hidrográficas. Favorecendo-se, assim, o fortalecimento de ações coletivas para solucionar os problemas locais e a formação continuada de multiplicadores.

Considerando a natureza transversal da Educação Ambiental, a construção de cenários futuros com base nos diagnósticos realizados pela equipe do projeto, será realizada com base na articulação das informações, planos e programas trazidos pelos participantes, bem como as informações produzidas no âmbito do projeto, com as questões de preocupação dos gestores, professores, lideranças, multiplicadores e juventude. Dada a realidade de crise hídrica iminente no Brasil, a antecipação de cenários locais é de significativa importância para que as atitudes, habilidades e o

ALIANÇA TROPICAL DE PESQUISA DA ÁGUA

SGCV lote 13, bloco B, apto. 313; CEP: 71.215-630, Brasília – DF; Fones (61) 3107-2986; 99978-4041
e-mail: diretoria@thetwra.org; www.thetwra.org

conhecimento trabalhados pela Educação Ambiental possam ser utilizadas como ferramentas para este enfrentamento (Agustinho, 2020).

As atividades educativas de caráter formal (escolas) e não formal aqui contidas buscam contribuir, em especial, à cidadã e ao cidadão e, no geral, aos gestores, entidades e instituições, para uma efetiva gestão participativa da Água. Ao se propor a formação do sujeito Sentinela das Águas, parte-se da premissa de que a participação do sujeito ecológico, protagonista na sua comunidade no monitoramento da qualidade do ambiente ripário e das águas é uma condição garantidora dessa qualidade (Damasceno, 2019).

A principal referência metodológica é a Pesquisa-ação que compreende o contexto de observação e pesquisa como contexto de formação e intervenção na realidade. Esta metodologia tem como objetivos fundadores:

- 1- Favorecer a participação, transformação e autonomia dos participantes na solução de problemas por eles identificados e vivenciados;
- 2- Articular os saberes e habilidades das comunidades com o conhecimento científico e ambiental e ao desenvolvimento de projetos de economia sustentável;
- 3- Orientar a formação dos educadores e educandos participantes na perspectiva da interdisciplinaridade e transdisciplinaridade e no planejamento participativo das atividades desenvolvidas durante o projeto.

Através da metodologia da Pesquisa-Ação-Transversal será possível construir, com as comunidades envolvidas, os temas relevantes para o empoderamento dos cidadãos como "Sentinelas das Águas" (Palavizini, 2012). A adequação dessa metodologia visa atingir o objetivo de construir a sustentabilidade necessária entre as comunidades humanas e o meio ambiente, dada pela transversalidade inerente aos temas de meio ambiente e água. Será também desenvolvida uma metodologia para a formação do Cientista Cidadão. Essa abordagem apresenta-se como uma proposta proeminente, em que qualquer cidadão, ainda que não possua reconhecimento formal como cientista, contribui para a construção do conhecimento científico, podendo ter participação em processos tais como coleta de dados e realização de análises e avaliações (França et al., 2018). Uma força voluntária de enorme potencial e aplicação na área de gestão dos recursos hídricos.

Ressalta-se, dessa forma, o caráter socioeducativo proporcionado pela Ciência Cidadã que ao incentivar o envolvimento dos cidadãos, a partir da formação do “Sentinela das Águas”, também

incentiva a autonomia e o empoderamento da população pelo saber e pelo conhecimento das condições ambientais do local onde vive e de seu entorno.

Utilizando-se do espaço pedagógico do Viveiro Escolar serão realizadas oficinas de capacitação para jovens escolares e participantes da comunidade em geral. Este espaço pedagógico privilegiado, além das oficinas de capacitação na cadeia produtiva de sementes e mudas, permitirá atividades de ensino-aprendizado transversais. Princípios de restauração de zonas ripárias e sua conservação serão vinculados à produção de mudas e sementes nativas.

OBJETIVO

Promover o protagonismo de cidadãs e cidadãos por meio de atividades de Educação Ambiental formal em parcerias com escolas da rede do ensino básico e não formal com demais instituições locais.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Capacitar pessoas das comunidades abrangidas como líderes ambientais e multiplicadores locais;
- 2) Divulgar conceitos e metodologias de preservação e restauração de zonas ripárias;
- 3) Desenvolver, em parceria, metodologias adaptadas localmente para popularização da Ciência;
- 4) Capacitar pessoas das comunidades abrangidas no monitoramento participativo de qualidade da água, formando Cientistas- cidadãos e multiplicadores locais;
- 5) Capacitar na cadeia produtiva de sementes e mudas, delineando princípios de restauração e conservação de zonas ripárias.

METODOLOGIA

Por meio da lista de contatos obtidos na atividade 1 do projeto, especificamente a que permitirá o contato inicial com escolas, administração pública, entidades e instituições, serão feitas mobilizações e eventos de troca de ideias sobre o escopo do projeto em geral, e das atividades específicas. Também serão mobilizados gestores públicos para que sejam parceiros nas atividades planejadas.

Para a formação do Sentinela das Águas serão priorizadas escolas de ensino Fundamental nas séries finais e de Ensino Médio; e nas comunidades, os demais interessados. As oficinas contemplarão diversas metodologias ecopedagógicas com conteúdos pertinentes aos processos ecológicos existentes nas zonas ripárias e ambientes aquáticos. Os conteúdos técnico-científicos serão oferecidos

em linguagem popular, incentivando-se o uso de pesquisa científica para consolidação do processo de ensino-aprendizagem.

O envolvimento de professores se dará por meio da parceria na elaboração dos programas e conteúdos de ensino-aprendizagem, permitindo uma interação efetiva entre a equipe do projeto e as comunidades escolares. A formação dos educadores ambientais será efetivada por meio da participação dos professores nas oficinas propostas e formatadas para atender as demandas locais identificadas ao longo do desenvolvimento do projeto.

Para favorecer a multiplicação do processo de formação do Sentinela das Águas, serão elaboradas publicações didático-pedagógicas de livre acesso. Estas serão disponibilizadas em formato impresso e digital para ampla distribuição.

A formação do Cientista Cidadão por meio do monitoramento participativo de qualidade da água deverá integrar o treinamento do Sentinela das Águas que além de seu caráter multiplicador também será capaz de desenvolver ações de pesquisa colaborativa. A escolha dos pontos de amostragem serão decididos pelo coletivo e baseado em dados que indiquem sua importância na formação das bacias hidrográficas locais. A obtenção de dados e tratamento dos mesmos será objeto de oficinas prático-teóricas para o uso do ecokit e da metodologia descrita por França e Callisto (2019). Os resultados do monitoramento serão publicizados e mantidos sob a responsabilidade dos Sentinelas das Águas.

O Viveiro Escolar será implantado conforme apresentado por Faria et al. (2019), inicialmente em módulo mínimo, favorecendo sua replicação e adaptação posteriores. As oficinas de capacitação serão oferecidas em atividades prático-teóricas, abrangendo desde a identificação dos ambientes ripários, a coleta e beneficiamento de sementes até a produção de mudas de plantas nativas e sua manutenção. As mudas produzidas poderão ser utilizadas em programas de restauração ecológica, em ações educativas locais, assim como na arborização urbana e projetos paisagísticos.

METAS / PRODUTOS / RESULTADOS ESPERADOS

METAS

1. Formação de pelo menos 100 Sentinelas das Águas multiplicadores dos conhecimentos gerados e atuantes nas bacias hidrográficas estudadas.
2. Monitoramento da qualidade da água pelos Cientistas Cidadãos com dados disponibilizados para estudos, gestão dos recursos hídricos e manutenção da qualidade ambiental das zonas ripárias.

3. Implantação e consolidação de pelo menos um Viveiro Escolar nos municípios abrangidos pelo projeto;
4. Capacitação de pelo menos 100 cidadãos em produção de sementes e mudas e na recuperação ambiental de zonas ripárias;
5. Produção de pelo menos 3.400 mudas de plantas nativas/ano em cada Viveiro Escolar implantado.

PRODUTOS

1. Formação do Sentinela das Águas; escolas participantes e comunidades mobilizadas; formação de Educadores Ambientais;
2. Dados de monitoramento de qualidade da água disponibilizados; Cidadãos capacitados para elaboração e desenvolvimento de pesquisas científicas colaborativas; Oferta de dados de qualidade da água e ambiental aos gestores públicos, instituições e organizações, contribuindo para uma gestão dos recursos hídricos locais;
3. Viveiro escolar nos municípios abrangidos pelo projeto;
4. Cidadãos capacitados para atuarem na cadeia produtiva de sementes e mudas; Cidadãos capacitados em ações de restauração de áreas ripárias; Produção de sementes e mudas de plantas nativas para uso em projetos de restauração, arborização urbana e projetos paisagísticos.
5. Sementes de plantas nativas disponibilizadas para plantio; Mudas de plantas nativas produzidas em tubetes;

RESULTADOS ESPERADOS

1. Territórios favorecidos pela formação de sujeitos ecológicos.
2. Cidadãos cientistas protagonistas na gestão participativa dos recursos hídricos.
3. Disseminação de conhecimento e conscientização social por meio do uso do viveiro escolar para o desenvolvimento de iniciativas educacionais.
4. Cidadãos capacitados atuantes na cadeia de sementes e mudas de plantas nativas; Cidadãos capacitados atuantes em ações de restauração ambiental de zonas ripárias
5. Cadeia produtiva de sementes e mudas de plantas nativas implantada.

INDICADORES DE EFETIVIDADE

- Lista de participantes nas oficinas de capacitação com frequência mínima;
- Dados de monitoramento de qualidade da água sistematizados;

ALIANÇA TROPICAL DE PESQUISA DA ÁGUA

SGCV lote 13, bloco B, apto. 313; CEP: 71.215-630, Brasília – DF; Fones (61) 3107-2986; 99978-4041
e-mail: diretoria@thetwra.org; www.thetwra.org

- Quantidade de sementes de plantas nativas beneficiadas;
- Quantidade de mudas de plantas nativas produzidas;
- Horas/Atividade pedagógica ocorrida no Viveiro Escolar.

PÚBLICO ALVO E/OU PARTES ENVOLVIDAS

Comunidades escolares e extra-escolares; gestores públicos; parceiros institucionais, demais interessados.

REPLICABILIDADE

A atividade se inicia pela mobilização local e envolvimento do público alvo potencial e demais partes interessadas. Por meio do diagnóstico inicial com pontos focais identificados é possível replicar, em qualquer bacia hidrográfica, as atividades propostas utilizando adaptações necessárias para o desenvolvimento do projeto, independente da conjuntura encontrada.

Atividade 7. Estratégias de comunicação e Educação Ambiental

A referida proposta está baseada na Estratégia Nacional de Comunicação Ambiental (ENCEA), cuja essência são os processos inclusivos, fortalecimento da cidadania por meio de comunicação e incentivo a tomada de decisão por parte das comunidades. No documento (2010, p. 18), ao reconhecer a Comunicação e a Educação Ambiental como instrumentos indispensáveis para incentivar a mobilização da população e a participação das comunidades nos processos de gestão de espaços naturais, orienta a construção de meios que sejam capazes de promover essa interação.

Esse reconhecimento é fruto da necessidade de implantar ações de conscientização e uso responsável dos espaços naturais, por meio dos recursos de comunicação e educação ambiental, capazes de circular informação e incentivar reflexões que proporcionem um melhor entendimento sobre a importância da proteção dessas áreas. Diante disso, a presente proposta dialoga com as diversas ações da proposta mais ampla e busca a potencialização dos impactos positivos do projeto de recuperação de bacias junto aos diferentes segmentos da sociedade, utilizando meios de comunicação que possibilitem o diálogo entre as comunidades nas atividades de educação ambiental.

Para isso, adota-se uma perspectiva da Educação Ambiental Emancipatória/Crítica, uma vez que a temática da recuperação de bacias exige uma abordagem interdisciplinar. Ou seja, uma perspectiva que respeite as características físicas e biológicas, sem desconsiderar os aspectos culturais, históricos e econômicos dos envolvidos nesse processo. Loureiro (2004) e Lima (2008)

caracterizam a EA-Crítica como possuidora de atitude reflexiva diante dos desafios que a crise civilizatória nos coloca, partindo do princípio de que o modo como lidamos com o meio natural não atende aos anseios de todos, sendo necessário criar novos caminhos.

OBJETIVO

Utilizar estratégias de comunicação e educação ambiental para o desenvolvimento de atividades voltadas às comunidades no entorno da bacia hidrológica em recuperação

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conhecer a comunidade onde será aplicada as estratégias;
- Analisar as linguagens mais adequadas para comunicar-se com a comunidade atendida;
- Desenvolver produtos capazes de promover atividades de educomunicação com as comunidades;
- Promover atividades de educação ambiental a partir dos produtos desenvolvidos;
- Registrar e divulgar as ações do projeto, com vistas a incentivar sua replicação em outros ambientes;

METODOLOGIA

Nas atividades propostas, pretende-se, a partir dos diagnósticos realizados nas comunidades, desenvolver materiais com aporte metodológico da comunicação social, tanto na vertente da comunicação ambiental (FALCÃO, 2018), que visa ampliar a compreensão dos desafios ambientais por meios das diversas linguagens e mídias, seja na vertente de educomunicação (SOARES, 2011), que visa contribuir com os processos de ensino-aprendizagem, utilizando os meio de comunicação como parte desse processo.

As ações de comunicação se baseiam, inicialmente, nos relatórios produzidos pelos diagnósticos realizados com a comunidade em questão. Na sequência, há desenvolvimento de uma identidade visual para o projeto, que buscará interpretar visualmente uma marca que será utilizada como a “face do projeto”, nas diversas ações a serem realizadas (BRANDÃO, 2020 et al, 2020). O desenvolvimento da identidade visual levará em consideração o objetivo do projeto de recuperação das bacias, o contexto natural-histórico-cultural da localidade em que será desenvolvido, visando oferecer uma marca que toda a comunidade se veja no processo.

Considerando essa identificação, que simboliza a junção entre a proposta de ação e as nuances do lugar, serão pensados e desenvolvidos diversos produtos de comunicação e educação ambiental - com bases em técnicas de comunicação e nas informações científicas inerentes ao projeto de recuperação da bacia, que serão utilizados em todas as etapas de realização das atividades. As atividades que serão desenvolvidas estão ancorados em princípios da educação ambiental emancipatória (LIMA, 2008; LOUREIRO, LAYRARGUES, CASTRO, 2008), que busca oferecer uma visão ampliada da Educação Ambiental, buscando um melhor entendimento dos desafios ambientais e do enfrentamento dos mesmos.

METAS / PRODUTOS

METAS

1. Desenvolvimento de conceito para o projeto
2. Desenvolvimento de peças de comunicação ambiental

PRODUTOS

1. Identidade Visual, contendo um logotipo, paleta de cores, mosaicos, manual de uso para guiar o desenvolvimento de produtos de comunicação e educação ambiental
2. Diversos produtos de sinalização e promoção do projeto (camisetas e ecobags), comunicação impressa (folders e livro) e sonoros (anúncios, convites, podcast), Maquete (mini-museu).
 - *Produtos de Comunicação impressa* – Os produtos de comunicação impressa são: (1) Press kit, contendo folders, banners informativos e material didático para serem distribuído nas formações de líderes. Livro fotográfico contendo e imagens e texto sobre fases importantes de realização do projeto (2);
 - *Mini-Museu Itinerante* – Maquete da bacia hidrográfica, utilizando as técnicas de arquitetura, com objetivo de oferecer um grande estímulo visual, com onhetivode utilizá-las nas atividades de educação ambiental;
 - *Comunicação sonora* – Desenvolvimento de série de podcast, que será disponibilizado via Whatsapp e outras plataformas para aumentar a capacidade acesso, com o objetivo de levar numa linguagem adequada ao público, informações de interesse a cerca da bacia hidrográfica;
 - *Produtos de sinalização do projeto* – O desenvolvimento e fabricação de camisetas e ecobags visam a sinalização das ações de comunicação, assim como a promoção dessas ações, por meio de premiação das crianças em jogos serão realizados;

INDICADORES DE EFETIVIDADE

- Registros de todas as atividades do projeto bem sinalizadas com a identificação da ação;
- Número de pessoas atingidas pelos materiais produzidos;
- Relatório técnico contendo descrição e qualidade dos materiais produzidos;

REPLICABILIDADE

A abordagem metodológica proposta aqui de comunicação e educação ambiental é replicável em outras localidades.

PÚBLICO ALVO E/OU PARTES ENVOLVIDAS

Comunidades presentes nas bacias hidrográficas trabalhadas.

ATIVIDADE 8. Criação de jogo educativo com o uso de tecnologias virtuais colaborativas

No que diz respeito às bacias hidrográficas, enfatizar a necessidade do cuidado e estimular ações individuais e coletivas de preservação e recuperação é uma urgência dos nossos tempos. Nesse contexto, faz-se necessária a criação de ferramentas eco pedagógicas eficientes, escaláveis e de alta reprodutibilidade que possam ser utilizadas em diferentes contextos e que envolvam o maior número de pessoas possível nos processos de entendimento, apropriação e cuidado coletivo com as águas. Como embasamento deste processo de co-criação, a Pesquisa Ação Transversal (Barbier, 2007; Palavizini, 2012) é a base metodológica que sustenta a construção de ferramentas tecnológicas com e para os alunos. O outro importante ator nesta pesquisa é o professor que no caso desta proposta, não é somente o mediador/facilitador do jogo, ele é co-criador.

A justificativa para criação de uma ferramenta eco pedagógica no formato de jogo se insere nesse contexto, em especial quando o público a ser sensibilizado é formado por crianças e jovens. O uso de jogos de aprendizagem e/ou metodologias ativas de aprendizagem gamificadas em sala de aula aumenta a retenção de atenção, o engajamento e a eficiência da aprendizagem por parte dos aprendizes; por parte dos educadores, conteúdos interativos estruturados em forma de jogo facilitam a abordagem do tema, uma vez que o jogo, enquanto ferramenta eco pedagógica, já contém não apenas os conhecimentos que devem ser aprendidos mas também as regras de interação entre aprendizes e conteúdo e entre aprendizes.

Destaca-se também a importância da inclusão digital, especialmente de jovens, tão necessária no Brasil como urgente. Os nascidos na Era digital são o futuro (Palfrey e Gasser, 2011) e o desenvolvimento técnico-científico é condição de base para que as desigualdades sejam superadas.

OBJETIVOS

Criar um Jogo Educativo sobre o tema bacias hidrográficas, utilizando tecnologias colaborativas presenciais e virtuais.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Contribuir com o processo ensino-aprendizagem de alunos do Nível Médio;
2. Capacitar e motivar professores do ensino básico no uso de tecnologias colaborativas;
3. Promover o engajamento dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem;
4. Favorecer a formação de memória de longo prazo nos estudantes.

METODOLOGIA

Para potencializar o uso da ferramenta ecopedagógica proposta neste projeto, serão desenvolvidas duas versões do jogo, a primeira no formato presencial e a segunda no formato virtual – no qual os alunos participam da atividade simultaneamente, conectados a partir de locais diferentes, utilizando plataformas de apoio digitais colaborativas já existentes no mercado. Ambos os formatos – presencial e virtual – são conduzidos por um Facilitador / Educador, que conhece as regras do jogo e utiliza os materiais de apoio projetados para promover a aprendizagem.

Uma Comissão Mista formada por Professores, Alunos, profissionais em gamificação e outros públicos de interesse será formada para acompanhar o desenvolvimento do jogo, participando de atividades-chave presencialmente ou a distância, de forma que o produto final possa atender plenamente as expectativas de todos os atores envolvidos na ação.

A metodologia para criação do jogo compreende as seguintes etapas:

Coleta de Dados

Workshop inicial: os integrantes da Comissão Mista são reunidos em um Workshop presencial de quatro horas, no qual metodologias de design thinking são utilizadas para mapear conteúdos críticos e gerar primeiras ideias para o jogo.

Análise, Consolidação e pesquisa: nesta etapa são avaliados os resultados do workshop para entender profundamente o desafio e apontar possíveis caminhos de desenvolvimento, o que inclui a análise de materiais existentes sobre o tema e a pesquisa de materiais complementares.

Diretrizes de desenvolvimento: as diretrizes criativas do projeto são estabelecidas a partir da compreensão das necessidades específicas de alunos e professores e dos conteúdos prioritários mapeados. Isso inclui a definição do número de jogadores/equipes, o tempo de duração do jogo, as restrições de tecnologia e de infra-estrutura, etc.

Game Design

Criação da Mecânica do jogo: criação e desenvolvimento da estratégia de aprendizagem interativa, incluindo o detalhamento das regras gerais e específicas, a definição e quantificação dos componentes do jogo, a descrição das suas funções no sistema de interação e seus formatos, incluindo tabuleiros, cartas, fichas e peças em qualquer formato.

Pré-designs: desenvolvimento da primeira versão do jogo, no formato presencial, necessária para permitir a realização de testes de jogabilidade que permitirão o amadurecimento da ferramenta. Nesta etapa o foco do trabalho de design está na definição dos formatos e dimensões dos componentes do jogo, bem como na organização visual (layout) das informações que devem integrar cada peça.

Playtestes Presenciais

Playteste presencial 1: pessoas representativas do público final são convidadas para participar de uma seção de jogo, na qual integrantes da Comissão Mista podem participar como jogadores ou observadores. O foco desta etapa é testar a jogabilidade da ferramenta, avaliar o atingimento dos objetivos pedagógicos do jogo como ferramenta de aprendizagem e sensibilização e observar oportunidades de melhoria no que diz respeito aos conteúdos, ao game design e aos formatos e layouts dos componentes do jogo.

Relatório de Ajustes 1: a partir das observações do Playteste presencial 1, as melhorias de jogabilidade, conteúdo e organização visual dos componentes de jogo são listadas, para validação com a Comissão Mista e posterior implementação.

Playteste presencial 2: uma nova versão do jogo é produzida a partir do Relatório de Ajustes 1 e submetida a teste por um novo grupo de jogadores. O foco desta etapa é validar se as alterações e melhorias implementadas geraram os resultados esperados.

Relatório de Ajustes 2: a partir das observações do Playteste presencial 2, as últimas melhorias de jogabilidade, conteúdo e organização visual dos componentes de jogo são listadas, para validação com a Comissão Mista e posterior implementação.

Criação da Versão Virtual

Setup das plataformas: o jogo em desenvolvimento é transportado para uma ou mais plataformas virtuais colaborativas abertas, a serem escolhidas durante o desenvolvimento do projeto a partir das necessidades mapeadas na etapa de Análise, Consolidação e pesquisa e das observações da etapa de Playtestes Presenciais.

Playtestes Virtuais

Playteste virtual 1: pessoas representativas do público final são convidadas para participar de uma seção de jogo virtual, na qual integrantes da Comissão Mista podem participar como jogadores ou observadores. O foco desta etapa é testar a jogabilidade da ferramenta, avaliar o atingimento dos objetivos pedagógicos do jogo como ferramenta de aprendizagem e sensibilização e observar oportunidades de melhoria no que diz respeito aos conteúdos, ao game design e aos formatos e layouts dos componentes do jogo.

Relatório de Ajustes 3: a partir das observações do Playteste virtual 1, as melhorias de jogabilidade, conteúdo e organização visual dos componentes de jogo são listadas, para validação com a Comissão Mista e posterior implementação.

Playteste virtual 2: uma nova versão do jogo virtual é produzida a partir do Relatório de Ajustes 3 e submetida a teste por um novo grupo de jogadores. O foco desta etapa é validar se as alterações e melhorias implementadas geraram os resultados esperados.

Relatório de Ajustes 4: a partir das observações do Playteste virtual 2, as últimas melhorias de jogabilidade, conteúdo e organização visual dos componentes de jogo são listadas, para validação com a Comissão Mista e posterior implementação.

Design Gráfico

Projeto Gráfico: são desenvolvidas as diretrizes visuais do jogo, incluindo a escolha de cores, famílias tipográficas e linguagem de ilustrações que caracterizarão o jogo como experiência visual única; essas diretrizes são exemplificadas através do desenho de algumas peças-chave do jogo, que são submetidas à Comissão Mista para validação.

Diagramação: a partir das diretrizes visuais estabelecidas na etapa anterior, todos os componentes das versões presencial e virtual do jogo são diagramados (tabuleiros, cartas, fichas, etc.) para obtenção da sua forma final.

Pré-produção

Artes-finais: fechamento dos arquivos de produção gráfica do jogo presencial e das instruções para a sua reprodução, incluindo todas as medidas, materiais e especificações técnicas de impressão.

Setup Virtual: configuração final das plataformas virtuais colaborativas gratuitas que permitirão a experiência do jogo em encontros virtuais.

Materiais de Apoio

Manual de Facilitação: criação de manual que contém a explicação das regras e dinâmicas do jogo, incluindo sua preparação, condução e encerramento, além de explicações detalhadas de como utilizá-lo como ferramenta eco pedagógica em sala de aula.

Plano de Aula: criação de roteiro detalhado de uso do jogo em sala de aula, presencial ou virtual, incluindo a descrição das dinâmicas e atividades pré e pós jogo.

Formação de Facilitadores

Formação Presencial: evento presencial para formação de professores, educadores e voluntários escolhidos pela Comissão Mista, que serão capacitados para facilitar o jogo no seu formato presencial.

Formação Virtual: evento virtual para formação de professores, educadores e voluntários escolhidos pela Comissão Mista, que serão capacitados para facilitar o jogo no seu formato virtual.

METAS / PRODUTOS / RESULTADOS ESPERADOS

METAS

1. Integrar e engajar a Comissão Mista para uma atuação colaborativa e sinérgica.
2. Avaliar os resultados do Workshop para definir, de forma participativa, os conteúdos que farão parte do jogo.
3. Estabelecer as diretrizes que regerão o jogo
4. Estabelecer as regras gerais e específicas do jogo
5. Testar o jogo

PRODUTOS

1. Comissão Mista formada por docentes, discentes e demais interessados da comunidade escolar e extra-escolar
2. Parâmetros iniciais de jogabilidade;
3. Playtestes presenciais e virtuais
4. Jogo aperfeiçoado como ferramenta ecopedagógica

RESULTADOS ESPERADOS

1. Nivelamento da Comissão quanto às suas funções
2. Comissão mista consolidada e atuando colaborativamente
3. Regras de jogabilidade estabelecidas colaborativamente
4. Aperfeiçoamento do jogo após definição de parâmetros iniciais e playtestes presenciais e virtuais

INDICADORES DE EFETIVIDADE

- Lista de presença de participantes nos eventos colaborativos de construção do jogo;
- Regras e design do jogo adaptado a diferentes realidades;
- Número de jovens e professores plenamente treinados para uso do jogo;
- Número de escolas utilizando o jogo em atividades de ensino-aprendizagem

REPLICABILIDADE

Toda a atividade se baseia na mobilização local para o engajamento dos atores na Comissão Mista de profissionais em gamificação, docentes, discentes e demais interessados das comunidades escolar e extra-escolar. Desta forma, poderá ser replicada em diferentes contextos das bacias hidrográficas brasileiras.

PÚBLICO ALVO E/OU PARTES ENVOLVIDAS

Estudantes e professores de escolas das séries finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, demais integrantes da comunidade escolar, interessados da comunidade extra-escolar, profissionais técnicos em gamificação.

ATIVIDADE 10 - Monitoramento e Análise da Percepção da comunidade

OBJETIVO

Monitorar e analisar a percepção da comunidade das bacias hidrográficas estudadas e analisar a efetividade das ações propostas durante todas as atividades do projeto

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conhecer e sistematizar a percepção das comunidades durante a etapa de diagnóstico, identificando aspectos econômicos, sociais e culturais da importância dos recursos hídricos.
- Apoiar o monitoramento das atividades propostas, monitorando o andamento e efetividade das ações, considerando a percepção da comunidade.
- Analisar a efetividade das ações propostas no projeto, sob a perspectiva da comunidade.

METODOLOGIA

A análise será realizada desde a etapa de diagnóstico, até o monitoramento das atividades e análise da efetividade das ações propostas. Pretende-se analisar a percepção da comunidade utilizando uma abordagem quali-quantitativa, os conceitos metodológicos abordados por Bauer e Gaskell (2002), Silverman (2005), Seidman (2006), Yin (2009), Lefèvre e Lefèvre (2010) e Lefèvre (2017). Conforme a classificação sugerida por Yin (2009), esta análise pode ser considerada um “estudo de casos múltiplos integrados”, onde o contexto é a bacia hidrográfica escolhida, os casos são os Recursos Hídricos e os fatores utilizados para a análise da percepção da comunidade formam as unidades de análise.

Esta abordagem segue, portanto, a lógica de replicação e não a lógica de amostragem, não fazendo amplas generalizações universais, mas concentra-se em conclusões específicas do contexto estudado, que podem ser replicadas em condições semelhantes e contextos similares (YIN, 2009).

A análise da percepção será realizada utilizando um protocolo de entrevistas (protocolo de estudo de caso), conforme recomendado por Yin (2009), para garantir a confiabilidade e a generalização analítica dos dados, bem como o controle de qualidade do estudo. As entrevistas serão gravadas, transcritas e codificadas. Posteriormente, a análise do material verbal e a identificação da percepção dos sujeitos entrevistados será realizada utilizando como método o Discurso do Sujeito Coletivo (DSC). Assim, o DSC é uma forma de representação da fala da comunidade, em um discurso único, ou seja, um sujeito coletivo que fala (LEFEVRE; LEFEVRE, 2006).

Conforme descrito por Lefèvre e Lefèvre (2010), o DSC é um método de organização e tabulação de dados qualitativos obtidos através de depoimentos. Fundamentado na teoria da representação social e seus pressupostos sociológicos, o DSC é um tipo de análise de conteúdo que tem os depoimentos como matéria prima e permite a construção de um ou mais discursos, escritos na primeira pessoa do singular, de forma a expressar o pensamento de uma coletividade, à qual se atribui ser o emissor de um determinado discurso (LEFEVRE, 2017).

Após a transcrição do material verbal coletado, a análise dos dados se inicia com a identificação e extração das expressões-chave, trechos transcritos do discurso de cada depoimento, que revelam a essência do conteúdo do discurso. As expressões-chave são categorizadas e organizadas em ideias centrais que representam a síntese do conteúdo discursivo manifestado (LEFEVRE, 2017). Em essência, cada DSC é uma reunião de expressões-chave que têm ideias centrais de categorias semelhantes e representa a linha-guia de argumentação de um coletivo. Uma vantagem desse método é agregar o nível de detalhes da pesquisa qualitativa às diferentes possibilidades analíticas da pesquisa quantitativa (LEFEVRE; LEFEVRE, 2010). O DSC é, então, um discurso-síntese elaborado com partes de discursos de sentido semelhante, por meio de procedimentos sistemáticos e padronizados, permitindo que se conheçam os pensamentos, representações, crenças e valores de uma coletividade a respeito de um determinado tema (LEFEVRE; LEFEVRE, 2010).

O processo de codificação e construção dos discursos será realizado utilizando o software de análise qualitativa. Serão tomadas todas as medidas relacionadas à ética e à integridade, necessárias ao bom andamento da pesquisa. Conforme recomendam as boas práticas de pesquisa com entrevistas, abordadas por Seidman (2006) e Yin (2009) e, conforme regulamentado pela Resolução no 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde (BRASIL, 2016), o protocolo de aplicação do questionário, o roteiro de entrevista e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) serão previamente submetidos à Plataforma Brasil (<https://plataformabrasil.saude.gov.br>) para a aprovação de um Comitê de Ética e Pesquisa (CEP).

METAS / PRODUTOS / RESULTADOS ESPERADOS

METAS

1. Análise da percepção inicial das comunidades
2. Identificação dos valores econômicos, sociais e culturais dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas estudadas (com base na percepção da comunidade)

3. Análise da efetividade das ações propostas (formação de líderes ambientais, sentinela das águas), com base na percepção da comunidade

PRODUTOS

1. Relatório contendo o(s) discurso(s) do sujeito coletivo identificados na fala da comunidade.
2. Relatório contendo os aspectos econômicos, sociais, culturais e religiosos identificados no(s) discurso(s) do sujeito coletivo da comunidade.
3. Relatório contendo o(s) discurso(s) do sujeito coletivo identificados na fala da comunidade antes e após as ações propostas.

RESULTADOS ESPERADOS

- 1 Identificação da importância dos Recursos Hídricos da bacia hidrográfica, sob a perspectiva da comunidade.
2. Mapeamento dos valores econômicos, sociais, culturais e religiosos dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas estudadas (com base na percepção da comunidade)
3. Análise da efetividade das ações propostas.

INDICADORES DE EFETIVIDADE

1. Relatório técnico contendo a análise das percepções da comunidade (diagnóstico).
2. Mapeamento dos valores econômicos, sociais e culturais dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas estudadas.
3. Relatório de análise de efetividade das ações propostas (com base na diferença de percepção da comunidade).

REPLICABILIDADE

A abordagem metodológica proposta aqui para analisar a percepção da comunidade é replicável em outras localidades.

PÚBLICO ALVO E/OU PARTES ENVOLVIDAS

Comunidades presentes nas bacias hidrográficas

ATIVIDADE 10 – Sustentabilidade, segurança alimentar e hídrica nas bacias hidrográficas

As ações da Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER) encontram-se inseridas nas diretrizes dos projetos para compatibilização do desenvolvimento econômico e social com o uso sustentável dos recursos ambientais. A recuperação ambiental; escalabilidade, replicabilidade e custo-efetividade das ações realizadas; e finalmente de educação ambiental e mobilização social.

O objetivo da ATER na presente proposta é contribuir para a revitalização das bacias hidrográficas presentes nesta proposta com vistas a melhorar as condições socioambientais e disponibilidade hídrica da área. Além disso, é buscado beneficiar as famílias que ali moram mediante o aperfeiçoamento dos sistemas de produção, serviços e renda no contexto do desenvolvimento sustentável.

Três ações serão desenvolvidas nessa atividade: extensão, assistência técnica e avaliação econômica dos impactos com a finalidade de melhorar as condições de sustentabilidade, segurança alimentar e hídrica das bacias hidrográficas. Com base nas ações de recuperação, conservação e preservação ambiental será identificado as necessidades e potencialidades de cada propriedade/área de estudo e das comunidades ali localizadas para realizar o planejamento estratégico e ações de assistência técnica e extensão rural.

OBJETIVO

Contribuir na melhora da sustentabilidade, segurança alimentar e hídrica nas bacias hidrográficas com base em normas e legislação vigente e monitoramento e análise de dados ambientais, sociais e econômicos nas bacias hidrográficas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Promover e implementar técnicas de conservação do solo e água;
- Promover e implementar tecnologias para potabilização de água e melhoria contínua de descarte de resíduos sólidos e líquidos;
- Promover e implementar tecnologias de produção de energia sustentável;
- Coletar amostras de água, plantas e solo nas bacias hidrográficas;
- Analisar as amostras com equipamentos de alta eficiência para diagnósticos globais;
- Criar bancos de dados dos diagnósticos;
- Criar os *dashboards* e planilhas interativas;
- Desenvolver as plataformas interativas e os programas para acesso, análise, monitoramento e interpretação dos dados.

METODOLOGIA

A metodologia baseia-se no planejamento estratégico com foco em três eixos que influenciam diretamente a sustentabilidade ambiental, social e econômica da bacia hidrográfica que são: água, solo e energia. É importante lembrar que as bacias hidrográficas são dinâmicas e fortemente influenciadas por fatores internos e externos.

O planejamento estratégico é um instrumento de gestão que permite estabelecer parâmetros e direcionar a realização de ações, assim como controlar as mesmas. O objetivo do planejamento é dar ferramentas aos gestores para a tomada de decisão conforme o contexto e antecipar mudanças que possam acontecer, descrevendo as condições internas de resposta ao ambiente externo e a forma de modificá-las para seu fortalecimento (CHIAVENATO; SAPIRO, 2004).

Uma ferramenta de planejamento estratégico é a análise SWOT cujas siglas em inglês são (*Strengths, Weaknesses, Opportunities e Threats*), cuja tradução é força, fraqueza, oportunidade e ameaça, é uma técnica para a gestão e o planejamento que envolve elementos internos e externos a uma determinada situação. Facilita a análise de uma situação (diagnóstico) e com base em seus resultados proporciona um marco de referência para elaborar estratégias e ações para o alcance de metas (HOFRICHTER, 2021).

O monitoramento das águas, plantas e solo é de suma importância para o diagnóstico das atividades poluidoras presentes nas bacias hidrográficas de estudo que podem impactar as atividades dos produtores rurais (CARVALHO et al., 1999).

Conforme Souza, Prezotti e Guarçoni (2012) dentro do planejamento estratégico encontra-se de forma complementar o monitoramento da tríade água, planta e solo. Na primeira fase as coletas e análise das amostras serão feitas com as comunidades envolvidas em formato de oficinas.

Será desenvolvida metodologia de coleta, transporte e acondicionamento de diferentes tipos de amostras, além de utilização de *kit* de análises e interpretação de laudos para o entendimento dos parâmetros referente às assistenciais rurais; tudo com base nas legislações vigentes. Concomitantemente, serão coletadas amostras para análise de nutrientes, poluentes de preocupação emergentes, metais pesados e pesticidas. Essa fase será desenvolvida em equipamentos de alta eficiência e haverá a devolutiva para a comunidade em oficinas para interpretação de dados coletados.

A avaliação econômica é composta de duas partes: avaliação de impacto e cálculo do retorno econômico. A avaliação econômica dos impactos do projeto ATER servirá para saber se os benefícios gerados a partir do impacto estimado superam os custos do programa e isso possibilitará a verificação se a replicabilidade é viável em relação ao custo-benefício. O cálculo do retorno, por outro lado, é

essencial para verificar se os custos das atividades propostas são altos a ponto de inviabilizar a replicação do projeto e verificar quais as atividades tiveram melhor desempenho utilizando comparação entre elas.

Para a avaliação econômica é necessário a criação de indicadores reais, objetivos e principalmente mensuráveis. Além disso, será utilizado grupos de controle (grupos de futuras bacias hidrográficas a serem contempladas) e grupos de tratamento (bacias hidrográficas em estudo que estão recebendo as atividades). Para essa avaliação serão utilizadas ferramentas estatísticas e econômicas. O modelo utilizado será o de diferenças em diferenças (*Diff in Diff*) e finalizar-se-á com o modelo de pareamento e o de regressão descontínua para as comparações entre os grupos.

METAS / PRODUTOS / RESULTADOS ESPERADOS

METAS

1. Fomento de condições sustentáveis da tríade água-planta-solo nas bacias hidrográficas selecionadas.
2. Envolver as comunidades para aprendizado na interpretação de resultados e uso de kits de análise dos recursos aplicando os conhecimentos aprendidos nas oficinas.
3. Avaliação de impacto ambiental e socioeconômico.

PRODUTOS

1. Cartilha com as técnicas utilizadas pelas comunidades, indicando a situação de base e a situação após implementação das técnicas.
2. Diagnóstico técnico - material de monitoramento entregue para os envolvidos na ação.
3. Relatório detalhado com custos e benefícios de cada atividade proposta com os modelos econométricos desenvolvidos e com as propostas de replicabilidade atreladas às sugestões para ajustes futuros.

RESULTADOS ESPERADOS

1. As condições de água e solo mostram uma melhora, existe uma disposição adequada dos resíduos sólidos, como também o acesso a água e energia para uso residencial e produtivo. É linha base do estado de recursos como água, plantas e solo na bacia hidrográfica.
3. Análise integrada dos dados e resultados alcançados durante as ações implementadas mediante uma plataforma de conhecimento que possa ser utilizada por *stakeholder* e as mesmas comunidades.

INDICADORES DE EFETIVIDADE

- Número de técnicas de conservação solo e água implementadas, conforme o planejamento estratégico elaborado, até o 12º trimestre do projeto;
- Número de tecnologias para potabilização de água e melhoria contínua de descarte de resíduos sólidos e líquidos implementadas, conforme o planejamento estratégico, até o 12º trimestre do projeto;
- Número de tecnologias de produção de energia sustentável implementadas, conforme o planejamento estratégico, até o 12º trimestre do projeto;
- Indicadores de contaminação de água e solo: 10 parâmetros até o 8º trimestre do projeto;
- Banco de dados criado até o 16º trimestre do projeto;
- Dashboards e planilhas interativas criadas até 16º trimestre do projeto;
- Plataforma interativa e programa para acesso criadas até o 20º trimestre do projeto.

REPLICABILIDADE

A estratégia de replicabilidade inclui sistematização da metodologia; técnicas e tecnologias implementadas pelas comunidades (conforme seu contexto), indicadores e plataforma interativa permitindo a validação do método para sua posterior replicabilidade.

PÚBLICO ALVO E/OU PARTES ENVOLVIDAS

- *Stakeholders* e comunidades.

5. Cronograma de Execução do Projeto

Abaixo está detalhado o cronograma de execução do presente projeto por meta/objetivo específico para cada uma das 10 atividades durante o período de cinco anos, para cada um dos 20 trimestres. O planejamento detalhado da execução das metas/objetivos, com seus respectivos produtos e resultados esperados para cada trimestre pode ser acessado em:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/19wWzdsRxgJwrNbAPk-ic_BWJgJWCXbVY/edit?usp=sharing&ouid=107845126713220851415&rtpof=true&sd=true

Cronograma de Execução das Fases – PROJETO TWRA, Edital 02/MDR																					
Atividades	Metas / Objetivos Específicos	ANO 1				ANO 2				ANO 3				ANO 4				ANO 5			
		Trimestres																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Atividade 1 - Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto das Bacias Hidrográficas em Restauração	Caracterizar o uso e cobertura vegetal das áreas de estudo selecionadas com base em análise de imagens de satélite	X	X																		
	Caracterização da paisagem das áreas de estudo selecionadas em termos de topografia, hidrografia, solos, clima e cadastro ambiental rural (CAR)	X	X																		
	Monitoramento da restauração da cobertura vegetal em APPs ao longo das drenagens com imagens de satélite	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Monitoramento da restauração da cobertura vegetal em APPs ao longo das drenagens com fotografias digitais de VANT e de campo	X	X		X	X			X	X			X	X			X	X		X	X
Atividade 2 - Suporte aos tomadores de decisão: modelos hidrológicos e simulação de uso e ocupação de solo para a restauração de bacias hidrográficas	Levantamento de dados secundários de cada bacia representativa	X	X																		
	Elaboração do Modelo SWAT			X	X																
	Execução dos processos de Calibração, Validação e Análise de Incertezas do modelo					X	X	X													
	Cálculo das vazões média, máxima, mínima e de referência de cada bacia representativa								X												
	Elaboração de dois cenários de uso e ocupação do solo que adotem medidas de reflorestamento e conservação de seus recursos naturais para cada bacia representativa									X	X										
	Simulação e análise dos cenários alternativos de uso e ocupação do solo										X	X									
	Elaboração do Relatório Técnico												X								

Atividades	Metas / Objetivos Específicos	ANO 1				ANO 2				ANO 3				ANO 4				ANO 5			
		Trimestres																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Atividade 3 - Restauração ecológicas de nascentes e restauração ecológica integrada aos sistemas produtivos, baseada no serviço ambiental prestado pelo gado através do pastejo, minimizando a competição entre o componente forrageiro e arbóreo	Promover a restauração ecológica de nascentes, com espécies nativas, como subsídios para a revitalização e conservação de microbacias hidrográficas nas bacias do Araguaia-Tocantins (MT), do Descoberto e Corumbá (DF);	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Adotar metodologia para seleção de espécies com base em seu potencial de restaurabilidade e uso das espécies nativas do Cerrado.	X	X		X	X															
	Promover a adoção de sistemas Integrados de Restauração Ecológica com os sistemas produtivos, utilizando espécies nativas do Cerrado e a pecuária (em manejo adequado) como ferramenta na restauração ecológica para minimizar a competição entre o componente forrageiro e arbóreo e a ocorrência de incêndios, visando à diversificação da paisagem bem como a adequação ambiental da propriedade rural;				X	X															
	Avaliar os efeitos da integração da restauração ecológica com a pecuária no bioma Cerrado;							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Sistematizar a metodologia para estabelecimento das bases produtivas sustentáveis com vistas à restauração ecológica integrada à produção.																		X	X	X
Atividade 4 - Restauração Ecológica Produtiva e Participativa em Nascentes e Riachos no Bioma Mata Atlântica	(Chave Tomada de Decisão) Implantar ações de restauração ecológica em três propriedades rurais, de cada uma das 4 bacias/microbacias hidrográficas escolhidas pela presente proposta	X	X																		
	(Implantação Efetiva)Implantar ações de restauração ecológica em três propriedades rurais, de cada uma das 4 bacias/microbacias hidrográficas escolhidas pela presente proposta				X	X	X	X	X												
	(Monitoramento) Implantar ações de restauração ecológica em três propriedades rurais, de cada uma das 4 bacias/microbacias hidrográficas escolhidas pela presente proposta									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Planejar e Executar a Restauração Produtiva nas 12 propriedades rurais atendidas nesta proposta									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Treinamento no mínimo 36 (três participantes por propriedade) agricultores que receberão ação de restauração em suas propriedades para realizar o monitoramento participativo a efetividade do método de restauração implantado												X	X	X	X	X	X	X	X	X
													X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Capacitar um mínimo de 400 (100 por bacia) proprietários rurais beneficiários diretos e indiretos das ações do projeto sobre a adequação ambiental da propriedade rural com apoio das associações rurais locais e seus parceiros												X	X	X	X	X	X	X	X	X

ALIANÇA TROPICAL DE PESQUISA DA ÁGUA

SGCV lote 13, bloco B, apto. 313; CEP: 71.215-630, Brasília – DF; Fones (61) 3107-2986; 99978-4041

e-mail: diretoria@thetwra.org; www.thetwra.org

Cronograma de Execução das Fases – PROJETO TWRA, Edital 02/MDR

Atividades	Metas / Objetivos Específicos	ANO 1				ANO 2				ANO 3				ANO 4				ANO 5			
		Trimestres																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Atividade 5 - Qualidade e integridade ecológica das águas superficiais	Monitoramento de variáveis físico químicas e nutrientes durante e depois da restauração		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
	Implementação e validação de Protocolos			X	X	X	X						X	X	X	X					
	Monitoramentos das concentrações de metais traço nos corpos hídricos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
	Primeira atividade de educação ambiental - tema da situação da bacia antes do processo de revitalização, ou seja, o diagnóstico da situação atual da bacia.				X																
	Segunda atividade de educação ambiental - tema explicações sobre a proposta para aumentar a quantidade e melhorar a qualidade da água					X															
	Terceira atividade de educação ambiental - como a população pode atuar na conservação da bacia hidrográfica						X													X	
	Criar protocolos para educação ambiental que poderão ser replicados em outras bacias																	X	X	X	X
	Desenvolver Business Intelligence aplicada a Gestão de Bacias Hidrográficas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Identificar fontes de formação de sedimentos e erosão, aplicação do método fingerprint		X	X	X	X	X	X	X	X							X	X	X	X	X	
Atividade 6 - Formação de Líderes Ambientais- Sentinela das Águas	Identificar a diversidade de atores locais com vistas à preparação de treinamentos adaptados	X	X	X	X																
	Treinamento dos multiplicadores e mobilizadores locais				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Capacitar o Sentinela das Águas como multiplicador de metodologias de Ciência Cdadã												X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Obtenção de dados de qualidade da água e de percepção ambiental nas bacias hidrográficas locais													X	X	X	X	X	X	X	X
	Espaço pedagógico interativo e de capacitação					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Ensino-aprendizagem sobre espécies vegetais nativas									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Realizar práticas pedagógicas em coleta, beneficiamento e armazenamento de sementes									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Realizar práticas pedagógicas com produção de mudas										X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Ensino-aprendizagem sobre princípios básicos de restauração ecológica																	X	X	X	X

ALIANÇA TROPICAL DE PESQUISA DA ÁGUA

SGCV lote 13, bloco B, apto. 313; CEP: 71.215-630, Brasília – DF; Fones (61) 3107-2986; 99978-4041

e-mail: diretoria@thetwra.org; www.thetwra.org

Cronograma de Execução das Fases – PROJETO TWRA, Edital 02/MDR

Atividades	Metas / Objetivos Específicos	ANO 1				ANO 2				ANO 3				ANO 4				ANO 5			
		Trimestres																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Atividade 7. Estratégias de comunicação e Educação Ambiental	Desenvolver logomarca que traduza o conceito do projeto de recuperação de bacias	X																			
	Facilitar a comunicação de eventos e abordagem de temas de interesse do projeto com as diversas comunidades (rurais e urbanas) por meio de whatsapp			X	X	X	X	X	X	X	X	X									
	Uniformizar as equipes e uso promocional no projeto		X																		
	Transportar documentos do projeto em bolsa sinalizada e disribuir promocionalmente em atividades do projeto		X																		
	Registrar narrativa em linguagem atraente (fotojornalísticas) as atividades realizadas na execução projeto de recuperação da bacia									X	X	X									
	Disponer de um tipo de mini museu itinerante para uilização das atividades de Educação Ambiental		X	X	X																
Atividade 8 - Criação de jogo educativo com o uso de tecnologias virtuais colaborativas	Aplicar jogo educativo com uso de tecnologia colaborativa com a temática Água	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Oferecer atividades lúdicas para ensino-aprendizagem de questões ligadas à temática Água	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Atividade 9 - Monitoramento e Análise da Percepção da comunidade	Análise da percepção inicial	X	X	X	X	x	x	x	x												
	Monitorar a efetividade									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	x	
Atividade 10 – Sustentabilidade, segurança alimentar e hídrica nas bacias hidrográficas	Promover e implementar técnicas de conservação do solo e água;	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X								
	Promover e implementar tecnologias para potabilização de água e descarte de resíduos sólidos e líquidos;	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X								
	Promover e implementar tecnologias de produção de energia;	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X								
	Coletar amostras de água, plantas e solo nas bacias hidrográficas;	X	X	X	X	X	X	X	X												
	Analisar as amostras com equipamentos de alta eficiência para diagnósticos globais.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Criar os bancos de dados dos diagnósticos;	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Criar os dashboards e planilhas interativas e	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Desenvolver as plataformas interativas e os programas para acesso, análise, monitoramento e interpretação dos dados.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

ALIANÇA TROPICAL DE PESQUISA DA ÁGUA

SGCV lote 13, bloco B, apto. 313; CEP: 71.215-630, Brasília – DF; Fones (61) 3107-2986; 99978-4041

e-mail: diretoria@thetwra.org; www.thetwra.org

6. Orçamento

A TWRA que é uma associação de pesquisadores brasileiros, em grande parte de professores/pesquisadores universitários possui uma alta capacidade instalada, organizada e em rede pelo Brasil. Assim, as necessidades maiores deste orçamento são com pessoal para as atividades de execução do trabalho proposto, materiais/consumíveis, despesas operacionais e aluguel de veículo para a atividade de campo. O orçamento do projeto está organizado para o período de cinco anos, sendo que os maiores gastos são com pessoal para a execução do trabalho proposto, seguido por deslocamento/diárias, materiais/reagentes e comunicação. Devido ao tamanho da planilha orçamentária do projeto, o detalhamento do orçamento pode ser acessado utilizando o link: <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1ZYiEBtPowqX471LGUllliB1Leal9RqgC/edit?usp=sharing&ouid=107845126713220851415&rtpof=true&sd=true>

Apesar dos custos para execução do projeto rondarem os R\$ 17 milhões, ressalta-se que esse montante compreende o período de 5 anos. O custo médio anual para execução deste projeto é de aproximadamente R\$ 3,4 milhões/ano, o qual considerando o número de municípios abrangidos e a complexidade das ações propostas, apresenta elevada otimização de recursos (custo-efetividade).

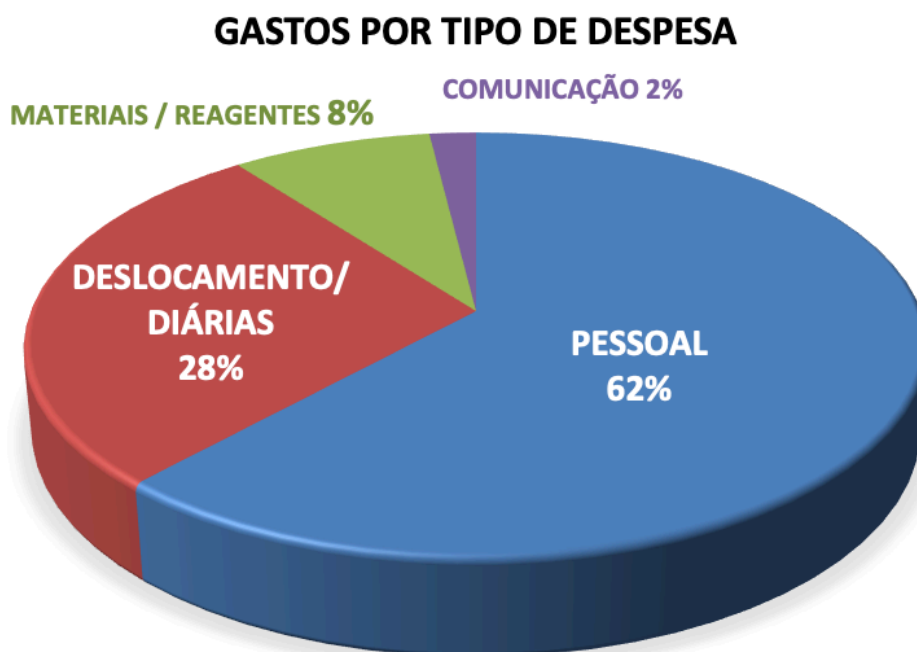


Figura 17. Gastos do projeto por rubrica, em porcentagem.

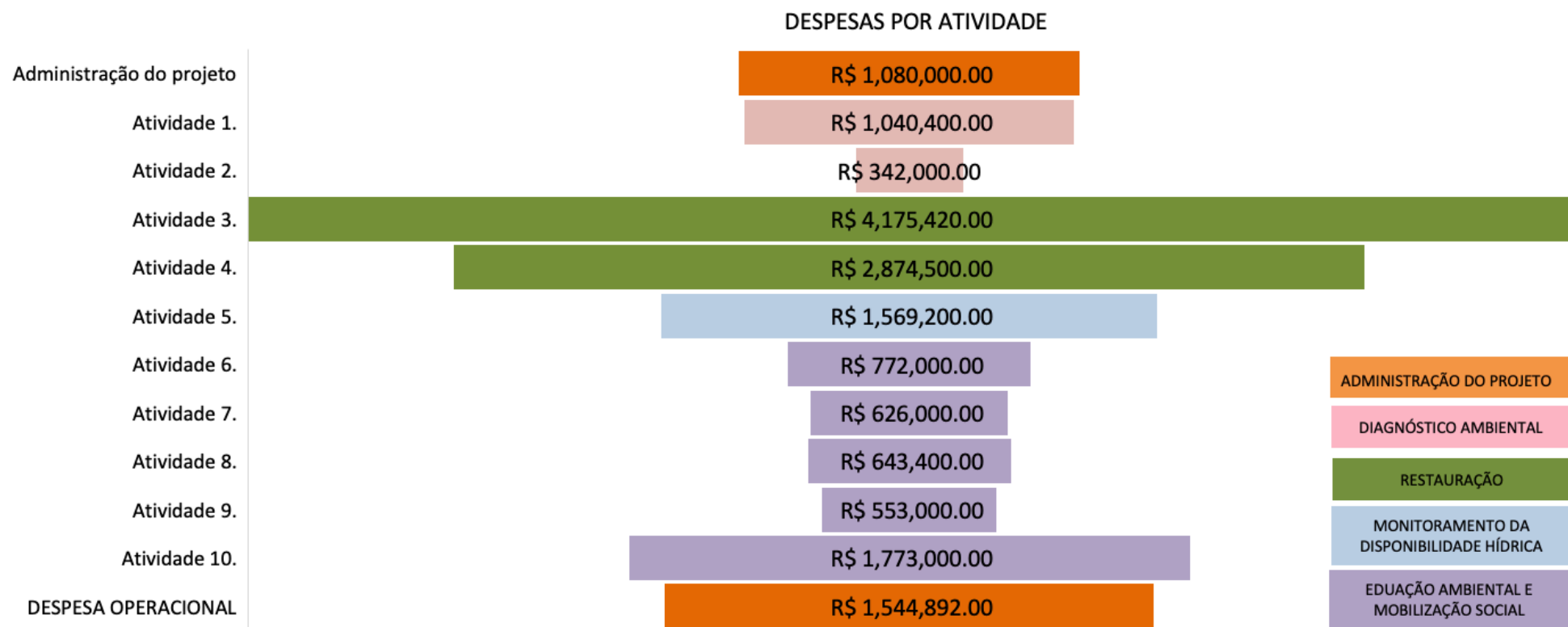


Figura 18. Despesas do projeto para cada uma das 10 atividades e custos operacionais (coordenador geral, técnico logística e técnico financeiro) e de administração da TWRA. As cores representam os quatro eixos temáticos do projeto, nos quais as atividades estão inseridas.

Tabela 2. Orçamento geral do projeto por tipo de rubrica, para a execução das 10 atividades propostas durante o período de cinco (5) anos.

ATIVIDADES	COMPOSIÇÃO DO ORÇAMENTO	TOTAL
Administração do projeto	PESSOAL	R\$ 1,080,000.00
	DESLOCAMENTO / DIÁRIAS	R\$ -
	MATERIAIS / REAGENTES	R\$ -
	COMUNICAÇÃO	R\$ -
	TOTAL ADMINISTRAÇÃO DO PROJETO	R\$ 1,080,000.00
Atividade 1. Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto das Bacias Hidrográficas em Restauração	PESSOAL	R\$ 300,000.00
	DESLOCAMENTO / DIÁRIAS	R\$ 689,400.00
	MATERIAIS / REAGENTES	R\$ 51,000.00
	COMUNICAÇÃO	R\$ -
	TOTAL POR ATIVIDADE #1	R\$ 1,040,400.00
Atividade 2. Suporte aos tomadores de decisão: modelos hidrológicos e simulação de uso e ocupação de solo para a restauração de bacias hidrográficas	PESSOAL	R\$ 342,000.00
	DESLOCAMENTO / DIÁRIAS	R\$ -
	MATERIAIS / REAGENTES	R\$ -
	COMUNICAÇÃO	R\$ -
	TOTAL POR ATIVIDADE #2	R\$ 342,000.00
Atividade 3. Restauração ecológicas de nascentes e restauração ecológica integrada aos sistemas produtivos, no bioma Cerrado, baseada no serviço ambiental prestado pelo gado através do pastejo, minimizando a competição entre o componente forrageiro e arbóreo.	PESSOAL	R\$ 2,950,000.00
	DESLOCAMENTO / DIÁRIAS	R\$ 796,160.00
	MATERIAIS / REAGENTES	R\$ 345,260.00
	COMUNICAÇÃO	R\$ 84,000.00
	TOTAL POR ATIVIDADE #3	R\$ 4,175,420.00
Atividade 4. Restauração Ecológica Produtiva e Participativa em Nascentes/Riachos de Primeira Ordem no Bioma Mata Atlântica	PESSOAL	R\$ 1,830,000.00
	DESLOCAMENTO / DIÁRIAS	R\$ 1,032,000.00
	MATERIAIS / REAGENTES	R\$ -
	COMUNICAÇÃO	R\$ 12,500.00
	TOTAL POR ATIVIDADE #4	R\$ 2,874,500.00
Atividade 5. Qualidade e integridade ecológica das águas superficiais	PESSOAL	R\$ 666,000.00
	DESLOCAMENTO / DIÁRIAS	R\$ 493,000.00
	MATERIAIS / REAGENTES	R\$ 256,700.00
	COMUNICAÇÃO	R\$ 153,500.00
	TOTAL POR ATIVIDADE #5	R\$ 1,569,200.00

ATIVIDADES	COMPOSIÇÃO DO ORÇAMENTO	TOTAL
Atividade 6. Formação de Líderes Ambientais-Sentinela das Águas	PESSOAL	R\$ 453,000.00
	DESLOCAMENTO / DIÁRIAS	R\$ 298,000.00
	MATERIAIS / REAGENTES	R\$ 21,000.00
	COMUNICAÇÃO	R\$ -
	TOTAL POR ATIVIDADE #6	R\$ 772,000.00
Atividade 7. Estratégias de comunicação e Educação Ambiental	PESSOAL	R\$ 506,000.00
	DESLOCAMENTO / DIÁRIAS	R\$ 120,000.00
	MATERIAIS / REAGENTES	R\$ -
	COMUNICAÇÃO	R\$ -
	TOTAL POR ATIVIDADE #7	R\$ 626,000.00
Atividade 8. Criação de jogo educativo com o uso de tecnologias virtuais colaborativas	PESSOAL	R\$ 440,000.00
	DESLOCAMENTO / DIÁRIAS	R\$ 181,100.00
	MATERIAIS / REAGENTES	R\$ 22,300.00
	COMUNICAÇÃO	R\$ -
	TOTAL POR ATIVIDADE #8	R\$ 643,400.00
Atividade 9. Monitoramento e análise da Percepção da comunidade	PESSOAL	R\$ 330,000.00
	DESLOCAMENTO / DIÁRIAS	R\$ 190,000.00
	MATERIAIS / REAGENTES	R\$ 33,000.00
	COMUNICAÇÃO	R\$ -
	TOTAL POR ATIVIDADE #9	R\$ 553,000.00
Atividade 10. Sustentabilidade, segurança alimentar e hídrica nas bacias hidrográficas	PESSOAL	R\$ 650,000.00
	DESLOCAMENTO / DIÁRIAS	R\$ 504,300.00
	MATERIAIS / REAGENTES	R\$ 568,200.00
	COMUNICAÇÃO	R\$ 50,500.00
	TOTAL POR ATIVIDADE #10	R\$ 1,773,000.00
DESPESA OPERACIONAL	TAXA TWRA (10%)	R\$ 1,544,892.00
	TOTAL GERAL (R\$)	R\$ 16,993,812.00

ALIANÇA TROPICAL DE PESQUISA DA ÁGUA

SGCV lote 13, bloco B, apto. 313; CEP: 71.215-630, Brasília – DF; Fones (61) 3107-2986; 99978-4041
e-mail: diretoria@thetwra.org; www.thetwra.org

7. Equipe de Pesquisadores da TWRA

7.1. Equipe responsável pelo GERENCIAMENTO DO PROJETO*

Estrutura Gerencial do projeto	Nome	Vínculo com a instituição proponente (TWRA)	Formação Profissional	Experiência em gerenciamento de projeto
Representante Legal e subcoordenador	José Francisco Gonçalves Jr	Presidente	Ciências Biológicas	http://lattes.cnpq.br/1415005734830737
Coordenação Geral e Técnica	Alan M. Tonin	Gerente de Pesquisa e Inovação	Ciências Biológicas	http://lattes.cnpq.br/8911406949708916
Coordenação Financeira	Marcelo da Silva Moretti	Diretor Financeiro	Ciências Biológicas	http://lattes.cnpq.br/3547610267125711

7.2. Equipe da TWRA envolvida neste projeto

A TWRA é composta basicamente por profissionais altamente qualificados (>70% doutores) exercendo atividades técnico-científicas em mais de 33 áreas do conhecimento atuando na solução dos problemas ambientais na área de recursos hídricos (Tabela 2). Todos estão plenamente habilitados a atuarem e formalmente comprometidos com as ações da TWRA conforme previsto em estatuto (ver www.thetwra.org).

Tabela 3. Equipe de pesquisadores da TWRA envolvidos neste projeto.

	Nome	Instituição *	Laboratório **	Vínculo com instituição proponente (TWRA) ***	Formação profissional	Atividade que executará no projeto
1	José Francisco Gonçalves Júnior	UnB	LIMNO	Pr	Doutor em Ecologia	Responsável pela instituição e subcoordenador
2	Alan M. Tonin	UnB	LIMNO	GPI	Doutor em Ecologia	Coordenador Geral e Técnico
3	Marcelo da Silva Moretti	UVV	-	DF	Doutor em Ecologia	Diretor Financeiro
4	Edson Eyji Sano	Embrapa Cerrados	LBA	Pa	Doutor em Ciência do Solo	ATIVIDADE 1
5	Giovana Maranhão Bettiol	Embrapa Cerrados	LBA	As	Mestre em Ciências Ambientais	ATIVIDADE 1
6	Ana Clara Alves de Melo	-	-	As	Mestre em Ciências Ambientais	ATIVIDADE 1
7	Joaquim Lemos Ornellas	-	-	As	Mestre em Ciências Ambientais	ATIVIDADE 1
8	Marcus Vinícius Galbetti	UNICAMP	LADSEA	Pa	Mestre em Engenharia Hidráulica e Saneamento	ATIVIDADE 2
9	Antonio Carlos Zuffo	UNICAMP	LADSEA	As	Doutor em Engenharia Hidráulica e Saneamento	ATIVIDADE 2
10	Cassiano Sampaio Descovi	UNICAMP	LADSEA	Pa	Mestre em Engenharia Civil	ATIVIDADE 2
11	Taís Arriero Shinma Galbetti	UEMS	LASANGE	Pa	Doutora em Engenharia Hidráulica e Saneamento	ATIVIDADE 2
12	Carmen Regina Correia	UnB	LIMNO	As	Doutora em Ecologia	ATIVIDADES 3, 6, 8, 9
13	Lidiamar Barbosa de Albuquerque	Embrapa Cerrados	-	As	Doutora em Ecologia	ATIVIDADE 3
14	Isabel Cristina Ferreira	Embrapa Cerrados	-	As	Doutora em Zootecnia	ATIVIDADE 3
15	Daniel David Franczak	UFRGS	-	As	Mestre em Ciências Florestais e Ambientais	ATIVIDADE 3
16	Eduardo Cyrino de Oliveira Filho	Embrapa Cerrados	-	Pa	Doutor em Saúde Pública	ATIVIDADE 3
17	Marcos Aurélio Carolino de Sá	Embrapa Cerrados	-	Pa	Doutor em Ciência do Solo	ATIVIDADE 3
18	Daniel Ioshiteru Kinpara	Embrapa Cerrados	-	Pa	Doutor em Psicologia Social, do Trabalho e das Organizações	ATIVIDADE 3
19	Ana Clara Alves de Melo	ADASA	-	As	Mestre em Ciências Ambientais	ATIVIDADE 3
20	Juaci Vitória Malaquias	Embrapa Cerrados	-	Pa	Mestre em Ciências de Matérias e Modelagem	ATIVIDADE 3
21	Fernanda Monteiro de Moraes	Embrapa Cerrados	-	Pa	Mestre em Ciências Florestais	ATIVIDADE 3

ALIANÇA TROPICAL DE PESQUISA DA ÁGUA

SGCV lote 13, bloco B, apto. 313; CEP: 71.215-630, Brasília – DF; Fones (61) 3107-2986; 99978-4041

e-mail: diretoria@thetwra.org; www.thetwra.org

	Nome	Instituição *	Laboratório **	Vínculo com instituição proponente (TWRA) ***	Formação profissional	Atividade que executará no projeto
22	Alessandra Nasser Caiafa	UFRB	CCAAB/UFRB	As	Doutora em Biologia Vegetal	ATIVIDADE 4
23	Daniela Mariano Lopes da Silva	UESC	BIOG	As	Doutora em Ciências	ATIVIDADE 5
24	Thomaz Aurélio Pagioro	UTFPR	LLEC	As	Doutor em Ecologia Aquática	ATIVIDADE 5
25	Cristhiane Michiko Passos Okawa	UEMS	LG, LHH	As	Doutora em Ecologia Aquática	ATIVIDADE 5
26	Adriana Marques	IFSP	LMSH	As	Economista/Doutora Engenharia Mecânica (materiais)	ATIVIDADE 5, 10
27	Fernanda A. Veronez	IFES	NUPAI	As	Doutora em Ciências da Engenharia Ambiental	ATIVIDADES 6, 8, 9
28	Alessandra Gomes Brandão	UEPB	NUCA	Pa	Doutora em Ensino, Filosofia e História das Ciências	ATIVIDADE 7
29	Sandra Velez Echeverry	IEBRAM	LFQ	Pa	Mestre em Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural	ATIVIDADE 10
30	Thaiene Avila	IEBRAM	LFQ	Pa	Doutora em Ciências Farmacêuticas	ATIVIDADE 10
31	Renato da Silva Neto	IEBRAM	DII	Pa	Graduado em Física	ATIVIDADE 10
32	Luan Valio	IEBRAM	DII	Pa	Técnico (Desenvolvedor Front-end)	ATIVIDADE 10

* **Instituição:** ADASA = Agência Reguladora de águas, Energia e Saneamento do Distrito Federal; UNICAMP = Universidade Estadual de Campinas; UEMS = Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul; UEPB = Universidade Estadual da Paraíba; UFRGS = Universidade Federal do Rio Grande do Sul; UnB = Universidade de Brasília; UVV = Universidade Vila Velha; IEBRAM = Instituto de Educação e Laboratório de Pesquisa; IFSP = Instituto Federal de São Paulo; UFRB = Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; IFES = Instituto Federal do Espírito Santo; UESC = Universidade Estadual de Santa Cruz; UTFPR = Universidade Tecnológica Federal do Paraná; UEM = Universidade Estadual de Maringá.

** **Laboratórios/Departamentos/Núcleos de Pesquisa:** LADSEA = Laboratório de apoio multicritério à decisão orientada e sustentabilidade empresarial e ambiental; LASANGE = Laboratório de Modelagem em Saneamento e Geotecnologias; NUCA = Núcleo de Ciência e Arte e Divulgação Científica; FEC = Faculdade de Engenharia Civil da UNICAMP; CCAAB = Laboratório de Ecologia Vegetal e Restauração Ecológica; NUPAI = Observatório de Saúde e Meio Ambiente/Núcleo de Pesquisa em Avaliação de Impacto; LIMNO = Laboratório de Limnologia; LBA = Laboratório de Biofísica Ambiental; LBF = Laboratório Físico-Químico; DII = Departamento de Informática e Inovação; LMHS = Laboratório de materiais, hidráulica e solos; LG = Laboratório de Geoprocessamento; LLEC = Laboratório de Limnologia, Ecologia e Cromatografia; BIOG = Laboratório de Biogeoquímica Aquática; LHH = Laboratório de Hidráulica e Hidrologia Aplicada.

*** **Vínculo com instituição proponente:** Pr = Presidente; GPI = Gerente de Pesquisa e Inovação; DF = Diretor Financeiro; As = Associado; Pa = em processo de associação.

ALIANÇA TROPICAL DE PESQUISA DA ÁGUA

SGCV lote 13, bloco B, apto. 313; CEP: 71.215-630, Brasília – DF; Fones (61) 3107-2986; 99978-4041

e-mail: diretoria@thetwra.org; www.thetwra.org

8. Infraestrutura comprometida com este projeto

Os laboratórios aqui listados foram aqueles que formalmente se comprometeram com este projeto, permitindo uma ampla capacidade de execução das atividades envolvidas. Todos os pesquisadores responsáveis por eles são membros da TWRA ou estão em processo de associação.

(1) O **Laboratório de Limnologia** situado no Departamento de Ecologia da Universidade de Brasília (UnB) possui ampla infraestrutura para a realização das atividades propostas. Estas incluem, laboratório para processamento de amostras (salas de lavagem com pias e bancadas; salas assépticas; salas com temperatura controlada), sala de análise química (com capela de exaustão, equipamentos de proteção individual e demais sistemas de segurança), sala de análise microbiológica (capela de fluxo laminar); sala de refrigeradores e congeladores; salas de triagem e armazenamento de amostras (para processamento dos detritos coletados); sala de moinhos (com moinhos de faca e de bolas); além de uma sala de cromatografia que dispõe de um cromatógrafo iônico (MethromTM, 930 Compact IC Flex[®]) equipado com um autosampler. Cada uma das salas está equipada com vidrarias, pipetas (ou micropipetas) automáticas, reagentes e outros consumíveis específicos para a realização das atividades propostas. Dispõe ainda de um analisador elementar de carbono e nitrogênio (CNS 628[®] LecoTM), liofilizador, cromatógrafo líquido de alta eficiência (Dionex Ultimate 3000, Thermo ScientificTM) e destilador Milli-Q[®] Integral (MerkTM).

(2) O **Núcleo de Pesquisa em Avaliação de Impacto** (NUPAI) ligado ao Observatório de Saúde e Meio Ambiente do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), dispõe de uma sala de aproximadamente 30m², com ar-condicionado e cinco computadores que darão auxílio ao presente projeto. Para o desenvolvimento das atividades será utilizado um computador com capacidade de rodar o software NVIVO para analisar o material verbal coletado nas entrevistas de campo.

(3) Os dois laboratórios **LADSEA (Laboratório de Apoio Multicritério à Decisão orientada e Sustentabilidade empresarial e Ambiental**, Faculdade de Engenharia Civil da Universidade de Campinas, UNICAMP) e **LASANGE (Laboratório de Modelagem em Saneamento e Geotecnologias**, situado na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, UEMS) dispõem da infraestrutura necessária para execução do projeto: ambiente climatizado, sala de reunião e mesas com computador individual para cada membro.

(4) O **Laboratório de Biofísica Ambiental** da Embrapa Cerrados, localizado em Planaltina, DF, dispõe de equipamentos e aplicativos computacionais necessários ao desenvolvimento do projeto.

Será fornecido um espaço físico de 120 m², com mesas de escritório, computadores desktop, notebooks e programas comerciais e gratuitos de processamento de imagens (ENVI e SPRING) e de sistema de informações geográficas (ArcGIS e QGIS).

(5) **NUCA – Núcleo de Ciência, Arte e Divulgação Científica**, localizado no departamento de Física, da Universidade Estadual da Paraíba/Campus VIII. O ambiente, refrigerado, mede 64 m², dividido em quatro espaços distintos: (1) Estações de trabalho com três computadores, impressora, datashow e máquinas fotográficas; (2) Espaço de reunião para oito pessoas (3) Mesa de produção material de comunicação em diversos formatos (textos, pequenos audiovisuais, história em quadrinhos e roteiros de podcast); (4) Plataforma (tatame) para criação e ensaio de peças de divulgação científica.

(6) O **Laboratório de Biogeoquímica Aquática** está localizado na Universidade Estadual de Santa Cruz (Ilhéus/BA) e dispõe de diversos equipamentos e estrutura para contemplar o presente projeto. O laboratório tem uma área total de 75m² e dispõe de 2 salas para docentes, 1 sala para equipamentos, um laboratório de preparação de amostras, uma sala de balanças, uma sala de águas e uma sala de estufas. Possui os seguintes equipamentos: espectrofotômetro no VIS, TOC -VCP para análise de carbono, equipamentos multiparâmetros de campo (pH, Condutividade, oxigênio e temperatura), oxímetros óticos, amostrador automático de amostras de água (ISCO), mufla, ultrassom, autoclave, estufa, destilador e equipamento Barnstead - água ultra pura, GPS, bombas de vácuo, peristáltica, coluna de cádmio para análise de orgânicos (N e P), balanças analíticas e semi analíticas, garrafas de van dorn, titulador, trado; além de toda vidraria necessária para análise de nutrientes em amostras ambientais.

(7) Dois laboratórios localizados na Sede Ecoville do Campus Curitiba da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, sendo o **Laboratório de Limnologia, Ecologia e Cromatografia (LLiEC)**, que dispõe de microscopia direta, invertida e de epifluorescência; sala de preparo de amostras químicas e biológicas; sala de inoculação e cultivo de organismos. **Laboratório Multiusuários de Equipamentos e Análises Ambientais (LAMEAA)** que dispõe de Espectrofotômetro Uv-Vis (Modelo UV-1800, marca Shimadzu), Centrífuga refrigerada (Modelo CF-15RN, marca Hitachi), Ultrafreezer (Modelo IULT335D/368, marca Indrel). Liofilizador (Modelo Liotop L101, marca Liobrás), Cromatógrafo líquido com detector por arranjo de diodos (Modelo Prominence, marca Shimadzu), Cromatógrafo gasoso com detector por ionização em chama e por condutividade térmica (Modelo

CG 2010 Plus, marca Shimadzu, Leitora de microplacas (Modelo FluoStarOmega, marca BMG Labtech), Cromatógrafo gasoso com detecção por espectrometria de massas tandem (CG-MS/MS) (Modelo 7890A, MS/MS 7000 marca Agilent), Cromatógrafo Líquido com detecção por arranjo de diodos e por fluorescência (Modelo 1260 Infinity, marca Agilent).

(8) **Laboratório de pesquisa Forense - IEBRAM** (Brasília/DF) com 58m², climatizado, dividido em 4 espaços distintos: (1) laboratório de análises físico-químicas. equipamentos HPLC e GCMS marca shimadzu, Titulador potenciométrico - Titrino, balanças de precisão, pHmetro, sistema de extração sólido-SPE, Jar-Test, condutivímetro, piloto teste rápido em coluna de pequena dimensão, capela de exaustão, refratômetro, banho maria, sonicator, ultra purificador de água Padrão tipo 1 e 2, sonda medidora multiparâmetros e sensores tribológicos (2) sala de aula para 12 alunos (3) sala de reuniões com equipamento de vídeo e som (4) sala de certificação e computadores com programas específicos de econometria (STATA, SAS e ECONOMETICA) e ferramentas de Business Intelligence (BI) (Domo, Tableau, IBM Watson Analytics) .

(9) **Laboratório de solos** no Instituto Federal de São Paulo (IFSP): equipamentos para análises granulométricas e de plasticidade do solo, peneiras, casagrande, prensas mecânicas e hidráulicas, estufas, muflas, DIC, minicargadeira com acessórios para manejo do solo e plantação, valetadeiras, garfo e pás. Microscópio de Força Atômica (AFM), espectrofotômetro

(10) Dois laboratórios na Universidade Estadual de Maringá - Câmpus sede (UEM): **Laboratório de Geoprocessamento**, contendo 8 microcomputadores de mesa, com 8GB, 1TB, 7200 rpm, com monitor 21,5" LCD, teclado e mouse, 8 mesas tipo bancadas, 24 cadeiras, 1 notebook HP Pavilion, intel core i7, memória 8GB, HD 1Tera, NVIDIA GeForce GTX, com mouse sem fio, 2 projetores multimídia BENQ, 2 projetores multimídia EPSON, 1 drone DJI Phantom 4 Pro+ com câmera C4K white, 1 impressora multifuncional Samsung. **Laboratório de Hidráulica e Hidrologia Aplicada**, com 30 m², quadro branco, cadeiras e carteiras, trena de 20 metros, GPS, micromolinete, ADCP.

(11) **Laboratório de Ecologia Vegetal e Restauração Ecológica – LEVRE** situa-se no Setor de Ciências Biológicas do Centro de Ciências Agrárias Ambientais de Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – Campus Cruz das Almas (Cruz das Almas – BA), dispõe da infraestrutura necessária que darão auxílio no cumprimento das metas da atividade de Restauração Ecológica na Mata Atlântica inseridas no projeto. O LEVRE tem um espaço físico de 60m², composto

de sala de computadores com 4 computadores de mesa (DELL) e dois notebooks, sendo um destes com as especificações necessárias para rodar dados de análises de imagem e modelagem, bem como duas impressoras e uma dotada de scanner. Possui dois equipamentos de GPS com sistema SiRF, estufa de circulação forçada para secagem de plantas, equipamento fotográfico semiprofissional e para tomada de fotografias hemisféricas, clinômetros digitais, bússolas tipo brunton, Hipsômetro analógico tipo Abney, Hipsômetro digital Haglöff, trenas laser, paquímetros de metal analógicos e digitais, fora um conjunto de pequenos aparatos do dia a dia da Ecologia Vegetal, em especial monitoramento e avaliação da implantação das ações de restauração como: trenas de fibra de vidro, visadas, martelos de borracha, dentre outros.

9. Referências Bibliográficas

- ABBASPOUR, K. C. et al. A continental-scale hydrology and water quality model for Europe: Calibration and uncertainty of a high-resolution large-scale SWAT model. *Journal of Hydrology*, v. 524, p. 733–752, 2015.
- ABBASPOUR, K. C. SWAT-CUP: Calibration and Uncertainty Programs. *Science And Technology*, p. 106, 2012.
- ABBASPOUR, K.; VAGHEFI, S.; SRINIVASAN, R. A Guideline for Successful Calibration and Uncertainty Analysis for Soil and Water Assessment: A Review of Papers from the 2016 International SWAT Conference. *Water*, v. 10, n. 1, p. 6, 2017.
- ABELL, R., et al (2008). Freshwater ecoregions of the world: a new map of biogeographic units for freshwater biodiversity conservation. *BioScience*, 58(5), 403-414.
- ACSERARD, Henri. O que é justiça ambiental / Henri Acselrad, Cecília Campello do A. Mello, Gustavo das Neves Bezerra. - Rio de Janeiro: Garamond, 2009.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Bacias Hidrográficas Ottocodificadas (Nível 2). Última atualização dos dados em 13 de Setembro de 2021. <https://dados.ana.gov.br/dataset/bacias-hidrograficas-ottocodificadas-nivel-2> (acessado em 12/11/2021).
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA (ANA). Glossário de Termos Hidrológicos. Superintendência de Informações Hidrológicas (SIH), 2001.
- AGUSTINHO, D. P. Crítica da razão hídrica: multiplicando perspectivas e construindo futuros em bacias hidrográficas em crise no Distrito Federal. 2020. 377 f., il. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) — Universidade de Brasília, Brasília, 2020. Disponível em <https://repositorio.unb.br/handle/10482/40830>. Acessado em 10/11/2021.
- AGRIZZI, D.V.; CECÍLIO, R.A.; ZANETTI, S.S.; GARCIA, G.O.; AMARAL, A.A.; FIRMINO, E.F.A.; MENDES, N.G.S. Quality of the water from the springs of the Paraíso settlement. *Engenharia Sanitária Ambiental*, v.23, n.3, p 557-568, 2018.
- ALBUQUERQUE, L. B.; Ferreira, I.C. ; MALAQUIAS, J. V. . Bovinos e a restauração ecológica: vilões ou benfeitores?. *Associação Brasileira dos Criadores de Zebu*, v. 109, p. 128-130, 2020.
- ALBUQUERQUE, L. B. et al. Potencial de restaurabilidade e uso (PRU) das espécies nativas de mata ripária, Gama, DF. In: SIMPÓSIO DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA, 8., 2019, São Paulo. Desafios do processo frente à crise ambiental: resumos. São Paulo: Instituto de Botânica de São Paulo, 2019. p. 270, 2019.
- ALBUQUERQUE, L. B.; ALONSO, A. M.; AQUINO, F. G.; REATTO, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; LIMA, J. E. F. W.; DE SOUSA, A. C. S. A.; SOUSA, E. S. Restauração Ecológica de Matas Ripárias: Uma questão de sustentabilidade. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010.
- AMORIM, M.A.; MOREIRA-TURCQ, P.F.; TURCQ, B.J., CORDEIRO, R.C. 2009. Origem e dinâmica da deposição dos sedimentos superficiais na Várzea do Lago Grande de Curuai, Pará, Brasil [Origin and dynamics of sediment deposition in the Lago Grande de Curuai floodplain, Pará, Brazil]. *Acta Amazonica*, 39(1):155-162.
- ANGELINI SOBRINHA, L. Classificação semiautomática de imagens de satélites e suas implicações na modelação do escoamento superficial direto em bacias urbanas. Tese de Doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, 193p., 2016.
- ANGELO, P. G. Estimativa do valor econômico-ecológico da planície de inundação do Rio Araguaia e influência do público-alvo na valoração ambiental. 2010. 70p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

- APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st Edition, American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, Washington DC, 2005.
- AQUAFLORA MEIO AMBIENTE. Plano Estratégico do Programa Produtor de Água no Descoberto. Diagnóstico da situação atual e priorização de áreas e intervenções estratégicas na bacia do Alto Descoberto (Produto 2). 173p. 2020.
- ARAUJO, L.S., KOMONEN, A., LOPES-ANDRADE, C. Influences of landscape structure on diversity of beetles associated with bracket fungi in Brazilian Atlantic Forest. *Biol. Conserv.* 191, 659–666. 2015.
- ARNOLD, J. G. et al. Hydrological Processes and Model Representation: Impact of Soft Data on Calibration. *Transactions of the ASABE*, v. 58, n. 6, p. 1637–1660, 2015.
- ARNOLD, J. G. et al. SWAT: Model Use, Calibration, and Validation. *Transactions of the ASABE*, v. 55, n. 4, p. 1491–1508, 2012.
- AZEVEDO NETO, J.M.; FERNANDEZ, M.F. Manual de Hidráulica. 9a. edição. Editora Edgard Blücher Ltda. Rio de Janeiro, RJ. 632 p. 2015.
- BAESSO M. M.; MENEZES, T. A. V.; MODOLO, A. J.; ROSA, R. G.; ZUIN, L. F. S. Comparação entre três penetrômetros na avaliação da resistência mecânica do solo à penetração em um latossolo vermelho eutroférico. *Brazilian Journal of Biosystems Engineering*, v. 14, N. 2, pp. 101-110, 2020.
- BASTIANONI, S.; COSCIEME, L.; PULSELLI, F. M. The input-state-output model and related indicators to investigate the relationships among environment, society and economy. *Ecological Modelling*, v. 325, p. 84-88, 2016. Doi:10.1016/j.ecolmodel.2014.10.015
- BARBIER, R. A pesquisa-ação. Brasília: Liber Livro Editora, 2007. 159p.
- BAUER, M. W.; GASKELL, G. Pesquisa Qualitativa com texto, imagem e som - um manual prático. 2. ed. Petrópolis. RJ: Vozes, 2002.
- BAUMGARTNER, G., PAVANELLI, C. S., BAUMGARTNER, D., BIFI, A. G., DEBONA, T., & FRANA, V. A. Peixes do baixo rio Iguazu. Maringá, PR: EDUEM. 2012.
- BELLOTTO, A.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. In: Rodrigues, R. R.; Brancalion, P. H. S. Principais iniciativas de restauração florestal na Mata Atlântica, apresentadas sob a ótica da evolução dos conceitos e dos métodos aplicados: Fase 1. Isernhagen, I. (Eds.). Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos de restauração florestal. LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, São Paulo, p. 11-13, 2009.
- BERTRAND, M.; DUFLO, E.; MULLAINATHAN, S.. How Much Should We Trust Differences-In-Differences Estimates? *The Quarterly Journal Of Economics*, [S.L.], v. 119, n. 1, p. 249-275, 1 fev. 2004. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1162/003355304772839588>.
- BLENGINI, I.A.D.; CINTRA, M.A.U.; CUNHA, R.P.P; CAIAFA, A.N.C. Org. Proposta de unidade de conservação da Serra da Jiboia. Gambá. Salvador. 230p. 2015.
- BRACAGIOLI, A. Metodologias Participativas. In: Ferraro-Júnior, L.A. (Org.). *Encontros e Caminhos: formação de educadores ambientais e coletivos educadores*. v. 2. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007. p. 227-242
- BRASIL. CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE. Resolução N. 510, de 7 de abril de 2016. Brasília: Diário Oficial da União, 2016
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Estratégia Nacional de Comunicação e Educação (ENCEA). Brasília, DF. 2010. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/educacaoambiental/politicas/encea.html>. Acesso em 14/11/2021.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de Maio de 2012, 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm>.
- BRASIL. Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso

- XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, 1997.
- BRANDÃO, A et. al. Comunicação e educação ambiental no parque estadual Pedra da Boca Journal Brazilian Delevopment. Curitiba, v. 6, n.5. 2020.
- CAIAFA, A.N. A vegetação na Serra da Jiboia. In: Blengini, I.A.D.; Cintra, M.A.U.; Cunha, R.P.P; Caiafa, A.N.C. Org. Proposta de unidade de conservação da Serra da Jiboia. p 72-83. 2015.
- CAIAFA, A.N.; CREPALDI, M.O.; SANTOS, V.J.; ROCHA, J.I. A restauração Ecológica no Recôncavo Sul Baiano: cenário atual e necessidades futuras. In: Recursos e Estratégias para a restauração florestal: Ações para o Recôncavo da Bahia. EDUFRB, pp. 105 – 135, 2016.
- CASCABEL. Portal do município de Cascavel. Disponível em: <http://www.cascavel.pr.gov.br/indicadores.php>. Acesso em: 23-julho de 2011.
- CARVALHO, I. C. M.. Em direção ao mundo da vida : interdisciplinaridade e educação ambiental. Brasília : IPÊ - Instituto de Pesquisas Ecológicas, 1998.
- CARVALHO, J.E.B.; SOUZA, L.S.; JORGE, L.A.C.; RAMOS, W.; COSTA NETO, A.O.; ARAÚJO, A.M.A.; LOPES, L.; JESUS, M. Manejo de coberturas do solo e sua interferência no desenvolvimento do sistema radicular da laranja 'Pera'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.21, n.2, p.140-145, 1999.
- CHIAVENATO, Idalberto; SAPIRO, Arão. Planejamento estratégico: fundamentos e aplicações. 12. ed. São Paulo: Elsevier, 2004. 332 p.
- CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo: Edgard Blucher, 2. ed. 1980.
- CLAUSNITZER, V.; HOPMANS, J.W. Simultaneous modeling of transient three-dimensional root growth and soil water flow. *Plant and Soil*, Dordrecht, v.164, n.2, p.299-314, 1994.
- COELHO, N. R.; GOMES, A. da S.; CASSANO, C. R.; PRADO, R. B. Panorama das iniciativas de pagamentos por serviços ambientais hídricos no Brasil. *Eng. San. Ambient.*, v. 26, n. 3, p. 409-415, maio / jun. 2021.
- COSTANZA, R., et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, v. 387, p. 253–260, 1997.
- COUTINHO, L.M. Biomas Brasileiros. Editora Oficina de Textos. São Paulo. 128p. 2016.
- DAMASCENO, A.T. de M. Ética e Educação Ambiental: a conexão necessária para a formação do sujeito ecológico. *Revista Eletrônica Casa de Makunaima*, edição 4 / Vol. 2 - No 4 / Jul./Dez., 2019. Disponível em <https://doi.org/10.24979/makunaima.v2i4.680>. Acessado em 12/11/2021.
- DUARTE, I.D. 2017. Rio Santa Maria da Vitória (ES, Brasil): Avaliações ecofisiológicas e toxicogenéticas em amostras de água, sedimento e elutriado do sedimento. Tese de Doutorado. Programa de Pós Graduação em Biologia Vegetal. UFES. 181p.
- ECCLES, Robert. The performance measurement manifesto. *Harvard Business Review*, v.69, n.1, p.131-137, jan./feb. 1991.
- ENGEPLUS ENGENHARIA E CONSULTORIA. Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos afluentes distritais do Rio Paranaíba - PRH-Paranaíba-DF - Diagnóstico. Brasília-DF: ADASA, 2020a.
- FALCÃO, S. P. Interfaces Colaborativas em Comunicação e Educação Ambiental 2018. Tese Doutorado em Interfaces Sociais da Comunicação. Universidade de São Paulo, São Paulo. Escola de Comunicações e Artes, 150 p. 2018.
- FARIA, R.S de; CORREIA, C.R.M.A.; GONÇALVES JÚNIOR, J.F. Viveiros Escolares. Brasília-DF: Universidade de Brasília-Projeto AquaRiparia, 2019.
- FARIA, D.; MARIANO-NETO, E.; MARTINI, A.M.Z.; ORTIZ, J.V.; MONTINGELLI, R.; ROSSO, S.; PACIENCIA, M.L.B.; BAUMGARTEN, J. Forest structure in a mosaic of rainforest sites: the effect of fragmentation and recovery after clear cut. *Forest Ecology and Management*. v.257, pp. 2226-2234, 2009.

- FERRARO-JUNIOR, L.A.; SORRENTINO, M. Coletivos Educadores. In: FERRARO-JUNIOR, L.A. (Org.) Encontros e Caminhos: formação de educadores ambientais e coletivos educadores. v.2. Brasília: MMA, 2007,, p. 59-69.
- FERREIRA, H.; CASSIOLATO, M.; GONZALEZ, R. Uma experiência de desenvolvimento metodológico para avaliação de programas: o modelo lógico do programa segundo tempo. Texto para discussão 1369. Brasília: IPEA, 2009.
- FIDALGO, O.; BONONI, V.L.R. Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico. Instituto de Botânica, São Paulo, 1984.
- FINEGAN, B. Pattern and process in neotropical secondary rain forest: the first 100 years of succession. *Tree*. v. 11, pp. 119-124, 1996.
- FUNDAÇÃO BRASILEIRA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL -FBDS. Mapeamento em Alta Resolução dos Biomas Brasileiros. 2018. <http://geo.fbds.org.br/>. Acessado em 2021.
- FRANÇA, J. S.; CALLISTO, M. Monitoramento participativo de rios urbanos por estudantes-cientistas. 1. ed. Belo Horizonte: J. S. França, 2019.
- FRANÇA, J. S. et al. Student monitoring of the ecological quality of neotropical streams. Royal Swedish Academy of Sciences, 2018. Disponível em <https://doi.org/10.1007/s13280-018-1122-z>. Acessado em 10/11/2021.
- GALOSKI, C. E.; JIMENEZ, A. E.; SHULTZ, G. B.; FROEHNER, S. (2019) Use of n-alkanes to trace erosion and main sources of sediments in watershed in southern Brazil. *Science of The Total Environment* 682(1), 456-477.
- GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. Metodologias de restauração florestal. In: CARGILL. Manejo ambiental e restauração de áreas degradadas. São Paulo: Ed. Fundação Cargill. pp. 241-243, 2007.
- GRASSHOFF, K. Determination of nutrients. *Methods of seawater analysis*, p. 125-187, 1995.
- GONSALES, P. L. B., BROCARD, C. R., COSTA, G. D. O. N., RAMIRO, S. M., & DELARIVA, R. L. Intoxicações exógenas por agrotóxicos no oeste do Paraná, Brasil. *International Journal of Environmental Resilience Research and Science*, 3(1).
- GRIPAA, G.A.; NATI, N.; MATSUMOTO, S.T. Evaluation of Water Samples from a River by Cytologic Analysis in *Allium cepa*. *Cytologia*, v. 77, n. 1, p. 3-9, 2012.
- HALES, J., & PETRY, P. (2019). Freshwater ecoregions of the world – 346: Iguassu. Disponível em <http://www.feow.org/ecoregions/details/346> (acesso em: 20 de julho de 2021).
- HERNANDES, T. A. D.; SCARPARE, F. V.; SEABRA, J. E. A. Assessment of impacts on basin stream flow derived from medium-term sugarcane expansion scenarios in Brazil. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 259, n. March, p. 11–18, 2018.
- HUGENTOBLE, M. Quantum GIS. In: *Encyclopedia of GIS*. Boston, MA: Springer US, 2008.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Resolução do Presidente do IBGE nº 1, de 25 de fevereiro de 2005. 2005.
- IBGE. 2021. Disponível em <https://www.cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/cascavel/panorama>. Acessado em: 12 de novembro de 2021.
- INWOOD, S. E. E.; LÓPEZ-RIDAURA, S.; KLINE, K. L.; GÉRARD, B.; MONSALUE, A. G.; GOVAERTS, B.; DALE, V. H. Assessing sustainability in agricultural landscapes: a review of approaches. *Environ. Rev.*, v.26, p. 299-315, 2018. Doi:10.1139/er-2017-0058
- JIMÉNEZ MARTINEZ, A. E.; SCHLEDER, A.; SANEZ, J.; BAHNIUK, A.; FROEHNER, S. (2019) Use of fatty acids as tracer of organic matter input associated with level of land urbanization. *Environmental Science Pollution Research International*, 26(31), 31685-31698.
- JOLY, C. A., AIDAR, M. P. M., KLINK, C. A., MCGRATH, D. G., MOREIRA, A. G., MOUTINHO, P., ... & SAMPAIO, E. V. S. B. (1999). Evolution of the Brazilian phytogeography classification systems: implications for biodiversity conservation. *Ciencia e Cultura*(Sao Paulo), 51(5), 331-348.

- KRINK, C.A.; MACHADO, R.B. Conservation of Brazilian Cerrados. *Conservation Biology*. V. 19. P. 707–71. 2005.
- LEAL, M. S. et al. Definition of priority areas for soil and water conservation in the itinguá watershed, Capão Bonito, SP state, Brazil. *Ciencia Florestal*, v. 29, n. 2, p. 531–544, 2019.
- LEAL, M.S.; TONELLIO, K.C.; DIAS, H.C.T.; MINGOTI, R. Caracterização hidroambiental de nascentes, *Revista Ambiente Água*, v. 12, n. 1, 2016.
- LEFEVRE, F.; LEFEVRE, A. M. C. The Collective Subject that speaks. *Interface - Comunicação, Saúde, Educação*, v. 10, n. 20, p. 517–524, dez. 2006.
- LEFEVRE, F. Discurso do Sujeito Coletivo. *Nossos modos de pensar, nosso eu coletivo*. São Paulo, SP: CABRAL, 2017.
- LEFEVRE, F.; LEFEVRE, A. M. Pesquisa de Representação Social - Um Enfoque Quali-quantitativo. [s.l.] Liber Livro, 2010.
- LIMA, Gustavo Ferreira. Educação ambiental crítica: do socioambientalismo às sociedades sustentáveis. *Educação & Sociedade*, ano XXI, n. 94, Campinas, dez. 2008.
- LOPES, A.V.; GIRÃO, L.C.; SANTOS, B.A.; PERES, C.A.; TABARELLI, M. Long-term erosion of tree reproductive trait diversity in edge-dominated Atlantic forest fragments. *Biological Conservation*. v. 142, pp. 1154-1165, 2009.
- LOUREIRO, C. F. B. Trajetória e fundamentos da educação ambiental. São Paulo, Cortez, 2004.
- LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES P. P., CASTRO, R. S. (Orgs.) *Sociedade e Meio Ambiente: a educação ambiental em debate*. São Paulo: Cortez, 2008.
- MACEDO NETO, D. (2017). Geoquímica e fingerprinting de sedimentos em rio influenciado pela urbanização: Um estudo por regiões aplicado à Bacia do Rio Barigui. Tese de doutorado. Universidade Federal do Paraná.
- MACEDO, R. de C. Modelagem dinâmica espacial e valoração das alterações de cobertura e uso da terra relacionadas à expansão canavieira. 2013. 236 p. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2013.
- MACHADO, R. E.; LOPES, M. S.; RIBEIRO, L. C. L. J. Effect of the Substitution of Agricultural Uses by Forest on the Hydrological Processes in a Tropical Watershed. Analysis through Hydrological Simulation. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, v. 5, n. 11, p. 272–286, 2018.
- MACHADO, R. E.; LOPES, M. S.; RIBEIRO, L. C. L. J. Effect of the Substitution of Agricultural Uses by Forest on the Hydrological Processes in a Tropical Watershed. Analysis through Hydrological Simulation. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, v. 5, n. 11, p. 272–286, 2018.
- MAPBIOMAS. Coleção [5] da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil. Disponível em: <<https://plataforma.mapbiomas.org/>>. Acesso em: 6 nov. 2020
- MARTENSEN, A.C.; PIMENTEL, R.G.; METZGER, J.P. Relative effects of fragment size and connectivity on bird community in the Atlantic Rain Forest: implications for conservation. *Biological Conservation*. v. 141, pp. 2184-2192. 2008.
- MARTINS, F.C.O.; FERNANDES, V.O. Biomassa e composição elementar (C, N e P) da comunidade periférica no alto Rio Santa Maria da Vitória, Espírito Santo, Brasil. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*. v. 15, n. 1, p. 11- 18, 2011.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA) & ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Plano de Manejo da APA Bacia do Rio Descoberto. Brasília-DF: MMA, 2014.
- MIRANDA, C.L.P. Preservação de mananciais sob a ótica da sobrevivência: história e sustentabilidade a partir do rio Santa Maria da Vitória/ES. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Espírito Santo -UFES, 177p. 2009.
- METZGER, J. P. (2009). Conservation issues in the Brazilian Atlantic Forest. *Biological Conservation*, v. 142, n. 6, p. 1138-1140.

- MONTEIRO, J. A. F. et al. Modelling the effect of riparian vegetation restoration on sediment transport in a human-impacted Brazilian catchment. *Ecohydrology*, v. 9, n. 7, p. 1289–1303, 2016.
- MOTTA, R. S. da. Valoração e precificação dos recursos ambientais para uma economia verde. *Política Ambiental*, v. 8, p. 179-190, jun. 2011.
- MMA. Ministério do meio ambiente. (2015). Mapa de vegetação nativa na Área de aplicação Lei. 11.428/2006-Lei da mata atlântica (ano base 2009). Brasília.
- NEITSCH, S. L. et al. Soil and Water Assessment Tool Theoretical Documentation Version 2009. Boston, MA: Springer US, 2009.
- PALAVIZINI, R.S. Uma abordagem transdisciplinar à Pesquisa-ação. NUPEAT–IESA–UFG, v.2, n.1, jan./jun., 2012, p.67–85, Artigo 21. Disponível em DOI: 10.5216/teri.v2i1.20140. Acessado em 10/11/2021.
- PALFREY, J.; GASSER, U. Nascidos na era digital: a primeira geração de nativos digitais. Porto Alegre: Artmed, 2011. 352p.
- PAROLIN, M., RIBEIRO, C. V., & LEANDRINI, J. A. (2010). Abordagem ambiental interdisciplinar em bacias hidrográficas no Estado do Paraná. Editora da Fecilcam, Campo Mourão.
- PEIXINHO, F. C., MELLO, F.L. (2012) "Business Intelligence - BI Aplicado à Gestão das Águas Subterrâneas". XVII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas.
- PEREIRA, D. dos R. et al. Hydrological simulation in a basin of typical tropical climate and soil using the SWAT Model Part II: Simulation of hydrological variables and soil use scenarios. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, v. 5, p. 149–163, 2016.
- PEREIRA, F. J. S. et al. Estimation of suspended sediment concentration in an intermittent river using multi-temporal high-resolution satellite imagery. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, v. 79, p. 153–161, jul. 2019.
- PIAIAI, B.B.; ROVEDDER, A.P.M.; GIACOMINI, I.F.; FELKER, R.M.; STEFANELLI, M.M.; CAMARGO, B.; PROCKNOW, P; CRODA, J.P. Short-term effects of passive restoration in springs habitats in Southern Brazil. *Ciência Rural*, v. 51, n.8, 2021.
- PINTO, N. L. S.; HOLTZ, A. C. T; MARTINS, J. A.; GOMIDE, F. L. S. *Hidrologia Básica*. 2ª ed. Editora Edgard Blücher Ltda. Rio de Janeiro, RJ. 278 p. 1976.
- POELKING, E.L. COSTA, O.V. DE; GLOAGUEN, T.V. Caracterização do meio físico: geologia, geomorfologia, hidrografia e pedologia. In: Blengini, I.A.D.; Cintra, M.A.U.; Cunha, R.P.P; Caiafa, A.N.C. Org. Proposta de unidade de conservação da Serra da Jiboia. p 37-69. 2015.
- REICH, P.B. The world-wide ‘fast–slow’ plant economics spectrum: a traits manifesto. *Journal of Ecology* v. 102, pp. 275–301, 2014.
- RIBEIRO, G. D. Valoração ambiental: síntese dos principais métodos. 2009. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2009.
- RIBEIRO, J.A.; MATOS, T.V.S.; MAGALHÃES JUNIOR, A.P. Zoneamento de áreas de restrição e controle relevantes para a conservação de recursos hídricos: uma proposta metodológica aplicada à Bacia Hidrográfica do Rio Veloso (Sub - bacia do Paraopeba), Minas Gerais, Brasil. In: Gestão de recursos hídricos e sustentabilidade / Organizador Luis Miguel Schiebelbein. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018.
- RIBEIRO, M. C., J. P. METZGER, A. C. MARTENSEN, F. J. PONZONII, HIROTA. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation*. 142:1141–1153. 2009.
- R CORE TEAM. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Computing, Vienna, Austria. 2021.

- SANDRI, L. M., RIBEIRO, A. C., DOS SANTOS CAMARGO, R., LARENTIS, C., & DELARIVA, R. L. Áreas permeáveis e o uso sustentável de recursos hídricos em Cascavel, Paraná, Brasil. *International Journal of Environmental Resilience Research and Science*, 3(2).
- SAAD, S. I. Modelagem e valoração dos serviços ambientais hidrológicos na recuperação da vegetação no Ribeirão das Posses, Extrema, MG. 2015. 165p. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental) – Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- SANEPAR. Companhia de Saneamento do Paraná (2021). <https://site.sanepar.com.br/noticias/captacao-do-rio-sao-jose-entra-em-operacao-e-auxilia-no-abastecimento-de-cascavel> (acesso em: 11-11-2021).
- SANTOS, S. A. M.; OLIVEIRA, H.T.; DOMINGUEZ, I. G. P.; KUNIEDA, E.(Orgs.). Metodologias e temas socioambientais na formação de educadoras(es) ambientais. v.2. São Carlos: Gráfica e Editora Futura, 2011.
- SANTOS, B.A.; PERES, C.A.; OLIVEIRA, M.A.; GRILLO, A.; ALVES-COSTA, C.P.; TABARELLI, M. Drastic erosion in functional attributes of tree assemblages in Atlantic Forest fragments of northeastern Brazil. *Biological Conservation*. v. 141, pp. 249-260, 2008.
- SER. Society for ecological restoration. *Fundamentals of ecological restoration*. V. 2. 2004.
- SEIDMAN, I. *Interviewing as Qualitative Research. A Guide for Researches in Education and the Social Sciences*. 3. ed. London: Teachers College, 2006.
- SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO - SFB. Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural. Versão 1.0. Última atualização dos dados em 06 de setembro de 2021. <http://www.car.gov.br/publico/imoveis/index>. Acessado em 10/11/2021.
- SFB – SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural. Versão 1.0. Última atualização dos dados em 06 de setembro de 2021. <http://www.car.gov.br/publico/imoveis/index> (acessado em 10/11/2021).
- SILVA, M.L.P.; FREIRE, R.R.; DOS SANTOS, R.R. CARACTERIZAÇÃO DOS ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS. IN: BLENGINI, I.A.D.; CINTRA, M.A.U.; CUNHA, R.P.P; CAIAFA, A.N.C. Org. Proposta de unidade de conservação da Serra da Jiboia. p 135-151. 2015.
- SILVERMAN, D. *Doing Qualitative Research*. 2. ed. London: Sage Publications, 2005.
- SOARES, I. O. *Educomunicação: o conceito, o profissional, a aplicação — contribuições para a reforma do ensino médio*. São Paulo: Paulinas, 2011
- SPANO, S.; BELEM, A. L.; DORIA, R. N.; ZUCCHI, M. R.; SOUZA, J. R. B.; COSTA, A. B.; LENTINI, C. A. D.; AZEVEDO, A. E. G. (2014) Application of organic carbon and nitrogen stable isotope and C/N ratios as source indicators of organic matter of Nova Viçosa–Caravelas estuarine complex, southern Bahia, Brazil. *Brazilian Journal of Geology*, 44(1), 13-21.
- SOUZA ABREU, V.; DO NASCIMENTO. T. P.; DOS SANTOS. L. S.; FERNANDES. M. R. M.; DA SILVA. G. F.; DE MENDONÇA, A. R. (2018). Delimitation of ecological corridors in the Brazilian Atlantic Forest. *Ecological indicators*. 88: 414-424.
- SOUZA, J. L.; PREZOTTI, L. C.; GUARÇONI. M, A. Potencial de sequestro de carbono em solos agrícolas sob manejo orgânico para redução da emissão de gases de efeito estufa. *Idesia (Chile)*, v.30, n. 1. p. 7-15, 2012.
- SOUZA V. C.; LORENZI, H. *Botânica Sistemática: Guia ilustrado para Identificação das Famílias Botânicas, Nativas e Exóticas do Brasil, baseado em APG. IV*. 1ª Ed. Plantarum, 2016.
- SOS MATA ATLÂNTICA. (2019). Relatório anual 2019. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2020/11/Relatório-Anual-2019-SOS-Mata-Atl%C3%A2ntica.pdf>>. Acesso em: 16 de Março de 2021.
- SUSANTO, H.A.; YONEDA, M.; KOMODA, M.; HOIKE, H. 2012. Assessment of sediment organic matter transportation using stable isotope analysis. *Proceedings of the 12th International Coral Reef Symposium, Cairns, Australia*, 9-13 July 2012.
- OFRICHTER, Markus. *Análise SWOT: quando usar e como fazer*. New York: Amazon, 2021. 100 p.

- OLIVEIRA, C.U.R., ZEILHOFER, P. (2017) "Sistema de Suporte à Decisão baseado em Lógica Fuzzy para Outorga de Recursos Hídricos Superficiais". In: WCAMA 2017.
- TAFFARELLO, D. et al. Modeling freshwater quality scenarios with ecosystem-based adaptation in the headwaters of the Cantareira system, Brazil. *Hydrology and Earth System Sciences*, v. 22, n. 9, p. 4699–4723, 2018.
- TASSARA, E.; ARDANS, O. In: FERRARO-JUNIOR, L.A. (Org.) *Encontros e Caminhos: formação de educadores ambientais e coletivos educadores*. v.2. Brasília: MMA, 2007, p. 219-226.
- TEIXEIRA, D. L.; DUARTE, M. F.; MARIMOTO, P. Manual de metodologias participativas para desenvolvimento comunitário. [S.d: S.l]. Projeto Bacias Irmãs: USP, Instituto ECOAR para a cidadania, York University, Canadian International Development Agency, 2008.
- TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. Manual de métodos de análise de solo. Brasília, DF: Embrapa, 2017.
- UNESCO. The United Nations world water development report 2018: nature-based solutions for water. 2018 Disponível em: < <https://www.unwater.org/world-water-development-report-2018-nature-based-solutions-for-water/> > Acesso em: 06 fev. 2021.
- UNEP. Disponível em: < <https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/comunicado-de-imprensa/pnuma-impulsiona-decada-da-restauracao-no-brasil-no> > Acesso em: 12 de Novembro de 2021.
- VILELA, L.; MARTHA Jr., G.B.; MACEDO, M.C.M.; MARCHÃO, R.L.; GUIMARÃES Jr.; R.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G.A. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 46, n. 10, pp. 1127-1138, 2011.
- VÖRÖSMARTY, C. J.; MCINTYRE, P. B.; GESSNER, M. O.; DUDGEON, D.; PRUSEVICH, A.; GREEN, P. A.; GLIDDEN, S.; BUNN, S. E.; SULLIVAN, C. A.; REIDY, C. A.; DAVIES, P. M. Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature*, v. 467, pp. 555-561, 2010.
- WWF-BRASIL. (2017). *Restauração Ecológica no Brasil: desafios e oportunidades*.
- WILLIAMS, B.A et al. Change in terrestrial human footprint drives continued loss of intact ecosystems. *One Earth*, v.3, pp. 371-382, 2020.
- WINKLER, R. Valuation of ecosystem goods and services Part 1: An integrated dynamic approach. *Ecological Economics*, v. 59, p. 82-93, 2006. doi:10.1016/j.ecolecon.2005.10.00
- YIN, R. K. *Case Study Research: Design and Methods*. Fourth Edition. Los Angeles: Sage Publications, 2009.
- YOUNG, T. P.; SCHWARTZ, M. W. (2019). The Decade on Ecosystem Restoration is an impetus to get it right. *Conservation Science and Practice*.
- ZAHAWI, R. A.; DANDOIS, J. P.; HOLL, K. D.; NADWODNY, D.; REID, J. L.; ELLIS, E. C. Using lightweight unmanned aerial vehicles to monitor tropical forest recovery. *Biological Conservation*, v. 186, pp. 287-295, 2015.
- ZETSCHE, E.; THORNTON B.; MIDWOOD, A.J., WITTE, U. 2011. Utilisation of different carbon sources in a shallow estuary identified through stable isotope techniques. *Continental Shelf Research*, 31(7-8):832-840.