**Escola Firjan SENAI SESI Jacarepaguá**

# PLUVIA

**Hidrogel com base em subprodutos que libera água e nutrientes ao solo, favorecendo o crescimento da vegetação em áreas degradadas.**

Rio de Janeiro/RJ
2025

Ana Luíza Moreira, Flora Maria Dos Santos Silva, Gabriel Paiva, Matheus Cardoso Costa, João Pedro do Nascimento Ribeiro, Karoline Balbino, Marcella Viana, Marina, Natan Santiago e Pedro Douglas

# PLUVIA:

## Hidrogel com base em subprodutos que libera água e nutrientes ao solo, favorecendo o crescimento da vegetação em áreas degradadas.

Trabalho submetido ao Torneio Brasil de Robótica como requisito parcial a avaliação.

Técnico 1: Marco Antônio Coelho
Técnico 2: Fabiane Pereira Martins

Rio de Janeiro/RJ
2025

## AGRADECIMENTOS

Este sincero agradecimento se estende a todos que desempenharam um papel fundamental na concretização deste projeto. Em primeiro lugar, expressamos nossa gratidão à nossa instituição educacional, a Escola Firjan SENAI SESI Jacarepaguá, por fornecer os recursos necessários para tornar o Projeto PLÚVIA uma realidade. Gostaríamos também de estender nossos agradecimentos aos nossos mentores, Paulo Vitor, Marco Coelho e Fabiane Martins, que nos guiaram e apoiaram em todas as etapas, desde a concepção até a criação do protótipo.

Reconhecemos ainda o valioso apoio do biólogo Henrique Seixas, pesquisador e atuante na restauração de zonas desmatadas, que nos ajudou a refletir sobre novas possibilidades para o avanço de nossa pesquisa. Agradecemos imensamente às professoras Celina Rocha e Daniele Pinheiro, que contribuíram com análises sobre a degradação do solo e seus agravantes, além de criarem pontes importantes com outros profissionais, sendo a professora Daniele a responsável por nos conectar ao Henrique. Registramos também nossa gratidão à professora de Sociologia Marcela Miranda, que nos auxiliou a compreender os aspectos sociais relacionados ao projeto, orientando-nos sobre demandas e pautas relevantes às quais podemos contribuir.

Gostaríamos de destacar ainda a colaboração da equipe do laboratório Lagesolos da UFRJ, que nos recebeu e apresentou detalhadamente os processos de análise do solo, em especial Diego Janoti, Antonio Guerra e Alessandra Barbosa, que além de compartilharem seus conhecimentos, também se disponibilizaram a analisar as amostras que levamos. Agradecemos também à pesquisadora Laryssa, que nos ajudou a vislumbrar futuros desdobramentos do projeto, e ao professor de Geografia Rodrigo, de nossa instituição, que nos abriu caminhos para pesquisas e aprofundamentos adicionais.

Nossa gratidão se estende aos alunos de nossa instituição e às equipes irmãs, que foram essenciais na obtenção dos subprodutos utilizados nas testagens do projeto. Por fim, agradecemos à diretora do SESI, Fernanda Divino, e ao coordenador do SENAI, Caíque Garbim, pelo apoio material e logístico imprescindível durante todo o processo de concepção e execução.

Este trabalho é fruto de uma construção coletiva, na qual cada colaboração foi fundamental. O Projeto PLÚVIA reafirma que ciência, quando aliada à cooperação e ao compromisso social, tem o poder de transformar realidades e gerar impactos duradouros.

## RESUMO

O projeto Pluvia foi pautado no Objetivo de Desenvolvimento Sustentável número 15 (ODS 15), em seu desdobramento relacionado à conservação e uso sustentável dos ecossistemas terrestres, com foco nas inundações, secas e desertificação. No aprofundamento do tema, identificamos que a perda de umidade do solo e a degradação da fertilidade estão entre os maiores desafios enfrentados nas áreas secas de nosso país. O Pluvia tem como propósito minimizar esses impactos por meio do desenvolvimento de um hidrogel produzido a partir de materiais de fácil acesso. Sua função é prolongar a umidade do solo e fornecer nutrientes essenciais, criando um ambiente mais equilibrado para o crescimento da vegetação. Além disso, o projeto inclui o uso de uma manta agrícola feita com casca de milho, que atua como proteção contra a exposição solar excessiva, reduzindo a evaporação da água e aumentando a eficiência do hidrogel. Nosso objetivo é oferecer uma alternativa ecológica e acessível, que una ciência e reaproveitamento de resíduos naturais, contribuindo para a recuperação de solos degradados e para a redução dos efeitos negativos das secas e processos de desertificação. Em etapas futuras, pretendemos ampliar os testes para aplicação em diferentes tipos de solo, visando à aplicação do Plúvia em áreas rurais e comunidades vulneráveis.



**Palavras-chave:** Ecossistemas terrestres; secas; inundações; desertificação; umidade do solo; fertilidade; hidrogel; materiais de fácil acesso; nutrientes essenciais.

## ABSTRACT

The Pluvia project was guided by the United Nations Sustainable Development Goal number 15 (SDG 15), specifically its focus on the conservation and sustainable use of terrestrial ecosystems, addressing challenges related to floods, droughts, and desertification. In further exploring this theme, we identified that the loss of soil moisture and the degradation of fertility are among the greatest challenges faced in dry regions of our country. Pluvia aims to minimize these impacts through the development of a hydrogel made from easily accessible materials. Its function is to prolong soil moisture and provide essential nutrients, creating a more balanced environment for vegetation growth. In addition, the project includes the use of an agricultural mulch made from corn husks, which acts as a protective layer against excessive sun exposure, reducing water evaporation and increasing the hydrogel's efficiency. Our goal is to provide an ecological and accessible alternative that combines science with the reuse of natural waste, contributing to the recovery of degraded soils and mitigating the negative effects of droughts and desertification processes. In future stages, we intend to expand testing for application in different soil types, aiming to implement Pluvia in rural areas and vulnerable communities.



**Keywords:** Terrestrial ecosystems; droughts; floods; desertification; soil moisture; fertility; hydrogel; easily accessible materials; essential nutrients.

## LISTA DE SIGLAS

EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ODS: Objetivo de Desenvolvimento Sustentável

OMS: Organização Mundial da Saúde

ONU: Organização das Nações Unidas

CCMN: Centro de ciências matemáticas e da natureza

FIRJAN: Federação das indústrias do Rio de Janeiro

FAO: Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

ANA: Agência nacional de água

UFPB: Universidade federal da Paraíba

SiBCS: Sistema brasileiro de classificação de solos

SENAI: Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SESI: Serviço Social da Indústria

UFRJ: Universidade federal do Rio de Janeiro

**SUMÁRIO**

1 INTRODUÇÃO.....10

1.1 Delimitação do problema .....11

1.2 Hipóteses .....13

1.3 Objetivos .....14

1.3.1 Objetivo geral: .....14

1.3.2 Objetivos específicos: .....14

1.4 Justificativa .....14

2 REFERENCIAL TEÓRICO .....16

2.1 Solo .....16

2.2 Tipos de solo segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) .....16

2.3 Hidrogel .....22

2.4 Tipos de Hidrogel .....23

2.4.1 Hidrogéis Naturais .....23

2.4.2 Hidrogéis Sintéticos .....24

2.4.3 Hidrogéis híbridos .....24

2.5 Materiais do hidrogel .....25

2.5.1 Casca do milho.....25

2.5.2 Farinha de ossos.....25

2.5.3 Cascas de ovos.....26

2.5.4 Glicerina.....26

2.5.5 Ácido cítrico.....27

2.6 Mantas .....28

2.7 Tipos de manta .....28

2.7.1 Geotêxtil não-tecido .....28
2.7.2 Geotêxtil tecido .....28
2.7.3 Geotêxtil tricotado .....29
2.7.4 Biomantas ou geotêxteis naturais .....29
2.8 Casca do milho .....29
3 METODOLOGIA .....30
3.1 Execução das etapas .....33
3.2 Explicação química.....44
4 RECURSOS UTILIZADOS .....47
4.1 Recursos humanos .....47
4.2 Recursos materiais .....53
4.3 Equipamento .....54
5 CRONOGRAMA .....55
6 CONCLUSÃO .....57
7 REFERÊNCIAS .....59
8 APÊNDICES .....62
APÊNDICE A – Resultados através de gráficos .....62
APÊNDICE B – Tabela do formulário divulgado em nossa instituição .....66
APÊNDICE C – Mudanças no Bosque da Barra .....67

# 1 INTRODUÇÃO

O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) proposto para a temporada de 2025 do Torneio Brasil de Robótica é o ODS 15, Vida Terrestre, que busca proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e conter a perda da biodiversidade.

Dentro desse escopo, o desdobramento de nossa categoria neste ano foca no combate à desertificação e na restauração de terras e solos degradados, incluindo áreas afetadas por secas e inundações nos biomas brasileiros. Esse desafio é especialmente relevante, já que, segundo a ONU (2022), cerca de 40% das terras do planeta estão degradadas, afetando diretamente a vida de mais de 3,2 bilhões de pessoas. No Brasil, o semiárido nordestino é uma das regiões mais impactadas, onde a desertificação ameaça comunidades e ecossistemas inteiros.

Em resposta a esse desafio, desenvolvemos o projeto Pluvia, uma solução inovadora voltada para a restauração de solos degradados. O coração do projeto é a produção de um hidrogel sustentável, feito à base de glicerina, ácido cítrico e nutrientes específicos de acordo com a necessidade do solo.

Esse hidrogel é capaz de armazenar e liberar água gradualmente, garantindo a hidratação contínua da terra sem depender de supervisão humana constante. Além disso, ele cria condições propícias para que a vegetação cresça de forma gradativa, saudável e duradoura, contribuindo para a recuperação de áreas atingidas pela desertificação.

Além do hidrogel, criamos também uma manta protetora feita de cascas de milho, um material de baixa absorção de água, que atua no equilíbrio do solo, evitando tanto a umidade excessiva quanto o excesso de luz solar direta, garantindo melhores condições para o crescimento da vegetação.

Outro diferencial do nosso projeto é o uso de subprodutos orgânicos como cascas de ovos, farinha de ossos e cascas de milho, que além de enriquecer o solo com nutrientes, evitam o descarte excessivo desses resíduos. Dessa forma, conseguimos dar uma nova função a materiais que normalmente seriam descartados, unindo sustentabilidade, economia circular e impacto social positivo.

O Pluvia apresenta um baixo custo de produção, já que utiliza insumos acessíveis e subprodutos orgânicos reaproveitados. Isso o torna viável não apenas para aplicação em larga escala, mas também para comunidades rurais e populações em situação de vulnerabilidade, que sofrem diretamente os efeitos da desertificação.

De acordo com a FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação), 95% dos alimentos consumidos pela humanidade dependem diretamente do solo. A degradação desse recurso coloca em risco a segurança alimentar mundial, e por isso, soluções como a que propomos podem desempenhar um papel essencial na preservação do futuro das próximas gerações.

O Pluvia vai muito além de uma simples tecnologia: ele representa um instrumento de transformação social e ambiental, unindo ciência, inovação e sustentabilidade em prol da vida terrestre. Com soluções simples, acessíveis e de grande impacto, buscamos contribuir diretamente para o alcance do ODS 15, mostrando que é possível enfrentar os desafios da desertificação e da degradação do solo de forma criativa e eficaz.

Figura 1 - O deserto de Sarigua, após a perda do solo superficial devido à erosão.



Fonte: foto tirada por Tomas Munita/AP para o jornal The Guardian 2019

## 1.1 Delimitação do problema

A degradação dos solos tem avançado de forma preocupante no Brasil, colocando em risco não apenas a biodiversidade, mas também a segurança alimentar e a qualidade de vida de milhões de pessoas. De acordo com o MapBiomas (2024), entre 11% e 25% da vegetação

nativa brasileira já apresenta sinais de degradação, afetando diretamente a capacidade de regeneração dos biomas. Em especial, a Caatinga e o Cerrado concentram alguns dos cenários mais graves: no caso da Caatinga, estima-se que entre 9 milhões e 26,7 milhões de hectares estejam sujeitos a desertificação.

Esse quadro não se restringe apenas ao Nordeste. O Sudeste brasileiro, região historicamente associada à alta produção agrícola, também enfrenta sérios problemas de degradação da terra. Segundo o Plano de Ação Brasileiro de Combate à Desertificação (2024), aproximadamente 37% do território da região Sudeste se encontra em situação de degradação moderada a crítica. Esse índice reflete diretamente a realidade de estados como o Rio de Janeiro, onde a expansão urbana desordenada, o desmatamento de encostas e o manejo inadequado do solo têm provocado erosão, perda de fertilidade, assoreamento de rios e deslizamentos frequentes.

Outro fator que intensifica esse cenário é a redução da disponibilidade hídrica. A Agência Nacional de Águas (ANA, 2022) identificou que o Brasil perdeu cerca de 15% de sua superfície de água nas últimas três décadas. Esse dado reforça o risco de desertificação local, já que a falta de água no solo compromete tanto a agricultura quanto a regeneração natural da vegetação. Em áreas urbanas do Rio de Janeiro, esse processo é agravado por enchentes, que lavam os nutrientes do solo e aceleram o processo de empobrecimento da terra.

Pesquisas recentes, como as da Universidade Federal da Paraíba (UFPB, 2023), demonstram que hidrogéis produzidos a partir de polímeros de glicerina apresentam desempenho semelhante aos sintéticos na retenção de água, mas com custo até 50% menor. Além de hidratar o solo de forma contínua, esses materiais permitem que a vegetação se desenvolva mesmo em ambientes de estresse hídrico, reduzindo a necessidade de irrigação constante e o uso de fertilizantes químicos.

Complementando essa estratégia, o projeto Pluvia inclui o desenvolvimento de uma manta de cascas de milho, cuja função é controlar a incidência solar direta e evitar a perda excessiva de umidade. Ao mesmo tempo, o uso de subprodutos orgânicos como cascas de ovos e farinha de ossos promove a ciclagem de nutrientes e evita o descarte inadequado desses resíduos. Dessa forma, a solução atua em diferentes frentes: recupera a fertilidade do solo, reduz custos agrícolas, diminui impactos de resíduos orgânicos no meio ambiente e amplia a resiliência das comunidades vulneráveis.

O impacto social de iniciativas como esta é significativo. Segundo a ONU (2022), mais de 3,2 bilhões de pessoas vivem em áreas afetadas pela degradação da terra. No Brasil, esse cenário atinge tanto o semiárido nordestino quanto regiões periurbanas do Sudeste, como a Baixada Fluminense, onde solos pobres, alta densidade populacional e eventos climáticos extremos ameaçam a segurança alimentar, hídrica e habitacional. O Pluvia, ao propor uma solução sustentável, acessível e de fácil aplicação, mostra-se um caminho viável para enfrentar esses desafios e contribuir para um futuro mais resiliente.

## 1.2 Hipóteses

O solo degradado, especialmente em regiões semiáridas como o Nordeste brasileiro, apresenta uma baixa capacidade de retenção hídrica, escassez de nutrientes e uma grande vulnerabilidade à desertificação. De acordo com a ONU (2022), cerca de 40% das terras do planeta estão degradadas, afetando diretamente mais de 3,2 bilhões de pessoas, reforçando a urgência de que haja soluções sustentáveis e acessíveis para a recuperação desses ambientes.

O projeto propõe a utilização de um hidrogel sustentável, formulado por compostos majoritariamente orgânicos, com a capacidade de tornar o solo mais úmido e nutritivo. Essa inovação permite a manutenção da umidade por períodos mais prolongados, mesmo em condições de escassez hídrica, criando um ambiente propício para a germinação de sementes e o crescimento de vegetação nativa, por exemplo.

Aliada ao hidrogel, a aplicação de uma manta protetora feita com cascas de milho vai atuar na regulação da temperatura e da umidade do solo, protegendo-o contra o impacto direto da radiação solar e evitando perdas excessivas de água por evaporação. Esse material, por ser biodegradável e de baixa absorção, contribui para o equilíbrio das condições microambientais necessárias para a recuperação da cobertura vegetal. Além disso, a incorporação de subprodutos orgânicos como cascas de ovos e farinha de ossos, promove o enriquecimento nutricional do solo, reduzindo assim a dependência de fertilizantes químicos e incentivando práticas de economia circular. O uso desses resíduos ainda evita o descarte inadequado.

Por meio dessa abordagem integrada, o Pluvia tem potencial para reverter processos de desertificação, restaurar os solos degradados e promover o uso sustentável dos recursos naturais, contribuindo diretamente para o cumprimento do ODS 15.

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo geral:

Desenvolver e aplicar um hidrogel sustentável e de baixo custo a fim de restaurar solos degradados, contribuindo assim, para o combate à desertificação e a promoção do uso sustentável dos ecossistemas terrestres, em consonância com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 15.

### 1.3.2 Objetivos específicos:

1- Produzir um hidrogel sustentável, promovendo a hidratação contínua do solo em regiões afetadas pela desertificação.

2- Desenvolver uma manta protetora biodegradável utilizando as cascas do milho, com a função de regular a umidade e a exposição solar do solo, favorecendo assim o crescimento saudável da vegetação.

3- Reaproveitar subprodutos orgânicos insumos agrícolas, promovendo a fertilização natural do solo.

4- Garantir a viabilidade econômica e social da solução, utilizando materiais de baixo custo e acessíveis.

5- Conscientizar sobre a importância da recuperação do solo como fator essencial para a segurança alimentar e a sustentabilidade ambiental.

## 1.4 Justificativa

A desertificação e a degradação dos solos são problemas que crescem gradativamente na nossa região, destacamos o bosque da Barra da Tijuca (RJ) devido a grande repercussão de notícias onde foi identificada uma urgência de intervenção para evitar a perda de cobertura

vegetal e o empobrecimento do solo. Com esse contexto desenvolvemos um hidrogel sustentável, inspirado em uma pesquisa do Piauí e no hidrogel comercializado. Sua formulação permite que ele se expanda em até 100% do seu tamanho original e libere a água de maneira contínua junto com os nutrientes para o solo, garantindo maior hidratação da vegetação sem estar tão dependente de fatores externos.

Em complemento com o hidrogel criamos uma manta protetora biodegradável produzida a partir da casca do milho ou da folha de bananeira para larga escala, atuando como um protetor do solo contra a radiação solar e ajudando a reter a umidade, criando um microclima propício para a germinação de sementes e plantas nativas.

Sua inovação está no aproveitamento de subprodutos orgânicos, em que os materiais que seriam descartados serão reutilizados para criar uma estratégia contra a desertificação e degradação dos solos, enriquecendo-os e tornando favorável o plantio. O projeto além de auxiliar a resolver o problema também ajuda na gestão de resíduos promovendo a economia circular e resultando em um produto de baixo custo, e disponível para uma aplicação em larga escala mais viável.

Assim, o Pluvia é uma ferramenta facilitadora ligada ao ODS 15 que mostra que é possível reverter a degradação do solo por meio de uma solução sustentável, acessível e alcançável, garantindo a preservação da vida terrestre para as gerações atuais e futuras.

# 2 REFERENCIAL TEÓRICO

## 2.1 Solo

O solo é um dos elementos mais fundamentais da natureza, resultado de uma complexa interação entre o clima, o relevo, os organismos vivos, o material de origem (como as rochas) e o tempo. Esses fatores atuam em conjunto no processo da pedogênese, que é justamente a formação do solo. Durante esse processo, a rocha matriz sofre transformações físicas e químicas, a matéria orgânica se acumula e se decompõe, e a água e o ar circulam entre os poros, dando origem a diferentes camadas que compõem o perfil do solo.

Abriga componentes líquidos e gasosos, além de uma rica diversidade de organismos, como microrganismos, minhocas, insetos e raízes das plantas. Entre suas muitas funções, o solo sustenta a vegetação, armazena e filtra a água da chuva, permite a ciclagem de nutrientes e serve de habitat para inúmeras formas de vida. Além disso, ele desempenha um papel crucial nos grandes ciclos da natureza, como o do carbono, influenciando diretamente o clima e a sustentabilidade ambiental.

A morfologia do solo, isto é, a forma como ele se apresenta em perfil, revela muito sobre sua história e funcionamento. Já suas propriedades físicas (como textura, porosidade, densidade e permeabilidade), químicas (como pH, matéria orgânica e presença de nutrientes) e biológicas (atividade microbiana, presença de fauna, entre outros) ajudam a determinar sua qualidade e sua capacidade de sustentar a vida.

A identificação dos chamados horizontes diagnósticos, que são camadas com características específicas, é essencial nos sistemas de classificação do solo e auxilia na escolha de práticas adequadas de manejo e conservação.

## 2.2 Tipos de solo segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS)

O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) é o principal referencial técnico utilizado no Brasil para a classificação dos solos, com base em suas propriedades morfológicas, físicas, químicas e biológicas. Ele organiza os solos em níveis hierárquicos, sendo o primeiro nível categórico composto por 13 ordens, cada uma com características

próprias. O objetivo da classificação é padronizar a identificação e nomenclatura dos solos, auxiliando no planejamento do uso da terra, na pesquisa científica e na gestão ambiental.

As 13 ordens reconhecidas pelo SiBCS:

- Latossolos: São solos muito intemperizados, profundos, bem drenados e com estrutura granular. Possuem horizonte B latossólico, que é pobre em nutrientes e tem uma predominância de minerais de baixa atividade, como óxidos de ferro e alumínio. São comuns em áreas tropicais e bastante utilizados na agricultura, desde que sejam corrigidos quimicamente.

Figura 2 - Imagem de um latossolo



Fonte: Tipos de solo Embrapa

- Argissolos: Caracterizados pela presença de horizonte B textural, com acúmulo de argila na subsuperfície devido ao processo de translocação vertical. Apresentam fertilidade variável e são suscetíveis à erosão, especialmente em terrenos que tenham relevo acentuado.

Figura 3: Imagem de um argissolo




Fonte: Tipos de solo Embrapa

- Cambissolos: Solos com baixa evolução pedogenética, apresentando um horizonte B incipiente. São pouco profundos e com propriedades ainda próximas às do material de origem. Ocorrem em regiões de relevo acidentado ou sob rochas que são resistentes ao intemperismo.

Figura 4: Imagem de um cambissolo

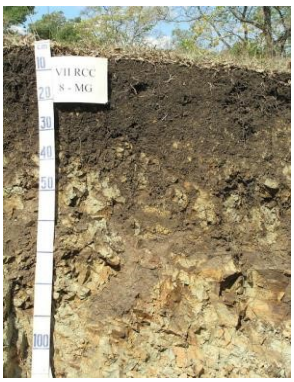


Fonte: Tipos de solo Embrapa

- Neossolos: Solos muito jovens, com perfil pouco desenvolvido e com ausência de horizonte B diagnóstico. Podem ocorrer sobre rochas, em áreas aluviais ou em encostas.

  Apresentam grande variabilidade de propriedades físicas e químicas.

Figura 5: Imagem de um neossolo




Fonte: Tipos de solo Embrapa

- Luvissolos: Apresentam horizonte B textural com alta atividade de argila e uma elevada saturação por bases, garantindo maior fertilidade. São mais férteis que os Argissolos e ocorrem principalmente em regiões de clima mais seco.

Figura 6: Imagem de um Luvissolo



Fonte: Tipos de solo Embrapa

- Espodossolos: Solos ácidos e arenosos, com horizonte B espódico, onde há acúmulo de matéria orgânica e alumínio. Ocorrem geralmente em ambientes que são litorâneos e úmidos, como as restingas. Possuem baixa fertilidade natural.

Figura 7: Imagem de um espodossolo




Fonte: Tipos de solo Embrapa

- Gleissolos: Desenvolvem-se sob condições de saturação hídrica frequente, com características de gleização, como a coloração acinzentada ou azulada. Exigem drenagem adequada para a utilização agrícola.

Figura 8: Imagem de um gleissolo



Fonte: Tipos de solo Embrapa

- Plintossolos: Contêm plintita ou concreções ferruginosas endurecíveis, que são formadas em ambientes com variações sazonais do lençol freático. Essas condições limitam o desenvolvimento radicular e dificultam o manejo agrícola.

Figura 9: Imagem de um plintossolo



Fonte: Tipos de solo Embrapa

- Organossolos: Solos com alto teor de matéria orgânica, formados em ambientes mal drenados, como brejos e turfeiras. São fisicamente instáveis e têm o uso agrícola restrito.

Figura 10: Imagem de um organossolo



Fonte: Tipos de solo Embrapa

- Chernossolos: Solos escuros, profundos e muito férteis, com um alto teor de matéria orgânica e uma elevada saturação por bases. São altamente produtivos e ocorrem em regiões do Sul do Brasil e em partes do Cerrado.

Figura 11: Imagem de um chernossolo




Fonte: Tipos de solo Embrapa

- Nitossolos: Solos bem estruturados, com horizonte B nítico, alta coerência e boa fertilidade natural. A transição entre horizontes é gradual, e a distribuição da argila é uniforme.

Figura 12: Imagem de um nitossolo



Fonte: Tipos de solo Embrapa

- Planossolos: Apresentam horizonte B plânico, com transição abrupta de textura entre horizontes e baixa permeabilidade. São mal drenados, com potencial para encharcamento e compactação, sendo comuns em áreas planas.

Figura 13: Imagem de um planossolo



Fonte: Tipos de solo Embrapa

- Vertissolos: Solos com um alto teor de argilas expansivas, que apresentam fendas quando estão secos e inchamento quando úmidos. Apesar da boa fertilidade, a sua movimentação intensa dificulta o manejo e o desenvolvimento radicular.

Figura 14: Imagem de um Vertissolo



Fonte: Tipos de solo Embrapa

## 2.3 Hidrogel

O hidrogel é um material polimérico altamente hidratado, formado por uma rede tridimensional de polímeros hidrofílicos capazes de absorver e reter grandes quantidades de água ou outros fluidos em sua estrutura. Essa característica se deve à sua natureza bifásica, composta por uma fase sólida, que corresponde ao polímero, e uma fase líquida, que é a água absorvida. Dessa forma, os hidrogéis apresentam elevada capacidade de intumescimento, aumentando de volume sem perder sua integridade estrutural. Sua composição química pode

variar de acordo com a finalidade: há hidrogéis sintéticos, como os produzidos a partir de poliacrilamida, poliacrilato de sódio e polivinil álcool, que apresentam alta capacidade de absorção e maior durabilidade; naturais, derivados de substâncias como celulose, quitosana, amido e alginato, que possuem maior biodegradabilidade e menor impacto ambiental; e híbridos, que combinam características dos dois primeiros tipos, buscando unir eficiência e sustentabilidade. Em todos os casos, a reticulação entre as cadeias poliméricas é fundamental para garantir resistência mecânica e estabilidade mesmo quando saturados de água.

Graças a essas propriedades, os hidrogéis encontram aplicações em diferentes áreas. Na medicina, são utilizados em curativos para feridas e queimaduras, já que mantêm o ambiente úmido e aceleram a cicatrização, além de estarem presentes em lentes de contato, sistemas de liberação controlada de medicamentos e tratamentos de artrose, atuando como substitutos de fluidos articulares. Na indústria de cosméticos, aparecem em máscaras faciais, cremes e produtos dermatológicos pela sua capacidade de retenção de água e biocompatibilidade. Em pesquisas de bioengenharia, são explorados como suportes para o crescimento celular, auxiliando na engenharia de tecidos.

No campo agrícola, os hidrogéis, também chamados de “gel de plantio”, funcionam como reservatórios de água e nutrientes. Eles absorvem a água da chuva ou da irrigação e liberam gradualmente conforme a necessidade das plantas, reduzindo perdas por lixiviação, melhorando a aeração do solo, aumentando a eficiência do uso da água e favorecendo o desenvolvimento das culturas, especialmente em regiões áridas ou em situações de estresse hídrico. Além disso, estudos recentes têm mostrado que hidrogéis biodegradáveis podem ser aplicados no tratamento de águas residuais, na adsorção de poluentes e até como ecobarreiras para contenção de contaminantes, ampliando seu potencial de contribuição para a preservação ambiental.

## 2.4 Tipos de Hidrogel

### 2.4.1 Hidrogéis Naturais

Os hidrogéis naturais são produzidos a partir de biopolímeros como a celulose, o alginato, a quitina, a gelatina e o amido. Esses materiais, além de biodegradáveis, são renováveis e tem uma baixa toxicidade, sendo considerados seguros ambientalmente. Sua

aplicação no solo contribui não apenas para a retenção de água, mas também para a melhoria da estrutura física do solo, sem causar um acúmulo de resíduos.

Contudo, apesar de suas vantagens ecológicas, os hidrogéis naturais podem a apresentar menor capacidade de absorção e retenção de água em comparação com os sintéticos, além de sofrerem uma rápida degradação microbiológica (Silva et al., 2022). Isso limita um tanto sua durabilidade e eficiência em aplicações agrícolas de longo prazo.

### 2.4.2 Hidrogéis Sintéticos

Os hidrogéis sintéticos são compostos por polímeros artificiais, como o poliacrilato de potássio e a poliacrilamida, que tem elevada capacidade de absorção de água (podendo reter até 400 vezes seu peso) e maior estabilidade física e química no solo. Esses materiais têm ampla aplicação na agricultura, especialmente em culturas sensíveis ao estresse hídrico e em solos arenosos (Raju et al., 2022).

Apesar de seu desempenho ser superior, há algumas preocupações ambientais associadas ao uso prolongado desses compostos, principalmente devido à possibilidade de liberação de resíduos tóxicos durante a degradação ou à presença de monômeros residuais como a acrilamida, que possui potencial carcinogênico (González-Martínez et al., 2021). Por esse motivo, a escolha do hidrogel sintético deve considerar não apenas a eficiência agronômica, mas também a segurança ambiental e a regulamentação local.

### 2.4.3 Hidrogéis híbridos

Visando unir todas as vantagens dos dois grupos anteriores, os hidrogéis híbridos combinam polímeros naturais e sintéticos em sua formulação. Essas misturas possibilitam uma maior capacidade de absorção e durabilidade, ao mesmo tempo que mantêm um perfil ambiental mais favorável. Por exemplo, a reticulação de amido com acrilato resulta em um material com boa estabilidade no solo e menor impacto ecológico (Nguyen et al., 2023).

Além disso, a engenharia de materiais tem permitido o desenvolvimento de hidrogéis híbridos com funcionalidades adicionais, como a liberação controlada de nutrientes ou até mesmo o encapsulamento de microrganismos benéficos para o solo, ampliando assim suas aplicações no manejo agrícola sustentável.

## 2.5 Materiais do hidrogel

### 2.5.1 Casca do milho

A casca do milho, também chamada de palha de milho, é o envoltório fibroso que recobre a espiga e tem grande importância ambiental e agrícola. Rica em celulose, hemicelulose e lignina, apresenta uma estrutura resistente, porosa e leve, que permite tanto a retenção de água quanto a boa aeração do solo. Por ser um material natural e biodegradável, sua decomposição ocorre de forma gradual, contribuindo para a fertilidade e a sustentabilidade do ambiente agrícola. Além disso, trata-se de um resíduo abundante e de baixo custo, o que a torna uma excelente alternativa em práticas de reaproveitamento e agricultura sustentável.

Uma das principais funções da casca do milho é atuar como cobertura do solo (mulching). Quando espalhada sobre a terra, ajuda a reduzir a evaporação da água, mantendo a umidade por mais tempo, além de proteger o solo contra o impacto direto da chuva e a erosão. A cobertura também cria uma barreira física que dificulta o crescimento de ervas daninhas e ajuda a regular a temperatura do solo, funcionando como um isolante natural.

Outra função relevante está na melhoria da estrutura e da qualidade do solo. Ao ser incorporada ao terreno ou deixada se decompor naturalmente, a palha aumenta o teor de matéria orgânica, favorece a atividade microbiana e melhora a retenção de água e a aeração, promovendo um ambiente mais fértil e equilibrado para o desenvolvimento das plantas.

Com base nisso utilizamos da casca do milho para implantar uma manta orgânica sobre o solo, contribuindo com a adubação, retenção da umidade e proteção do sol proporcionada pela casca do milho.

### 2.5.2 Farinha de ossos

A farinha de osso é um fertilizante natural, feito a partir da moagem de ossos de animais. Ela é especialmente indicada para plantas que precisam de um suporte extra para o desenvolvimento das raízes e para a floração. Diferente de fertilizantes químicos, ela libera os

nutrientes lentamente, permitindo que a planta absorva o que precisa no seu próprio ritmo, sem riscos de exagero.

Um dos grandes benefícios da farinha de osso é ajudar no crescimento das raízes, deixando-as mais profundas e resistentes. Com raízes fortes, a planta consegue absorver água e nutrientes de forma mais eficiente, resultando em folhas verdes, flores mais bonitas e frutos mais saudáveis. Além disso, o cálcio presente na farinha contribui para a estrutura das células, evitando deformidades e fortalecendo caules e folhas.

Além disso, por ser natural, ela respeita o equilíbrio do solo e não agride o meio ambiente. Logo, com base nesses resultados, pensamos em utilizar a farinha de ossos em nosso hidrogel, onde, de forma homogênea, garantiríamos além de umidade, nutrientes ao solo e forma contínua e eficaz.

### 2.5.3 Cascas de ovos

Colocar casca de ovo nas plantas é uma medida caseira para enriquecer o solo com cálcio, magnésio e potássio. Esses nutrientes, quando a casca é transformada em farinha, são rapidamente absorvidos pelo solo, e trazem inúmeros benefícios para flores, vegetais e frutos.

A casca de ovo nas plantas é aplicada como farinha, e contém três nutrientes principais: cálcio, potássio e magnésio. Aliás, o cálcio é o maior destaque, alcançando 2.400mg, que dá cerca de oito vezes mais que um copo de leite.

O uso das cascas de ovo é efetivo tanto na adubação quanto para espantar pragas e insetos que prejudicam o crescimento da vegetação. Devido a esses benefícios, procuramos implementar o uso das cascas de ovo em nosso projeto, sendo ela utilizada de duas formas distintas. A primeira forma é usá-la como componente do hidrogel, substituindo assim a Farinha de ossos e funcionando como uma alternativa mais barata e sustentável da produção dele. A segunda possibilidade (até então mais adotada por nosso time) é utilizar das cascas de ovo trituradas como uma camada de “proteção” contra insetos e pragas, além de fornecedor de nutrientes, posto sobre a manta de cascas de milho.

### 2.5.4 Glicerina

O glicerol, ou glicerina, é um composto orgânico pertencente ao grupo dos alcóois (função orgânica que apresenta um grupo OH ligado a um carbono saturado). De acordo com

a regra de nomenclatura estabelecida pela União Internacional da Química Pura e Aplicada (IUPAC), esse composto é chamado de propan-1,2,3-triol.

Pode ser encontrado em azeites e óleos de coco, dendê, soja, algodão e oliva, ou mesmo em animais, na combinação de glicerina com ácido graxo.

Esta substância é incolor, viscosa, higroscópica (absorve umidade), oleosa, de sabor doce, solúvel em água e álcool, pouca solubilidade em éter, acetato de etila e dioxano e insolúvel em hidrocarboneto.

A glicerina age como um "ímã para a água". O glicerol puro pode ser aplicado na indústria de cosméticos, farmacêutica, detergentes, na fabricação de resinas e aditivos e na indústria de alimentos. Ele resulta da reação de saponificação de ácidos graxos presentes em óleos, azeites ou sebo com hidróxido de sódio ou de potássio.

### 2.5.5 Ácido cítrico

Ácido cítrico é um composto orgânico com propriedades antioxidantes e acidulantes, amplamente utilizado como ingrediente em cosméticos, alimentos, bebidas, suplementos e remédios. O ácido cítrico é um intermediário chave do metabolismo de plantas, animais e microrganismos diversos. É classificado como ácido tricarboxílico orgânico fraco, encontrado em frutas cítricas na forma de citratos ou sais.

Na apresentação isolada, é formado por pequenos cristais incolores e inodoros mais densos que a água. Uma das principais características do composto é o sabor ácido e a capacidade de quelante. São esses fatores que permitem o uso como realçador de sabor, conservante alimentício e estabilizante. Por outro lado, a indústria farmacêutica aproveita que reage com os ácidos estomacais e neutraliza o pH no trato digestivo, para usá-lo no tratamento de azia, má-digestão e sintomas similares.

A ação conservante ocorre porque o ácido cítrico anidro, ou seja, sem a molécula de água, combate o desenvolvimento de microrganismos. Desse modo, o aditivo compõe os sais acrescentados a peixes, carnes e frutos-do-mar, nos quais acelera o processo de cura, mantém a cor e evita o surgimento de cheiros e sabores desagradáveis.

Na fabricação de doces, frutas, geleias e conservas de legumes, serve para prolongar a coloração, textura e sabor dos alimentos. Considerando os benefícios do ácido cítrico, podemos destacar sua aplicação como antioxidante e alcalinizante.

## 2.6 Mantas

As mantas agrícolas, também chamadas de mantas agrotêxteis ou geotêxteis, são materiais têxteis desenvolvidos para otimizar o cultivo, proteger o solo e contribuir para práticas agrícolas sustentáveis. Normalmente produzidas em polipropileno ou poliéster, elas podem ser tecidas ou não-tecidas, dependendo da finalidade. Entre suas principais funções, destacam-se a atuação como barreira física contra pragas e ervas daninhas, a redução da evaporação e consequente conservação da umidade, o controle da temperatura do solo evitando tanto o excesso de calor quanto o frio extremo, além de favorecer a drenagem e filtração da água, prevenindo encharcamentos e erosão.

Essas mantas também podem separar diferentes camadas de solo, reforçando a estrutura e evitando misturas indesejadas, o que as torna úteis em áreas agrícolas e de contenção. Os geotêxtis não-tecidos, por exemplo, apresentam maior permeabilidade, sendo indicados para drenagem e filtração, enquanto os tecidos oferecem mais resistência mecânica, adequados para funções estruturais. Além disso, possuem durabilidade elevada, resistência à tração, ao puncionamento, a agentes químicos e, em muitos casos, à radiação UV, o que prolonga sua vida útil.

Apesar das vantagens, há discussões ambientais sobre o descarte e o risco de poluição plástica, o que tem incentivado pesquisas em alternativas biodegradáveis ou na utilização de fibras naturais. Assim, as mantas agrícolas se apresentam como ferramentas versáteis para o manejo do solo, ao mesmo tempo em que demandam atenção para sua aplicação sustentável.

## 2.7 Tipos de manta

### 2.7.1 Geotêxtil não-tecido

Produzido por fibras ligadas mecanicamente, quimicamente ou por calor, o geotêxtil não-tecido é altamente permeável e atua como um excelente filtro. É amplamente usado em drenagem, controle de erosão e estabilização de solos, permitindo a passagem da água enquanto retém partículas sólidas.

### 2.7.2 Geotêxtil tecido

Esse tipo é fabricado por entrelaçamento de fios em padrões de trama e urdume, o que lhe confere grande resistência mecânica e baixa deformação. Por isso, é indicado para reforço de solo, construção de estradas e contenções, onde a estabilidade estrutural é essencial.

### 2.7.3 Geotêxtil tricotado

Formado por laçadas de fios, o geotêxtil tricotado é mais flexível e elástico, o que facilita sua aplicação em superfícies irregulares. Embora menos comum, pode ser útil em situações que exigem adaptabilidade e conformidade ao terreno.

### 2.7.4 Biomantas ou geotêxteis naturais

Feitas de fibras vegetais como juta ou coco, essas mantas são biodegradáveis e oferecem proteção temporária ao solo. Sua função é evitar a erosão e manter a umidade até que a vegetação se estabeleça, sendo uma opção sustentável e ecologicamente correta.

## 2.8 Casca do milho

A casca do milho, também chamada de palha ou folha do milho verde, é um subproduto agrícola abundante e de fácil acesso, geralmente descartado após o consumo do alimento. Rica em fibras naturais, apresenta boa resistência mecânica e capacidade de retenção de umidade, características que a tornam um recurso valioso para uso sustentável. Dentro do nosso projeto, a casca do milho pode atuar como uma manta protetora do solo, reduzindo a exposição direta ao sol, mantendo a umidade por mais tempo e evitando processos de erosão e degradação. Além disso, por ser biodegradável, contribui para a ciclagem natural de nutrientes, reforçando a proposta de unir eficiência, baixo custo e sustentabilidade no combate à desertificação e recuperação de áreas degradadas.

# 3 METODOLOGIA

O desenvolvimento do Projeto Pluvia teve início a partir da análise das necessidades presentes em solos degradados, realizada por meio de pesquisas bibliográficas e estudos comparativos. Ao observar diferentes tipos de solos e suas particularidades, identificamos que a desertificação e as secas representam problemas críticos em nossa realidade, comprometendo tanto a produtividade agrícola quanto a restauração de áreas afetadas. Esse diagnóstico nos direcionou às pesquisas sobre hidrogéis, materiais reconhecidos por sua elevada capacidade de retenção de água e aplicabilidade em contextos agrícolas.

Após estudo teórico e discussões internas, avaliamos a possibilidade de produzir um hidrogel eficiente a partir de materiais de fácil acesso, priorizando alternativas de baixo custo e sustentabilidade. Dessa forma, selecionamos a glicerina e o ácido cítrico como insumos principais para a formulação, visando unir simplicidade na produção e eficiência no desempenho.

Com base em nossa proposta de aliar retenção hídrica à nutrição do solo, buscamos integrar ao projeto recursos naturais capazes de fornecer nutrientes essenciais além da umidificação. Assim, foram incorporados à formulação a farinha de ossos, fertilizante amplamente utilizado na agricultura por sua riqueza em fósforo e cálcio, e cascas de ovos trituradas, fonte acessível de cálcio, que também viabilizam a possibilidade de uma produção em escala doméstica.

A partir dessa concepção, iniciamos o processo de testagens experimentais, no qual avaliamos a consistência, a proporção dos insumos e a eficiência do gel produzido. Cada etapa foi conduzida de forma a ajustar a formulação até alcançar a composição ideal, capaz de atender aos objetivos do projeto: favorecer a retenção de água no solo, fornecer nutrientes e criar um produto de fácil aplicação para diferentes contextos de degradação ambiental.

Durante o desenvolvimento do Projeto Pluvia, elaboramos também uma manta protetora para cobrir o solo e reduzir o contato direto com o sol, aumentando a durabilidade da solução e potencializando sua funcionalidade. Para sua composição, testamos a fibra do coco verde e a casca do milho verde, optando pela segunda devido à sua facilidade de manuseio e ampla disponibilidade em nossa região. Essa escolha possibilitou criar um recurso simples, acessível e eficiente para auxiliar na recuperação de solos degradados.

Figura 15 – Primeiro brainstorming com a equipe



Fonte:Foto tirada pela equipe Alpha em 2025

Figura 16 – Segundo brainstorming com a equipe



Fonte: Foto tirada pela equipe Alpha em 2025

A primeira metodologia consistiu em testar diferentes proporções de glicerina e ácido cítrico com o objetivo de encontrar a consistência mais adequada para a formação do hidrogel. Acreditávamos que o equilíbrio entre esses dois compostos seria essencial para garantir a retenção de água e a estabilidade do material. Inicialmente, utilizamos 1 colher de sopa de glicerina associada a 2 colheres de chá de ácido cítrico, porém o resultado foi um gel excessivamente líquido, inviável para aplicação no solo. Em seguida, reduzimos as quantidades e testamos 1 colher de chá de cada composto, mas a baixa concentração impossibilitou uma análise satisfatória, já que o material não apresentou características que pudessem ser aproveitadas. Por fim, testamos uma formulação mais equilibrada, utilizando 2

colheres de sopa de glicerina e 2 de ácido cítrico, que resultou em um hidrogel mais denso, embora ainda ligeiramente líquido. Essa consistência se aproximava da ideal, indicando que estávamos no caminho correto para estabelecer uma base funcional para o desenvolvimento do protótipo.

Na segunda metodologia, com base nas observações iniciais, decidimos submeter as amostras produzidas a condições ambientais distintas. Colocamos os primeiros protótipos em um ambiente abafado e com incidência solar direta, a fim de avaliar sua resistência térmica. O resultado mostrou que o hidrogel se tornava completamente líquido sob essas condições, perdendo sua função estrutural. A partir disso, buscamos novos ajustes e inserimos nutrientes no composto, testando a mesma proporção da formulação mais eficiente até então, mas adicionando 1 colher de chá de farinha de ossos, adubo amplamente utilizado na fertilização agrícola. Notamos que a presença da farinha tornava o gel menos denso, exigindo ajustes nas quantidades de glicerina e ácido cítrico para compensar esse efeito. Dessa forma, realizamos diferentes protótipos com variações na quantidade de farinha de ossos e os comparamos com amostras sem o aditivo. Essa fase foi fundamental para compreender como materiais suplementares poderiam interferir na textura e funcionalidade do hidrogel.

Figura 17 – Primeiros testes do Hidrogel



Fonte: Foto tirada pela equipe alpha em 2025

Diante das limitações observadas no contato com altas temperaturas, na terceira metodologia desenvolvemos um processo experimental para reverter o efeito da liquefação do hidrogel causada pelo calor. Após a mistura dos compostos, utilizamos uma manta térmica para aquecer o material a 80% da potência, promovendo maior homogeneização e evitando o

acúmulo de ácido cítrico e farinha de ossos no fundo do recipiente, algo identificado nos testes anteriores. Esse tratamento térmico possibilitou uma melhor integração entre os compostos, garantindo uma estrutura mais estável. Após o aquecimento, o gel foi deixado em repouso por 30 minutos em temperatura ambiente, e, em seguida, colocado em uma geladeira a 5 °C durante dois dias. Esse processo de resfriamento gradual teve como finalidade observar se a estabilidade adquirida pelo aquecimento seria preservada. O resultado foi positivo: o hidrogel apresentou consistência uniforme, com boa retenção de água e textura adequada esperada.

Na última etapa, aplicamos o conhecimento adquirido nos testes anteriores em uma produção em maior escala, a fim de simular a aplicação prática do protótipo. Foram utilizados 200 ml de glicerina, 200 g de ácido cítrico, 50 g de farinha de ossos e 20 ml de água. O preparo seguiu o mesmo processo de mistura, aquecimento e resfriamento desenvolvido anteriormente. O hidrogel resultante apresentou uma consistência adequada e foi aplicado sobre uma camada de solo coletado, acondicionada em um aquário de acrílico de 30 × 20 × 15 cm, que funcionou como ambiente experimental controlado. O gel conseguiu distribuir água e nutrientes por toda a camada de terra, demonstrando a eficácia do material. Sobre o hidrogel, foi adicionada uma nova camada de solo, seguida pela aplicação de uma manta de casca de milho, inicialmente trançada, mas que posteriormente se mostrou mais eficiente quando usada como cobertura direta, atuando como uma barreira contra a radiação solar e auxiliando na manutenção da umidade do solo. Para complementar, foram adicionadas cascas de ovos trituradas, que além de fornecer cálcio ao solo, auxiliaram no afastamento de pragas e insetos, reforçando a funcionalidade do projeto. Essa metodologia final sintetizou os aprendizados das etapas anteriores e representou a versão mais promissora do Plúvia.

## 3.1 Execução das etapas

1° metodologia:

- Testamos diferentes proporções de glicerina e ácido cítrico.
- Primeira mistura (1 col. sopa glicerina + 2 col. chá ácido) - muito líquida.
- Segunda mistura (1 col. chá de cada) - fraca, inviável.
- Terceira mistura (2 col. sopa de cada) - mais densa, mas ainda levemente líquida.

2° metodologia:

- Colocamos os protótipos em ambiente abafado com sol.
- Hidrogel ficou totalmente líquido.
- Adicionamos farinha de ossos em pequenas quantidades.
- Observamos que a farinha deixou o gel menos denso.
- Fizemos comparações entre amostras com e sem farinha.

3° metodologia:

- Misturamos os compostos e aquecemos em manta a 80%.
- O aquecimento deixou a mistura homogênea.
- Descansamos 30 min em temperatura ambiente.
- Guardamos em geladeira (5 °C) por 2 dias.
- O gel manteve boa consistência e estabilidade.

4° metodologia:

- Produzimos em maior escala: 200 ml glicerina + 200 g ácido cítrico + 50 g farinha + 20 ml água.
- Seguimos o mesmo processo de mistura, aquecimento e resfriamento.
- Colocamos o gel em um aquário de acrílico com terra.
- O hidrogel distribuiu água e nutrientes na camada de solo.
- Cobrimos com manta de casca de milho.
- Adicionamos casca de ovo triturada contra pragas.

Figura 18– Protótipo inicial com farinha de ossos 1



Fonte: Foto tirada pela equipe Alpha em 2025

Figura 19- Protótipo inicial com farinha de ossos 2



Fonte: Foto tirada pela equipe Alpha em 2025

Figura 20- Protótipo inicial com farinha de ossos 3



Fonte: Foto tirada pela equipe Alpha em 2025

Figura 21- Protótipo inicial sem farinha de ossos



Fonte: Foto tirada pela equipe Alpha em 2025

Figura 22- Mistura dos primeiros protótipos



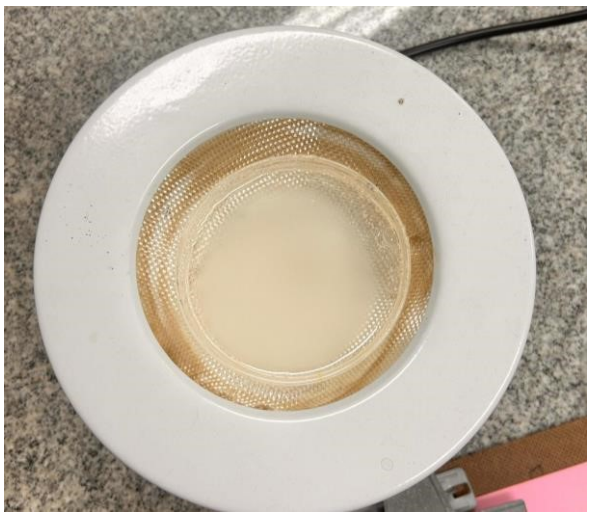
Fonte: Foto tirada pela equipe Alpha em 2025

Figura 23- Análise dos primeiros protótipos



Fonte: Foto tirada pela equipe Alpha em 2025

Figura 24- Primeiro teste de aquecimento do hidrogel



Fonte: Foto tirada pela equipe Alpha em 2025

Figura 25 – Visita ao Bosque da Barra para análise de solo




Fonte: Foto tirada pela equipe Alpha em 2025

Figura 26 – Análise de uma das amostras coletadas



Fonte: Foto tirada pela equipe Alpha em 2025

Figura 27 – Análise de uma nova amostra coletada



Fonte: Foto tirada pela equipe Alpha em 2025

Figura 28 – Utilização de equipamentos para análise do solo



Fonte: Foto tirada pela equipe Alpha em 2025

Figura 29- demonstração de protótipo para comunidade local




Fonte: Foto tirada pela equipe Alpha em 2025

Figura 30 – demonstração de protótipo para comunidade local




Fonte: Foto tirada pela equipe Alpha em 2025

Figura 31 – Testagem de novas proporções



Fonte: Foto tirada pela equipe Alpha em 2025

Figura 32 – Análise e comparação de consistências



Fonte: Foto tirada pela equipe Alpha em 2025

Figura 33 – Homogeneização do hidrogel



Fonte: Foto tirada pela equipe Alpha em 2025

Figura 34- Produção em maior escala



Fonte: Foto tirada pela equipe Alpha em 2025

Figura 35- Prototipagem final do hidrogel



Fonte: Foto tirada pela equipe Alpha em 2025

Figura 36- Adição do hidrogel na área de testes.



Fonte: Foto tirada pela equipe Alpha em 2025

Figura 37- Prototipagem com hidrogel e manta de milho



Fonte: Foto tirada pela equipe Alpha em 2025

Figura 38 – Prototipagem final em análise e testagem

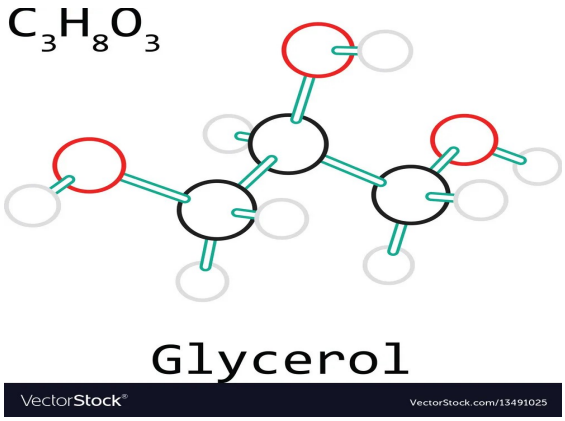


Fonte: Foto tirada pela equipe Alpha em 2025

## 3.2 Explicação química

A glicerina ($C_3H_8O_3$) não reage diretamente com os outros componentes; ela atua como agente umectante e plastificante, sendo responsável por conferir ao hidrogel sua textura de gel, mantendo a umidade e a flexibilidade do material.

Figura 39 – Glicerina

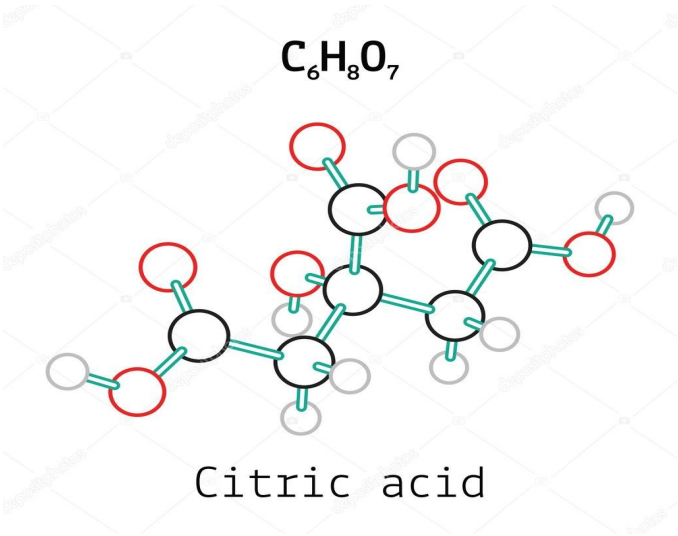



Fonte: ResearchGate 2022

O ácido cítrico ($C_6H_8O_7$), reage parcialmente com o fosfato de cálcio da farinha de ossos, conhecido como hidroxiapatita ($Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$). Quando a mistura é aquecida, ocorre a dissolução parcial e a redistribuição dos íons cálcio, fosfato e citrato, o que resulta na

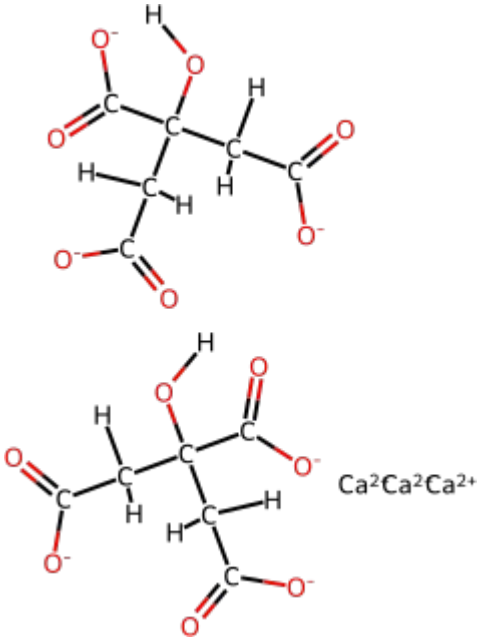
formação do citrato de cálcio ($Ca_3(C_6H_5O_7)_2$) e na liberação de fosfatos, como o ácido fosfórico ($H_3PO_4$), que é um composto amplamente utilizado na produção de fertilizantes.

Figura 40 – Ácido cítrico




Fonte: ResearchGate 2022

Figura 41 – Citrato de cálcio



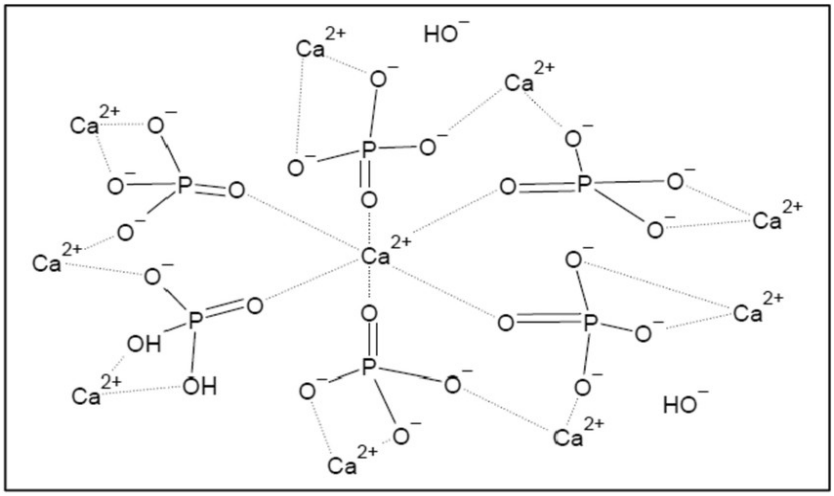

Fonte: ShutterStock 2024

Figura 42 – Ácido fosfórico




Fonte: Lifeder 2017

Figura 43 – Hidroxiapatita



Fonte: Biología y Geología 2022

Sendo assim, a glicerina atua na formação física do gel, enquanto o ácido cítrico e a hidroxiapatita realizam uma reação química de troca iônica.

# 4 RECURSOS UTILIZADOS

Os principais recursos utilizados foram cedidos e disponibilizados pela Escola Firjan SENAI SESI Jacarepaguá. Os lugares físicos em que foram realizadas as atividades, foram majoritariamente a sala de robótica que conta com os equipamentos utilizadas na realização da parte teórica bem como pesquisa, web conferências, realização da escrita da monografia, portfólio, gravação de vídeo e documentações, além do laboratório de ciências da escola, que contém os principais materiais e equipamentos necessários para a experimentação.

As visitas técnicas realizadas aconteceram com o apoio da escola, que disponibilizou o transporte necessário. Através desse suporte, conseguimos desenvolver melhor nosso projeto, além de aprimorar nossos conhecimentos relacionados a área da pesquisa.

## 4.1 Recursos humanos

Durante a temporada, desde a idealização até a versão atual do projeto, tivemos a ideia de desenvolvermos um FORMS para divulgar nas salas da nossa instituição e em outras localidades e ajudar na pesquisa de dados para o nosso projeto, com isso, explicamos a ideia em que estávamos tendo e como seria importante esses dados para nós. Além disso, realizamos diversas conversas e vídeo conferências com especialistas da área das ciências da natureza, ciências humanas e profissionais que são mais especificamente da área da química e de solos.

Inicialmente tivemos uma reunião com o Rodrigo Costa, que é o professor de Geografia, em que nos norteou sobre os desafios relacionados ao tema da ODS. Logo depois realizamos uma reunião com a professora Celina Rocha, em que nos auxiliou com ideias de aprimoramento do nosso projeto e perguntas para nos ajudar na pesquisa para a construção do nosso protótipo, e contatos com profissionais das áreas de geologia.

Além desses, conseguimos apresentar o nosso projeto e desenvolvimento para o doutor Antônio Guerra, que nos ajudou na pesquisa de dados para o nosso projeto, além de ter apresentado o laboratório de pesquisa em geologia, no CCMN, na UFRJ. Ele, junto de sua equipe, auxiliou no processo de testes do solo que coletamos, além de ter fornecido mecanismos para uma análise mais aprofundada. Tivemos contatos com diversos

especialistas, dentre eles, o André Sobrosa Simões, professor de engenharia química do SENAI CETIQT que partilhou conhecimentos sobre os equipamentos utilizados na área da química.

Também, para que toda a fundamentação do projeto fosse desenvolvida, tivemos a contribuição da química Laryssa, que foi essencial no processo de escolha da matéria-prima para usarmos na confecção da manta.

Figura 44 - Visita técnica no Lagessolos



Fonte: Foto tirada pela equipe Alpha em 2025

Figura 45 – Foto da reunião com a química Laryssa




Fonte: Foto tirada pela equipe Alpha em 2025

Quadro 3 – Mentores do Projeto

| Especialista | Mentoria |
|---|---|
| André Peralta (Docente e Mentor) | Esteve presente no processo de revisão da monografia de acordo com os critérios atribuídos. |
| André Sobrosa Simões (Professor do curso de Engenharia Química - SENAI CETIQT) | Nos ajudou a realizar vários testes elaborados que nos proporcionaram com informações importantíssimas para o nosso projeto. |
| Celina Rocha (Geógrafa) | Foi de grande ajuda para o entendimento do desdobramento da ODS, além disso, proporcionou contatos de estações de tratamento. |
| Fabiane Pereira Martins (Química e Mentora) | Acompanhou todos os nossos processos químicos e testes auxiliando-nos a como realizá-los da melhor forma possível, além da orientação na construção da monografia. |
| Fernanda Divino de Azevedo (Diretora) | Coordenou toda a logística de compra de materiais necessários, saídas de campo e logística necessária para os dias de torneio. |
| Rosilane (Pedagoga) | Esteve presente na logística interna da equipe, liberação de espaços específicos para a experimentação do projeto e contatos. |
| Marco Antônio Coelho (Físico e Mentor) | Conseguiu ajudar na busca da matéria-prima do projeto, além disso contribuiu nos cálculos e propriedades físicas do projeto. |

| | |
|---|---|
| Paulo Vitor Gonçalves (Robótica e Mentor) | Auxiliou nosso processo de escrita da monografia fornecendo diversos conselhos que nos ajudaram a aperfeiçoar a monografia. |
| Danielle (Bióloga) | Contribuiu no processo de entendimento do ODS com sua vasta experiência |
| Rodrigo Costa (Geógrafo) | Orientou no processo de escolha e definição do projeto, além disso, esteve presente no processo de experimentação. |
| Marcela (Socióloga) | Orientou no processo de entendimento sobre o quesito sociológico |
| Erick Santana Amâncio (Engenheiro Consultor em Hidrologia e Hidráulica na UNESA) | Nos auxiliou na construção da monografia e orientou em como poderíamos prosseguir no projeto. |
| Leandro Varanda (Biólogo e Especialista na área de Aquarismo) | Orientou o time na prototipagem do projeto em proporções de aquário, além disso, norteou a equipe na monografia. |
| Henrique (Biólogo) | Auxiliou no processo de entendimento sobre os desafios enfrentados no plantio em solos degradados |
| Laryssa (Química) | Orientou na escolha da matéria-prima para a manta |
| Diego Janoti (Geógrafo) | Auxiliou no processo de explicação sobre os testes no solo |
| Antônio Guerra (Geólogo) | Realizou os testes no solo |
| Alessandra Barbosa (Geógrafa) | Orientou sobre o processo de fundamentação do projeto |
| Gilmar (Engenheiro) | Auxiliou no desenvolvimento de estratégias para o projeto |

Figura 46 – Reunião com o especialista Rodrigo Costa



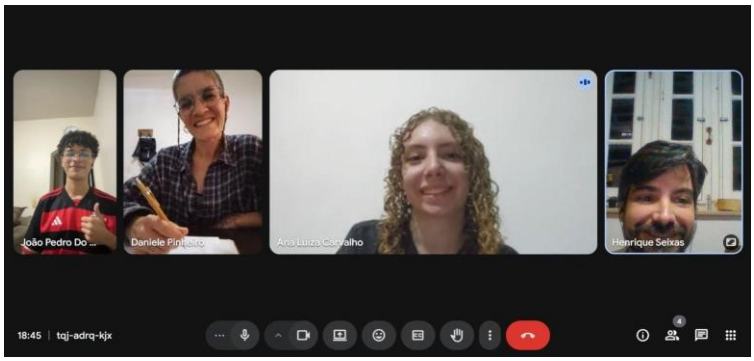
Fonte: Foto tirada pela equipe Alpha em 2025

Figura 47 – Reunião com a especialista Celina Rocha



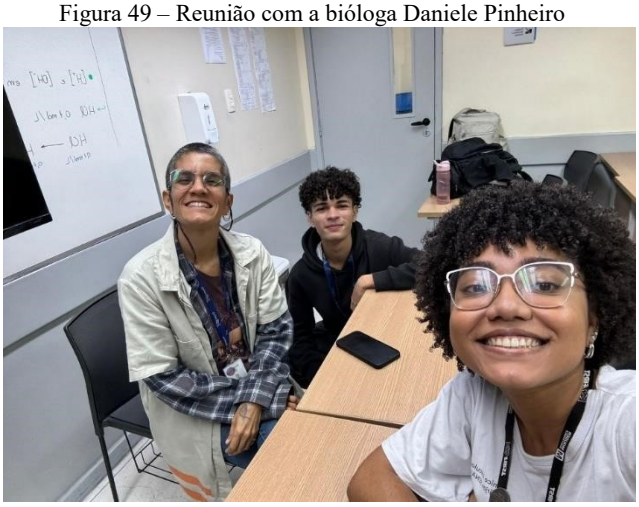
Fonte: Foto tirada pela equipe Alpha em 2025

Figura 48 – Reunião com os especialistas Henrique Soares e Daniele Pinheiro




Fonte: Foto tirada pela equipe Alpha em 2025

Figura 49 – Reunião com a bióloga Daniele Pinheiro



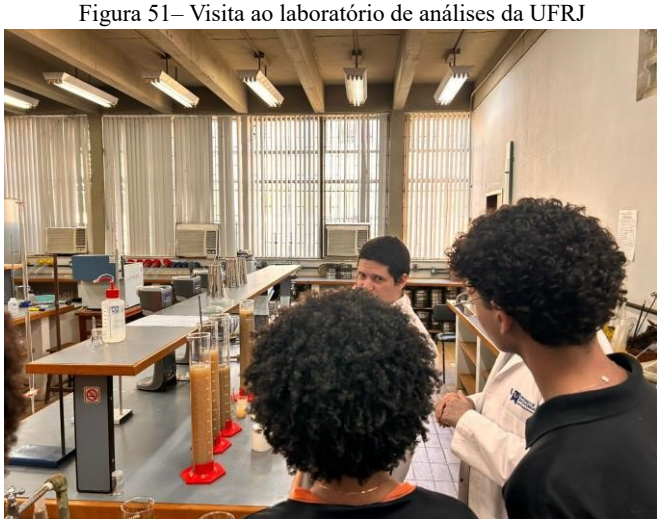
Fonte: Foto tirada pela equipe Alpha em 2025

Figura 50 – Reunião com a socióloga Marcela Miranda



Fonte: Foto tirada pela equipe Alpha em 2025

Figura 51– Visita ao laboratório de análises da UFRJ



Fonte: Foto tirada pela equipe Alpha em 2025

## 4.2 Recursos materiais

Para a pesquisa do projeto e desenvolvimento do protótipo foram utilizados os vários equipamentos e dispositivos informáticos cedidos pela instituição Firjan SENAI SESI Jacarepaguá além de coletas de campo no Bosque da Barra. Fizemos a compra de alguns componentes para desenvolvimento do projeto, além de recebermos as doações da casca do milho.

Quadro 4 – Recursos materiais do Projeto

| Materiais | Quantidade (Kg e ml) | Valor (R$) |
|---|---|---|
| Glicerina | 200ml | 14,00 |
| Casca do milho | 200g | - |
| Ácido cítrico | 200g | 9,00 |
| Farinha de ossos | 50g | 2,00 |
| Casca do ovo | 50g | - |

## 4.3 Equipamento

Abaixo estão todos os equipamentos utilizados durante o projeto, todos os equipamentos já eram pré-adquiridos pela instituição e pelos membros da equipe, então, não geraram nenhum custo adicional ao projeto.

Quadro 5 – Equipamentos do Projeto

| |
|---|
| Chapa aquecedora analógica |
| Becker |
| Internet |
| Computadores |
| Estrutura da sala de aula |
| Webcam |
| Placa de Petri |
| EPI |
| Termômetro |
| Caixa de acrílico |
| Bacias de plástico |
| Tubo de ensaio |
| Pinça |
| Geladeira |

# 5 CRONOGRAMA

Foi utilizado um cronograma para auxiliar na organização e execução de nossas tarefas. Realizamos dois cronogramas, o primeiro foi criado com metas não tão específicas, para que assim nós posteriormente pudéssemos criar um outro cronograma com as tarefas mais especificadas conforme a metodologia ágil Scrum.

Quadro 6 – Cronograma Geral

| PLANEJAMENTO DE AÇÕES - MÉRITO EQUIPE ALPHA | |
|---|---|
| SEMANAS | ATIVIDADES |
| 15/08 - 19/08 | Estudo dos materiais da temporada;<br>Estudo da ODS e seu desdobramento;<br>Brainstorm de Ideias;<br>Escolha do projeto em conjunto. |
| 22/08 - 02/09 | Contato com especialistas da unidade;<br>Alinhamento de ações para o projeto;<br>Análise de possibilidades para aperfeiçoamento do projeto. |
| 05/09 - 16/09 | Contato com especialistas externos;<br>Visita técnica à UFRJ;<br>Escrita da metodologia do projeto;<br>Coleta do solo para testes;<br>Após os testes, esclarecimento de hipóteses. |
| 01/10 - 02/10 | - Revisão ortográfica da monografia; -<br>Revisão da norma ABNT. |
| 02/10 - 03/10 | - Finalização da monografia<br>- Transformações e progressos na monografia;<br>- Entrega da monografia;<br>- Experimentação; - Aplicação do projeto;<br>- Testes dos protótipos. |
| 04/10 - 06/10 | - Registros do desenvolvimento do projeto. |
| 07/10 - 16/10 | - Treino da apresentação |

| | |
|---|---|
| 16/10 - 17/10 | - FINALIZAÇÃO DAS ETAPAS PARA O REGIONAI |
| 17/10 - 28/10 | - Continuidade do processo de testagem do hidrogel |
| 28/10 - 8/11 | - Melhorias na monografia |
| 8/11- 20/11 | - Entrega de materiais e treino de falas |

Quadro 7 – Cronograma finalizado (regional)

| CRONOGRAMA TBR 2025 | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MÉRITO CIENTÍFICO | | | | | | | | | | | |
| Planejamento das etapas do projeto | | | | | | | | | | | |
| Desenvolvimento do produto final | | | | | | | | | | | |
| Tranformações e processos na monografia | | | | | | | | | | | |
| Revisão ortográfica | | | | | | | | | | | |
| Revisão das norrmas ABNT | | | | | | | | | | | |
| Entrega da monografia | | | | | | | | | | | |
| Desenvolvimento do roteiro | | | | | | | | | | | |
| Experimentação | | | | | | | | | | | |
| Monografia | | | | | | | | | | | |
| Aplicação do projeto | | | | | | | | | | | |
| Testes dos protótipos | | | | | | | | | | | |
| Desdobramento | | | | | | | | | | | |
| Finalização de cadernos | | | | | | | | | | | |
| Revisão de banners e portfólios | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | 02/ago | 09/ago | 16/ago | 23/ago | 30/ago | 06/ago | 13/ago | 20/ago | 27/ago | 04/ago | 11/ago |

Quadro 8 – Cronograma finalizado (nacional)

| CRONOGRAMA TBR 2025 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MÉRITO CIENTÍFICO | | | | | | | | |
| Planejamento das etapas do projeto | | | | | | | | |
| Desenvolvimento do produto final | | | | | | | | |
| Tranformações e processos na monografia | | | | | | | | |
| Revisão ortográfica | | | | | | | | |
| Revisão das norrmas ABNT | | | | | | | | |
| Entrega da monografia | | | | | | | | |
| Desenvolvimento do roteiro | | | | | | | | |
| Experimentação | | | | | | | | |
| Monografia | | | | | | | | |
| Aplicação do projeto | | | | | | | | |
| Testes dos protótipos | | | | | | | | |
| Desdobramento | | | | | | | | |
| Finalização de cadernos | | | | | | | | |
| Revisão de banners e portfólios | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | 18/out | 25/out | 01/nov | 08/nov | 15/nov | 22/nov | 29/nov | 06/dez |

# 6 CONCLUSÃO

Nosso projeto Pluvia alcançou um estágio significativo de desenvolvimento, refletindo o empenho e dedicação de toda a equipe ao longo das últimas semanas. Durante esse período, realizamos uma série de testes e experimentações voltados para a criação do hidrogel, buscando a melhor composição e aplicabilidade do produto. Após diversas metodologias e ajustes, finalizamos um protótipo funcional, que pretendemos levar ao torneio como representação prática de nossa pesquisa.

Existe uma correlação direta entre a degradação dos ecossistemas terrestres e fatores como a desertificação, secas e inundações. Esses processos contribuem substancialmente para o desequilíbrio ambiental, reduzindo a fertilidade do solo, ameaçando a biodiversidade e impactando diretamente a segurança alimentar. Portanto, torna-se essencial buscar soluções que prolonguem a umidade do solo e restabeleçam a capacidade produtiva das áreas degradadas.

Observa-se que, embora existam técnicas de irrigação e adubação, muitas delas envolvem altos custos ou dependem de recursos de difícil acesso em comunidades vulneráveis. Em resposta a isso, desenvolvemos o Pluvia, um hidrogel sustentável produzido a partir de glicerina, ácido cítrico e aditivos naturais, como farinha de ossos e cascas de ovos trituradas. Além disso, o projeto inclui a criação de uma manta agrícola feita de casca de milho, que funciona como cobertura do solo, reduzindo a evaporação da água e aumentando a eficiência do hidrogel.

Buscando compreender melhor a realidade em torno dos solos degradados, desenvolvemos análises experimentais que nos permitiram verificar as necessidades mais urgentes e, a partir disso, formular nossa solução. Os resultados preliminares mostram que o Pluvia é capaz de manter o solo úmido por mais tempo e ainda fornecer nutrientes, fortalecendo o crescimento vegetal mesmo em condições adversas.

Planejamos avançar com o projeto por meio de novos testes e aprimoramentos futuros, com o objetivo de ampliar sua eficácia e adaptabilidade a diferentes tipos de solo. Pretendemos também implementar o Pluvia em áreas rurais e comunidades vulneráveis, em colaboração com escolas, ONGs e associações locais. Dessa forma, acreditamos que o projeto poderá contribuir significativamente para a recuperação de solos degradados e para a

mitigação dos efeitos das secas e da desertificação, promovendo um impacto social e ambiental duradouro.

# 7 REFERÊNCIAS

Cunha, R. F., Melo, D. M., & Nogueira, L. M. (2020). Aplicações de hidrogéis na agricultura: uma revisão. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável, 10(2), 45–56.

Silva, J. A., Oliveira, T. M., & Santos, F. R. (2022). Hidrogéis naturais e suas aplicações agrícolas. Revista Ciência e Sustentabilidade, 8(1), 101–112.

Raju, K. M., Reddy, S. N., & Mohan, V. (2022). Synthesis and evaluation of superabsorbent hydrogels for water retention in agriculture. Polymers in Agriculture, 14(5), 455–472.
(2024).

Effect of glycerol plasticizer on the structure and characteristics of bacterial cellulose-based biocomposite films. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1377, 012046. doi:10.1088/1755-1315/1377/1/012046

González-Martínez, C., Llorens, M., & Sáez, J. (2021). Environmental concerns related to the use of synthetic polymers in agriculture. Environmental Science and Pollution Research, 28, 19175–19188.

Nguyen, T. T., Zhang, Y., & Wang, X. (2023). Hybrid hydrogels in sustainable agriculture: A review of current applications and future perspectives. Journal of Agricultural Science and Technology, 25(3), 312–329.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. ed. rev. ampl.
Brasília, DF: Embrapa Solos, 2018. 356 p. ISBN 978-85-7035-800-4.

LEPSCH, I. F. Formação e Conservação dos Solos. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

KER, J. C. et al. Classificação de solos: conceitos, métodos e aplicações. Viçosa, MG: UFV, Departamento de Solos, 2012.

Ciências Exatas e da Terra: Conhecimentos Estratégicos para o Desenvolvimento do País, organizador J. C. Ribeiro. Atena, 2020

CUNHA, T. J. F. da et al. Gênese e classificação de solos numa topossequência no ambiente de mar de morros do médio Vale do Paraíba. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 35,
n. 5, p. 1423–1435, 2011. https://doi.org/10.1590/S0100-06832011000500016

ULTRASAFRA. Hidrogel: saiba como ele age no solo. Disponível em: https://ultrasafra.com.br/blog/hidrogel-saiba-como-ele-age-no-solo/#:~:text=O%20que%20%C3%A9%20hidrogel%20e,do%20solo%20na%20regi%C3%A3o%20tratada.

SCIENCEDIRECT. S.2666154325005368. ScienceDirect, 2025. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666154325005368?.

MDPI. Agronomy. v. 12, n. 8, art. 1881, 2022. Disponível em: https://www.mdpi.com/2073https://www.mdpi.com/2073-4395/12/8/1881?4395/12/8/1881?.

NATIONAL CENTER FOR BIOTECHNOLOGY INFORMATION. PMC10121401. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10121401/.

BPM GEOTEXTILE. What is non-woven geotextile and its applications? Disponível em: https://www.bpmgeotextile.com/what-is-non-woven-geotextile-and-its-applications/.

HY GEOSYNTHETICS. Types of geotextiles – purchasing guide. Disponível em: https://hygeosynthetics.com/Types-of-geotextiles--purchasing-guide_154.html?.

THE CONSTRUCTOR. Geotextiles: types, functions, uses. Disponível em: https://theconstructor.org/building/geotextiles-types-functions-uses/1163/.

TEXTILE TUTS. Geotextiles. Disponível em: https://textiletuts.com/geotextiles/.

FIBRE2FASHION. The concept of geotextiles. Disponível em: https://www.fibre2fashion.com/industry-article/58/the-concept-of-geotextiles.

GEOPLUS. Geotêxtil não tecido. Disponível em: https://geoplus.eng.br/produtos/geotexteis/geotextil-naotecido/.

PARSAYEGH POLYMER. Important applications of geotextile in agriculture. 14 jul. 2024. Disponível em: https://parsayeghpolymer.com/en/index.php/2024/07/14/importanthttps://parsayeghpolymer.com/en/index.php/2024/07/14/important-applications-of-geotextile-in-agriculture/applications-of-geotextile-in-agriculture/.

BTL LINERS. Using geotextiles. Disponível em: https://www.btlliners.com/using-geotextiles.

LANDSCAPE GEOTEXTILE. Mulch film. Disponível em: https://www.landscapegeotextile.com/products/mulch-film/.

MACHADO, Carlos José Saldanha; HENRIQUE, Patrícia Costa. Agricultura de precisão: uma alternativa para a sustentabilidade? Revista de Ciências Agro-Ambientais, v. 1, n. 1, 2003. Disponível em: https://www.unemat.br/revistas/rcaa/docs/vol1/3_artigo_v1.pdf.

PEDLOWSKI, Marcos. O mundo precisa de solo arável para cultivar 95% de seus alimentos – mas eles estão desaparecendo rapidamente. Blog do Pedlowski, 30 maio 2019. Disponível em: https://blogdopedlowski.com/2019/05/30/o-mundo-precisa-de-solo-aravel-para-cultivar-95https://blogdopedlowski.com/2019/05/30/o-mundo-precisa-de-solo-aravel-para-cultivar-95-de-seus-alimentos-mas-eles-estao-desaparecendo-rapidamente/de-seus-alimentos-mas-eles-estao-desaparecendo-rapidamente/.

ULTRASAFRA. Gel polímero: quando a utilização é recomendada. Disponível em: https://ultrasafra.com.br/blog/gel-polimero-quando-a-utilizacao-e-recomendada/.

TUA SAÚDE. O que é hidrogel? Disponível em: https://www.tuasaude.com/o-que-e-hidrogel/.

# 8 APÊNDICES

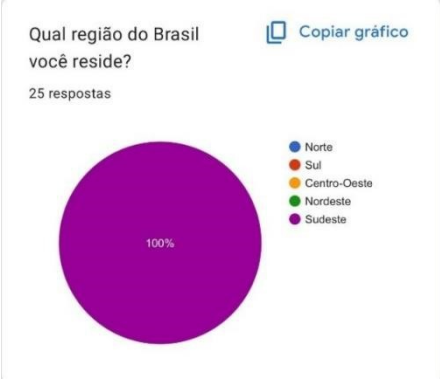
## **APÊNDICE A –** Resultados através de gráficos

Figura 52 – Dados da faixa etária das pessoas que responderam a pesquisa se campo



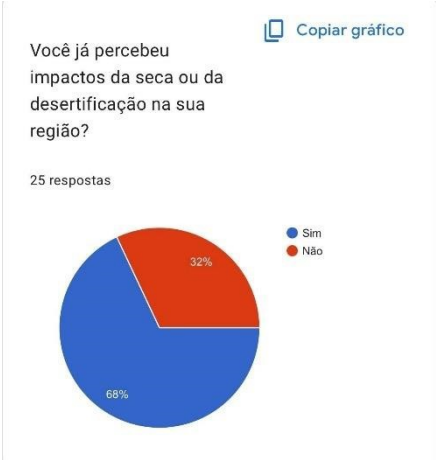

Fonte: Formulário do Google feito pela equipe Alpha em 2025

Figura 53 – Dados da localidade das pessoas que responderam a pesquisa se campo



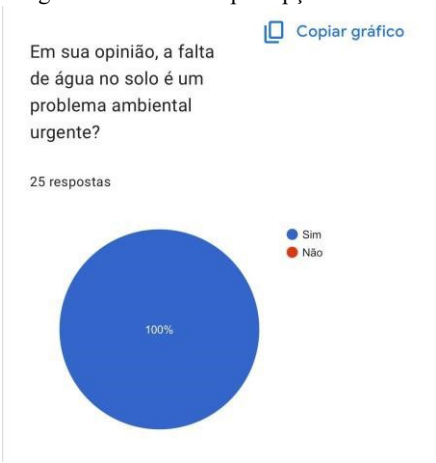

Fonte: Formulário do Google feito pela equipe Alpha em 2025

Figura 54 – Dados de percepção local



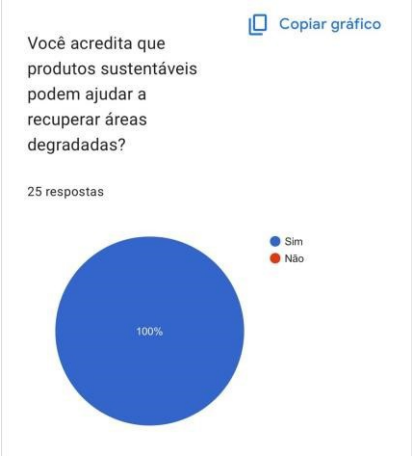

Fonte: Formulário do Google feito pela equipe Alpha em 2025

Figura 55 – Dados de percepção ambiental




Fonte: Formulário do Google feito pela equipe Alpha em 2025

Figura 56 – Dados de percepção sustentável




Fonte: Formulário do Google feito pela equipe Alpha em 2025

Figura 57 – Dados de percepção sustentável



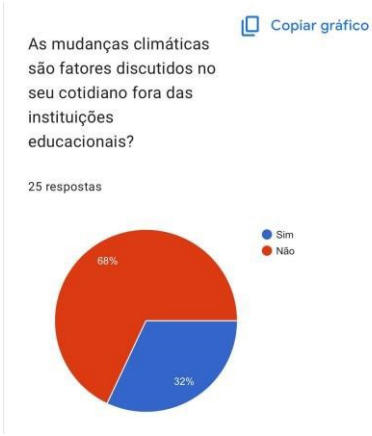

Fonte: Formulário do Google feito pela equipe Alpha em 2025

Figura 58 – Dados de percepção local devido a mudanças climáticas




Fonte: Formulário do Google feito pela equipe Alpha em 2025

Figura 59 – Dados de percepção local devido a mudanças climática




Fonte: Formulário do Google feito pela equipe Alpha em 2025

## APÊNDICE B – Tabela do formulário divulgado em nossa instituição

Quadro 8 – Formulário para a comunidade

| **FORMS realizado em nossa instituição** | |
|---|---|
| **Perguntas Realizadas** | **Respostas mais frequentes** |
| Qual sua faixa etária? | 92% das pessoas tem entre 11 e 20 anos |
| Qual região do Brasil você reside? | 100% das pessoas moram na região sudeste do Brasil |
| Você já percebeu impactos da seca ou da desertificação na sua região? | 68% disseram que sim. |
| Em sua opinião, a falta de água no solo é um problema ambiental urgente? | 100% pessoas disseram que sim. |
| Você acredita que produtos sustentáveis podem ajudar a recuperar áreas degradadas? | 100% das pessoas afirmaram que sim. |
| O que você considera mais importante em um produto de restauração se solo? | 60% das pessoas acreditam que a sustentabilidade é o fator mais importante. |
| Você já percebeu mudanças consideráveis na biodiversidade local devido às mudanças climáticas? | 100% das pessoas afirmam que sim. |
| As mudanças climáticas são fatores discutidos no seu cotidiano fora das instituições educacionais? | 68% afirmaram que não. |

Link do FORMS: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfYjZUyDVJ_j_QG-1r4UEdhHGeaLOPLiENQmO7bkhN7Toq1hQ/viewform

# APÊNDICE C – Mudanças no Bosque da Barra

Figura 60 – Bosque da Barra no ano de 2023




Fonte: Google Earth

Figura 61 – Bosque da Barra no ano de 2025




Fonte: Google Earth