

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA**

**JANAÍNA DO NASCIMENTO PORTES**

**USO INTEGRADO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E RESÍDUOS  
SÓLIDOS URBANOS PARA A PRODUÇÃO DE TECNOSSOLOS E  
RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS**

**Caçapava do Sul  
2025**

**JANAÍNA DO NASCIMENTO PORTES**

**USO INTEGRADO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E RESÍDUOS  
SÓLIDOS URBANOS PARA A PRODUÇÃO DE TECNOSSOLOS E  
RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS**

Trabalho de Conclusão de Curso II  
apresentado ao Curso de Engenharia  
Ambiental e Sanitária da Universidade  
Federal do Pampa, como requisito parcial  
para obtenção do Título de Bacharel em  
Engenharia Ambiental e Sanitária.

Orientadora: Profa. Dra. Jéssica Weiler

**Caçapava do Sul  
2025**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

P843u Portes, Janaína do Nascimento

Uso integrado de resíduos da construção civil e resíduos sólidos urbanos para a produção de Tecno solos e recuperação de áreas degradadas / Janaína do Nascimento Portes.

54 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade Federal do Pampa, ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA, 2025.

"Orientação: Jessica Weiler".

1. Tecno solos. 2. Resíduos da construção civil. 3. Resíduos sólidos urbanos . 4. Recuperação de áreas degradadas . I. Título.

**JANAÍNA DO NASCIMENTO PORTES**

**USO INTEGRADO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS  
PARA PRODUÇÃO DE TECNOSOLOS E RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharela em Engenharia Ambiental e Sanitária.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 15, julho e 2025.

Banca examinadora:

---

Profa. Dra. Jéssica Weiler  
Orientadora  
(UNIPAMPA)

---

Prof. Dr. Rafael Matias Feltrin  
(UNIPAMPA)

---

Prof. Me. Paulo Castro Cardoso da Rosa  
(UNIPAMPA)



Assinado eletronicamente por **RAFAEL MATIAS FELTRIN, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 19/07/2025, às 13:40, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **JESSICA WEILER, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 19/07/2025, às 13:57, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.

---



Assinado eletronicamente por **PAULO CASTRO CARDOSO DA ROSA, PROFESSOR MAGISTERIO SUPERIOR - SUBSTITUTO**, em 19/07/2025, às 16:05, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.

---



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **1777056** e o código CRC **95A34C39**.

---

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço à minha irmã Jauana, que me mostrou o caminho e me obrigou a encará-lo no início, e ao meu namorado, por me ajudar a superar adversidades e concluir esta etapa da minha vida.

Sou muito grata também à minha família, por respeitar e apoiar as minhas decisões.

Expresso ainda, meus mais sinceros agradecimentos a todas as pessoas que, de alguma forma, fizeram parte da minha caminhada e contribuíram para o meu crescimento ao longo da graduação.

“Talvez não tenha conseguido o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas graças a Deus, não sou o que era antes”

Marthin Luther King

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade da produção de Tecnosolos a partir da combinação de resíduos da construção civil (RCC) e composto orgânico de resíduos sólidos urbanos (RSU), com aplicação voltada à recuperação de áreas degradadas. O estudo considerou a crescente geração desses resíduos e os impactos ambientais associados ao descarte inadequado, propondo seu reaproveitamento como solução sustentável na recuperação de áreas degradadas. Foram elaborados Tecnosolos com cinco proporções de RCC + composto orgânico (0%, 25%, 50%, 75% e 100%) misturados ao solo controle, sendo cada tratamento realizado em triplicata. Os tratamentos foram conduzidos em vasos de policloreto de vinila (PVC) com cultivo da aveia branca (*Avena sativa L.*), espécie de uso comum para o recobrimento rápido de solos em recuperação de áreas degradadas. O tratamento durou 56 dias, após esse período foram analisadas as taxas de germinação, altura foliar e produção de massa vegetal seca. Os Tecnosolos foram submetidos a análises químicas de fertilidade. Os resultados demonstraram que os tratamentos com 25% e 50% de RCC + composto apresentaram melhores desempenhos, com altas taxas de germinação (70% a 90%) e maior crescimento vegetal. Os Tecnosolos também apresentaram pH levemente alcalino (7,4 a 8,8), devido ao RCC utilizado nos tratamentos, baixos níveis de acidez potencial (H+Al), alta saturação por bases e teores adequados de cálcio e magnésio. Contudo, os extremos (100% e 0% RCC + composto) revelaram desequilíbrios nutricionais distintos, excesso de potássio e pH muito alto no primeiro, e baixa fertilidade e fósforo limitado no segundo. Conclui-se que o uso de Tecnosolos com 25% a 50% de RCC + composto demonstrou ser o mais eficiente em termos de equilíbrio químico e suporte ao crescimento vegetal. Além disso, o estudo apresenta uma alternativa que combina o uso de diferentes resíduos para gerar solo fértil que pode ser utilizado na recuperação de áreas degradadas.

Palavras-Chave: solos fabricados, blocos de concreto, composto orgânico, restauração ecológica, aveia branca, fertilidade.

## ABSTRACT

This study aimed to evaluate the feasibility of producing Technosols from a combination of construction waste (CDW) and organic compost from urban solid waste (MSW), with applications focused on the restoration of degraded areas. The study considered the increasing generation of these residues and the environmental impacts associated with improper disposal, proposing their reuse as a sustainable solution for the restoration of degraded areas. Technosols were developed with five different proportions of CDW + compost (0%, 25%, 50%, 75%, and 100%), with each treatment performed in triplicate. The treatments were conducted in polyvinyl chloride (PVC) pots with white oats (*Avena sativa* L.), a species commonly used for rapid soil regrowth in the restoration of degraded areas. The treatment lasted 56 days, after which germination rates, leaf height, and dry matter production were analyzed. The Technosols were subjected to chemical fertility analyses. The results showed that treatments with 25% and 50% RCC + compost performed better, with high germination rates (70% to 90%) and greater plant growth. The Technosols also had a slightly alkaline pH (7.4 to 8.8) due to the RCC used in the treatments, low levels of potential acidity (H+Al), high base saturation, and adequate calcium and magnesium contents. However, the extremes (100% and 0% RCC + compost) revealed distinct nutritional imbalances, excess potassium and very high pH in the former, and low fertility and limited phosphorus in the latter. It is concluded that the use of Technosols with 25% to 50% RCC + compost proved to be the most efficient in terms of chemical balance and support for plant growth. Furthermore, the study presents an alternative that combines the use of different residues to generate fertile soil that can be used in the recovery of degraded areas.

Keywords: manufactured soils, concrete blocks, organic compost, ecological restoration, white oats, fertility.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Composição volumétrica de um solo de textura média (35% a 60% de argila). .....	18
Figura 2 - Diagrama esquemático dos objetivos de recuperação de áreas degradadas. ....	21
Figura 3 - Fluxograma da coleta e preparo das amostras.....	24
Figura 4 - Coleta e preparo do solo.....	25
Figura 5 - Preparo das amostras de RCC. ....	26
Figura 6 - Esquema mostrando a montagem dos Tecnosolos. ....	27
Figura 7 - Mistura e montagem dos Tecnosolos. ....	28
Figura 10 - Crescimento vegetal após 56 dias do plantio.....	34
Figura 11 - Crescimento vegetal de todos os tratamentos. ....	35

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade de materiais utilizados nos tratamentos.....	29
Tabela 2 - Taxa de germinação, altura média e massa seca de cada tratamento. ...	32
Tabela 3 - Informação da taxa de germinação, altura média e massa seca de cada tratamento.....	33
Tabela 4 - Parâmetros encontrados acima do valor máximo permitido (VMP). .....	35
Tabela 5 - Escala pH dos tratamentos. ....	36
Tabela 6 - Diagnóstico para acidez do solo e calagem dos tratamentos. ....	37
Tabela 7 - Diagnóstico para macronutrientes - fósforo (P) e potássio (K), matéria orgânica (M.O.), argila, e CTC. ....	38
Tabela 8 - Valores baixos, médios e altos utilizados para interpretar resultados de análise de solo. ....	38

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABREMA - Associação Brasileira de Resíduos e Meio ambiente

Ca - Cálcio

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

CTC - Capacidade de troca de cátions

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ETA - Estação de tratamento de água

ETE - Estação de tratamento de esgoto

K - Potássio

LATRAM - Laboratório de Lavra, Planejamento e Tratamento de Minérios

Mg - Magnésio

MMA - Ministério do Meio Ambiente

MO - Matéria orgânica

NBR - Norma Brasileira

P - Fósforo

pH - potencial hidrogeniônico

PNRS - Política Nacional dos Resíduos Sólidos

PVC - Policloreto de vinila

PRAD - Plano de Recuperação de Área Degradada

RCC - Resíduos de construção civil

RSS - Resíduos de serviço de saúde

RSU - Resíduos sólidos urbanos

SEMA - Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura

SiBCS - Sistema Brasileiro de Classificação de Solo

UNIPAMPA - Universidade Federal do Pampa

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
2.1 Objetivo geral .....	14
2.2 Objetivos específicos .....	14
<b>3. JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>14</b>
<b>4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>15</b>
4.1 Resíduos Sólidos .....	15
4.1.1 Resíduos sólidos urbanos e compostagem .....	16
4.1.2 Resíduos de construção civil .....	17
4.2 Solos .....	17
4.3 Tecnosolos .....	19
4.4 Recuperação de áreas degradadas .....	19
4.4.1 Espécies vegetais usadas para recuperação de áreas degradadas .....	22
<b>5. METODOLOGIA</b> .....	<b>23</b>
5.1 Preparo dos Tecnosolos e montagem do experimento .....	23
5.1.1 Coleta e preparo das amostras.....	24
5.1.2 Montagem do experimento de crescimento vegetal .....	27
5.2 Crescimento vegetal da Aveia Branca.....	30
5.3 Análises laboratoriais .....	31
5.3.1 Análise do RCC.....	31
5.3.2 Análise química básica dos Tecnosolos.....	31
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>31</b>
6.1 Análises de crescimento vegetal e outros parâmetros físicos.....	31
6.2 Classificação de periculosidade do RCC segundo a NBR 10.004 .....	35
6.3 Análise química básica dos Tecnosolos .....	36
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>39</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>40</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>42</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O manejo sustentável de resíduos sólidos é um dos principais desafios ambientais enfrentados, especialmente em contextos urbanos e industriais. A construção civil, em particular, destaca-se como um dos setores que mais gera resíduos, conhecidos como resíduos da construção civil (RCC), que incluem materiais como concreto, tijolos, madeira e metais. Simultaneamente, os resíduos sólidos urbanos (RSU), compostos por restos orgânicos, plásticos, papéis e outros materiais descartados em residências e estabelecimentos, são produzidos em larga escala. Ambos os tipos de resíduos, quando não gerenciados adequadamente, podem causar impactos ambientais significativos, como a contaminação do solo e da água, além de ocupar grandes áreas de aterros sanitários (Boscov, 2008; Brasil, 2022).

Outro desafio ambiental recorrente é a recuperação de áreas degradadas (RAD). Áreas degradadas são definidas como áreas onde ocorrem processos de alteração das propriedades físicas e/ou químicas de um ou mais compartimentos do meio ambiente (CETESB, 2001). Ou seja, são áreas degradadas por atividades humanas ou eventos naturais, tais como desmatamento, queimadas, alteração topográfica e da paisagem, perda de solos férteis, erosão e assoreamento (Séré *et al.*, 2008). Uma prática de RAD que pode ser utilizada é a reconfiguração topográfica e uso de uma camada de solo fértil que sustente o crescimento vegetal e a readequação ecológica da área (Araujo, 2012).

Neste contexto, a produção de Tecnosolos, solos artificiais elaborados a partir da combinação de resíduos, surge como uma alternativa para ambos os desafios: gerenciamento de resíduos e a recuperação de áreas degradadas. Esses solos podem ser adaptados para oferecer condições adequadas ao desenvolvimento de plantas, promovendo a revegetação de locais impactados por atividades humanas, como mineração e descarte inadequado de resíduos (Lopes, 2020; FAO, 2014).

O presente trabalho tem como objetivo geral avaliar a viabilidade do uso integrado de resíduos da construção civil (blocos de concreto) e resíduos sólidos urbanos (composto orgânico) na produção de Tecnosolos. Especificamente, busca-se caracterizar os resíduos utilizados, analisar os atributos químicos dos Tecnosolos, e avaliar o crescimento da aveia branca. A escolha do tema justifica-se pela relevância ambiental e econômica do reaproveitamento de resíduos, contribuindo para a restauração ecológica de solos danificados (Brasil, 2018; ABRELPE, 2023).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Avaliar o uso de resíduos da construção civil com composto orgânico de resíduo sólido urbano para produção de Tecnossolos

### **2.2 Objetivos específicos**

Produzir Tecnossolos utilizando diferentes proporções de solo controle, resíduos de blocos de concreto e composto orgânico;

Avaliar o potencial de desenvolvimento da Aveia branca nos Tecnossolos;

Analisar os atributos químicos e fertilidade dos Tecnossolos;

## **3 JUSTIFICATIVA**

De acordo com a Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (ABREMA), o Brasil produziu cerca de 45 milhões de toneladas de resíduos de construção e demolição no ano de 2022 e cerca de 77,1 milhões de toneladas de resíduo sólido urbano. O manejo inadequado desses resíduos pode gerar sérios impactos ambientais, como a contaminação do solo, poluição dos recursos hídricos e proliferação de vetores de doenças.

Além disso, para várias as atividades degradadoras ou modificadoras do meio ambiente, a Recuperação de área degradada (RAD) é necessária e está inserida no Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD), parte integrante do processo de licenciamento ambiental (Alba, 2010). Este plano também pode ser solicitado após um empreendimento ter causado comprovada degradação ambiental ou ainda ser realizado de forma espontânea pelo requerente. No estado do Rio Grande do Sul, a Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura (SEMA) possui três importantes focos em estudos de PRAD: áreas degradadas em zona rural, em áreas urbanas, e oriundas de licenciamento ambiental estadual (SEMA, 2024).

A integração desses dois tipos de resíduos na produção de Tecnossolos oferece uma alternativa sustentável e uma melhor destinação para esses materiais, pois possui um grande potencial de minimizar impactos ambientais e promover a

recuperação de áreas degradadas. Essa abordagem estimula a utilização de recursos que atualmente são descartados sem o devido aproveitamento, gerando uma valorização de materiais descartados e incentivando práticas de manejo responsável.

## **4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **4.1 Resíduos Sólidos**

Resíduos são materiais descartados gerados através de diversas atividades humanas, que não possuem valor econômico ou demanda (Bosco, 2008). Podem ser definidos por meio da NBR 10.004, “Classificação de resíduos sólidos”, que também define as classes para os resíduos sólidos:

resíduos classe I - Perigosos: característica apresentada por um resíduo que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas, pode apresentar, risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices, riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada.

resíduos classe II – Não perigosos.

resíduos classe II A – Não inertes: Aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I e classe II B . Os resíduos não inertes podem ter propriedades, tais como, biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

resíduos classe II B – Inertes: Quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Além disso, temos outras NBRs relacionadas a resíduos, para a amostragem e classificação:

- NBR 10.007 - Amostragem de resíduos sólidos;
- NBR 10.005 - Procedimento para a obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos;
- NBR 10.006 - Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos.

Existem diversos tipos de resíduos sólidos que podem ser denominados de acordo com sua origem, são eles, resíduos sólidos urbanos (RSU), resíduos de serviço de saúde (RSS), resíduos industriais, resíduos de construção civil e demolição (RCC), entre outros.

Segundo Boscov (2008) resíduos sólidos urbanos são gerados nas residências, estabelecimentos comerciais e locais públicos, incluindo resíduos de limpeza urbana, como varrição de ruas. Já os resíduos industriais são provenientes das atividades produtivas das indústrias. Essa categoria inclui materiais como o lodo gerado em estações de tratamento de água (ETA) e de esgoto (ETE), além dos rejeitos oriundos da mineração. Por sua vez, os resíduos de construção e demolição englobam todos os resíduos gerados na construção, reforma e demolição.

#### **4.1.1 Resíduos sólidos urbanos e compostagem**

Segundo a Lei 12.305/2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), os resíduos sólidos urbanos englobam os resíduos domiciliares e os resíduos de limpeza urbana.

Em 2022 estima-se que o brasileiro tenha gerado uma média de 1,04 kg de RSU por dia, totalizando e 77,1 milhões de toneladas de RSU geradas no país, estima-se desse total, 43,8 milhões de toneladas de resíduos foram destinados a aterros sanitários (ABREMA, 2023). É importante ressaltar que nem todos os resíduos gerados são coletados, muitos são descartados de forma incorreta, isso pode estar relacionado ao baixo índice de conscientização sanitária e ambiental (Brasil, 2022).

O RSU é composto por 45,3% é material orgânico que pode ser compostado mas acabam sendo descartados em aterros, desperdiçando uma ótima fonte de nutrientes e matéria orgânica (Brasil, 2022). A alta proporção de material orgânico nos resíduos sólidos urbanos aponta a compostagem como solução de tratamento mais sustentável. A compostagem é um processo natural que transforma resíduos orgânicos em húmus, um composto rico em nutrientes e matéria orgânica. Esse processo ocorre pela ação de microrganismos, como bactérias e fungos, que decompõem a matéria orgânica em condições controladas. A prática é historicamente utilizada para melhorar a fertilidade do solo, além de ser uma solução sustentável para o tratamento de resíduos orgânicos (Brasil, 2018).

#### **4.1.2 Resíduos de construção civil**

De acordo com resolução CONAMA nº307 resíduos de construção civil e demolição são:

provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha;

Os resíduos da construção civil são compostos por materiais de difícil degradação, ou até não degradáveis, devido a essa condição ocupam um grande volume para sua disposição, diferente dos RSU que diminuem de volume ao longo do tempo (Brasil, 2022). Segundo a NBR 10.004 (2004), são de classe de resíduos sólidos não inertes.

A Conama n° 307 (2002) também estabelece a classificação, especificamente para os resíduos de construção e demolição em quatro categorias

Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados;  
Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso;  
Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;  
Classe D - são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

A destinação desses resíduos deverá ser feita de acordo com a classe a qual se enquadra (Brasil, 2002, Artº 10).

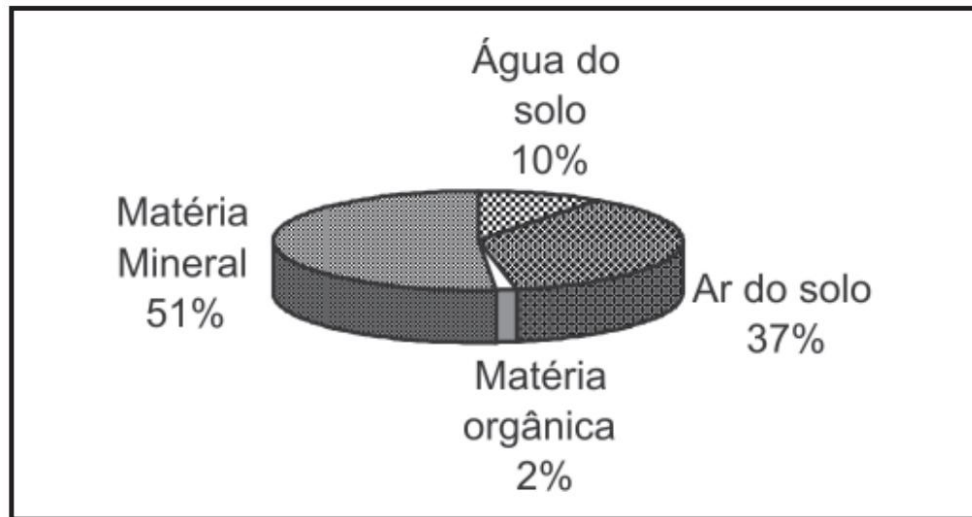
Segundo a ABREMA (2023) em 2022, foram gerados no Brasil cerca de 45 milhões de toneladas de resíduos de construção civil e demolição. Uma das metas do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Brasil, 2022) é aumentar a reciclagem dos resíduos da construção civil.

## **4.2 Solos**

A formação do solo é um processo complexo e lento, resultado da interação contínua entre cinco fatores principais: rocha, clima, organismos, relevo e tempo (Calijuri *et al.*, 2013). O solo é constituído por três fases distintas: sólida, líquida e gasosa. A fase sólida é formada por materiais minerais e orgânicos, enquanto a fase líquida corresponde à água presente nos poros do solo. Já a fase gasosa é composta

pelo ar que ocupa os espaços entre as partículas sólidas (Lima, 2007). A Figura 1 apresenta a composição de um solo com textura média.

Figura 1 - Composição volumétrica de um solo de textura média (35% a 60% de argila).



Fonte: Lima (2007,p.28)

Com base nas propriedades físicas da fase sólida, especialmente o tamanho das partículas minerais, é possível classificar os solos segundo sua textura. A classificação textural do solo refere-se à proporção relativa de partículas minerais com diferentes diâmetros: areia, silte e argila. Essa classificação é determinada por meio de análises laboratoriais, como ensaios de peneiramento (para partículas maiores) e sedimentação (para partículas finas), seguindo normas técnicas específicas. O resultado é representado no triângulo textural, que permite identificar classes como areia, argila, silte, franco-arenoso, franco-argiloso, entre outras (EMBRAPA, 2018). A textura influencia diretamente a capacidade de retenção de água, aeração, drenagem e fertilidade do solo.

Além da textura, os solos também são classificados pedologicamente, ou seja, com base em suas características morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas, considerando seu perfil e horizontes diagnósticos. No Brasil, utiliza-se o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), desenvolvido pela EMBRAPA (2018), que define as classes de solos a partir de critérios taxonômicos, como presença de horizonte B textural, horizonte A húmico, teores de saturação por bases, entre outros. Dentre os principais grupos de solos brasileiros estão os Latossolos, Argissolos, Neossolos, Cambissolos e Gleissolos.

### **4.3 Tecnosolos**

De acordo com a classificação da Base de Referência Mundial para Recursos de Solo (WRB/FAO), esses solos devem conter pelo menos 20% de materiais tecnogênicos em sua composição para serem considerados tecnosolos (FAO, 2006; Lopes, 2020). Tecnosolos também podem ser criados artificialmente, derivados de materiais antrópicos, sendo que as propriedades e pedogênese desse solo serão dependentes desses materiais de origem.

Os materiais escolhidos podem ser resíduos sólidos orgânicos e inorgânicos, e é por isso que os Tecnosolos têm potencial de incorporar diferentes tipos de resíduos - para citar alguns: resíduos da construção civil, composto de resíduo sólido urbano, rejeitos de mineração, lodo de estação de tratamento de esgoto, escória de aciaria, esterco de atividades agrícolas (Weiler *et al.*, 2019)

Para que os materiais possam ser utilizados e o substrato resultante seja adequado ao crescimento vegetal, deve-se realizar alguns processos de preparação, considerando-se que os materiais devem ter granulometria fina semelhante a de solo (< 2,0 mm), pH próximo à neutralidade, nutrientes, microrganismos, matéria orgânica e estrutura física.

### **4.4 Recuperação de áreas degradadas**

A degradação ambiental ocorre quando sua estrutura, fertilidade e capacidade de sustentar ecossistemas são comprometidas, trazendo impactos negativos tanto ao meio ambiente quanto à saúde humana. Esse processo pode ocorrer devido a atividades naturais e/ou antrópicas, o Quadro 1 apresenta alguns exemplos de degradação, fatores e medidas que podem ser adotadas para a recuperação.

Quadro 1 - Exemplos de tipos de degradação e medidas de recuperação associadas.

Tipos de degradação		Fatores responsáveis pela degradação		Exemplos de algumas medidas de recuperação
		Processos naturais ou induzidos	Uso/ocupação	
Alteração do relevo	Acréscimo	Movimento de massa gravitacionais	Aterro Distribuição de resíduo	Retaludamento Reflorestamento
	Retirada	Ravinas, Sulcos e Depressões	Escavações	Aterramento Nivelamento Reflorestamento
Alteração de canais de drenagem	Água	Alteração da taxa de infiltração na bacia	Exploração para irrigação	Reestruturação da porção afetada
Assoreamento	Lagos Reservatórios	Erosão	Mineração	Dragagem
Erosão	Erodibilidade	Aumento e/ou concentração de escoamento superficial	Mineração Construções civis Agricultura	Medidas para diminuição do escoamento superficial
Selamento	Infiltração		Usos agrícola Usos urbanos Usos industriais	Sulcamento; Demolição de construção; Perfuração da superfícies
Acidificação	Superfertilização		Agricultura Lançamento de produtos químicos	Controle do uso de insumos
Compactação do solo	Antrópica ou Natural	Cimentação	Uso de máquinas pesadas	Sulcamento
Declínio da biodiversidade	Fauna Flora	Fogo	Desmatamento Queimada	Reflorestamento Repovoamento Controle

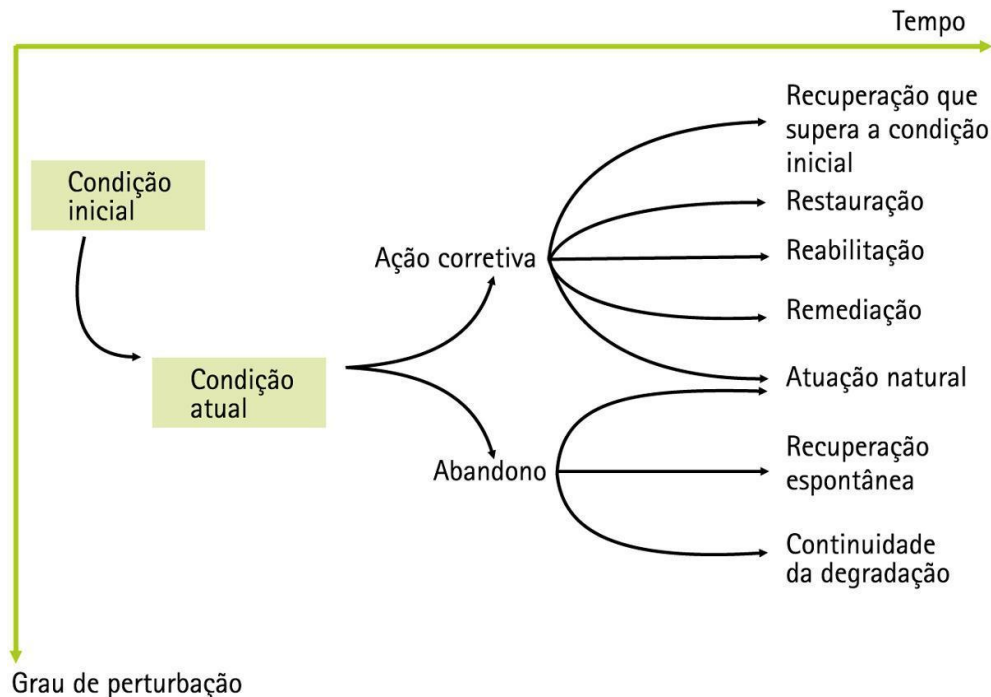
Fonte: Calijuri *et al.* (2013, p.598).

A Figura 2, mostra um diagrama onde é possível ver dois diferentes tipos de ações, onde pode-se tomar ações corretivas ou o abandono da área.

A recuperação pode atuar com três abordagens: i) restauração, onde se buscam as mesmas condições ecológicas da área original; ii) recuperação, quando

apenas condições ecológicas semelhantes são buscadas, e iii) reabilitação, quando um novo uso proposto é indicado na área, as condições da área recuperada devem satisfazer esse nosso uso (Araujo, 2012).

Figura 2 - Diagrama esquemático dos objetivos de recuperação de áreas degradadas.



Fonte: Sanchez (2020, p. 19).

Os projetos de recuperação, que hoje são obrigatórios para muitos empreendimentos, visam a adaptação ecológica e paisagística das áreas afetadas com vista à reinserção da área ocupada no meio ambiente.

A mineração é um exemplo de atividade onde é necessário a recuperação, uma prática utilizada para recuperar áreas degradadas é a reconfiguração topográfica e o recobrimento com uma camada de solo fértil seguido de revegetação. Isso permite que os processos de sucessão ecológica sejam acelerados. O solo pode ser do próprio local ou, quando não há disponibilidade, ser trazido de áreas de empréstimo, gerando ainda mais impacto ambiental. Uma alternativa a esses solos são os solos produzidos, já citados, Tecnossolos.

#### 4.4.1 Espécies vegetais usadas para recuperação de áreas degradadas

De acordo com Machado *et al.* (2006), o uso de gramíneas de rápido crescimento pode representar uma alternativa eficiente para o controle da erosão,

uma vez que essas espécies são capazes de formar barreiras densas que protegem o solo contra o impacto direto das chuvas e o escoamento superficial. Moretto (2012, p. 66) complementa que gramíneas e leguminosas são amplamente utilizadas em projetos de recuperação ambiental, devido às suas características morfológicas e fisiológicas que favorecem a cobertura rápida do solo, contribuindo para a formação de um sistema mais estável e sustentável ao longo do tempo.

A utilização de espécies forrageiras em áreas degradadas pode ser uma alternativa viável para promover a reabilitação do solo, desde que sejam observadas algumas condições básicas, como a disponibilidade de nutrientes essenciais às plantas, garantida por meio de adubação adequada. Dentre as espécies de maior interesse para esse fim destacam-se a aveia branca, o azevém, o centeio e a ervilhaca, que apresentam bom desempenho no estabelecimento e cobertura do solo em ambientes degradados (Claro et al., 2017).

Segundo Primavesi (2000, p. 8), a aveia branca apresenta melhor desenvolvimento em solos férteis, bem drenados, com elevados teores de matéria orgânica e pH variando entre 5,5 e 6,0, sendo sensível a solos encharcados e com altos teores de alumínio. Para garantir um ambiente favorável ao seu crescimento, recomenda-se a aplicação de calcário visando atingir uma saturação por bases (V%) de 70%, com teor mínimo de magnésio de 0,5 cmol/dm<sup>3</sup>. A profundidade de semeadura ideal situa-se entre 2 e 4 cm, favorecendo a germinação e o estabelecimento inicial das plantas. A aveia pode atingir até 1 metro de altura quando bem manejada, sendo indicada para a semeadura preferencial nos meses de abril e maio.

## 5 METODOLOGIA

A produção dos Tecnosolos levou em conta dois tipos de resíduos:

- i) resíduos inorgânicos, neste trabalho foi utilizado o resíduo da construção civil (RCC), a matriz mineral do Tecnosolo;
- ii) resíduo orgânicos, neste caso o composto orgânico de resíduo sólido urbano (RSU), como fonte de matéria orgânica e nutrientes.

Os RCC foram blocos de concreto, classe A, conforme a Resolução CONAMA 307/2002 (Brasil, 2002), que se caracteriza como resíduos recicláveis ou reutilizáveis.

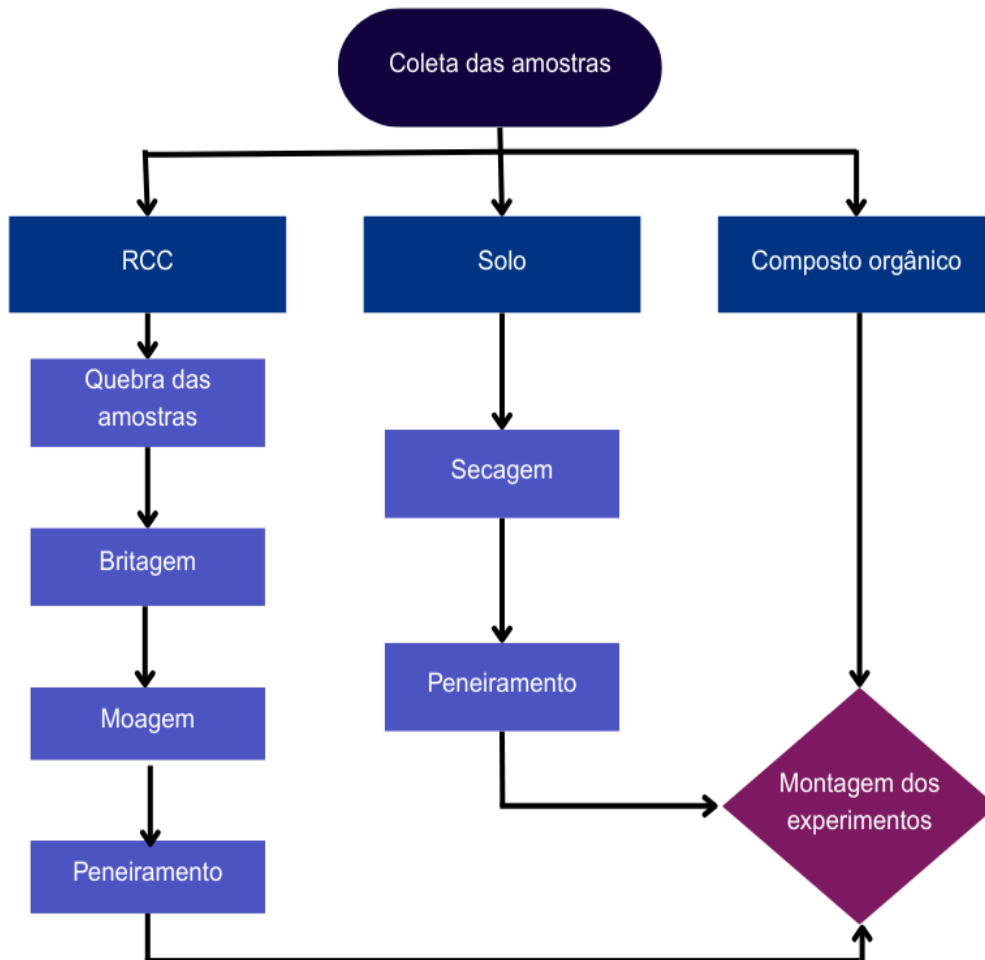
### 5.1 Preparo dos Tecnosolos e montagem do experimento

O processo foi dividido em duas etapas principais, a primeira de coleta e preparo das amostras e a segunda etapa foi a mistura das amostras a fim de se criar os Tecnosolos, montar o experimento, e fazer o plantio da Aveia Branca. Para o desenvolvimento do trabalho foram utilizados 15 kg de solo, 13,5 Kg de RCC, 1,5 Kg de composto orgânico e sementes de Aveia branca (*Avena sativa L.*).

### 5.1.1 Coleta e preparo das amostras

A Figura 3 apresenta um esquema simplificado de como ocorreu o processo da coleta e preparo das amostras de RCC, solo e composto orgânico.

Figura 3 - Fluxograma da coleta e preparo das amostras.



Fonte: Autora.

As amostras de resíduos da construção civil foram obtidas na Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) com o professor Dr. Regis Sebben Paranhos, que disponibilizou os blocos de concreto que foram utilizados como matriz mineral dos Tecnosolos.

A coleta do solo foi realizada na UNIPAMPA, onde posteriormente foi seco ao sol e depois passado em peneira 2,0 mm – granulometria de solo (Figura 4). A amostra de composto orgânico foi fornecida pela Escola Técnica Agrícola Dr. Rubens da Rosa Guedes (ETERRG), onde é produzido o composto com restos de alimentos através do método de compostagem em leira.

Figura 4 - Coleta e preparo do solo para a realização do experimento. a) Coleta do solo; b) Preparo para secagem ao sol; c) Peneiramento com peneira 2 mm passante.



a)



b)



c)

Fonte: Autora.

Utilizando um martelo geológico, as amostras iniciais de RCC foram quebradas em tamanho menores, aproximadamente 10 cm, para a posterior utilização das máquinas, primeiro utilizou-se o britador de mandíbula e após o moinho de jarro. Depois de moídos, os RCCs foram passados em peneira de 2,0 mm, armazenados em sacos plásticos e pesados, ao total foram obtidos 23Kg de RCC (Figura 5).

Figura 5 - Preparo das amostras de RCC. a) Amostras iniciais de RCC; b) Amostra de RCC após serem quebradas; c) Britagem das amostras de RCC; d) Moagem em moinho de jarro; e) Peneiramento 2 mm; f) Amostras de RCC pesadas.



a)



b)



c)



d)



e)



f)

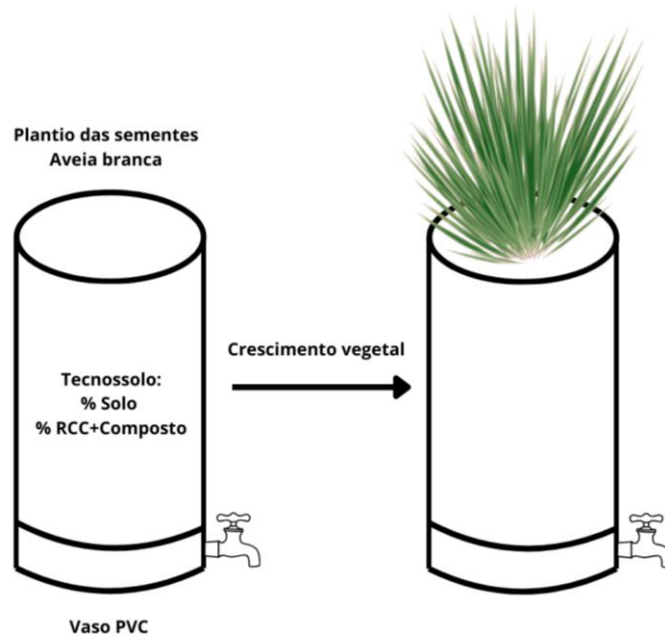
Fonte: Autora

O preparo dessas amostras e a montagem dos tratamentos foi realizado no Laboratório de lavra, planejamento e tratamento de minérios (LATRAM) da UNIPAMPA.

### 5.1.2 Montagem do experimento de crescimento vegetal

Os tratamentos foram divididos em cinco diferentes proporções de resíduos - RCC + composto e solo, conforme Tabela 1. O tratamento foi realizado em triplicata. Para a montagem do experimento (Figura 6) foram utilizados 15 vasos de PVC com capacidade de 2 kg.

Figura 6 - Esquema mostrando a montagem dos Tecnosolos.



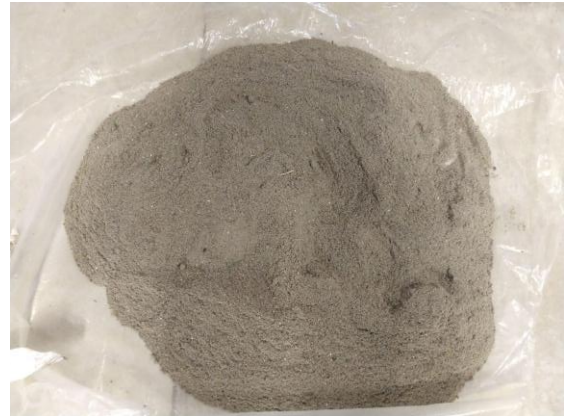
Fonte: Autora

Para fazer os Tecnosolos foi necessário o uso de balança para a pesagem das amostras, primeiro foram misturados os resíduos de construção civil e o composto orgânico, em seguida foi feita a mistura de solo de acordo com o percentual de resíduo de cada tratamento (Figura 7).

Figura 7 - Mistura e montagem dos Tecnosolos. a) Amostra de RCC e Composto orgânico antes da mistura; b) Tecnosolo contendo 100% RCC+Composto; c) Mistura para Tecnosolo contendo 75% RCC+Composto e 25% solo; d) Mistura para Tecnosolo contendo 50% RCC+Composto e 50% solo; e) Mistura para Tecnosolo contendo 25% RCC+Composto e 75% solo; f) Tecnosolos dispostos nos vasos de PVC.



a)



b)



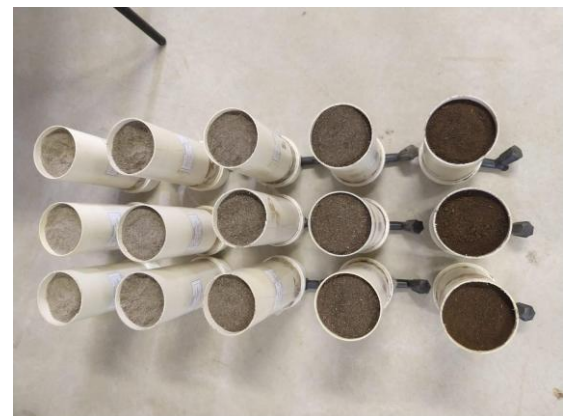
c)



d)



e)



f)

Fonte: Autora.

A Tabela 1 apresenta a quantidade, tanto em porcentagem quanto em gramas, de RCC+Composto e solo utilizado para a montagem dos Tecnosolos de cada um dos 15 tratamentos.

Tabela 1 - Quantidade de materiais utilizados nos tratamentos.

<b>Número do tratamento</b>	<b>Número do vaso</b>	<b>Solo (%)</b>	<b>RCC + Composto (%)</b>	<b>Solo (g)</b>	<b>RCC + Composto (g)</b>
T1	1	0	100	0	2000
	2	0	100	0	2000
	3	0	100	0	2000
T2	4	25	75	500	1500
	5	25	75	500	1500
	6	25	75	500	1500
T3	7	50	50	1000	1000
	8	50	50	1000	1000
	9	50	50	1000	1000
T4	10	75	25	1500	500
	11	75	25	1500	500
	12	75	25	1500	500
T5	13	100	0	2000	0
	14	100	0	2000	0
	15	100	0	2000	0

Fonte: Autora.

Após a colagem de etiquetas e o preenchimento dos vasos com os Tecnosolos, foram plantadas 10 sementes de Aveia branca em cada tratamento e em seguida dispostos em duas mesas em casa de vegetação (estufa) da UNIPAMPA, em Caçapava do Sul. A disposição dos vasos nas mesas foi realizada de maneira aleatória para garantir a homogeneidade das condições ambientais entre os tratamentos.

O período experimental foi de 16 de abril a 11 de junho de 2025, as regas foram feitas sempre à tarde por volta das 18h, cada tratamento recebeu 100mL de água em cada rega, na primeira semana todos os dias, e ao longo do experimento a cada dois ou três dias conforme a umidade do solo.

## 5.2 Crescimento vegetal da Aveia Branca

A taxa de germinação foi avaliada nove dias após a sementeira, por meio da contagem dos brotos em cada tratamento, após a contagem foi realizado cálculo da média referente a cada percentual de RCC+composto.

Após 56 dias de crescimento, o experimento foi encerrado. Inicialmente, mediu-se a altura da maior folha de cada uma das plantas dos tratamentos, sendo então calculada a média correspondente a cada porcentagem de RCC+composto. Em seguida, o tecido foliar da Aveia branca foi cortado rente ao solo (Figura 8), armazenados em envelopes de papel e colocadas em estufa a 60 °C por 24 horas. Após esse período, a massa vegetal seca foi determinada por pesagem em balança de precisão.

Figura 8 - Corte das plantas rente ao solo.



Fonte: Autora.

## 5.3 Análises laboratoriais

Foram realizadas análises da amostra de RCC e dos Tecnosolos, ambas foram realizadas por laboratórios externos à UNIPAMPA.

### **5.3.1 Análise do RCC**

Foi enviada uma amostra de RCC para o laboratório ECONSULTING análises ambientais, a fim de classificar os resíduos conforme a NBR 10004:2004.

A amostra foi submetida aos procedimentos da NBR 10005:2004 (Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos), e NBR 10006:2004 (Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos).

### **5.3.2 Análise química básica dos Tecossolos**

Ao término do experimento de crescimento vegetal os Tecossolos foram retirados dos vasos de PVC, e postos para secar ao sol. Após a secagem, foram armazenados em plásticos identificados e mandados para análise no laboratório de análise ambientais Viamão (AGROLAB). Nessas análises incluem-se: Diagnóstico para acidez do solo, calagem e macronutrientes.

Os métodos utilizados pelo laboratório para determinar os resultados foram: Argila determinada pelo método do densímetro, Índice SMP analisado por TSM (Tampão Santa Maria), M.O. por digestão úmida, P e K extraídos pelo método Mehlich 1, Ca, Mg, Al e Mn trocáveis extraídos com KCl 1 mol L<sup>-1</sup>.

## **6 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **6.1 Análises de crescimento vegetal e outros parâmetros físicos.**

A Tabela 2 apresenta as informações da taxa de germinação, altura média e massa seca de cada tratamento, onde é possível observar que todos os tratamentos tiveram uma boa taxa de germinação, principalmente os tratamentos com 75%, 50% RCC+Composto. Já na tabela 3 é possível ver em percentual, o tratamento 50% RCC+Composto atingiu a taxa de 90% de germinação.

A altura foliar variou de 36,3 a 54,8 cm entre os 15 tratamentos, e apresentou a maior média de 43,9 cm no tratamento 100% RCC+Composto, é possível observar o crescimento vegetal dos tratamentos nas figuras 10 e 11.

A massa seca variou de 2,31 a 5,43g em comparação com todos os 15 tratamentos (Tabela 2), e obteve maior quantidade média de massa seca no tratamento contendo 25% RCC + Composto (Tabela 3).

Tabela 2 - Taxa de germinação, altura média e massa seca de cada tratamento e triplicata.

<b>Número do tratamento</b>	<b>Nº do vaso</b>	<b>RCC + Composto (%)</b>	<b>Taxa de germinação (10/10)</b>	<b>Altura média (cm)</b>	<b>Massa seca (g)</b>
T1	1	100	6/10	36,3	2,31
	2	100	4/10	49,3	2,32
	3	100	6/10	46	3,04
T2	4	75	7/10	43	4,09
	5	75	10/10	41	3,58
	6	75	9/10	40,1	3,42
T3	7	50	8/10	44,2	4,48
	8	50	9/10	39,8	5
	9	50	10/10	37,3	5,06
T4	10	25	10/10	37,4	5,43
	11	25	4/10	48,6	5,68
	12	25	7/10	41,7	5,38
T5	13	0	8/10	37,5	3,78
	14	0	4/10	54,8	3,87
	15	0	8/10	38,1	3,14

Fonte: Autora.

A Tabela 3 apresenta de forma resumida as informações da taxa de germinação, altura média e massa seca, através dos cinco tratamentos.

Pode-se perceber que os tratamentos T1 e T5 obtiveram as maiores alturas, porém menores massas vegetais, são os tratamentos que tiveram menores taxas de germinação. Enquanto os tratamentos T3 e T4 obtiveram as maiores massas vegetais tiveram uma taxa de germinação acima de 70%, mas sua altura ficou próximo a 40 cm.

Tabela 3 - Informação da taxa de germinação, altura média e massa seca de cada tratamento.

<b>Número do tratamento</b>	<b>RCC + Composto (%)</b>	<b>Taxa de germinação (%)</b>	<b>Altura média (cm)</b>	<b>Massa vegetal (g)</b>
T1	100	53	43,9	2,6
T2	75	87	41,4	3,7
T3	50	90	40,4	4,8
T4	25	70	42,6	5,5
T5	0	67	43,5	3,6

Fonte: Autora.

Na Figura 10, onde é possível ver o desenvolvimento das plantas pode-se perceber uma coloração laranja em algumas plantas, que pode ter sido causado devido ao excesso de água, quando esse fenômeno foi observado em alguns dos tratamentos o espaçamento entre as regas foi aumentado, pois os tratamentos T3, T4 e T5 tinham solos que deixavam a água mais retida.

Figura 10 - Crescimento vegetal em casa de vegetação após 56 dias do plantio. a) Tratamento 1 (100% RCC+Composto e 0% Solo); b) Tratamento 2 (75% RCC+Composto e 25% Solo); c) Tratamento 3 (50% RCC+Composto e 50% Solo); d) Tratamento 4 (25% RCC+Composto e 75% Solo); e) Tratamento 5 (0% RCC+Composto e 100% Solo).



a)



b)



c)



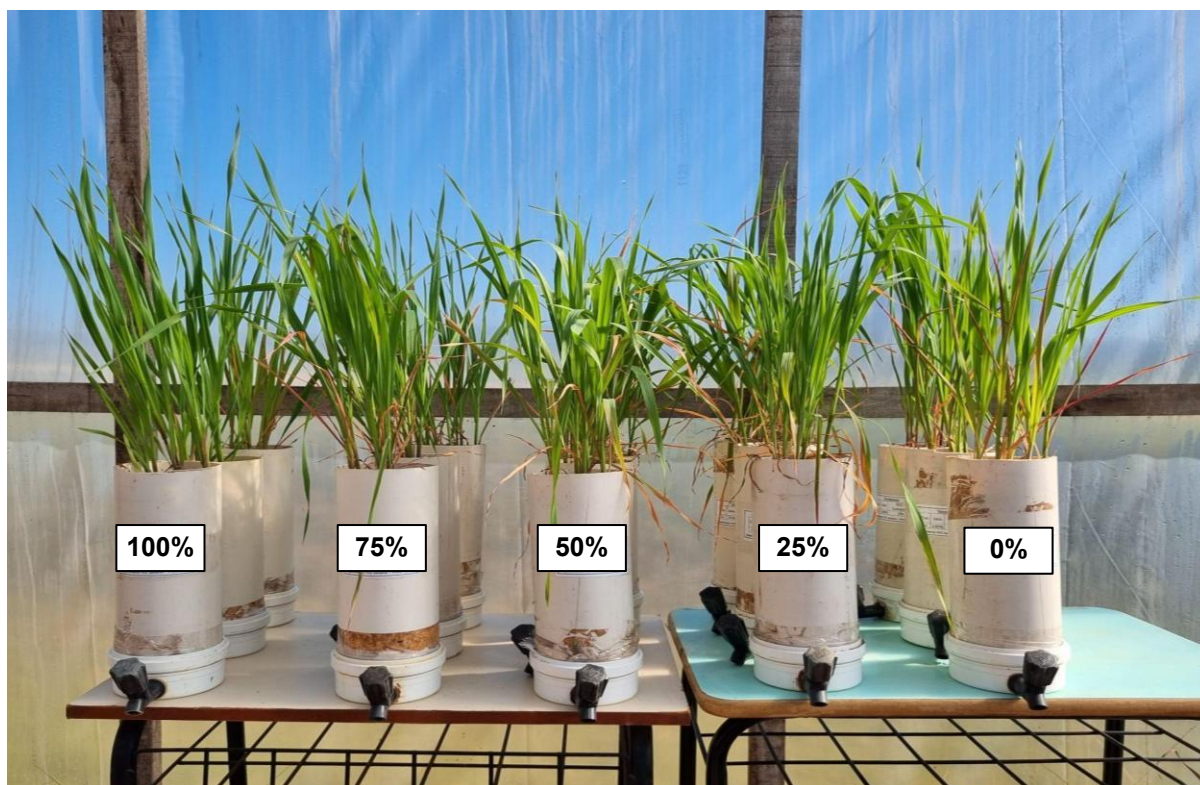
d)



e)

Fonte: Autora.

Figura 11 - Crescimento vegetal de todos os tratamentos.



Fonte: Autora.

## 6.2 Classificação de periculosidade do RCC segundo a NBR 10.004

De acordo com os termos referidos na norma NBR 10004:2004, a amostra não apresentou a característica inflamabilidade, corrosividade e reatividade. A amostra apresentou pH igual a 10,71.

O resíduo foi classificado como: RESÍDUO NÃO INERTE - CLASSE IIA, por apresentar no extrato solubilizado, concentrações de alumínio, fenol e substâncias que reagem ao azul de metileno (Surfactantes) acima do valor máximo permitido. O laudo da classificação do resíduo pode ser observado no Anexo 1.

Tabela 4 - Parâmetros encontrados acima do valor máximo permitido (VMP).

Parâmetro	Resultado (mg/L)	Valor máximo permitido (mg/L)
Alumínio	0,33	0,2
Fenol	0,03	0,01

Fonte: Econsulting.

### 6.3 Análise química básica dos Tecnosolos

O solo deve apresentar um pH adequado ao desenvolvimento das culturas, que se refere ao pH referência, este se encontra em uma faixa de 6,5 para culturas mais sensíveis e 6 para a maioria das culturas (Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004, p. 57). A tabela 5 apresenta o resultado do pH de cada Tecnosolo, nota-se que o pH está alcalino, em uma faixa de 7,4 a 8,8.

Tabela 5 - Escala pH dos tratamentos.

<b>Número do tratamento</b>	<b>RCC + Composto (%)</b>	<b>pH</b>
T1	100	8,8
T2	75	8,8
T3	50	7,8
T4	25	8,4
T5	0	7,4

Fonte: Laboratório de análises (AGROLAB).

Os Tecnosolos apresentaram altos valores de Ca (>3) e Mg (>1), variando de 8,5 a 11,5 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> de Ca, e 2,4 a 3,3 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> de Mg (Tabela 6).

Os dados indicaram valores extremamente baixos de acidez potencial (H+Al), variando entre 0,4 e 1,4 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>. Além disso, a saturação por bases (%) apresentou valores superiores a 89,6% em todos os tratamentos, com destaque para os tratamentos com maior percentual de RCC, que atingiram até 96,9%. De acordo com Sobral et al (2015, p. 9), solos com saturação por bases > 70% não exigem calagem, sendo considerados adequados para o cultivo da maioria das culturas. Além disso, o índice SMP variou entre 7,0 e 8,0, indicando baixa acidez ativa. À medida que o índice SMP diminui, a acidez potencial (H+Al) aumenta (Sobral et al, 2015, p.8).

Tabela 6 - Diagnóstico para acidez do solo e calagem dos tratamentos.

Número do tratamento	RCC + Composto (%)	Ca (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	Mg (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	H+Al (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	Saturaçã o Bases (%)	Índice SMP
T1	100	10,1	2,4	0,4	96,9	8
T2	75	10	3,5	0,5	96,7	7,9
T3	50	9,8	3,2	0,6	96,1	7,8
T4	25	11,5	3,7	0,6	96,2	7,7
T5	0	8,5	3,3	1,4	89,6	7

Fonte: Laboratório de análises (AGROLAB).

A análise de macronutrientes (Tabela 7) revelou diferenças significativas entre os tratamentos, a matéria orgânica (MO) variou entre 0,7% e 3,2%, os tratamentos contendo menor quantidade de RCC apresentaram maior teor de MO. A MO está diretamente relacionada à fertilidade do solo, capacidade de troca de cátions (CTC) e retenção de água.

O Fósforo (P), mostrou teores muito baixos nos tratamentos extremos, 100% e 0% RCC+Composto, com valores de 4,3 e 4,8 mg/dm<sup>3</sup>, os teores mais elevados foram encontrados nos tratamentos intermediários.

Os teores de Potássio (K), foram muito altos (>60) nos tratamentos com maior percentual de RCC+Composto, até 429 mg/dm<sup>3</sup>, enquanto o tratamento com 0% RCC+Composto apresentou valor considerado médio de 31 mg/dm<sup>3</sup>. Os valores de capacidade de troca de cátions (CTC a pH 7,0), variaram entre 13,3 e 16,1 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>, sendo considerado valores médios na maioria dos tratamentos, e apresentando valor alto (>15) em 25% RCC+composto.

Tabela 7 - Diagnóstico para macronutrientes - fósforo (P) e potássio (K), matéria orgânica (M.O.), argila, e CTC.

Número do tratamento	RCC + Composto (%)	M.O.%	Argila (%)	P (mg/dm <sup>3</sup> )	K (mg/dm <sup>3</sup> )	CTC pH 7,0 (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )
T1	100	0,7	15	4,3	429	14
T2	75	1,2	14	17,1	315	14,8
T3	50	1,5	13	17,7	204	14,1
T4	25	2,6	16	11,9	125	16,1
T5	0	3,2	15	4,8	31	13,3

Fonte: Laboratório de análises (AGROLAB).

A Tabela 8 apresenta os valores baixos, médios e altos usados como referência para a interpretação dos resultados das análises dos Tecno solos. Os laudos das análises de química básica dos solos podem ser vistos no Anexo 2.

Tabela 8 - Valores baixos, médios e altos utilizados para interpretar resultados de análise de solo.

	Baixo	Médio	Alto
Ca (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	< 1,6	1,6 - 3,0	> 3
Mg (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	< 0,4	0,4 - 1,0	> 1,0
K (mg/dm <sup>3</sup> )	< 30	30 - 60	> 60
CTC pH 7 (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	< 5,0	5,0 - 15,0	> 15,0
Saturação por bases (%)	< 50	50 - 70	> 70

Fonte: Adaptado Sobral et al ( 2015, p.12).

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aveia apresentou uma boa taxa de germinação principalmente no Tecnosolo contendo 50% RCC + Composto, além disso, a altura foliar média desse percentual ficou próxima a 40 cm. Em relação a massa vegetal, os Tecnosolos obtiveram maiores massas (5,5 e 4,8 g) nos percentuais 25% e 50%, respectivamente. Se observados apenas esses aspectos, podemos considerar que o Tecnosolos que apresentaram melhor resposta ao desenvolvimento vegetal foram os tratamentos 25% e 50%.

A amostra de RCC analisada foi classificada como resíduo não inerte, apresentou pH 10,71, este pode ter interferido para pH mais elevados nos tratamentos contendo RCC. Ao se referir aos aspectos químicos dos Tecnosolos, todos apresentaram pH alcalino, acima de 7,4.

As melhores combinações para fertilidade e equilíbrio nutricional ocorreram nos tratamentos com 25% e 50% de RCC + Composto, que apresentaram valores equilibrados de MO, P e K. Os tratamentos extremos com percentual 100% e 0%, apresentaram limitações distintas, o primeiro com excesso de K e pH alto, o segundo com baixa fertilidade geral.

As análises indicam que os Tecnosolos produzidos com resíduos da construção civil e composto orgânico têm potencial para uso em revegetação e recuperação de áreas degradadas. Neste caso testado, percebe-se a necessidade de ajustar as proporções e feita adubação corretiva, especialmente de fósforo. Assim, percebe-se que os Tecnosolos são uma alternativa a solos férteis tradicionalmente utilizados nos processos de recuperação, desde que cada mistura proposta seja previamente analisada. Essa avaliação individual é essencial para garantir uma aplicação controlada e eficaz em termos de suporte ao crescimento vegetal. Além disso, destaca-se que a produção desses substratos envolve etapas trabalhosas, como a britagem e moagem dos RCCs, o que demanda esforço operacional e gera consumo energético.

Assim, é essencial que projetos futuros incluam uma análise de viabilidade técnico-econômica, considerando não apenas os resultados das análises químicas, mas também o custo, a logística e a sustentabilidade do processo como um todo. Recomenda-se, ainda, a ampliação dos estudos para incluir outros tipos de resíduos da construção civil, a fim de tornar os resultados mais representativos da diversidade de resíduos disponíveis.

## REFERÊNCIAS

ABREMA, 2023. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2023**. Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente. Disponível em: <<https://www.abrema.org.br/panorama/>>. Acesso em: 03 dez. 2024.

ARAUJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. 322p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004 - Resíduos sólidos: classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

BOSCOV, Maria Eugênia Gimenez. **Geotecnia Ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Resolução n.º 307, de 05 de julho de 2002**.

BRASIL. **Lei Nº 12.305 de 02 de agosto de 2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)**.

Brasil. **Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental. Plano Nacional de Resíduos Sólidos, 2022**.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente. **Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos: manual de orientação** [recurso eletrônico]. Brasília, DF: MMA, 2018. Disponível em: <<https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/gest%C3%A3o-de-res%C3%ADduos-org%C3%A2nicos.html>>.

Claro, Davi & Osaki, Flora. (2017). **Produção de matéria seca de diferentes espécies forrageiras de inverno, em áreas degradadas**. Revista Acadêmica: Ciência Animal. 3. 27. 10.7213/cienciaanimal.v3i1.8894.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. **Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas**. São Paulo: CETESB, 2001.

**Engenharia ambiental: conceitos, tecnologia e gestão**/ coordenadores Maria do Carmo Calijuri, Davi Gasparini Fernandes Cunha. - Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

**EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa Solos, 2018. 356 p.**

LIMA, Valmiqui Costa; LIMA, Marcelo Ricardo de; MELO, Vander de Freitas. **O solo no meio ambiente: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio.** Curitiba, UFPR, 2007, 130. p.

LOPES, T. A. **Tecnossolos elaborados com resíduos da construção civil: potencial para a recuperação de áreas degradadas.** Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 2020.

Machado, Roriz Luciano. **Recuperação de voçorocas em áreas rurais** / Alexander S. de Resende, Eduardo F. C. Campello, Carlos E. G. Menezes, Caetano M. de Souza, Avílio A. Franco. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2006. 63 p. (Embrapa Agrobiologia. Sistemas de Produção, 4).

**Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina** / Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. - 10. ed. – Porto Alegre, 2004.

MORETTO, Renata Lima. **Análise dos efeitos da vegetação na proteção de taludes rodoviários e proposição de alternativas de revegetação na BR-386.** 2012. 155 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

PRIMAVESI, A. C. P. de A.; RODRIGUES, A. de A.; GODOY, R. **Recomendações técnicas para o cultivo de aveia.** São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2000. 39 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Boletim de Pesquisa, 6).

Sánchez, Luis Enrique. **Avaliação de impacto ambiental : conceitos e métodos** / Luis Enrique Sánchez. -- 3. ed. atual. aprimorada. -- São Paulo : Oficina de Textos, 2020.

Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura, SEMA. 2024. Serviços estaduais. Disponível em: <https://www.rs.gov.br/busca?q=&orgao=142>. Acesso em 09 dez. 2024.

SÉRÉ, Geoffroy et al. Soil construction: a step for ecological reclamation of derelict lands. **Journal of soils and sediments**, v. 8, p. 130-136, 2008.

SOBRAL, Lafayette Franco et al. Guia prático para interpretação de resultados de análises de solos. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. 13 p. Disponível em: <[www.bdpa.cnptia.embrapa.br](http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br)>.

WEILER, J., FIRPO, B.A., SCHNEIDER, I. A. H. **Áreas Degradadas: O uso de tecnossolos na recuperação.** SANEAMENTO AMBIENTAL, v. 191, p. 23-29, 2019.

## **ANEXOS**

Anexo 1 - Laudo da classificação do resíduo de construção civil

Anexo 2 - Laudos das análises de química básica dos solos.

## RELATÓRIO DE ENSAIO - R. E. 042196/2025 A

**Cliente**  
JESSICA WEILER

**CNPJ**  
011.677.280-84

**Endereço:**  
AV PEDRO ANUNCIACAO, 111 - Caçapava do Sul/RS - CEP 96570000

**Ordem de Serviço**  
61543

**Proposta Comercial**  
P. C. 2412/2025-1

**Emissão**  
28/04/2025

### Dados da Amostra

**N° da Amostra**  
ECO.013165/2025

**Material**  
NBR 10004:2004 - Massa Bruta, NBR 10005:2004 - Lixiviado, NBR 10006:2004 - Solubilizado

**Início Data e Hora da Coleta**  
10/04/2025

**Fim Data e Hora da Coleta**  
10/04/2025

**Local da Amostragem**  
AV PEDRO ANUNCIACAO, 111 - VILA BATISTA - CAÇAPAVA DO SUL/RS

**Recebimento**  
11/04/2025 15:30

**Início ensaios**  
12/04/2025

**Término ensaios**  
28/04/2025

**Identificação do Projeto**  
Projeto FAPERGS 24/2551-0000767-9

**Ponto da coleta**  
Resíduo de Demolição - Concreto

### Características do Resíduo

ORIGEM DO RESÍDUO: Construção Civil

CARACTERÍSTICAS DO RESÍDUO:

**Inflamabilidade:**

A amostra não apresentou a característica Inflamabilidade de acordo com os termos referidos na norma.

**Corrosividade:**

A amostra apresentou pH (Sol 50%) igual a 10,71 não apresentando a característica corrosividade de acordo com os termos referidos na norma.

**Reatividade:**

A faixa de pH indicada e os componentes utilizados no processo produtivo indicam a amostra como sendo isenta da característica reatividade.

### Resultados Analíticos

#### 1 - Massa Bruta

Parâmetro	Unidade	Resultado	LQ	VMP <sup>(1)</sup>	Incerteza %	Metodologia
Aspecto	--	Sólido	NA	NA	NA	PO-163
Cianeto total	mg/Kg	< 0,3	0,3	250	± 5,00	PO-164
Líquidos livres	--	Ausência	NA	NA	-	ABNT/NBR 12988:1993
Óleos e Graxas Total	mg/Kg	< 10	10	NA	± 10,00	PO-021
pH	--	10,71	NA	Entre 2,0 e 12,5	± 2,00	PO-163
Ponto de Fulgor	°C	> 60	40	60°C	± 3	ABNT NBR 14598:2012
Porcentagem de Sólidos	%	97,91	1	NA	± 2,00	PO-048
Sulfeto	mg/Kg	< 0,3	0,3	500	± 5,000	PO-169

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CRL 0940

## RELATÓRIO DE ENSAIO - R. E. 042196/2025 A

Umidade	%	2,09	1	NA	± 2,00	PO-048
---------	---	------	---	----	--------	--------

(1) ABNT NBR 10004/10005/10006:2004

### 2 - Anexo F - Extrato Lixiviado Inorgânicos

Parâmetro	Unidade	Resultado	LQ	VMP <sup>(1)</sup>	Incerteza %	Metodologia
Arsênio	mg/L	< 0,005	0,005	1	± 34,000	PO-091
Bário	mg/L	0,233	0,01	70	± 10,000	PO-091
Cádmio	mg/L	< 0,001	0,001	0,5	± 19,000	PO-091
Chumbo	mg/L	< 0,01	0,01	1	± 13,000	PO-091
Cromo	mg/L	< 0,01	0,01	5	± 8,000	PO-091
Fluoreto	mg/L	0,744	0,1	150	± 16,000	PO-062
Mercurio	mg/L	< 0,0002	0,0002	0,1	± 8,000	PO-091
Prata	mg/L	< 0,01	0,01	5	± 12,000	PO-091
Selênio	mg/L	< 0,01	0,01	1	± 18,000	PO-091

(1) ABNT NBR 10004/10005/10006:2004

### 2 - Anexo F - Extrato Lixiviado Orgânicos

Parâmetro	Unidade	Resultado	LQ	VMP <sup>(1)</sup>	Incerteza %	Metodologia
1,1-Dicloroetano	mg/L	< 0,0002	0,0002	3	± 5,000	EPA 5021A:2014/EP A 8260D:2018
1,2-Dicloroetano	mg/L	< 0,0002	0,0002	1	± 2,000	EPA 5021A:2014/EP A 8260D:2018
1,4-Diclorobenzeno	mg/L	< 0,002	0,002	7,5	± 6,000	EPA 5021A:2014/EP A 8260D:2018
2,4,5-Triclorofenol	mg/L	< 0,000074	0,000074	400	± 26,000	EPA 8270E:2018/PO -160
2,4,6-Triclorofenol	mg/L	< 0,000267	0,000267	20	± 23,000	EPA 8270E:2018/PO -160
2,4-Dinitrotolueno	mg/L	< 0,000446	0,000446	0,13	± 27,000	EPA 8270E:2018/PO -160
2- Butanona	mg/L	< 0,025	0,025	200	± 37,000	EPA 5021A:2014/EP A 8260D:2018
2-metilfenol (o-cresol)	mg/L	< 0,00004	0,00004	200	± 11,000	EPA 8270E:2018/PO -160
3-metilfenol (m-cresol)	mg/L	< 0,001136	0,001136	200	± 20,000	EPA 8270E:2018/PO -160
4-metilfenol (p-cresol)	mg/L	< 0,001136	0,001136	200	± 20,000	EPA 8270E:2018/PO -160
Benzeno	mg/L	< 0,0002	0,0002	0,5	± 2,000	EPA 5021A:2014/EP A 8260D:2018

## RELATÓRIO DE ENSAIO - R. E. 042196/2025 A

Benzo(a)pireno	mg/L	< 0,000043	0,000043	0,07	± 18,000	EPA 8270E:2018/PO -160
Cloroeto de Vinila	mg/L	< 0,0002	0,0002	0,5	± 1,000	EPA 5021A:2014/EP A 8260D:2018
Clorobenzeno (Mono)	mg/L	<0,002	0,002	100	± 4,000	EPA 5021A:2014/EP A 8260D:2018
Clorofórmio	mg/L	< 0,002	0,002	6	± 5,000	EPA 5021A:2014/EP A 8260D:2018
Cresóis	mg/L	< 0,001136	0,001136	200	± 31,000	EPA 8270E:2018/PO -160
Hexaclorobenzeno	mg/L	< 0,000002	0,000002	0,1	± 2,000	EPA 8270E:2018/PO -160
Hexaclorobutadieno	mg/L	< 0,002	0,002	0,5	± 9,000	EPA 5021A:2014/EP A 8260D:2018
Hexacloroetano	mg/L	< 0,000037	0,000037	3	± 14,000	EPA 8270E:2018/PO -160
Nitrobenzeno	mg/L	< 0,000043	0,000043	2	± 16,000	EPA 8270E:2018/PO -160
Piridina	mg/L	< 0,000654	0,000654	5	± 13,000	EPA 8270E:2018/PO -160
Tetracloroeto de Carbono	mg/L	< 0,0002	0,0002	0,2	± 3,000	EPA 5021A:2014/EP A 8260D:2018
Tetracloroetano	mg/L	< 0,002	0,002	4	± 10,000	EPA 5021A:2014/EP A 8260D:2018
Tricloroetano	mg/L	< 0,0002	0,0002	7	± 1,000	EPA 5021A:2014/EP A 8260D:2018

(1) ABNT NBR 10004/10005/10006:2004

### 2 - Anexo F - Extrato Lixiviado Pesticidas

Parâmetro	Unidade	Resultado	LQ	VMP <sup>(1)</sup>	Incerteza %	Metodologia
2,4,5-T	mg/L	< 0,00007	0,00007	0,2	± 9,000	PO-104
2,4,5-TP	mg/L	< 0,00015	0,00015	1	± 12,000	PO-104
2,4-D	mg/L	< 0,00005	0,00005	3	± 9,000	PO-104
Aldrin + Dieldrin	mg/L	< 0,000004	0,000004	0,003	± 25,000000	EPA 8270E:2018/PO -160
BHC-gama (lindano)	mg/L	< 0,000007	0,000007	0,2	± 8,000	EPA 8270E:2018/PO -160
Clordano (cis+trans)	mg/L	< 0,000004	0,000004	0,02	± 11,000	EPA 8270E:2018/PO -160

## RELATÓRIO DE ENSAIO - R. E. 042196/2025 A

Endrin	mg/L	< 0,000001	0,000001	0,06	± 4,000	EPA 8270E:2018/PO -160
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	< 0,000001	0,000001	0,003	± 14,000	EPA 8270E:2018/PO -160
Metoxicloro	mg/L	< 0,000001	0,000001	2	± 9,000	EPA 8270E:2018/PO -160
Pentaclorofenol	mg/L	< 0,00015	0,00015	0,9	± 3,000	PO-104
p,p'- ( DDT+DDD+DDE)	mg/L	< 0,000001	0,000001	0,2	± 8,000	EPA 8270E:2018/PO -160
Toxafeno	mg/L	< 0,000008	0,000008	0,5	± 17,000	EPA 8270E:2018/PO -160

(1) ABNT NBR 10004/10005/10006:2004

### 3 - Anexo G - Extrato Solubilizado

Parâmetro	Unidade	Resultado	LQ	VMP <sup>(1)</sup>	Incerteza %	Metodologia
2,4,5-T	mg/L	< 0,00007	0,00007	0,002	± 9,000	PO-104
2,4,5-TP	mg/L	< 0,00015	0,00015	0,03	± 12,000	PO-104
2,4-D	mg/L	< 0,00005	0,00005	0,03	± 9,000	PO-104
Aldrin + Dieldrin	mg/L	< 0,000004	0,000004	0,00003	± 25,000000	EPA 8270E:2018/PO -160
Alumínio	mg/L	0,33	0,05	0,2	± 4,000	PO-091
Arsênio	mg/L	< 0,005	0,005	0,01	± 34,000	PO-091
Bário	mg/L	0,021	0,01	0,7	± 10,000	PO-091
BHC-gama (lindano)	mg/L	< 0,000007	0,000007	0,002	± 8,000	EPA 8270E:2018/PO -160
Cádmio	mg/L	< 0,001	0,001	0,005	± 19,000	PO-091
Chumbo	mg/L	< 0,01	0,01	0,01	± 13,000	PO-091
Cianeto total	mg/L	< 0,01	0,01	0,07	± 7,0000	PO-174
Clordano (cis+trans)	mg/L	< 0,000004	0,000004	0,0002	± 11,000	EPA 8270E:2018/PO -160
Cloreto	mg/L	38,94	1	250	± 5,00	Standard Methods 24th ed 2023 - Método 4500-Cl-B
Cobre	mg/L	< 0,009	0,009	2	± 9,000	PO-091
Cromo	mg/L	< 0,01	0,01	0,05	± 8,000	PO-091
DDT+DDD+DDE	mg/L	< 0,000001	0,000001	0,002	± 8,000	EPA 8270E:2018/PO -160
Endrin	mg/L	< 0,000001	0,000001	0,0006	± 4,000	EPA 8270E:2018/PO -160
Fenol	mg/L	0,03	0,003	0,01	± 26,000	PO-154
Ferro	mg/L	0,062	0,05	0,3	± 6,000	PO-091
Fluoreto	mg/L	0,523	0,1	1,5	± 16,000	PO-062
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	< 0,000001	0,000001	0,00003	± 14,000	EPA 8270E:2018/PO -160

## RELATÓRIO DE ENSAIO - R. E. 042196/2025 A

Substância	Unidade	Resultado	Limite de Detecção (LD)	Limite de Quantificação (LQ)	Tolerância	Referência
Hexaclorobenzeno	mg/L	< 0,000002	0,000002	0,001	± 2,000	EPA 8270E:2018/PO-160
Manganês	mg/L	0,025	0,01	0,1	± 10,000	PO-091
Mercurio	mg/L	< 0,0002	0,0002	0,001	± 8,000	PO-091
Metoxicloro	mg/L	< 0,000001	0,000001	0,02	± 9,000	EPA 8270E:2018/PO-160
Nitrato como N	mg/L	< 5	5	10	± 4,000	PO-156
Prata	mg/L	< 0,01	0,01	0,05	± 12,000	PO-091
Selênio	mg/L	< 0,01	0,01	0,01	± 18,000	PO-091
Sódio	mg/L	14,3	2,5	200	± 2,000	PO-091
Subst. que reagem ao azul de metileno-Surfactantes	mg/L	< 0,1	0,1	0,5	± 6,00	PO-166
Sulfato	mg/L	< 10	10	250	± 11,000	PO-027
Toxafeno	mg/L	< 0,000008	0,000008	0,005	± 17,000	EPA 8270E:2018/PO-160
Zinco	mg/L	< 0,01	0,01	5	± 9,000	PO-091

(1) ABNT NBR 10004/10005/10006:2004

### Plano de amostragem

Coleta realizada pelo Cliente  
 Condições ambientais: NI  
 Amostrado por: NI

### Legenda

(C) - Ensaio realizado em campo  
 IM - Incerteza de medição  
 \*J - Resultado reportado entre LD e LQ  
 LD - Limite de detecção  
 LQ - Limite de quantificação  
 NA - Não aplicável  
 NI - Não informado  
 NMP - Número Mais Provável  
 SMWW - Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water  
 UFC - Unidade formadora de colônia  
 VMP - Valor máximo permitido  
 A - Acreditado  
 N.A - Não acreditado

## RELATÓRIO DE ENSAIO - R. E. 042196/2025 A

### Declaração de Conformidade

As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

**NBR 10004:2004 - Massa Bruta:** VR <sup>(1)</sup>: O(s) resultado(s) obtido(s) para o(s) parâmetro(s) analisado(s) atende(m) aos padrões estabelecidos pelo(a) ABNT NBR 10004/10005/10006:2004, considerando a regra de Decisão adotada pelo Laboratório: As incertezas expressas nos relatórios de ensaio não são adotadas na declaração da conformidade. É de responsabilidade do cliente ou da parte interessada a aplicabilidade ou não das incertezas informadas.

**NBR 10005:2004 - Lixiviado:** VR <sup>(1)</sup>: O(s) resultado(s) obtido(s) para o(s) parâmetro(s) analisado(s) atende(m) aos padrões estabelecidos pelo(a) ABNT NBR 10004/10005/10006:2004, considerando a regra de Decisão adotada pelo Laboratório: As incertezas expressas nos relatórios de ensaio não são adotadas na declaração da conformidade. É de responsabilidade do cliente ou da parte interessada a aplicabilidade ou não das incertezas informadas.

**NBR 10006:2004 - Solubilizado:** VR <sup>(1)</sup>: O(s) parâmetro(s) Alumínio, Fenol não atende(m) aos padrões estabelecidos pelo(a) ABNT NBR 10004/10005/10006:2004, considerando a regra de Decisão adotada pelo Laboratório: As incertezas expressas nos relatórios de ensaio não são adotadas na declaração da conformidade. É de responsabilidade do cliente ou da parte interessada a aplicabilidade ou não das incertezas informadas.

### Conclusão

Avaliando-se as características do resíduo, e, baseados nos resultados analíticos expressos neste relatório, o resíduo foi classificado como: RESÍDUO NÃO INERTE - CLASSE IIA, por apresentar no extrato solubilizado, concentrações de alumínio e fenol e substâncias que reagem ao azul de metileno (Surfactantes) acima do VMP, conforme consta no anexo G da ABNT NBR 10004.

### Considerações Finais

Os resultados das análises referem-se somente aos itens de ensaio analisados. Este relatório de ensaio não pode ser alterado e nem reproduzido de forma parcial.

O plano de amostragem e o procedimento de amostragem são de responsabilidade do cliente.

Incerteza de Medição: A incerteza expandida de medição relatada (U) é declarada como incerteza padrão da medição multiplicada pelo fator de abrangência "k", que para a distribuição normal corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%.

### Responsáveis pela(s) Análise(s)



Giovani Zandoná  
Signatário autorizado  
Assinado eletronicamente

### Final do Relatório de Ensaio

Código de Validação: 45b8291060f3032780818933f78e65a9. A verificação deste Relatório de Ensaio poderá ser realizada através endereço "labonline.econsulting.com.br", selecionando a opção "Validar Relatório".

**LAUDO DE ANÁLISE QUÍMICA DE SOLO**

**LAUDO Nº:** AB2025 - 27

**Informações do Cliente**

**PRODUTOR:** Jéssica Weiler  
**CPF/CNPJ:**  
**ENDEREÇO:**  
**MUNICÍPIO:** Caçapava do Sul  
**MATRÍCULA:**  
**I.E.:**  
**EMPRESA:** UNIPAMPA

**Informações da Amostra**

**IDENTIFICAÇÃO:** 1. 100% RCC+CO  
**ÁREA (ha):**  
**DATA RECEBIMENTO:** 13/06/2025  
**PROF. AMOSTRA (cm):** 0-20  
**DATA EXPEDIÇÃO:** 19/06/2025

**Resultados da Análise**

Argila %	pH H <sub>2</sub> O	Índice SMP	P mg/dm <sup>3</sup>	K mg/dm <sup>3</sup>	M.O. %
15	8,8	8,0	4,3	429	0,7

Al cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	Ca cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	Mg cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
0,0	10,1	2,4

Argila determinada pelo método do densímetro; Índice SMP: analisado por TSM (Tampão Santa Maria), M.O. por digestão úmida.

P e K extraídos pelo método Mehlich 1; Ca, Mg, Al e Mn trocáveis extraídos com KCl 1 mol L<sup>-1</sup>;

H + Al cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	CTC pH(7,0) cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	% SAT. da CTC	
		Bases	Al
0,4	14,0	96,9	0,0

Relações		
Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
4,2	9,2	2,2

**Consulte um profissional habilitado para obter as recomendações de adubação, calagem e conservação do solo.**



Luciana Ribeiro Bressan  
Engenheira Agrônoma - CREA RS180795

As amostras são armazenadas no laboratório por um período máximo de 45 dias, a contar da data de expedição do laudo. Contestações, sobre as informações contidas no Laudo, devem ser solicitadas dentro deste prazo, sendo necessário que a amostra entregue ao laboratório possua peso mínimo de 500 gramas. Após este período a amostra será descartada.

**LAUDO DE ANÁLISE QUÍMICA DE SOLO**

**LAUDO Nº:** AB2025 - 28

**Informações do Cliente**

**PRODUTOR:** Jéssica Weiler  
**CPF/CNPJ:**  
**ENDEREÇO:**  
**MUNICÍPIO:** Caçapava do Sul  
**MATRÍCULA:**  
**I.E.:**  
**EMPRESA:** UNIPAMPA

**Informações da Amostra**

**IDENTIFICAÇÃO:** 2. 75% RCC+CO  
**ÁREA (ha):**  
**DATA RECEBIMENTO:** 13/06/2025  
**PROF. AMOSTRA (cm):** 0-20  
**DATA EXPEDIÇÃO:** 19/06/2025

**Resultados da Análise**

Argila %	pH H <sub>2</sub> O	Índice SMP	P mg/dm <sup>3</sup>	K mg/dm <sup>3</sup>	M.O. %
14	8,8	7,9	17,1	315	1,2

Al cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	Ca cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	Mg cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
0,0	10,0	3,5

Argila determinada pelo método do densímetro; Índice SMP: analisado por TSM (Tampão Santa Maria), M.O. por digestão úmida.

P e K extraídos pelo método Mehlich 1; Ca, Mg, Al e Mn trocáveis extraídos com KCl 1 mol L<sup>-1</sup>;

H + Al cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	CTC pH(7,0) cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	% SAT. da CTC	
		Bases	Al
0,5	14,8	96,7	0,0

Relações		
Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
2,9	12,4	4,3

**Consulte um profissional habilitado para obter as recomendações de adubação, calagem e conservação do solo.**



Luciana Ribeiro Bressan  
Engenheira Agrônoma - CREA RS180795

As amostras são armazenadas no laboratório por um período máximo de 45 dias, a contar da data de expedição do laudo. Contestações, sobre as informações contidas no Laudo, devem ser solicitadas dentro deste prazo, sendo necessário que a amostra entregue ao laboratório possua peso mínimo de 500 gramas. Após este período a amostra será descartada.

**LAUDO DE ANÁLISE QUÍMICA DE SOLO**

**LAUDO Nº:** AB2025 - 29

**Informações do Cliente**

**PRODUTOR:** Jéssica Weiler  
**CPF/CNPJ:**  
**ENDEREÇO:**  
**MUNICÍPIO:** Caçapava do Sul  
**MATRÍCULA:**  
**I.E.:**  
**EMPRESA:** UNIPAMPA

**Informações da Amostra**

**IDENTIFICAÇÃO:** 3. 50% RCC+CO  
**ÁREA (ha):**  
**DATA RECEBIMENTO:** 13/06/2025  
**PROF. AMOSTRA (cm):** 0-20  
**DATA EXPEDIÇÃO:** 19/06/2025

**Resultados da Análise**

Argila %	pH H <sub>2</sub> O	Índice SMP	P mg/dm <sup>3</sup>	K mg/dm <sup>3</sup>	M.O. %
13	8,6	7,8	17,7	204	1,5

Al cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	Ca cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	Mg cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
0,0	9,8	3,2

Argila determinada pelo método do densímetro; Índice SMP: analisado por TSM (Tampão Santa Maria), M.O. por digestão úmida.

P e K extraídos pelo método Mehlich 1; Ca, Mg, Al e Mn trocáveis extraídos com KCl 1 mol L<sup>-1</sup>;

H + Al cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	CTC pH(7,0) cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	% SAT. da CTC	
		Bases	Al
0,6	14,1	96,1	0,0

Relações		
Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
3,1	18,8	6,1

**Consulte um profissional habilitado para obter as recomendações de adubação, calagem e conservação do solo.**



Luciana Ribeiro Bressan  
Engenheira Agrônoma - CREA RS180795

As amostras são armazenadas no laboratório por um período máximo de 45 dias, a contar da data de expedição do laudo. Contestações, sobre as informações contidas no Laudo, devem ser solicitadas dentro deste prazo, sendo necessário que a amostra entregue ao laboratório possua peso mínimo de 500 gramas. Após este período a amostra será descartada.

**LAUDO DE ANÁLISE QUÍMICA DE SOLO**

**LAUDO Nº:** AB2025 - 30

**Informações do Cliente**

**PRODUTOR:** Jéssica Weiler  
**CPF/CNPJ:**  
**ENDEREÇO:**  
**MUNICÍPIO:** Caçapava do Sul  
**MATRÍCULA:**  
**I.E.:**  
**EMPRESA:** UNIPAMPA

**Informações da Amostra**

**IDENTIFICAÇÃO:** 4. 25% RCC+CO  
**ÁREA (ha):**  
**DATA RECEBIMENTO:** 13/06/2025  
**PROF. AMOSTRA (cm):** 0-20  
**DATA EXPEDIÇÃO:** 19/06/2025

**Resultados da Análise**

Argila %	pH H <sub>2</sub> O	Índice SMP	P mg/dm <sup>3</sup>	K mg/dm <sup>3</sup>	M.O. %
16	8,4	7,7	11,9	125	2,6

Al cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	Ca cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	Mg cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
0,0	11,5	3,7

Argila determinada pelo método do densímetro; Índice SMP: analisado por TSM (Tampão Santa Maria), M.O. por digestão úmida.

P e K extraídos pelo método Mehlich 1; Ca, Mg, Al e Mn trocáveis extraídos com KCl 1 mol L<sup>-1</sup>;

H + Al cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	CTC pH(7,0) cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	% SAT. da CTC	
		Bases	Al
0,6	16,1	96,2	0,0

Relações		
Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
3,1	36,0	11,6

**Consulte um profissional habilitado para obter as recomendações de adubação, calagem e conservação do solo.**



Luciana Ribeiro Bressan  
Engenheira Agrônoma - CREA RS180795

As amostras são armazenadas no laboratório por um período máximo de 45 dias, a contar da data de expedição do laudo. Contestações, sobre as informações contidas no Laudo, devem ser solicitadas dentro deste prazo, sendo necessário que a amostra entregue ao laboratório possua peso mínimo de 500 gramas. Após este período a amostra será descartada.

**LAUDO DE ANÁLISE QUÍMICA DE SOLO**

**LAUDO Nº:** AB2025 - 31

**Informações do Cliente**

**PRODUTOR:** Jéssica Weiler  
**CPF/CNPJ:**  
**ENDEREÇO:**  
**MUNICÍPIO:** Caçapava do Sul  
**MATRÍCULA:**  
**I.E.:**  
**EMPRESA:** UNIPAMPA

**Informações da Amostra**

**IDENTIFICAÇÃO:** 5. 0% RCC+CO  
**ÁREA (ha):**  
**DATA RECEBIMENTO:** 13/06/2025  
**PROF. AMOSTRA (cm):** 0-20  
**DATA EXPEDIÇÃO:** 19/06/2025

**Resultados da Análise**

Argila %	pH H <sub>2</sub> O	Índice SMP	P mg/dm <sup>3</sup>	K mg/dm <sup>3</sup>	M.O. %
15	7,4	7,0	4,8	31	3,2

Al cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	Ca cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	Mg cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
0,0	8,5	3,3

Argila determinada pelo método do densímetro; Índice SMP: analisado por TSM (Tampão Santa Maria), M.O. por digestão úmida.

P e K extraídos pelo método Mehlich 1; Ca, Mg, Al e Mn trocáveis extraídos com KCl 1 mol L<sup>-1</sup>;

H + Al cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	CTC pH(7,0) cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	% SAT. da CTC	
		Bases	Al
1,4	13,3	89,6	0,0

Relações		
Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
2,6	107,2	41,6

**Consulte um profissional habilitado para obter as recomendações de adubação, calagem e conservação do solo.**



Luciana Ribeiro Bressan  
Engenheira Agrônoma - CREA RS180795

As amostras são armazenadas no laboratório por um período máximo de 45 dias, a contar da data de expedição do laudo. Contestações, sobre as informações contidas no Laudo, devem ser solicitadas dentro deste prazo, sendo necessário que a amostra entregue ao laboratório possua peso mínimo de 500 gramas. Após este período a amostra será descartada.