

**Escola Técnica Sandoval Soares de Azevedo**

**Equipe de Robótica Atena**

**REFLORESTAMENTO EM MANANCIAIS PARA A PROTEÇÃO DAS  
NASCENTES: UMA ABORDAGEM CIENTÍFICA PARA A  
SUSTENTABILIDADE HÍDRICA**

**Ibirité/MG**

**2024**

**Camila Victoria de Barros, Dagmar Kamilly do Couto Machado, Gabrieli Dias Oliveira, Isabella Pereira Nobre, Isabelly Cristiane Monteiro Dias, Lays Vitória Silva Marques, Maria Luiza Martins dos Santos, Otávio Dias Balbino, Pablo Cristiano Francisco da Silva, Vitor Manoel Lopes Amaral**

**REFLORESTAMENTO EM MANANCIAIS PARA A PROTEÇÃO DAS  
NASCENTES: UMA ABORDAGEM CIENTÍFICA PARA A  
SUSTENTABILIDADE HÍDRICA**

**Trabalho Submetido ao Torneio  
Brasil de Robótica como requisito  
parcial à avaliação no quesito Mérito  
Científico**

**Mentor: Dirceu José de Oliveira**

**Técnico: Sidney Pires Martins**

**Ibirité/MG**

**2024**

## **Agradecimentos**

Agradecemos, especialmente a Deus, por toda força, saúde, iluminação e por nos ajudar a enfrentar todos os empecilhos que encontramos durante o desenvolvimento desse trajeto.

A nossa família por todo apoio e carinho prestado nos momentos mais difíceis.

Ao nosso técnico Sidney que nos permitiu sonhar, e além disso, realizar nossos objetivos. E ao nosso mentor Dirceu por prontamente aceitar o nosso convite.

A todos os professores, em especial a Flávia, que nos privilegiaram com todo seu conhecimento.

A toda equipe deste projeto, por toda dedicação, empenho e persistência que até mesmo nos momentos mais complexos nos mantemos focados e motivados.

A todos aqueles que de alguma maneira contribuíram para que pudéssemos chegar até aqui.

## **Resumo**

No contexto da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, este trabalho pretende abordar e discutir a importância do reflorestamento em mananciais como estratégia eficaz para a manutenção e preservação das nascentes, já que essas são fundamentais para a manutenção de ecossistemas aquáticos e para o abastecimento de água para consumo humano e atividades econômicas, o que corrobora com a necessidade de garantia da disponibilidade de água potável, o qual é o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 6. A problemática a ser abordada refere-se à necessidade de identificar ações potenciais para aprimorar as ações de reflorestamento em mananciais e ampliar seus benefícios para a proteção de nascentes. A fim de fundamentar esta referida pesquisa, foi realizada uma revisão bibliográfica abrangente, explorando o estado da arte acerca das práticas de reflorestamento em mananciais e seus impactos na proteção de nascentes. Os resultados coletados apontam que o reflorestamento desempenha um papel essencial na preservação dos recursos hídricos, promovendo a recarga de aquíferos, a conservação do solo, a regulação do fluxo hídrico, a manutenção da biodiversidade e a redução da erosão e da sedimentação dos cursos d'água. Portanto, o reflorestamento em mananciais surge como uma abordagem oportuna e multifacetada para a proteção das nascentes e a promoção da sustentabilidade hídrica. Por meio de ações possíveis, como o engajamento comunitário, o apoio político e financeiro, a adoção de técnicas de restauração ecológica e o monitoramento contínuo, é concebível fortalecer e ampliar os esforços de reflorestamento, contribuindo para o alcance dos objetivos estabelecidos pela ODS 6 e para a construção de um futuro mais resiliente e sustentável para as gerações presentes e futuras.

Palavras chaves: Reflorestamento; mananciais; bomba de semente

## **Abstract**

In the context of the 2030 Agenda for Sustainable Development, this paper aims to address and discuss the importance of reforestation in water sources as an effective strategy for the maintenance and preservation of springs, since these are essential for the maintenance of aquatic ecosystems and water supply for human consumption and economic activities, which corroborates the need to guarantee the availability of drinking water, which is Sustainable Development Goal (SDG) 6. The problem to be addressed refers to the need to identify potential actions to improve reforestation actions in water sources and expand their benefits for the protection of water sources. In order to support the research, a comprehensive literature review was carried out, exploring the state of the art regarding reforestation practices in water sources and their impacts on the protection of water sources. The results show that reforestation plays an essential role in preserving water resources, promoting aquifer recharge, soil conservation, regulating water flow, maintaining biodiversity, and reducing erosion and sedimentation in watercourses. Therefore, reforestation in watersheds emerges as a timely and multifaceted approach to protecting water sources and promoting water sustainability. Through possible actions, such as community engagement, political and financial support, the adoption of ecological restoration techniques, and continuous monitoring, it is conceivable to strengthen and expand reforestation efforts, contributing to achieving the goals established by SDG 6 and building a more resilient and sustainable future for present and future generations.

**Keywords:** Reforestation; springs; seed bomb

## **Sumário de Abreviaturas e Siglas**

CBH: Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

Conama: Conselho Nacional de Meio Ambiente

FEBRACE: Feira Brasileira de Ciência e Engenharia

FEMIC: Feira Mineira de Iniciação Científica

IBF: Instituto Brasileiro de Florestas

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MMAMC: Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima

ODS: Objetivo de Desenvolvimento Sustentável

ONG: Organização Não Governamental

PIEC: Programa de Inovação Educação Conectada

RMBH: Região Metropolitana de Belo Horizonte

TBR: Torneio Brasileiro de Robótica

## **Sumário de Ilustrações**

Ilustração 1- Quadro comparativo entre métodos de plantio.....	12
Ilustração 2- Levantamento de preço.....	23
Ilustração 3- Cronograma de pesquisa .....	25
Ilustração 4- Qualidade da Água Escuada nas Diferentes Condições .....	28
Ilustração 5- Tabela comparativa entre bombas de sementes e outros métodos .....	29
Ilustração 6- Observações e resultados de experimentos .....	34

## Sumário de Imagens

Figura 1- Nuvem de palavras.....	20
Figura 2- Plantio das Sementes.....	20
Figura 3- Dispersão de novas sementes e monitoramento do crescimento.....	21
Figura 4- Confeção das Bombas de Semente .....	21
Figura 5- Resultado do experimento em ambiente controlado .....	27
Figura 6- Resultado da confeção das Bombas de Semente.....	29
Figura 7- Quebra de dormência.....	30
Figura 8- Plantas nativas da Mata Atlântica.....	31
Figura 9- Visita realizada a ONG Inclusão sem Fronteiras .....	35
Figura 10- Apresentação do projeto na Feira Mineira de Iniciação Científica.....	35
Figura 11- Visita realizada a Escola Estadual Doutor Antônio Augusto Soares Canedo.....	36
Apêndice A- Crescimento e evolução das sementes.....	41
Apêndice B- Crescimento e evolução da bomba de semente confeccionada por uma criança da ONG Inclusão Sem Fronteiras .....	42
Anexo 1- Gráfico IBGE .....	43
Anexo 2- Gráfico IBGE, espécies da flora terrestre, por estado de conservação .....	43



## Sumário

1. Reflorestamento em Mananciais para a Proteção dos Rios: Uma Abordagem Científica para a Sustentabilidade Hídrica .....	10
1.1 Definição do Problema.....	10
1.2 Hipóteses.....	11
1.3 Objetivos.....	12
1.4 Justificativa .....	13
2. Referencial Teórico.....	15
3. Metodologia .....	20
4. Cronograma.....	25
5. Considerações Finais .....	27
5.1 Pontos de Atenção .....	30
5.2 Divulgação do Projeto Com a Comunidade .....	34
Referências.....	37
Apêndice.....	41
Anexo .....	43

# 1. Reflorestamento em Mananciais para a Proteção dos Rios: Uma Abordagem Científica para a Sustentabilidade Hídrica

## 1.1 Definição do Problema

Gelain et al. (2011), afirmam que, em virtude da globalização, evento que uniu todos os “pontos” do planeta devido a rápida evolução das comunicações e das tecnologias, ocorreu um aumento acelerado e apressado das atividades produtivas e econômicas. Os efeitos graves ao meio ambiente são reflexos da crescente aceleração das atividades econômicas devido ao frenético mercado global. Pode-se listar como uma dessas consequências o desmatamento, uma vez que o mesmo expõe as florestas a ameaças. Sousa (2024) destaca que, conforme os dados da Global Forest Watch, de 2018, houve perda de aproximadamente 12 milhões de hectares de florestas tropicais no mundo, equivalente a cerca de 30 campos de futebol por minuto.

Sousa (2024) também reforça que, o Brasil lidera a lista dos países que mais desmataram nos últimos anos, e junto a Indonésia, degradou aproximadamente 46% das florestas tropicais no mundo em 2018. O autor ainda frisa que, segundo o Monitoramento da Cobertura e Uso da Terra do Brasil, exposto em 2018 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o país teve por volta de 7,5% da sua cobertura vegetal removida. Nos anos 2000, a área de vegetação do país era de 4.017.505 km<sup>2</sup>, já em 2016, esse número caiu para 3.719.801 km<sup>2</sup>. Essa pesquisa também explicita que mais de 62.000 km<sup>2</sup> das áreas do país sofreram mudanças entre os anos de 2014 e 2016. Portanto, a retirada da vegetação seguiu a frequência acelerada da expansão dos territórios agrícolas.

Conforme citado anteriormente, o Brasil lidera o *ranking* mundial de desmatamento de florestas primárias, principalmente nos biomas Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica. Segundo Francisco (2007), a Mata Atlântica é o domínio morfoclimático mais devastado do Brasil e um dos biomas mais ameaçados do planeta. Antigamente correspondia a 15% do território nacional, porém, a forte destruição desse ecossistema para plantação de café, cana-de-açúcar, mineração e outras ações econômicas reduziram radicalmente essa cobertura vegetal, ficando, atualmente, somente 7% da mata original.

Ainda vale citar que, o Rio São Francisco, uma das bacias hidrográficas da Mata Atlântica, tem como principal afluente o Rio das Velhas, que apesar de não ter sua nascente situada em tal bioma, em seu percurso passa por regiões da mesma. Como dito anteriormente, a Mata Atlântica vem sofrendo com intensos desmatamentos, o que está diretamente relacionado com a oferta de água, segundo o que consta o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas - CBH Rio das Velhas (2024), criado em 1998.

Diante do exposto, pode-se observar os grandes danos causados pelo desmatamento. Portanto, faz-se imprescindível tomar medidas que mitiguem tal problemática. Com isso, o reflorestamento de mananciais e matas ciliares emerge como uma medida eficaz para combater o desaparecimento dos cursos d'água. Assim, surge a inquietação que direciona esta investigação: *O que pode ser feito para melhorar este reflorestamento?*

## **1.2 Hipóteses**

A hipótese desta pesquisa é que a utilização da "Bomba de Semente" pode representar uma alternativa ambientalmente sustentável e ecologicamente benéfica. Composta exclusivamente por terra, argila, húmus de minhoca e sementes, essa tecnologia simples preserva as sementes até que encontrem condições propícias para germinar e se desenvolver como plantas. Além de suas vantagens ambientais diretas, a Bomba de Semente também tem o potencial de promover o engajamento comunitário em atividades ambientais, gradualmente sensibilizando a sociedade para a construção de um ambiente mais consciente e seguro para a natureza.

Ademais, há outras abordagens de reflorestamento além das bombas de sementes, como o plantio direto, sendo ele uma das formas mais conhecidas. Esse formato engloba a preparação do solo e o plantio de mudas em lugares específicos, usualmente utilizando técnicas de cultivo que minimizem a agressão do solo. Tal técnica é viável, mas exige um maior investimento em termos de recursos financeiros e mão de obra.

Para Sampaio et al. (2024), outras abordagens de reflorestamento são: reflorestamento natural e agroflorestas. Segundo o autor, o reflorestamento natural consiste em permitir que a vegetação nativa se recupere sozinha, sem precisar de intervenção humana. Essa forma requer menos custo, porém o tempo para restaurar

o seu ecossistema é maior. Ainda sobre sua perspectiva, agroflorestas integram o reflorestamento com a agricultura, assim plantando espécies nativas e agrícolas. Tal técnica possibilita a biodiversidade e melhora a qualidade do solo, entretanto requer um planejamento cauteloso. Segue abaixo um quadro comparativo entre métodos de plantio.

**Ilustração 1- Quadro comparativo entre métodos de plantio**

Aspecto	Plantio Tradicional	Bombas de Semente
Custo	Alto, devido a compra de mudas de obra	Baixo, com custo aproximado R\$0,45 por unidade
Tempo de implementação	Requer planejamento e tempo para o cultivo das mudas	Rápido, podendo ser feito um único dia
Complexidade	Requer conhecimento técnico e habilidades de plantio	Simples, acessível a qualquer indivíduo
Taxa de Sucesso	Dependente da qualidade das mudas e do manejo	Alto, com proteção de sementes até a germinação
Impacto no Solo	Pode causar compactação e erosão se não feito corretamente	Minimiza a perturbação do solo promovendo a saúde do ecossistema
Participação Comunitária	Frequentemente realizado por profissionais com pouca participação local	Envolve a comunidade promovendo engajamento e conscientização

Fonte: autores da pesquisa (2024).

### 1.3 Objetivos

#### Objetivo Geral

Investigar a relevância da Bomba de Semente no contexto do reflorestamento e sua contribuição para a preservação dos cursos hídricos, com foco especial no Rio das Velhas.

#### Objetivos Específicos

- Distinguir mananciais;
- Identificar pontos de reflorestamento;
- Pesquisar espécies nativas;
- Escolher sementes específicas do bioma;
- Desenvolver Bombas de Semente ecológicas; e

- Testar a funcionalidade e eficiência da Bomba de Semente.

## **1.4 Justificativa**

O presente trabalho é relevante socialmente e, o meio ambiente está diretamente ligado ao bem-estar da comunidade, e no presente momento, biomas como Mata Atlântica vêm sofrendo bastante com a interferência humana. Logo, faz-se necessário a aprendizagem de novas formas de reflorestamento. Além disso, é de suma importância o estudo de como o reflorestamento e a preservação impactam diretamente na saúde dos cursos hídricos, recursos de grande importância para a vida humana. O problema exposto é de extrema importância para a população, principalmente em locais que necessitam da preservação de recursos hídricos. A identificação do problema se deu por meio de uma pesquisa ampla dos malefícios do desmatamento, que influencia diretamente a saúde dos cursos d'água e a disponibilidade de água potável.

A importância deste trabalho para a academia científica se dá por intermédio da sua capacidade de ocupar uma lacuna significativa na prática contemporânea. Ao explorar o assunto, este artigo, além de agregar para a expansão teórica nesse tema, também propõe soluções simples e aplicáveis para o tratamento do desmatamento que está ligado ao fornecimento de água e à saúde dos rios. Ademais, ao abordar situações pertinentes, este projeto proporciona um diálogo rigoroso e engrandecedor no interior da comunidade científica, promovendo um avanço permanente no campo do reflorestamento de mananciais para a proteção hídrica.

Esse projeto é relevante para o meio ambiente, uma vez que a vegetação nativa tem um papel indispensável na conservação do ciclo hidrológico, pois suas raízes auxiliam na absorção e no armazenamento da água da chuva, que garantem a liberação gradual dos corpos d'água. Além disso, a mesma tem um papel fundamental na evapotranspiração, processo que contribui para a formação de nuvens e precipitação, e na recarga de aquíferos subterrâneos, essenciais para o abastecimento de água potável. Ademais, a variedade de espécies presentes nesses ecossistemas torna o ambiente mais resistente, regulando a disponibilidade de água durante períodos secos. Portanto, a vegetação nativa é fundamental para a manutenção da sustentabilidade dos recursos hídricos e para a saúde dos ecossistemas.

Além disso, este trabalho trouxe um grande crescimento pessoal e intelectual para os autores, visto que os mesmos se aprofundaram e se conscientizaram sobre assuntos específicos com os quais ainda não haviam se envolvido, enriquecendo e fortalecendo o saber destes. Essa pesquisa também realiza um papel crucial para o processo criativo, pois a mesma inspira novas ideias e leva à discussão e reflexão de pressupostos e à exploração de soluções para a problemática abordada.

Portanto, não restam dúvidas da importância social, acadêmica e pessoal na vida dos autores que este realiza. Dessa forma, fica claro que os ganhos obtidos por esse trabalho são necessários para a humanidade em sua totalidade, tendo um impacto não somente local, mas global, no qual as soluções examinadas podem ser aplicadas não apenas no espaço abordado, mas em todos os locais onde o reflorestamento e a preservação dos mananciais se fizerem necessários.

## 2. Referencial Teórico

O Brasil é conhecido por sua abundante variedade de espécies de animais e plantas. Segundo o Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima - MMAMC (2024), o país abriga cerca de 116.839 espécies animais e 46.355 espécies vegetais conhecidas. Devido a sua enorme diversidade, o território brasileiro é dividido em seis biomas (Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal). A Mata Atlântica é o terceiro maior bioma brasileiro, estendendo-se por 17 estados, indo do litoral de Alagoas até o Rio Grande do Sul (MMAMC, 2024), sendo que no continente americano, a mesma é a segunda colocada quando se fala da extensão de florestas pluviais tropicais.

Originalmente, de acordo com o MMAMC (2024), esse bioma ocupava mais de 1,3 milhões de km<sup>2</sup>, porém, em virtude da interferência humana na região, atualmente restam apenas 29% de sua cobertura. Mesmo após a grande perda de vegetação, sabe-se que ainda existem cerca de 20 mil espécies vegetais, incluindo diversas espécies nativas e ameaçadas de extinção. Esta riqueza é maior que a de alguns continentes, como América do Norte e Europa. Esta é uma das razões que faz com que a Mata Atlântica seja prioridade para a conservação da biodiversidade mundial, como se ressalta em:

A Mata Atlântica é composta por formações florestais nativas (Floresta Ombrófila Densa; Floresta Ombrófila Mista, também denominada de Mata de Araucárias; Floresta Ombrófila Aberta; Floresta Estacional Semidecidual; e Floresta Estacional Decidual), e ecossistemas associados (manguezais, vegetações de restingas, campos de altitude, brejos interioranos e encaves florestais do Nordeste (MMAMC 2024).

O elemento fundamental para a existência de qualquer bioma é a água. Conforme exposto pelo Instituto Brasileiro de Florestas - IBF (2020), a floresta também exerce um papel essencial na manutenção dos processos hidrológicos, que asseguram a qualidade e volume dos cursos d'água. Outrossim, as atividades humanas desenvolvidas dentro do bioma também dependem da água, como agricultura, pesca, comércio e indústria, saneamento, entre outros.

Cardoso (2016) diz em seu estudo que a Mata Atlântica realiza um papel indispensável na proteção e regulação dos mananciais hídricos. A mesma atua como regulador próprio do fluxo de água, auxiliando a garantir a abundância e capacidade dos recursos hídricos. Ademais, nas margens dos rios e córregos, a mata ciliar se faz presente, ajudando na proteção das nascentes. O resultado de uma água limpa e com potencial para proteção da vida aquática e abastecimento domiciliar se faz possível,

pois a mata ciliar evita erosões do solo, controla a sedimentação e filtra poluentes. Skorupa (2004) corrobora com tal pensamento quando ressalta que as raízes das plantas retêm as partículas do solo, tornando-o mais sólido e impedindo que o mesmo desmorone e ceda dentro dos ambientes aquáticos.

Ainda sobre o estudo de Cardoso (2016), pode-se observar que a presença da Mata Atlântica é imprescindível para assegurar a sustentabilidade dos mananciais, a biodiversidade ligada a esses ecossistemas e a qualidade de vida das populações que dependem dessas fontes de água. Logo, a preservação desse bioma é indispensável para a manutenção dos serviços ecossistêmicos exercidos pelos mananciais e para a saúde ambiental em sua totalidade.

Conforme o IBF (2020), a nação brasileira tem cerca de 72% de sua população situada em regiões de domínio da Mata Atlântica, o que gera uma enorme pressão sobre a biodiversidade e os recursos hídricos do bioma, que já enfrenta em diversas regiões problemas de crises hídricas associados à escassez, ao desperdício, à má utilização da água, poluição e ao desmatamento, que se destaca, pois com a eliminação da vegetação, especialmente em áreas de mata ciliar, acarreta o assoreamento dos cursos hídricos, isso é, a queda do solo nas águas, levando até o desaparecimento dos mananciais. Skorupa (2004) também contribui para a disseminação dessa ideia quando reforça que o assoreamento causado devido à falta da vegetação ciliar reduz a qualidade das águas dos rios e córregos, esses que por sua vez ficam rasos, aumentando os riscos de inundações e enchentes no período das chuvas.

Além disso, sobre o que diz o IBF (2020), o conceito-chave para se estudar a relação entre a água, a biodiversidade e as atividades humanas é o de bacias hidrográficas, que nada mais são do que uma porção de terra drenada por um rio principal, seus afluentes e subafluentes. Na Mata Atlântica se localizam sete das nove grandes bacias hidrográficas brasileiras, sustentadas pelos rios São Francisco (Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe), Paraíba do Sul (São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais), Doce (Minas Gerais e Espírito Santo), Ribeira de Iguape (Paraná e São Paulo) e Paraná (São Paulo e Rio Grande do Sul).

Lemos e Magalhães (2019) afirmam que a bacia hidrográfica do alto do Rio das Velhas, um dos principais afluentes do Rio São Francisco, enfatiza bem os territórios de concorrência de usos da terra e da água, assim como os consequentes conflitos ambientais, criados pelos contextos da apropriação na Região Metropolitana de Belo



Horizonte—MG (RMBH). A apreensão e os desacordos acontecem especialmente da função ambiental de manancial de abastecimento metropolitano que o alto Rio das Velhas executa.

Couri e Parreiras (2023) reiteram que o Rio das Velhas é o que mais auxilia no abastecimento da Grande BH, sendo responsável por atender 60% dos consumidores (3 milhões de pessoas), e é o mesmo que infelizmente sofre maior desmatamento, focos de incêndio e interferências de mineração nas áreas que reabastecem seus mananciais de classe especial com a água das chuvas. A classe especial corresponde aos recursos hídricos mais límpidos, de acordo com os padrões do Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama), encarregados de contribuir para a diluição da poluição que é jogada e contamina o leito. Mesmo sabendo de sua importância, a Bacia do Rio das Velhas enfrentou, nos últimos cinco anos, 298 focos de incêndio nos municípios onde ficam essas fontes de alta pureza, sendo que as áreas de recarga sofreram com a remoção de 55 hectares de cobertura vegetal no período, em uma área equivalente a 500 mil metros quadrados.

Lemos e Magalhães (2019) ainda reforçam que as atividades de extração dos minerais ouro e ferro são conhecidas como os fundamentais eixos históricos e econômicos de impulso à ocupação territorial no alto Rio das Velhas, e pontuam que a atividade minerária é apontada pelo alto impacto para os cursos d'água, a partir de quatro essenciais fatores: a retirada de aquíferos porosos e de alta capacidade para a reservação/a exfiltração de água; rebaixamento de nível freático; aumento da impermeabilização do solo; e carregamento de materiais sólidos pelo escoamento pluvial.

De acordo com Lemos e Magalhães (2019), a Constituição Federal de 1988 considera a atividade minerária uma ação essencialmente degradadora, tornando-se essencial a recuperação das áreas degradadas após o encerramento das atividades de extração. A reabilitação, porém, pelos padrões técnicos contemporâneos, não é capaz de restaurar a dinâmica das águas subterrâneas e sua interação com as superficiais.

Em concordância com o CBH Rio das Velhas (2024), a decadência da bacia do Rio das Velhas iniciou na época do Ciclo do Ouro com a poluição criada nos centros urbanos que usufruíram dos cursos d'água como local de descarte de todo tipo de esgoto e lixo, circunstância que se agravou com o decorrer do tempo.

Ainda sobre o que diz respeito ao CBH Rio das Velhas (2024), por drenar a região mais industrializada e exorbitantemente povoada de Belo Horizonte (RMBH), a bacia do Rio das Velhas vem vivenciando ligeiro e progressivo processo de degradação. Os danos causados são diversos, CBH Rio das Velhas (2024).

Como se destaca em:

- A poluição pelo despejo de esgotos doméstico e industrial não tratados de grande parte da região metropolitana de Belo Horizonte, com nítidos efeitos na qualidade da água do rio;
- A atividade mineradora nas cabeceiras da bacia, que altera a cor da água e faz elevar os teores de sólidos em suspensão;
- O desmatamento da vegetação ciliar que protege o rio contra o assoreamento e funciona como um filtro de produtos tóxicos (fertilizantes, pesticidas, agrotóxicos, entre outros);
- A construção de barragens para aproveitamento hidrelétrico e acumulação de água para consumo humano, verificada nas cabeceiras e em afluentes do rio das Velhas;
- A introdução de espécies exóticas, provenientes de outros países ou de outras bacias brasileiras;
- A retirada indiscriminada de água para projetos de irrigação e o aterro de veredas, várzeas, áreas alagáveis e lagoas marginais, importantes locais de desova e procriação para as espécies de peixes.

Em consequência disso, o CBH Rio das Velhas (2024), afirma que, para garantir a quantidade e qualidade da água, sua versatilidade e segurança hídrica, é necessária a revitalização da bacia hidrográfica do Rio das Velhas.

Skorupa (2004) explica que as matas ciliares executam uma função excepcional quando se trata do abastecimento dos reservatórios de água subterrâneos a pequenas ou grandes profundidades, esses reservatórios são denominados lençóis freáticos. Também aponta que, em determinadas localidades, ocorre o afloramento desses reservatórios na superfície do solo, assim surgindo as tão conhecidas nascentes. No interior das matas ciliares, é normal a ocorrência de nascentes d'água, e é sabido que os lençóis freáticos são abastecidos a partir das águas das chuvas. Esse processo ocorre quando a água cai sobre o solo e adentra seus poros até o encontrar. Para que esse processo ocorra, é crucial que o solo se encontre poroso e permeável, isto é: que permita que a água se infiltre. Caso o solo não esteja poroso e não possibilite a infiltração da água, essa irá escorrer sobre o solo, causando enxurradas e não abastecimento dos lençóis freáticos.

Para Skorupa (2004) com a falta da cobertura vegetal, e na ocorrência de chuva, as gotas de água provenientes dessa ação natural atingem diretamente o solo por não encontrarem nenhuma barreira, podendo ter consequências como a erosão, declinando lentamente sua camada fértil pelo acontecimento de pequenas ou grandes

enxurradas. Com o decorrer do tempo e com o impacto seguido de chuvas fortes sob esse solo exposto, haverá um endurecimento ou compactação gradativa de suas camadas superficiais, formando uma pequena camada dura e pouco permeável. Dessa forma, com o passar do tempo, o solo exposto torna-se menos permeável, desse modo, dificulta a infiltração das águas das chuvas até os lençóis freáticos.

Skopura (2004) destaca inclusive que, na existência de uma cobertura vegetal, como nas condições das matas ciliares, as gotas de água de chuva são amortecidas primeiramente pelas copas das árvores, fluindo posteriormente pelos galhos, troncos e folhas, antes de alcançarem tranquilamente o solo. Os solos são resguardados do efeito direto das gotas de água de chuva, impedindo que aconteça o seu endurecimento ou compactação. Já com a assistência das raízes das plantas (árvores, arbustos e ervas), o solo continuará poroso. Portanto, ao contrário de seguir pela superfície, iniciando enxurradas, parte da água que chega ao solo é absorvida pelas raízes das plantas; o resto adentra pelo solo e abastece os lençóis freáticos.

Segundo Veloso (2024), em diversas espécies, a radícula (raiz embrionária da semente) forma-se na primeira raiz da plântula, podendo assumir em seu processo o desenvolvimento de dois tipos primordiais de configurações: as raízes pivotantes e fasciculadas.

Ainda em conformidade com Veloso (2024), as raízes pivotantes, conhecidas como axiais, se caracterizam pela presença de uma raiz central em que as outras partem e se dividem. Por outro lado, as raízes fasciculadas ou cabeleiras acontecem no momento em que as raízes saem de um único ponto e demonstram comumente o mesmo diâmetro. Para Barroso (2016), mesmo com diferenças, ambas as raízes executam um trabalho fundamental na proteção dos rios, uma vez que as mesmas seguram a terra do solo, impedindo que o rio seja assoreado.

Dessa maneira, pode-se ressaltar que o desmatamento é consequência da interferência humana no meio ambiente. Com isso, é necessário a aplicação do reflorestamento em mananciais, para que os danos sejam minimizados e assim todos desfrutem de um futuro ecologicamente seguro.

### 3. Metodologia

O seguinte trabalho se deu após uma pesquisa sobre a ODS-6 e o que os artigos científicos publicaram a respeito de água potável e saneamento básico. Foram encontrados 323 artigos dentro do recorte histórico de 2010 a 2024. Utilizando as palavras-chave dos artigos encontrados, foi realizada uma nuvem de palavras através do aplicativo *WorldArt*. A nuvem construída pelo aplicativo trouxe à luz três palavras de grande relevância para a construção do problema desta pesquisa.

**Figura 1- Nuvem de palavras**



Fonte: Os autores da pesquisa (2024).

Ao analisar as palavras relevantes: Nascente, Área e Proteção, fomentou o desenvolvimento do tema central que delineou a pesquisa, onde foram encontrados diversos artigos que abordavam as vantagens que as árvores trazem para os cursos d'água. Afirmam inclusive que, as árvores, além de deixarem o solo poroso para a penetração de água, o que gera o abastecimento de lençóis freáticos, ainda com suas raízes, fixam o solo, impedindo o assoreamento dos rios.

Para comprovar a veracidade da pesquisa, foram realizados testes utilizando a terra de um espaço verde da Escola Técnica Sandoval Soares de Azevedo, garrafas pet e sementes de milho, diversos tipos de feijão, girassol, alpiste e grama. Vale ressaltar que as sementes utilizadas não foram as mesmas que serão usadas no reflorestamento dos períodos de Mata Atlântica do Rio das Velhas. As sementes aplicadas foram apenas para observar se a situação abordada era verídica ou não. Este experimento visava reproduzir o que aconteceria nos arredores e nascentes dos rios após o reflorestamento.

O teste ocorreu da seguinte maneira: primeiro, ocorreu a coleta de 4 (quatro) garrafas pet de formato semelhante; em seguida, 2 (duas) destas foram viradas na

horizontal e tiveram parte de sua lateral retirada com o auxílio de uma tesoura. A seguir, foi adicionada uma espessa camada de terra e as sementes, com exceção das sementes de alpiste, pois essas ainda não haviam sido adquiridas, e logo as sementes foram cobertas. Depois deste processo, o experimento foi regado e prontamente as garrafas foram postas em um local arejado e com bastante incidência de sol para que assim, após a germinação e crescimento desses grãos, pudesse ser examinado se as raízes realmente estavam efetuando a função de fixação do solo, impedindo que este escorresse junto à água.

**Figura 2- Plantio das Sementes**



Fonte: Os autores da pesquisa (2024).

Depois de 8 (oito) horas, foi realizado um terceiro teste para garantir que os resultados colhidos seriam assertivos. Os processos realizados foram os mesmos, exceto pela junção das sementes de alpiste que haviam sido ganhas. Nesse dia,



também foi realizada a semeadura das novas sementes nos dois primeiros testes feitos.

**Figura 3- Dispersão de novas sementes e monitoramento do crescimento**



Fonte: Os autores da pesquisa (2024).

Nesse período, também foi realizada a confecção da peça chave desta pesquisa: as Bombas de Semente. Para montá-las, foram utilizados terra, húmus de minhoca, argila e, o mais importante de tudo, as sementes. Foram confeccionadas duas espécies diferentes de bomba. Na primeira misturamos terra, argila e húmus de minhoca até que estes formassem uma massa homogênea que pudesse formar discos. Assim, as sementes foram colocadas no centro deste e, posteriormente, tudo foi enrolado de maneira semelhante a “brigadeiros” e acomodadas em um local arejado e com bastante sombra para que conseguissem secar completamente em um período de 48 horas e assim pudessem ser utilizadas.

**Figura 4- Confeção das Bombas de Semente**





Fonte: Os autores da pesquisa (2024).

Já na segunda foram utilizados os mesmos materiais da primeira, porém a abordagem foi um pouco diferente. Ao invés de juntar os três materiais como no anterior, foi misturado apenas a terra e o húmus de minhoca, estes foram colocados no interior de um disco de argila juntamente com as sementes. Após este processo, tudo foi enrolado de maneira semelhante à primeira experiência.

Para a confecção das nossas bombas de semente experimentais, os únicos gastos que tivemos foram com o húmus de minhoca e argila, uma vez que já tínhamos os outros materiais em nossa instituição ou residência. Mas para uma ampla aplicação das bombas de semente, foi realizado um levantamento de preço e os dados obtidos foram os seguintes:

**Ilustração 2- Levantamento de preço**

Material	Quantidade	Valor
Terra Preparada Orgânica	20kg	R\$20,00
Argila	1kg	R\$5,00
Húmus de Minhoca	1kg	R\$7,00
Sementes da Mata Atlântica	500 unidades	R\$80,00

Fonte: Os autores da pesquisa (2024).

Com esses materiais, é possível confeccionar cerca de 250 bombas de sementes de tamanho médio, gastando assim aproximadamente R\$0,45 centavos por

bomba. Dessa forma, as bombas de semente mostram-se uma alternativa de baixo custo e viável



## 4. Cronograma

Segue o cronograma referente a elaboração do projeto.

Ilustração 3- Cronograma de pesquisa

Atividades	Responsável	Recursos Necessários	Prazo Total (dias)	Meses					
				1	2	3	4	5	6
Discussão sobre o tema	Toda a equipe	Celular, Computador e Rede estável de Internet	3						
Pesquisa sobre o tema, o problema e as soluções	Camila, Dagmar, Gabrieli, Isabella, Lays e Maria	Celular, Computador e Rede estável de Internet	10						
levantamento de bibliografias	Camila, Dagmar, Gabrieli, Isabella, Lays e Maria	Celular, Computador e Rede estável de Internet	15						
Elaboração da definição do problema	Dagmar, Isabella e Lays	Celular, Computador e Rede estável de Internet	7						

Elaboração das hipóteses	Dagmar, Isabella e Lays	Celular, Computador e Rede estável de Internet	3						
Elaboração da justificativa	Dagmar, Isabella e Lays	Celular, Computador e Rede estável de Internet	4						
Elaboração da conclusão	Dagmar, Isabella e Lays	Celular, Computador e Rede estável de Internet	5						
Revisão e alteração dos textos	Dagmar, Isabella e Lays	Celular, Computador e Rede estável de Internet	60						

Fonte: Os autores da pesquisa (2024)

## 5. Considerações Finais

Para comprovar a tese defendida por esta pesquisa, de que as raízes desempenham um papel eficaz em prender o solo, impedindo que o mesmo esorra junto à água das chuvas, foi realizada uma técnica experimental. Neste experimento, algumas sementes de leguminosas como feijão e milho foram plantadas em garrafas pet. Ao adquirirem certo tamanho, todas as 3 (três) amostras de garrafas com plantas foram agrupadas juntamente com outra garrafa que continha apenas o solo desnudo. Para ser possível realizar observações, as garrafas foram agrupadas em um caixote de madeira ligeiramente inclinado, para que dessa forma, quando regados, a água escoasse pelo bico dos litros plásticos e assim pudesse ser coletada em copos descartáveis transparentes e, dessa maneira, pudessem ser analisadas as cores que as amostras de água obtinham.

Os resultados observados por meio desse teste foram esclarecedores. Nas garrafas germinadas, tanto a água que escorria através dos gargalos quanto a água agrupada nos copos plásticos possuíam um tom ligeiramente mais claro quando comparada à água escoada pela garrafa sem vegetação. Também, após uma espera de aproximadamente 4 (quatro) horas, os sedimentos agrupados no fundo dos copos eram consideravelmente menores nos copos em que continha água escoada pelas garrafas com planta. Sendo assim, ficou claro que as raízes são fundamentais no impedimento do assoreamento e desaparecimento dos rios, então, é imprescindível a realização do aperfeiçoamento de técnicas de reflorestamento aos arredores dos rios e mananciais.

**Figura 5- Resultado do experimento em ambiente controlado**





Fonte: Os autores da pesquisa (2024).

#### Ilustração 4- Qualidade da Água Escuada nas Diferentes Condições

Condição	Água Escuada (claridade)	Sedimentos (g)
Solo Nu	40%	0,5
Solo com Plantas	70%	0,1

Fonte: os autores da pesquisa

A fim de verificar a eficiência das Bombas de Semente, foi realizada uma simulação de dias chuvosos. Durante dias, algumas bombas foram alocadas em uma superfície gramada e regadas durante a manhã e tarde. Gradualmente, as sementes foram se desenvolvendo e algumas começaram a brotar. Dessa maneira, conclui-se que as Bombas de Semente são uma medida viável no combate ao desmatamento, atuando como grande aliada dos rios e aquíferos. Sendo assim, pode ser aplicada como um meio eficaz não somente nas áreas em que esse projeto se aplica, mas também em todas as que precisam de reflorestamento.

**Figura 6- Resultado da confecção das Bombas de Semente**



Fonte: Os autores da pesquisa (2024).

Os resultados coletados com ambas as experiências foram entusiasmantes, é certo que o reflorestamento com Bombas de Semente pode emergir como uma medida eficaz de combate ao desmatamento, à degradação ambiental e para a proteção dos mananciais. Frente aos resultados colhidos, as Bombas de Sementes são uma possibilidade de destaque quando se trata do seu baixo orçamento para reflorestamento em mananciais e nascentes, como exposto na tabela abaixo:

**Ilustração 5- Tabela comparativa entre bombas de sementes e outros métodos**

Aspecto	Bombas de Sementes	Métodos Tradicionais de Reflorestamento
Custo	Baixo custo de produção (aproximadamente R\$0,45 por unidade)	Geralmente mais alto devido à necessidade de mudas e mão de obra
Facilidade de Aplicação	Simple e rápida aplicação, podendo ser feita por qualquer pessoa	Requer planejamento, mão de obra especializada e equipamentos
Eficácia	Alta taxa de germinação e adaptação ao ambiente	Dependente da qualidade das mudas e das condições de plantio
Impacto Ambiental	Promove a biodiversidade e a recuperação do solo	Pode causar perturbações no ecossistema local se não feito corretamente
Participação Comunitária	Envolve a comunidade local no processo de reflorestamento	Frequentemente realizado por organizações ou governos, com pouca participação local

Fonte: autores da pesquisa (2024)

Assim, a abordagem empregada ao decorrer desse projeto demonstra sua importância não somente para a preservação dos recursos hídricos, mas sim como uma ferramenta fundamental para a preservação em abundância. Ao combinar a sustentabilidade com a inovação, este trabalho apresenta uma solução para os problemas enfrentados pelos ecossistemas vulneráveis, dando ênfase ao papel imprescindível das ações de reflorestamento na elaboração de um futuro mais resiliente. Portanto, a implementação em grande escala poderá promover de forma positiva a regeneração do meio ambiente e garantir a estabilidade hídrica para as gerações presentes e futuras.

## 5.1 Pontos de Atenção

As plantas possuem uma importante adaptação evolutiva: a dormência. A dormência nada mais é do que a incapacidade de uma semente de germinar. Esse ajuste é vultoso, uma vez que permite às sementes permanecerem inativas até que as condições se encontrem adequadas para o desenvolvimento da mesma (SANTANA et al., 2020).

Pensando nisso, e na maior efetividade da aplicação das bombas de semente, para resultados mais rápidos e maior aproveitamento dos recursos climáticos, em épocas de chuva, faz-se necessário a quebra da dormência. A quebra pode ser realizada de diversas formas, e o método utilizado irá variar conforme a espécie e o tipo de dormência. (SANTANA et al., 2020). Como visto no quadro abaixo:

Figura 7- Quebra de dormência

Tipo de Dormência	Natureza	Causa	Possíveis mecanismos
Fisiológica	Primária ou secundária	Inibição fisiológica envolvendo interação entre embrião e os tecidos adjacentes, porém controlada primariamente pelo embrião	Inibidores químicos
			Resistência dos envoltórios e potencial de crescimento do embrião
			Fotoequilíbrio do fitocromo

			Balanço hormonal
Morfológica	Primária	Embrião indiferenciado ou subdesenvolvido	Embrião continua em fase de crescimento lento após a dispersão, sob influência de fatores ambientais
Morfofisiológica	Primária	Dormência fisiológica em embrião com dormência morfológica	Embrião precisa atingir um tamanho crítico
			Balanço entre promotores e inibidores
			Mobilização de reservas ao embrião
			Inibidores químico
Física	Primária ou secundária	Estrutura do tegumento e/ou pericarpo	Resistência dos envoltórios à difusão de água e/ou gases ao embrião
Química	Primária	Inibidores químicos presentes na semente e/ou no fruto	Inibição do processo de germinação de embriões não-dormentes
Mecânica	Primária	Estrutura lenhosas do endocarpo e mesocarpo	Resistência mecânica impede o crescimento do embrião.

Fonte: SANTANA et al., (2020).

Além disso, neste projeto pretendemos lidar com plantas nativas da Mata Atlântica, a fim de preservar o ecossistema e garantir o reflorestamento nas áreas de Mata Atlântica no percurso do Rio das Velhas, como as que podem ser vistas na tabela a seguir:

**Figura 8- Plantas nativas da Mata Atlântica**

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	MÉTODO RECOMENDADO	REFERÊNCIA
Pente de Macaco	Apeiba tibourbou Aubl.	Imersão em água quente a 90°C, fora do aquecimento, por 10 minutos	Mori et al. (2012)

Bacupari	<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi	Remoção do tegumento	Rocha et al. (2018)
Bugreiro	<i>Lithraea brasiliensis</i> March	Imersão em água a 80°C por 3 minutos	Medeiros e Abreu (2005)
Capororoca	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. Ex Roem. & Schult	Escarificação mecânica com lixa na região oposta ao hilo	Lucas et al. (2018)
Corticeira-da-serra	<i>Erythrina falcata</i> Benth	Escarificação mecânica com pequeno corte do tegumento na região oposta ao hilo	Medeiros e Abreu (2005)
Fedegoso	<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H. S. Irwin & Barneby.	Imersão em ácido sulfúrico por 15 minutos	Cipriani et al. (2019)
Guapuruvu	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vellozo) S. F. Blake.	Imersão em água a 99 °C por 1 minuto	Matheus e Lopes (2007)
Imbuia	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees.	Remoção do tegumento e mergulhia em água por uma hora	Dias e Freire (2017)
Jatobá	<i>Hymenaea Courbaril</i> L.	Imersão em ácido sulfúrico por 20 minutos	Souza e Segato (2016)
Juerana branca	<i>Albizia pedicellaris</i> (D.C.) L.	Escarificação mecânica com lixa na região oposta ao hilo	Freire et al. (2016)
Jurema	<i>Chloroleucon acacioides</i> (Ducke) Barneby & J. W. Grimes	Imersão em ácido sulfúrico por 30 minutos	Cipriani et al. (2019)
Palmito Juçara	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	Imersão do fruto em água durante 24 horas e depois despolpa	Mori et al. (2012)
Pau-ferro	<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L. P. Queiroz	Escarificação mecânica com lixa na região oposta ao hilo	Araújo et al. (2018)
Sucupira-mirim	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth.	Imersão em ácido sulfúrico por 10 minutos ou Imersão em água a 80°C por 5 minutos	Coelho et al. (2019)



Tamboril	Enterolobium contortisiliquum Vell. Morong.	Escarificação mecânica com lixa na região oposta ao hilo	Malavasi e Malavasi (2004)
Vassoura-vermelha	Dodonea viscosa (L.) Jacq.	Imersão em água a 80°C por 3 minutos	Medeiros e Abreu (2005)
Caroba-brava	Dalbergia brasiliensis Vogel.	Imersão em água fria por 48 horas.	Mori et al
Casca-d'anta	Drimys brasiliensis Miers.	Estratificação em meio úmido durante 60 dias	Mori et al. (2012)

Fonte: SANTANA et al., (2020).

Dessa forma, por motivos de integridade física e saúde, em momentos em que se faz necessário a quebra da dormência, não lidaremos com sementes de árvores como: Casca-d'anta, Sucupira-mirim, Jatobá, Fedegoso e Jurema, uma vez que para isso seria necessário o manuseio de ácido sulfúrico, colocando-nos em risco. Sementes de Casca-d'anta também não seriam usadas devido ao alto tempo de quebra de dormência.

Por conseguinte, o processo de feitiço das bombas com dormência quebrada seria o mesmo das demais, diferindo-se apenas na etapa de quebra de dormência. Devido à falta de tempo hábil, não conseguimos realizar testes com sementes nativas da Mata Atlântica, isso se deu principalmente devido à dificuldade do encontro das sementes nativas. Porém, como dito anteriormente, foram feitos testes com outros tipos de sementes mais fáceis de serem encontradas, e os mesmos se mostraram muito eficientes.

Em consequência do baixo custo de produção, devido aos materiais utilizados para a confecção da bomba, da facilidade de feitiço, em razão da simples e rápida aplicação da mesma e eficácia provada a partir de experimentos utilizando sementes (milho, feijão, girassol, alpiste), as bombas de sementes se mostraram uma alternativa exequível, importante para a sociedade e totalmente capaz de resolver o problema abordado, como pode ser observado na tabela a seguir:

**Ilustração 6- Observações e resultados de experimentos**

<b>Experimento</b>	<b>Observação</b>	<b>Resultados</b>
Teste com garrafas PET (solo com e sem plantas)	Cor e qualidade da água escoada	Água escoada do solo com plantas apresentava cor mais clara e menos sedimentos.
Confeção de Bombas de Semente	Desenvolvimento das sementes	Bombas de semente germinaram com sucesso após simulação de chuva.
Custo-benefício das Bombas de Semente	Custo de materiais	Produção de 250 Bombas de Semente com custo aproximado de R\$0,45 por unidade.
Aplicação das Bombas de Semente	Eficácia do reflorestamento	Bombas viáveis para reflorestamento em larga escala com baixo custo e fácil aplicação.

Fonte: os autores da pesquisa (2024).

Com base nos resultados colhidos, pode-se concluir que a utilização das Bombas de Semente é uma opção eficiente e acessível para reflorestar áreas degradadas, principalmente em nascentes e mananciais. Ao combinar a sustentabilidade e a inovação, este projeto contribui grandemente para a proteção dos corpos hídricos e para o enfrentamento da crise ambiental. Desse modo, a utilização desse projeto de maneira abrangente tem o poder de converter ecossistemas e assegurar um futuro mais sustentável.

## **5.2 Divulgação do Projeto Com a Comunidade**

Como uma maneira de ampliar, divulgar e promover o engajamento comunitário do projeto, a pesquisa foi levada a instituições educacionais, sociais e inscrita em feiras científicas. O primeiro local de abrangência foi a ONG “Inclusão Sem Fronteiras”, uma associação sem fins lucrativos localizada no município de Ibitaré, que busca promover a inclusão das pessoas com deficiência em todas as esferas sociais. Nela encontram-se crianças de oito a dez anos.

**Figura 9- Visita realizada a ONG Inclusão sem Fronteiras**



Fonte: Equipe Atena (2024).

A visita foi realizada no dia 27 de outubro de 2024, na qual foi repassada a importância da vegetação para o abastecimento dos corpos hídricos e como a mesma mantém uma relação direta com a vida humana. Ainda nesta oportunidade, as crianças foram instruídas sobre os materiais usados na produção das Bombas de Sementes e tiveram a chance de colocar este novo conhecimento em prática. O intuito desse encontro foi contribuir para a formação de uma população mais respeitosa e consciente com o meio ambiente.

Além disso, neste mesmo período, no dia 11 de novembro, a pesquisa foi apresentada na Feira Mineira de Iniciação Científica (FEMIC), um movimento com valores totalmente alinhados ao Torneio Brasil de Robótica (TBR), que promove e incentiva a criatividade, a inovação e o protagonismo em estudantes e professores.

**Figura 10- Apresentação do projeto na Feira Mineira de Iniciação Científica**



Fonte: Equipe Atena (2024).

Essa ocasião foi uma experiência enriquecedora com diversas trocas de conhecimentos e aprendizados obtidos mediante os projetos apresentados. O trabalho exposto permitiu que os integrantes compartilhassem suas experiências,

ampliando a perspectiva sobre diversos âmbitos do conhecimento. Cada exposição gerou argumentações que engrandeceu a compreensão sobre os temas abordados. A comunicação entre os alunos e orientadores proporcionou uma troca constante de ideias, fundamental para o crescimento acadêmico.

No dia 18 de novembro, o projeto foi compartilhado com os alunos da Escola Estadual Doutor Antônio Augusto Soares Canedo, uma instituição de ensino dos anos iniciais.

**Figura 11- Visita realizada a Escola Estadual Doutor Antônio Augusto Soares Canedo**



Fonte: Equipe Atena (2024).

Neste dia, assim como no encontro anterior, os alunos foram expostos acerca da importância da vegetação e, por meio da produção das Bombas de Semente, os estudantes tiveram a possibilidade de “plantar o futuro” de maneira divertida e engajante.

Ademais, além das instituições e eventos já mencionados, houve a preocupação de inscrever a pesquisa em outras feiras científicas que acontecerão posteriormente, como a Feira Brasileira de Ciência e Engenharia (FEBRACE) e o Programa de Inovação Educação Conectada (PIEC). Ambas as iniciativas também se alinham aos princípios do TBR e promovem a criatividade e o desenvolvimento científico.

Com isso, conclui-se a dedicação e o interesse por parte dos membros da equipe em transformar a realidade atual. Inspirado no propósito do Torneio Brasil de Robótica, o reflorestamento em mananciais através das bombas de semente demonstra que, com criatividade e inovação, pode-se transformar o presente e plantar as sementes para um futuro mais equilibrado.

## Referências

APREMAVI. **Água: mais de 100 milhões de brasileiros se beneficiam.** 2024

Disponível em: [https://apremavi.org.br/mata-atlantica/agua/?gad\\_source=1&gclid=EAlaIQobChMIqZvGnp-rhQMV8BitBh2TVAJuEAAYASAAEgJtWPD\\_BwE](https://apremavi.org.br/mata-atlantica/agua/?gad_source=1&gclid=EAlaIQobChMIqZvGnp-rhQMV8BitBh2TVAJuEAAYASAAEgJtWPD_BwE). Acesso em: 7 abr. 2024.

TOJO, Tomás. Aprenda a fazer Bombas de Sementes. **Revista Jardins.** 2022

Disponível em <https://revistajardins.pt/aprenda-a-fazer-bombas-de-sementes/>. Acesso em 30 abr. 2024.

BAGGIO, Luiza. Rio das Velhas perdeu 40% de água superficial em 30 anos, indica estudo. **CBH Rio das Velhas.** 2024. Disponível em <https://cbhvelhas.org.br/noticias/rio-das-velhas-perdeu-40-de-agua-superficial-em-30-anos-indica-estudo/> Acesso em: 17 jun. 2024.

BRAGA, José Luiz. Para começar um projeto de pesquisa. **Comunicação & Educação.** São Paulo, Brasil, v. 10, n. 3, p. 288–296, 2005. DOI: 10.11606/issn.2316-9125.v10i3p288-296. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/comueduc/article/view/37542..> Acesso em: 27 jun. 2024.

BIOMA MATA ATLÂNTICA. **Instituto Brasileiro de Florestas.** Londrina. 2020. Disponível em: <https://www.ibflorestas.org.br/bioma-mata-atlantica>. Acesso em: 25 abr. 2024.

CARDOSO, J. T. A Mata Atlântica e sua conservação. **Revista Encontros Teológicos**, [S. l.], v. 31, n. 3, 2016. DOI: 10.46525/ret.v31i3.509. Disponível em: <https://facasc.emnuvens.com.br/ret/article/view/509>. Acesso em: 25 abr. 2024.

COURI, Leandro; PARREIRAS, Mateus. Os riscos à sobrevivência do Rio das Velhas, maior fonte da Grande BH. **Estado de Minas.** 11 nov. 2023. Disponível em: <https://www.em.com.br/gerais/2023/11/6651461-os-riscos-a-sobrevivencia-do-rio-das-velhas-maior-fonte-da-grande-bh.html>. Acesso em: 30 abr. 2024.

FAUNA E FLORA. **Ministério do Meio Ambiente e Mudanças do Clima.** 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/fauna-e->

flora#:~:text=Esta%20abundante%20variedade%20de%20vida,e%2046.355%20esp%C3%A9cies%20vegetais%20conhecidas. Acesso em: 30 abr. 2024.

FRANCISCO, Wagner de Cerqueira e. "Mata Atlântica"; **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/brasil/mata-atlantica1.htm>. Acesso em: 13 jun. 2024.

GELAIN, Anna Júlia Lorenzson; LORENZETT, Daniel Benitti; NEUHAUS, Mauricio; RIZZATTI, Cláudia Bach. **Desmatamento no Brasil: um Problema Ambiental**. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/capitalcientifico/article/view/11110>. Acesso em: 4 jun. 2024.

HISTÓRIA. **CBH Rio das Velhas**. Belo Horizonte. 2024 Disponível em: <https://cbhvelhas.org.br/historia/>. Acesso em: 14 mai. 2024.

JUNDIAÍ, Sesc. **Bomba de Sementes**. YouTube, 3 de fevereiro de 2021. 6min3s. Disponível em: <https://youtu.be/valqxl4FDzY?si=2wrf4XS8b-bLITKt>. Acesso em: 27 jun. 2024.

LE MOS, Rodrigo Silva; JUNIOR, Antônio Pereira Magalhães. **Dinâmica territorial, transformações ambientais e implicações no manancial de abastecimento público da Região Metropolitana de Belo Horizonte - bacia hidrográfica do alto Rio das Velhas, Minas Gerais**. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/geotextos/article/view/28766>. Acesso em: 23 abr. 2024.

LEWINSOHN, Thomas. **Síntese do conhecimento atual da biodiversidade brasileira**. 2006, p. 54. MMA. Mata atlântica. Acesso em 14 mai. 2024.

MENDES, Edisley Mayra dos Santos; CASTRO, Victor Hugo Santos. **A UTILIZAÇÃO DE MATERIAL BIODEGRADÁVEL PARA A PRODUÇÃO E USO DE BOMBAS DE SEMENTES NATIVAS NO REFLORESTAMENTO DE ÁREAS DESMATADAS NO MUNICÍPIO DE PACOTI-CEARÁ**. Revista Múltiplas Perspectivas da Educação Ambiental no Ceará, p.209-226, 2020. Disponível em: <https://bit.ly/2KNdb8H>. Acesso em: 23 abr. 2024.

MENDES, Edisley Mayra dos Santos; MENDES, Antônia Mayara dos Santos; DIAS, Maria Ívena Nojosa; VASCONCELOS, Thomas Aguiar da Silva. **O USO DA BOMBA DE SEMENTE A PARTIR DO PSEUDOCAULE DA BANANEIRA PARA**

**REFLORESTAMENTO DA REGIÃO DO MACIÇO DE BATURITÉ.** 2024. Disponível em: <https://revistadocentes.seduc.ce.gov.br/cearacientifico/article/>. Acesso em: 23 abr. 2024.

OLIVEIRA, Sílvia Maria Alves Correia; JARDIM, Bárbara Fernanda de Melo; MARIA, Marina Andrada; GOMES, Lenora Ludolf. IV-137 – **EVOLUÇÃO TEMPORAL DO ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA) NO RIO DAS VELHAS.** Disponível em: [https://abes-dn.org.br/anaisletronicos/19\\_Download/TrabalhosCompletoPDF/IV-137.pdf](https://abes-dn.org.br/anaisletronicos/19_Download/TrabalhosCompletoPDF/IV-137.pdf). Acesso em: 23 abr. 2024.

PASSOS, Matheus. Aula 4.1 - **O que é justificativa da pesquisa.** YouTube, 7 de novembro de 2019. 4min51s. Disponível em: <https://youtu.be/4vNKD4mUmGA?si=eVxAMKYGi5Fm8rSx>. Acesso em: 5 jul. 2024.

REFLORESTAMENTO: o que é, tipos e importância. **Enciclopédia Significados.** 2024. Disponível em: <https://www.significados.com.br/reflorestamento/>. Acesso em: 5 abr. 2024.

RODRIGUES, Evandro Luís. **Efeito de incêndios no balanço hídrico de uma metrópole neotropical: interface solo-água-vegetação.** 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/33872>. Acesso em: 23 abr. 2024.

RODRIGUES, Marilice Luzia; MICHICO PASSOS OKAWA, Cristhiane; FONTANA, Felipe. **A importância das matas ciliares para a proteção das nascentes de água: uma proposta educacional para o terceiro ano do Ensino Fundamental.** Revista Sergipana de Educação Ambiental, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 1–21, 2021. DOI: 10.47401/revisea.v8i1.15624. Disponível em: <https://ufs.emnuvens.com.br/revisea/article/view/15624>. Acesso em: 19 mai. 2024.

SAMPAIO, Alexandre Bonesso; RIBEIRO, Katia Torres; DESIREÉ, Daniel Mascia Vieira Desireé; SILVA Cristiane Barbosa. **GUIA DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA PARA GESTORES DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO.** 2024. Disponível em: [https://www.icmbio.gov.br/cbc/images/stories/Publica%C3%A7%C3%B5es/restaurac%C3%A7%C3%A3o/Guia-de-Restauracao-Ecologica\\_digital.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cbc/images/stories/Publica%C3%A7%C3%B5es/restaurac%C3%A7%C3%A3o/Guia-de-Restauracao-Ecologica_digital.pdf). Acesso em: 26 nov. 2024.

SANTANA, Bárbara Jossany Gomes; CHAGAS, Kyvia Pontes Teixeira; LUCAS, Fernanda Moura Fonseca; FREIRE, Ageu da Silva Monteiro; WALTER, Letícia Siqueira; SILVA, Thiago Cardoso; ARAUJO, Emmanoella Costa Guaraná; LIMA, Tarcísio Viana. **PROCESSOS PRÉ-GERMINATIVOS: MÉTODOS PARA**

**SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DA MATA ATLÂNTICA.**

Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Fernanda-Lucas-2/publication/3644203\\_Processos\\_pre-germinativos\\_metodos\\_para\\_superacao\\_de\\_dormencia\\_em\\_sementes\\_da\\_Mata\\_Atlantica/links/5f3ae2f2299bf13404cd4042/Processos-pre-germinativos-metodos-para-superacao-de-dormencia-em-sementes-da-Mata-Atlantica.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Fernanda-Lucas-2/publication/3644203_Processos_pre-germinativos_metodos_para_superacao_de_dormencia_em_sementes_da_Mata_Atlantica/links/5f3ae2f2299bf13404cd4042/Processos-pre-germinativos-metodos-para-superacao-de-dormencia-em-sementes-da-Mata-Atlantica.pdf). Acesso em: 23 abr. 2024.

SKORUPA, Ladislau Araújo. **Nós, as árvores e as florestas.** 2004. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/128274/1/EMA-3-NOS-ARVORES-FLORESTAS.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2024.

SOBREVIVENCIALISMO. **Bomba de sementes: Uma técnica INCRÍVEL para plantar!.** YouTube, 22 de março de 2022. 10min22s. Disponível em: <https://youtu.be/xWa0FnaDOSa?si=4ljw0ILIPykwkqzp>. Acesso em: 27 jun. 2024.

SOUSA, Rafaela. **"Desmatamento"; Brasil Escola.** Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/o-desmatamento.htm>. 2024. Acesso em: 13 jun. 2024.

SPEARS, John. **Reabilitação de mananciais.** 1982. Disponível em: <https://periodicos.fgv.br/fdesenvolvimento/article/view/61393/59582>. Acesso em: 23 abr. 2024.

TABARELLI, Marcelo; PINTO, Luiz Paulo; SILVA, José Maria Cardoso; BEDÊ, Lucio Cadaval; HIROTA, Márcia M. **Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira.** 2005. Disponível em: <https://www.avesmarinhas.com.br/desafios%20e%20oportunidades%20para%20a%20conservacao%20da%20biodiversidade.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2024.



## Apêndice

### Apêndice A- Crescimento e evolução das sementes



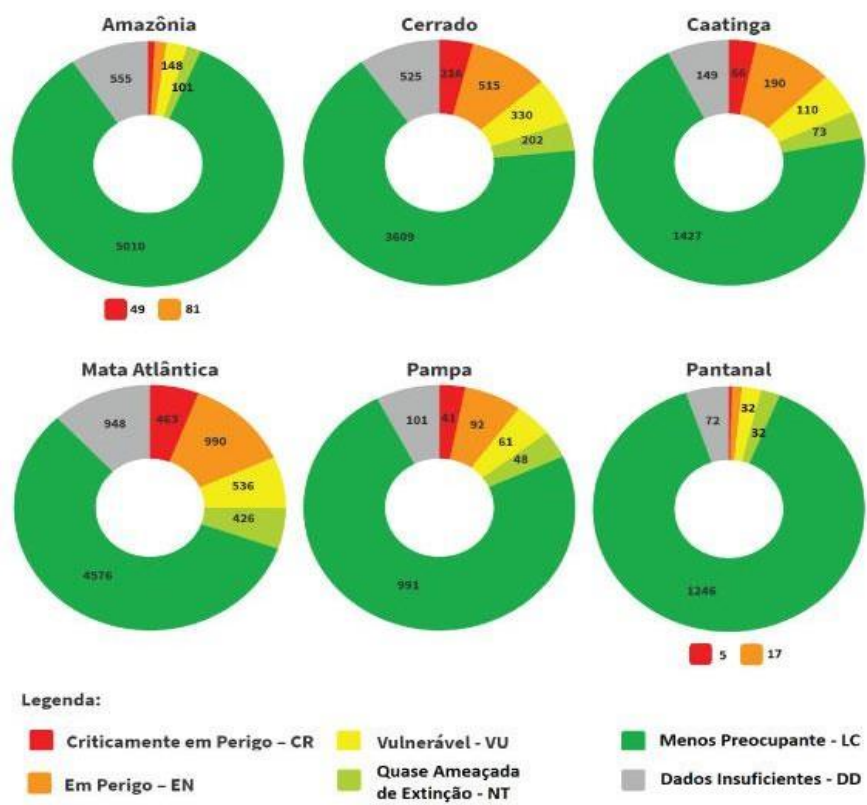
**Apêndice B- Crescimento e evolução da bomba de semente confeccionada por uma criança da ONG Inclusão Sem Fronteiras**



# Anexo

## Anexo 1- Gráfico IBGE

### Estado de conservação das espécies da fauna e flora do Brasil



## Anexo 2- Gráfico IBGE, espécies da flora terrestre, por estado de conservação

