



**LOURENA RIOS TIBERY**

**ESTUDO SOBRE A APLICAÇÃO DIRETA DE CINZAS DE CALDEIRA COMO FONTE DE  
ADUBAÇÃO NO CULTIVO DACOUVE**

UBERABA – MG

2025

**LOURENA RIOS TIBERY**

**ESTUDO SOBRE A APLICAÇÃO DIRETA DE CINZAS DE CALDEIRA COMO FONTE DE  
ADUBAÇÃO NO CULTIVO DA COUVE**

Trabalho apresentado como requisito de conclusão do Mestrado Profissional em Engenharia Química da Universidade de Uberaba.

Orientador: Prof. Fabrício Pelizer Almeida.

UBERABA– MG

2025

Catálogo elaborado pelo Setor de Referência da Biblioteca Central UNIUBE

T433e	<p>Tibery, Lourena Rios. Estudo sobre a aplicação direta de cinzas de caldeira como fonte de adubação no cultivo da couve / Lourena Rios Tibery. – Uberaba (MG), 2025. 76 f. : il., color.</p> <p>Dissertação (Mestrado) – Universidade de Uberaba. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. Mestrado Profissional. Área: Desenvolvimento de Processos Químicos Agroindustriais. Orientador: Prof. Dr. Fabrício Pelizer Almeida.</p> <p>1. Meio ambiente. 2. Sustentabilidade. 3. Gestão ambiental. 4. Consciência (Ética). 5. Couve. I. Almeida, Fabrício Pelizer. II. Universidade de Uberaba. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. Mestrado Profissional. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 333.7</p>
-------	---

Tatiane da Silva Viana – Bibliotecária – CRB-6/3171

LOURENA RIOS TIBERY

**ESTUDO SOBRE A APLICAÇÃO DIRETA DE CINZAS DE CALDEIRA  
COMO FONTE DE ADUBAÇÃO NO CULTIVO DA COUVE**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Química do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química - Mestrado Profissional da Universidade de Uberaba (PPGEQ-MP/UNIUBE).

Área de Concentração: Desenvolvimento de Processos Químicos Agroindustriais

Aprovado em: 28/11/2025

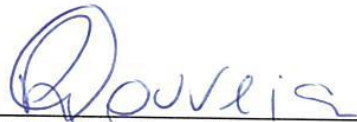
BANCA EXAMINADORA:



Prof(a). Dr(a). Fabrício Pelizer de Almeida – Orientador(a)  
Universidade de Uberaba



Prof(a). Dr(a). Euclides Antônio Pereira de Lima  
Universidade de Uberaba



Prof(a). Dr(a). Rogério Gonçalves Lacerda de Gouveia  
Universidade do Estado de Minas Gerais

## RESUMO

O crescente compromisso das empresas com a responsabilidade ambiental, especialmente no setor agroindustrial, tem impulsionado a adoção de práticas sustentáveis baseadas em Sistemas de Gestão Ambiental (SGA). Esses sistemas configuram-se como instrumentos estratégicos voltados à utilização racional dos recursos naturais e à consolidação de processos produtivos alinhados à conservação do meio ambiente. No contexto da agroindústria, o manejo adequado do solo assume papel central na busca pela eficiência produtiva associada à sustentabilidade ecológica. A formulação de políticas socioecológicas, com metas e objetivos claramente definidos, torna-se essencial para avaliar os impactos ambientais das atividades rurais e estabelecer procedimentos que previnam ou mitiguem danos ambientais potenciais. Com base nesses princípios, o presente estudo teve como foco a avaliação do uso de cinzas vegetais provenientes da queima de bagaço de cana-de-açúcar e cavacos de eucalipto — resíduos oriundos de caldeiras para geração de energia — como alternativa de adubação orgânica em substituição aos fertilizantes químicos convencionais. O experimento foi conduzido *in loco*, em uma propriedade rural, com o cultivo de couve tipo manteiga (*Brassicaoleracea* var. *acephala*), comparando-se dois tratamentos: um com fertilização química tradicional e outro com adubação à base de cinzas vegetais. A pesquisa fundamentou-se em abordagem mista, de natureza qualitativa e quantitativa, abrangendo revisão bibliográfica e análises laboratoriais de macro e micronutrientes do solo e das plantas. O objetivo central consistiu em avaliar a viabilidade técnica e ambiental do uso direto das cinzas como fertilizante, destacando seus potenciais benefícios nutricionais à cultura e suas contribuições à redução de impactos ambientais associados à agricultura convencional.

**Palavras-chave:** Meio Ambiente, Sustentabilidade, Consciência, Sistema de Gestão Ambiental, Couve.

## ABSTRACT

The growing commitment of companies to environmental responsibility, especially in the agro-industrial sector, has driven the adoption of sustainable practices based on Environmental Management Systems (EMS). These systems serve as strategic instruments aimed at the rational use of natural resources and the consolidation of production processes aligned with environmental conservation. In the context of agribusiness, proper soil management plays a central role in the pursuit of productive efficiency associated with ecological sustainability. The formulation of socio-ecological policies, with clearly defined goals and objectives, becomes essential to evaluate the environmental impacts of rural activities and to establish procedures that prevent or mitigate potential environmental damage. Based on these principles, this study focused on evaluating the use of plant ashes from the burning of sugarcane bagasse and eucalyptus chips—residues from boilers for energy generation—as an alternative for organic fertilization to replace conventional chemical fertilizers. The experiment was conducted in loco on a rural property, with the cultivation of collard greens (*Brassica oleracea* var. *acephala*), comparing two treatments: one with traditional chemical fertilization and another with fertilization based on plant ashes. The research was based on a mixed approach, of a qualitative and quantitative nature, including a literature review and laboratory analyses of soil and plant macro and micronutrients. The main objective was to evaluate the technical and environmental feasibility of using ashes directly as fertilizer, highlighting its potential nutritional benefits to the crop and its contributions to reducing environmental impacts associated with conventional agriculture.

**Keywords:** Environment, Sustainability, Awareness, Environmental Management System, Collard Greens.

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Custos de aquisição dos insumos por canteiro convencional.....	52
TABELA 2 – Custos operacionais associados ao transporte e à destinação de cinza de caldeira industrial.....	53
TABELA 3 – Custos da comercialização de Cinzas em substituição do fertilizante NPK.....	53

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Cinzas provenientes de queima da mistura de bagaço de cana e cavaco de eucalipto.....	22
Figura 2: Implantação de mudas de couve ( <i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>acephala</i> ) em sistema de cultivo com cobertura do solo por mulching plástico.....	32
Figura 3: Canteiros de couve ( <i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>acephala</i> ) em estágio vegetativo avançado, conduzido sob manejo convencional com adubação química. ....	33
Figura 4: Canteiros de couve ( <i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>acephala</i> ) em estágio vegetativo avançado, conduzido com aplicação de cinza de caldeira industrial.....	33
Figura 5: Localização geográfica da empresa Folha D'Água Cultivo Hidropônico Ltda., no município de Uberlândia, Minas Gerais.....	36
Figura 6: Área experimental destinada à implantação dos canteiros de cultivo.....	37
Figura 7A. Distribuição dos teores de nitrogênio em folhas de couve ( <i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>acephala</i> ) sob manejo nutricional com cinza de caldeira industrial e adubação convencional (intervalo de confiança de 95%).....	42
Figura 7B. Distribuição dos teores de fósforo em folhas de couve ( <i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>acephala</i> ) sob manejo nutricional com cinza de caldeira industrial e adubação convencional (intervalo de confiança de 95%).....	43
Figura 7C. Distribuição dos teores de potássio em folhas de couve ( <i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>acephala</i> ) sob manejo nutricional com cinza de caldeira industrial e adubação convencional (intervalo de confiança de 95%).....	43
Figura 7D. Distribuição dos teores de cálcio em folhas de couve ( <i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>acephala</i> ) sob manejo nutricional com cinza de caldeira industrial e adubação convencional (intervalo de confiança de 95%).....	44
Figura 7E. Distribuição dos teores de magnésio em folhas de couve ( <i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>acephala</i> ) sob manejo nutricional com cinza de caldeira industrial e adubação convencional (intervalo de confiança de 95%).....	44
Figura 7F. Distribuição dos teores de enxofre em folhas de couve ( <i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>acephala</i> ) sob manejo nutricional com cinza de caldeira industrial e adubação convencional (intervalo de confiança de 95%).....	45
Figura 7G. Distribuição dos teores de boro em folhas de couve ( <i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>acephala</i> ) sob manejo nutricional com cinza de caldeira industrial e adubação convencional (intervalo de confiança de 95%).....	45

Figura 7H. Distribuição dos teores de cobre em folhas de couve ( <i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>acephala</i> ) sob manejo nutricional com cinza de caldeira industrial e adubação convencional (intervalo de confiança de 95%).....	46
Figura 7I. Distribuição dos teores de ferro em folhas de couve ( <i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>acephala</i> ) sob manejo nutricional com cinza de caldeira industrial e adubação convencional (intervalo de confiança de 95%).....	46
Figura 7J. Distribuição dos teores de manganês em folhas de couve ( <i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>acephala</i> ) sob manejo nutricional com cinza de caldeira industrial e adubação convencional (intervalo de confiança de 95%).....	47
Figura 7K. Distribuição dos teores de zinco em folhas de couve ( <i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>acephala</i> ) sob manejo nutricional com cinza de caldeira industrial e adubação convencional (intervalo de confiança de 95%).....	47
Figura 7L. Distribuição dos teores de extrato etéreo em folhas de couve ( <i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>acephala</i> ) sob manejo nutricional com cinza de caldeira industrial e adubação convencional (intervalo de confiança de 95%).....	48
Figura 7M. Distribuição dos teores de fibra bruta em folhas de couve ( <i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>acephala</i> ) sob manejo nutricional com cinza de caldeira industrial e adubação convencional (intervalo de confiança de 95%).....	48
Figura 7N. Distribuição dos teores de matéria pré-seca em folhas de couve ( <i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>acephala</i> ) sob manejo nutricional com cinza de caldeira industrial e adubação convencional (intervalo de confiança de 95%).....	49
Figura 7O. Distribuição dos teores de material mineral em folhas de couve ( <i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>acephala</i> ) sob manejo nutricional com cinza de caldeira industrial e adubação convencional (intervalo de confiança de 95%).....	49
Figura 7P. Distribuição dos teores de proteína bruta em folhas de couve ( <i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>acephala</i> ) sob manejo nutricional com cinza de caldeira industrial e adubação convencional (intervalo de confiança de 95%).....	50
Figura 7Q. Distribuição dos teores de umidade e voláteis em folhas de couve ( <i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>acephala</i> ) sob manejo nutricional com cinza de caldeira industrial e adubação convencional (intervalo de confiança de 95%).....	50

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1. Modelo de Gestão Ambiental.....	16
QUADRO 2. Resultados da Análise Química das Cinzas de Caldeira, obtidos por Rotina Básica, com Indicação dos Limites de Quantificação, Referências Metodológicas e Datas de Análise.....	23
QUADRO 3. Resultados da Análise Química das Cinzas de Caldeira – Micronutrientes, obtidos por Rotina Básica, com Indicação dos Limites de Quantificação, Referências Metodológicas e Datas de Análise.....	23
QUADRO 4. Resultados da Análise Granulométrica das Cinzas de Caldeira, com Indicação dos Limites de Quantificação, Referências Metodológicas e Datas de Análise.....	24
QUADRO 5. Resultados de Ensaios Químicos Complementares das Cinzas de Caldeira, com Indicação dos Limites de Quantificação, Referências Metodológicas e Datas de Análise.....	24
QUADRO 6. Resultados da Análise Química da Fertilidade do Solo, obtidos por Rotina Básica, com Indicação dos Limites de Quantificação, Referências Metodológicas e Datas de Análise.....	26
QUADRO 7. Resultados da Análise Química da Fertilidade do Solo – Micronutrientes, obtidos por Rotina Básica, com Indicação dos Limites de Quantificação, Referências Metodológicas e Datas de Análise.....	27
QUADRO 8. Resultados da Análise Granulométrica do Solo, com Indicação dos Limites de Quantificação, Referências Metodológicas e Datas de Análise.....	27
QUADRO 9. Resultados de Ensaios Químicos Complementares do Solo, com Indicação dos Limites de Quantificação, Referências Metodológicas e Datas de Análise.....	28
QUADRO 10. Resultados da Análise Química dos Tecidos Foliare de Couve (Brassica oleracea L. var. acephala), Cultivada em Área Tratada com Cinza de Caldeira Industrial, com Indicação dos Limites de Quantificação e Métodos Analíticos.....	38
QUADRO 11. Resultados da Análise Química dos Tecidos Foliare de Couve (Brassica oleracea L. var. acephala), Cultivada sob Manejo Convencional com Adubação Química, com Indicação dos Limites de Quantificação e Métodos Analíticos.....	39
QUADRO 12. Comparação dos Teores de Elementos Minerale e Parâmetro Bromatológico em Tecidos Foliare de Couve (Brassica oleracea L. var. acephala) Submetida a Manejo Nutricional com Cinza de Caldeira Industrial e Adubação Convencional, por Meio do Teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ )*.....	41

QUADRO 13. Análise componentes bromatológicos da couve – Solo Adubado com Cinza.....51

QUADRO 14. Análise componentes bromatológicos da couve - Solo Adubo convencional.....51

## **LISTA DE ANEXOS**

ANEXO I. Relatório de Ensaio Solo – Cinza.....	58
ANEXO II. Relatório de Ensaio Solo – 01 Ponto.....	63
ANEXO III. Relatório de Ensaio – Folha.....	71
ANEXO IV. Relatório de Ensaio – Alimento Animal.....	74

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	5
2 DESENVOLVIMENTO .....	7
2.1 A Evolução das questões ambientais.....	7
2.2 Desenvolvimento dos modelos sustentáveis.....	9
2.3 Gestão ambiental e gestão empresarial.....	12
2.4 Comprometimento e política ambiental .....	13
2.5 Objetivos, finalidades e princípios do Sistema Ambiental .....	14
3 ANÁLISE EXPERIMENTAL.....	19
3.1 Análise das cinzas.....	20
3.2 Análise do solo .....	25
3.3 Análise macro e micro dos nutrientes .....	28
3.4 Análise nutricional .....	30
3.5 Análise das mudas de couve.....	31
4 METODOLOGIA.....	34
5 MATERIAL E MÉTODO .....	36
6 RESULTADOS .....	52
6.1. Dos custos versus investimento .....	52
7. CONCLUSÃO.....	54
REFERÊNCIAS .....	55
ANEXO I. Relatório de Ensaio Solo - Cinza .....	58
ANEXO II. Relatório de Ensaio Solo – 01 Ponto .....	63
ANEXO III. Relatório de Ensaio - Folha .....	71
ANEXO IV. Relatório de Ensaio – Alimento Animal .....	74

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos há uma passagem de uma mentalidade extrativista, para uma conscientização acerca do comprometimento com relação as questões ambientais, destacando a edificação do princípio de sustentabilidade, principalmente quanto aos aspectos da eminente exaustão dos recursos naturais. Verificando assim, não só uma retomada de uma preocupação em relação aos danos já causados, e também a valorização de políticas de gestão ambiental voltadas para a proposta de preservação do meio ambiente, em especial do solo (PIORSKI; XAVIER, 2018)

Em vista disso, o modelo agrícola do país vem sendo bastante discutido nos últimos anos, ganhando cada vez mais importância à medida que aumenta a necessidade de aumentar a produção preservando o solo e seu potencial produtivo, despertando nos produtores um interesse pela agricultura sustentável, buscando a produção de alimentos mais saudáveis sem o uso indiscriminado de produtos químicos no solo (ALVES, et al; 2022)

Diante deste contexto envolvendo a preocupação com o solo e a segurança alimentar, tem se empregado novas tecnologias de manejo do solo a partir do uso racional de resíduos oriundos da cadeia produtiva agrícola, dentre elas a utilização de adubos orgânicos. Um exemplo é utilização de cinza vegetal, considerada como uma alternativa viável como forma de adubação orgânica, por ser uma excelente fonte de nutrientes ecologicamente correto (GONÇALVES; SOARES; PAULA, 2021).

O uso de cinza vegetal em plantios agrícolas mostra-se como uma importante oportunidade de restituição de parte dos nutrientes removidos pelas culturas. A reutilização das cinzas reduz a necessidade do uso de fertilizantes comerciais, contribuindo com a redução da acidificação do solo e com o aumento do suprimento de Cálcio (Ca) (PIVA et al; 2013).

A cinza vegetal consiste em um resíduo proveniente da queima da madeira que, dependendo de sua origem, pode apresentar elevados teores de K, P, Ca e Mg, e pode ser usada como suplemento nutricional, dependendo do balanço apresentado pelo solo e das exigências da cultura (PIVA et al; 2013).

O uso de cinza vegetal na agricultura aparece como técnica promissora para potencializar a produtividade agrícola. Sua composição química tem vantagens para aprimorar os atributos do solo, atuando como fertilizante, corretivo e auxiliando na

retenção de água. No entanto, estudos recomendam adoção controlada, para evitar impactos adversos (REIS et al; 2025).

A utilização das cinzas tem demonstrado resultados favoráveis sendo uma alternativa viável no desenvolvimento das culturas exploradas pelos produtores, levando a diminuição nos custos de produção, aumento de produtividade permitindo reaproveitamento de resíduos existentes na propriedade ou região que seriam descartados, promovendo sustentabilidade dentro do sistema produtivo (LITTLE; 2017).

Nesse contexto, poderia o cultivo de couve com uso de cinzas derivadas de caldeiras ser usado como adubo orgânico na atividade agrícola de modo viável, tendo em vista os possíveis benefícios sustentáveis que o uso das cinzas pode oferecer, considerando a valorização do solo (ALMEIDA, 2022).

Tendo em vista a necessidade de encontrar novas fontes de nutrientes que promovam a conservação do solo, o presente trabalho tem por objetivo, avaliar a viabilidade da adubação por meio de cinzas obtidas da queima de cavaco de eucalipto e bagaço da cana-de-açúcar na cultura da couve, discorrendo acerca das medidas de gestão ambiental, envolvendo o plantio dessa hortaliça, analisando amostragens com e sem o uso de cinzas proveniente de uma empresa parceira responsável pela moagem e fabricação de produtos de origem vegetal.

## **2 DESENVOLVIMENTO**

### **2.1 A Evolução das questões ambientais**

O meio ambiente é bastante abrangente, sendo frequentemente empregado para designar complexos biomas em determinados espaços geográficos compreendendo o uso do solo, assim como reservas minerais como bacias hidrográficas dentre os outros recursos naturais que demanda intensa proteção e preocupação por parte da sociedade em geral, sob a ótica da preservação deste sistema ecológico para a humanidade (NOVAES, 2016).

Nas últimas décadas o meio ambiente vem se tornando tema de debates em diversos segmentos, incluindo desde o setor governamental, passando pela área industrial, até a população de um modo geral, buscando meios para um melhor aproveitamento do solo, adicionalmente, com o uso dos adubos orgânicos que servem como base para a formulação de substratos para produção de mudas, reduzindo os custos dessa atividade, especialmente se utilizados substratos regionais de fácil obtenção sem causar impactos ambientais (BARBIERI; 2014)

A severa problemática atual, em particular evidenciada pela então promoção do Protocolo de Kyoto, editado ainda no final do século passado (1997), que embora inócuo procurou estabelecer limites de exploração dos recursos naturais pelo homem, assim como conscientizar a população acerca dos riscos em desconsiderar as questões ambientais. Mais recentemente o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), tratou de demonstrar de maneira científica os atuais níveis e efeitos resultantes da contaminação dos solos, sobretudo em função dos descartes de resíduos e uso excessivos de fertilizantes químicos no solo (NOVAES, 2016).

As questões ecológicas remontam uma série de eventos marginalizados pela civilização e seus governos, que literalmente ignoravam problemas ambientais como a poluição de rios, a ocorrência de chuva ácidas, danos causados à agricultura industrial e familiar, dentre outras problemáticas provenientes das agressões ao meio ambiente (NOVAES, 2016).

Essa consciência em relação a tais problemas ocorreu de maneira lenta, podendo ser representada em três fases principais. Na primeira fase os problemas

são localizados e tidos como consequências de ações de consumidores e produtores que ignoram completamente os efeitos de seus atos sobre o meio ambiente. Já na segunda fase os problemas são generalizados, uma vez que ocorrem em todos os lugares, mas restritos às fronteiras nacionais que aconteciam pela falta de administração de recursos. Na terceira fase a degradação ambiental é percebida como um problema global decorrente do padrão de desenvolvimento adotado por cada nação, em especial as mais desenvolvidas, dada sua capacidade de explorar de maneira quase sempre irracional (BARBIERI, 2014).

De maneira geral, os problemas ambientais causados pelo homem são consequências, “[...] do uso do meio ambiente para obter os recursos necessários para produzir os bens e serviços que estes necessitam e dos despejos de materiais e energia no meio ambiente” (BARBIERI, 2014).

Quando se aborda o tema meio ambiente, mais precisamente do uso do solo pelo agronegócio como fonte de recursos estes podem ser classificados de duas formas diferentes: renováveis e não-renováveis.

Recursos renováveis se usados excessivamente como fonte de produção esgotam-se em pouco tempo e demoram a serem recuperados novamente para o uso do ser humano (ALMEIDA, 2022).

O gradativo avanço das atividades agrícolas ocorreu com base no uso intensivo de matérias-primas e energias retiradas do meio natural de forma insustentável. Em função disto, cresceu a produção de bens e serviços, mas também houve aumento da destruição de diversas fontes de recursos, tanto renováveis quanto não-renováveis, justamente pelo uso indiscriminado de produtos químicos no solo (DONAIRE, 2017).

Nesse contexto, o aumento na produção foi seguido por alterações no padrão de consumo, o que levou ao aumento de poluentes acima da capacidade de absorção do meio natural, gerando a poluição. Assim, as atuais práticas agrícolas têm sido desenvolvidas para reduzir a aplicação de insumos químicos e minimizar as agressões ao meio ambiente, produzindo alimentos mais saudáveis e ecologicamente corretos (DONAIRE, 2017).

## 2.2 Desenvolvimento dos modelos sustentáveis

O conceito mais apropriado do que vem a ser desenvolvimento sustentável poderia ser sintetizado, como sendo o desenvolvimento que objetiva atender as atuais necessidades da população sem com isso comprometer as eventuais necessidades das gerações futuras. Em outras palavras, significar intensificar a máxima das relações entre: reduzir, reutilizar e reciclar os recursos oriundos da natureza (NOVAIS, 2016).

A esse respeito, o relatório tratado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, publicou, em 1987, o relatório "Nosso Futuro Comum", conhecido como "Relatório *Brundtland*", determinando a necessidade de uma conferência global que estabelecesse uma nova forma de relação com o meio ambiente, discorre sobre a necessidade de se implantar medidas de sustentabilidade para a promoção da qualidade de vida da população, com ênfase no estudo preliminar dos solos, em razão do uso excessivo e indiscriminado de resíduos orgânicos, ou seja, a ideia de atender as necessidades atuais sem prejudicar o equilíbrio futuro (MOREIRA, 2021).

Tais medidas tornaram-se sustentáveis para os "Limites do Crescimento", com conclusões otimistas quanto ao futuro da humanidade, pois do contrário, caso as tendências de crescimento da população mundial, industrialização, produção de alimentos, poluição e consumo de recursos se mantiverem imutáveis, a qualidade de vida da população em geral foi sensivelmente comprometida, isto é, insustentáveis, em razão dos limites de crescimento neste planeta dentro dos próximos 100 anos (BARBIERI; 2014).

Nesse contexto, vale destacar que a noção de desenvolvimento sustentável constitui em uma atribuição decorrente do relatório feito pela *Our Common Future* (Nosso Futuro comum), um documento homologado pela ONU em 1987, que relaciona 109 países visando concretizar a mensagem enviada pela Conferência de Estocolmo realizada em 1972 (BARBIERI; 2014).

No início da década de 1980, a ONU promoveu um debate acerca das questões ambientais, chefiada pela correspondente primeira-ministra da Noruega, *Gro Harlem Brundtland* em meio a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Tal comissão, objetivou estudar profundamente o tema do uso do

solo, onde afirmaram uma visão crítica do modelo de desenvolvimento adotado pelos países industrializados e reproduzido pelas nações em desenvolvimento, que ressaltam os riscos do uso excessivo de fertilizantes ofensivos ao solo (ALMEIDA, 2022).

Dessa forma a Comissão *Brundtland* enfatizava a necessidade de mudanças econômicas internacionais, estimulando a cooperação internacional para reduzir desequilíbrios entre países, tendo como ideia alcançar uma agricultura sustentável (ALMEIDA, 2022).

Essa preocupação deriva do conjunto de leis elaboradas na década de 1980, empregadas para preservação ambiental, considerada por muitos como a melhor do mundo. Por outro lado, cabe observar que, em razão da precária fiscalização e, acima de tudo, efetiva, constata-se lamentavelmente um anacrônico desrespeito a essas mesmas leis, especialmente em áreas de vazios demográficos, onde o poder público não alcança as irregularidades que cercam esse tema (MOREIRA, 2021).

A análise ambiental do solo é um segmento de estudo ainda relativamente novo, pois ambiciona relacionar os preceitos econômicos e as políticas ambientais no mesmo plano, isto é, a concretização da sustentabilidade, com o uso de práticas agrícolas desenvolvidas para reduzir a aplicação de insumos químicos e minimizar as agressões ao meio ambiente, produzindo alimentos mais saudáveis e ecologicamente corretos. Para isso, lança mão o auspicioso método de atribuição de custos e/ou benefícios oriundos da produção consciente, com base em uma espécie de pressão ético-ambiental (MOREIRA, 2021).

O uso de espécies de leguminosas, notadamente em áreas passíveis de pousio, tem sido preconizado como alternativa interessante para o suprimento de nitrogênio às culturas. A adubação verde acrescenta nitrogênio e outros nutrientes ao agro ecossistema, proporciona adequada cobertura do solo, reduzindo riscos de erosão, atenua a competição das plantas espontâneas com as culturas, contribuindo, ademais, para a biodiversidade funcional nas unidades de produção (ESPINDOLA et al; 2006).

Ao mesmo tempo em que frequentemente se indaga os órgãos ambientais sobre o uso consciente do solo para atingir o grau satisfatório de desenvolvimento sustentável sem comprometer a produtividade da empresa que se submete a tal proposta, ponto de intenso e constante debate, a respeito de tais modelos ambientais

que, atendam as atuais exigências comportamentais vigentes. Por exemplo, a sucessão de culturas que apresenta aspectos interessantes como exploração e aporte de matéria orgânica diferenciada ao solo pelo sistema radicular, condições para o desenvolvimento de predadores, alternância de exploração de nutrientes e água, redução nos níveis de compactação do solo e oferta diferenciada de produtos ao mercado (LITTLE; 2017).

Outro fator que merece realce quando se refere o desenvolvimento sustentável referente ao uso do solo, a importância dos princípios de sustentabilidade despidos de apenas interesses envolvendo a acumulação de capitais, mas sim a cabal compreensão da necessidade de criar de fato condições indispensáveis para o desenvolvimento humano dentro do meio ambiente, dessa forma, trata-se de uma outra maneira de se promover a eugenia terrestre contemporânea (LITTLE; 2017).

Nesse sentido, o documento denominado *World Conservation Strategy* produzido pela (UICN) e *World Wildlife Fund* (WWF), ainda na década de 1980, demonstra algumas estratégias envolvendo a sustentabilidade de caráter institucional para a conservação da natureza, que deve alcançar os seguintes objetivos, manter os processos ecológicos essenciais e os sistemas naturais vitais necessários para o desenvolvimento e sobrevivência do ser humano, preservar e diversidade genética e assegurar o aproveitamento sustentável das espécies e do ecossistema. E com isso tem por objetivo manter a capacidade do planeta para a sustentação do desenvolvimento levando em consideração a capacidade dos ecossistemas e as necessidades das futuras gerações (BARBIERI; 2014).

Algumas questões importantes surgiram para o entendimento da sustentabilidade, por exemplo, desflorestamento, erosão do solo e a formação de depósito sedimentares em rios e lagoas. Estes estão ligados a vários fatores sociais e políticos como o crescimento populacional, o elevado processo de urbanização e industrialização, com impacto profundo sobre o meio ambiente (LITTLE; 2017).

O que concorre para o desenvolvimento de medidas eficientes de gerenciamento das respectivas atividades ligadas aos setores agroindustriais. Nesse sentido, a utilização, assim ampliação de instrumentos racionais de gestão ambiental associados ao meio empresarial, torna-se um importante recurso de minimização de impactos ambientais ao solo.

### **2.3 Gestão ambiental e gestão empresarial**

A gestão ambiental é uma prática muito recente, que vem ganhando espaço no setor agroindustrial. Assim é possível a mobilização das organizações para se adequar à promoção de um meio ambiente ecologicamente equilibrado. Seu objetivo é a busca de melhoria constante dos produtos, serviços e ambiente de trabalho, em toda organização, levando-se em conta o fator ambiental, com vista para redução dos consumos de fertilizantes (BARBIERI; 2014).

Uma das alternativas utilizadas para diminuir o consumo de fertilizantes é o uso de matéria orgânica residual. Uma vez que após serem manejados, esses resíduos são depositados sobre a superfície do solo, promovendo a elevação do teor de matéria orgânica (MO) e da capacidade de troca catiônica (CTC) no solo causando maior disponibilidade de nutrientes com a sua decomposição, além de manter a umidade do solo e controlar plantas invasoras (LEITE et al; 2020).

Atualmente esses efeitos são bastante variáveis, pois dependem da espécie utilizada, manejo dado à biomassa, época de semeadura, persistência dos resíduos sobre o solo, condições locais e da interação entre esses fatores, começa a ser encarado como um assunto estratégico, porque além de estimular a qualidade do solo também possibilita a redução de custos diretos (redução de desperdícios com água, energia e matérias primas) e indiretos (indenizações por danos ambientais) (LEITE et al; 2020).

Sob a ótica de Barbieri (2014), a gestão ambiental é compreendida como um sistema de diretrizes e processos operacionais desenhados para otimizar o desempenho ecológico. Isso inclui desde a organização de tarefas até o direcionamento de investimentos, sempre com o propósito de eliminar agressões ao meio ambiente e implementar barreiras preventivas contra danos ambientais.

No caso do setor agrário, a Gestão Ambiental apresenta algumas características diferenciadas. As empresas têm papel fundamental na consolidação do desenvolvimento sustentável, responsabilizando-se também por ajustar seu comportamento ao princípio da sustentabilidade, tornando-se exemplo de mudança de padrões de consumo e produção, adequando suas ações à ética socioambiental (BARBIERI, 2014).

As empresas não podem ignorar suas obrigações ambientais, a pressão dos consumidores e as imposições normativas obrigam-nas a buscar alternativas para seus sistemas de produção e distribuição que minimizem os impactos ambientais

negativos (BARBIERI, 2014).

O uso de substratos constituídos pela mistura do composto e de alguns subprodutos, tais como resíduos de eucalipto, bagaço da cana-de-açúcar, favorecem a sustentabilidade da pequena e média propriedade. Além disso, possuem capacidade de suprir completamente a demanda por nutrientes eliminando a utilização de fertilizantes químicos e podem ser obtidos com facilidade na propriedade rural ou imediações, fatos que propiciam menores custos ao produtor rural (FACTOR et al., 2008).

Historicamente, as exigências de preservação ambiental eram vistas pelas corporações como encargos financeiros impostos por órgãos reguladores. Atualmente, no entanto, a integração de resíduos para otimizar as propriedades físico-químicas e biológicas do solo demonstra uma mudança de paradigma: a sustentabilidade deixou de ser um custo para se tornar um diferencial competitivo que fortalece a posição da cadeia agroindustrial no mercado (FACTOR et al., 2008).

#### **2.4 Comprometimento e política ambiental**

A política ambiental deve atuar como um guia norteador para as instituições, estabelecendo diretrizes de conduta e compromissos práticos, especialmente no que tange ao manejo sustentável do solo. Partindo de um diagnóstico situacional — seja por meio de uma auditoria preliminar ou de uma revisão técnica —, a empresa consegue mapear seu status ecológico atual e projetar metas futuras. Esse processo de análise permite que a organização delibere e consolide formalmente seus objetivos e sua política de sustentabilidade (BARBIERI, 2014).

O objetivo maior é obter um comprometimento e uma política ambiental definida para organização. Ela não deve simplesmente conter declarações vagas, ela precisa ter um posicionamento definido e forte. Além da política ambiental, empresas também adotam a missão que em poucas palavras expõe seus propósitos (MEYER, 2020).

Desta maneira, a política ambiental da organização deve necessariamente estar disseminada nos quatro pontos da empresa, ou seja, em todas as áreas administrativas e operativas e também deve estar incorporada em todas as hierarquias existentes, isto é, de baixo para cima e de cima para baixo – da alta administração até a produção (BARBIERI, 2014).

Ao adotar a política ambiental, a organização deve escolher as áreas mais óbvias a serem focalizadas com relação ao cumprimento da legislação e das normas ambientais potenciais da empresa. Ao passo que a organização deve ter o cuidado de não ser demasiadamente genérica, afirmando, por exemplo: cumprir a legislação ambiental. É óbvio que qualquer empresa, com ou sem política ambiental declarada, deve obedecer à legislação vigente (MEYER, 2020).

Neste contexto, faz-se necessário destacar que o compromisso com o cumprimento e a conformidade é de vital importância para organização, pois, em termos de gestão ambiental, inclusive nos moldes das normas da série ISO 14000, a adoção de um SGA – Sistema de Gestão Ambiental é voluntária. Portanto nenhuma empresa é obrigada a adotar uma política ambiental ou procedimentos ambientais, salvo em casos de requisitos exigidos por lei, a exemplo dos processos de licenciamento ambiental, controle de emissões e tratamento de resíduos (BARBIERI, 2014).

## **2.5 Objetivos, finalidades e princípios do sistema de gestão ambiental**

A implantação do fator de gestão ambiental dentro dos mecanismos de controle das degradações ecológicas é hoje uma ferramenta imprescindível para a fiscalização e monitoramento das atividades irregulares que acometem o meio ambiente, pois coloca luz aonde havia omissão e imprudência por parte de numerosos agentes não ambientais que desrespeitavam muitas vezes as legislações (MEYER, 2020).

Os avanços ocorridos na área da sistematização da gestão ambiental sofreram virtuosa evolução seja no plano instrumental, político e legais para construção do aparato formal da organização dos meios ambientais como:

- manter um sistema de gestão ambiental visando assegurar o atendimento aos requisitos jurídicos, bem como garantir seus processos de produtos e serviços;
- gerenciar os dejetos de origem industriais, mitigando a sua geração e potencializando a sua reutilização;
- procurar a melhoria do desempenho ecológico das eventuais atividades, de modo a privilegiar a prevenção contra a poluição e, ao mesmo tempo, aplicando tecnologias economicamente viáveis;

- produzir equipamentos independentes do gênero condizentes com especificidade a qual é submetido;
- promover a conscientização da população a despeito das necessidades de políticas socialmente responsáveis, inclinando-se para os modelos ecologicamente corretos (MEYER, 2020).

A preocupação deverá ser norteadada na direção do equilíbrio simétrico com a natureza no sentido máximo da palavra, assim como a utilização e capacitação dos princípios da constante inovação, sobretudo em países que se encontram em desenvolvimento, como o próprio Brasil. O conceito de Gestão Ambiental, mostra-se como o modelo a ser seguido, pois reúne as condições ideais para harmonizar as atividades sociais e econômicas com foco na edificação do meio ambiente (KRAEMER; 2016).

Reconhece-se que as reservas naturais são finitas, e que as soluções empregadas derivam da parcimônia empregada pela sociedade em geral de forma a desenvolver uma nova identidade ético-ambiental, devidamente comprometida com os fatores ecológicos, assim como econômicos, dado sua relação com os índices de produtividade de muitas corporações (KRAEMER; 2016).

Ao passo que a gestão ambiental pretende manter o meio ambiente dentro de uma perspectiva salutar (na medida do possível), subsidiando um amplo reservatório de informações sincronizadas atendendo aos anseios da população, assim como apresentado no Quadro 1. Nele, observa-se as áreas pelas quais os modelos de gestão de sustentabilidade se estendem, bem como suas atribuições no âmbito da gestão de planos de origem ambiental buscando programas em ações efetivas conforme as exigências ambientais inerentes (LITTLE, 2017).

**QUADRO 1. Modelo de Gestão Ambiental**

<b>Gestão de Processos</b>	<b>Gestão de sustentabilidade</b>	<b>Gestão do Plano Ambiental</b>
Exploração dos recursos	Qualidade do ar	Princípios e compromissos
Transformação dos recursos	Qualidade da água	Política ambiental
Alocação de recursos	Qualidade do solo	Conformidade legal
Transporte dos recursos	Diversidade	Objetivos e metas
Aplicação	Diversidade	Programa ambiental
Quadro de risco ambientais	Qualidade de vida	Projetos ambientais
Situação de emergência	Imagem institucional	Ações preventivas

Fonte: (LITTLE, 2017).

Nesse sentido, o termo gestão ambiental é bastante abrangente quando se trata de seus objetivos e finalidades dentro de seus princípios, pois ele é frequentemente usado para designar diversas ações ambientais em determinados espaços geográficos, como por exemplo: gestão ambiental de parques e reservas florestais, gestão de áreas de proteção ambiental, gestão ambiental de reservas de biosfera e outras tantas modalidades de gestão que incluam aspectos ambientais (MOREIRA, 2021).

A administração ambiental empresarial pode ser entendida como a articulação de estratégias e métodos operacionais adotados por diferentes tipos de organizações para gerir sua interação com o meio ambiente (LITTLE, 2017).

Estas por sua vez, segundo o mesmo autor, levam em conta a saúde e a segurança das pessoas e a proteção do meio ambiente com a eliminação ou minimização de impactos e danos ambientais decorrentes do planejamento, implantação, operação, ampliação, realocação ou desativação de empreendimentos ou atividades, incluindo-se todas as fases do ciclo de vida de um produto (MOREIRA, 2021).

O objetivo maior da gestão ambiental deve ser a busca permanente de melhoria da qualidade ambiental dos serviços, produtos e ambiente de trabalho de qualquer organização pública ou privada, que pode ser alcançado com a adoção de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA). A busca permanente da qualidade ambiental é um processo de aprimoramento constante do SGA global de acordo com a política ambiental estabelecida pela organização (MOREIRA, 2021).

De acordo com as diretrizes da NBR ISO 14.001, o gerenciamento ambiental estabelece metas fundamentais para as organizações. No entanto, para além das

exigências normativas, Barbieri (2014) destaca que a aplicação prática dessa gestão permite atingir outros propósitos relevantes, tais como:

- **Administração Estratégica:** coordenar as atividades corporativas por meio de planos de ação e normas internas voltadas à performance ambiental e à imagem da instituição frente ao mercado;
- **Segurança e Bem-estar:** atuar de forma integrada à segurança ocupacional para garantir a preservação da saúde e integridade física dos colaboradores;
- **Sustentabilidade no Portfólio:** envolver desde a alta gestão até o operacional no desenvolvimento de soluções, bens ou serviços que causem o menor impacto ecológico possível
- **Interação Institucional:** cooperar com o setor público, associações econômicas e a sociedade civil na busca por métodos de produção que eliminem ou reduzam danos aos ecossistemas.

Assim sendo, a norma NBR-ISO 14.001 tem como objetivo, implementar, manter e aprimorar um Sistema de Gestão Ambiental a contento, ou seja, que possibilite uma adequada estabilidade sustentável associada a um rentável equacionamento econômico, assegurando sua conformidade com sua política ambiental definida pela ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR ISO 9000 (2020).

Tais normas têm por finalidade identificar os aspectos ambientais de suas atividades, assim como produtos ou serviços, de modo a determinar aqueles que têm ou possam ter impactos ambientais significativos, por sua vez implicando em responsabilidade civil (MOREIRA, 2021).

Nesse sentido, a administração ambiental no cenário corporativo assume um papel de extrema importância, influenciando diretamente as decisões estratégicas. A viabilidade de sua execução prática está intrinsecamente ligada à sensibilidade e ao engajamento da alta gestão frente às questões ecológicas, fatores que permitem prever o sucesso da implementação de tais políticas (LITTLE, 2017).

De qualquer modo, estando muito ou pouco vinculadas a questões ambientais, as empresas que já estão praticando a gestão ambiental ou aquelas que estão em fase de definição de diretrizes e políticas para iniciarem o seu gerenciamento ambiental, devem ter em mente os princípios e os elementos de um SGA e as

principais tarefas e atribuições que normalmente são exigidas para que seja possível levá-la bom termo (LITTLE; 2017).

O sucesso de uma política ambiental organizacional exige um encadeamento lógico de ações que garanta sua viabilidade econômica e operacional:

1. **Formulação de Planos:** definir metodologias para transformar a intenção política em ações concretas;
2. **Desenvolvimento de Capacidades:** preparar a equipe e os processos internos para suportar as novas exigências sustentáveis;
3. **Auditoria de Desempenho:** rastrear e avaliar indicadores de impacto para garantir que os objetivos estão sendo alcançados;
4. **Revisão do Sistema:** analisar os processos de forma crítica para promover correções e evoluções no modelo de gestão.

### 3 USO DA BIOMASSA A PARTIR DE CALDEIRAS A VAPOR

As caldeiras, também denominadas geradores de vapor, funcionam convertendo a energia térmica proveniente da queima de combustíveis ou biomassa para transformar água líquida em vapor. Esse processo ocorre sob pressões que superam significativamente a atmosférica, sendo os equipamentos geralmente classificados em flamotubulares ou aquatubulares. No modelo flamotubular, os gases aquecidos pela combustão circulam por dentro de tubulações que estão mergulhadas em água, promovendo o seu aquecimento e posterior vaporização. Pela sua configuração construtiva menos complexa, essas caldeiras são tipicamente organizadas em arranjos horizontais ou verticais (ANDRADE, 2017).

Conhecidas popularmente como caldeiras, as unidades geradoras de vapor possuem vasta aplicação nos setores industriais e em usinas termelétricas para a produção de eletricidade. Nesses sistemas, a água é o fluido de trabalho fundamental devido à sua disponibilidade. O processo térmico ocorre a partir da combustão, que fornece o calor sensível necessário para elevar a temperatura da água até o seu ponto de ebulição; em seguida, o calor latente promove a mudança de fase (vaporização) e, por fim, o calor de superaquecimento eleva a temperatura do vapor acima do ponto de saturação, transformando-o em vapor superaquecido (ALTAFINI, 2002).

De acordo com a norma regulamentadora (NR 13, 2022), caldeiras a vapor são por definição, equipamentos destinados a produzir e acumular vapor sob pressão superior à atmosférica, utilizando qualquer fonte de energia, excetuando-se os reservadores e equipamentos similares utilizados em unidades de processo (ALMEIDA, 2022).

A caldeira de biomassa é uma fonte de energia renovável que representa uma alternativa quanto ao uso de caldeiras que trabalham com combustíveis fósseis. Existem diversos estudos quanto às emissões de gases em diferentes tipos de caldeira em escala comercial, com as matérias primas variando entre bio-óleo, óleo originado de combustível fóssil e madeira (SIPPULA et al., 2019).

A preocupação com as mudanças climáticas e as limitações nas fontes de energia fósseis fez o mercado global de bioenergia crescer nas últimas

décadas, tornando-se crucial a criação de sistemas de energias sustentáveis para garantir o bem-estar humano (CARVALHO, 2021).

A bioenergia é considerada uma das energias mais atrativas por oferecer alternativa sustentável para resíduos diversos, utilizando-se a biomassa como combustível sólido e apresentando baixas emissões de CO<sub>2</sub>. Nas últimas décadas, também tem sido estudada a conversão termoquímica da biomassa, visando a melhoria de suas propriedades térmicas (CARVALHO, 2021).

A utilização de biomassa como fonte energética representa uma opção estratégica e sustentável para a agroindústria. A diversidade de materiais orgânicos que podem ser utilizados em caldeiras implica em variadas propriedades físico-químicas, as quais influenciam diretamente a eficiência do processo térmico. Entretanto, a formação de subprodutos, como as cinzas, constitui um dos principais desafios operacionais. Esse resíduo inorgânico, além de não contribuir para a produção de energia, pode se acumular nas superfícies internas do equipamento, criando uma barreira térmica que prejudica a transferência de calor e favorece o surgimento de desgastes por corrosão (SIPPULA et al., 2019).

Neste sentido, já existem algumas aplicações das cinzas de caldeiras como na composição e enriquecimento do solo na agricultura sustentável. Tal subproduto é utilizado na correção da acidez do solo, pois de uma maneira geral conta com um pH básico, e como fertilizante agrícola, conforme a presença de micro e macro nutrientes.

### **3.1 Cinzas vegetais**

As indústrias de madeira e unidades sucroalcooleiras geram enormes quantidades de cinzas e por muito tempo o método mais comum de destinação final tem sido a disposição em aterros. Por outro lado, com o surgimento de regulamentos para conservação do meio ambiente aumentaram-se os custos de deposição em aterros e as dificuldades para a aquisição de novos locais para o acondicionamento. Ao longo de algumas décadas uma série de estudos têm sido realizados sobre a utilização de cinzas de madeira na agricultura como um método alternativo de aproveitamento. Em função de suas propriedades e sua influência na química do solo a utilização de cinzas de madeira é particularmente adequada para o manejo da fertilidade de solos ácidos tropicais e solos florestais (DEMEYER et al., 2021).

A cinza vegetal é um resíduo oriundo da queima da madeira em caldeira para produção de energia e que dependendo de sua origem, pode apresentar elevados teores de Potássio (K), Fósforo (P), Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg), e ser utilizado como adubo e corretivo, dependendo da fertilidade solo e das necessidades da cultura. Esse resíduo, ainda pouco utilizado na agricultura como adubo do solo, contém além dos macronutrientes, alguns micronutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas, como o Cobre (Cu), Zinco (Zn), Ferro (Fe) e Boro (B) (DAROLT; OSAKI, 2021).

A utilização de cinza vegetal pode ser uma alternativa de baixo custo para adubação de culturas de cobertura e adubos verdes em solos com elevada acidez. Alguns resultados de pesquisa têm demonstrado que a adição de cinzas, de resíduos vegetais e de esterco de animais podem propiciar a redução do alumínio tóxico, melhoria significativa de algumas propriedades químicas como pH, Potássio (K) e Magnésio (Mg), favorecendo o crescimento das culturas (MATERECHERA; MKHABELA, 2022).

A aplicação de cinza vegetal em plantios agrícolas apresenta-se como uma importante oportunidade de restituição de parte dos nutrientes removidos pelas culturas, reduzindo a necessidade do uso de fertilizantes comerciais e conseqüentemente os custos da produção, e contribuindo com a redução da acidificação. Diante disso, o seu aproveitamento na agricultura seria duplamente benéfico, por melhorar a produtividade das culturas e por minimizar o efeito poluente diante da elevada quantidade de cinzas produzida (SANTOS, 2012).

Tendo em vista a geração em larga escala desse resíduo sólido pelo setor industrial, a destinação desse subproduto torna-se um problema para as autoridades responsáveis. Contudo, o uso indiscriminado de cinzas pode causar problemas, principalmente com a aplicação de doses excessivas. Assim, torna-se necessário conhecer a princípio a composição química desse resíduo e a dose adequada para cada cultura, evitando-se carência nutricional ou toxidez pelo excesso de alguns nutrientes como Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg), que competem significativamente com outros pelos sítios ativos de absorção (LIMA et al., 2016).

Considerando a importância do equilíbrio catiônico, que se refere ao balanço e interações envolvendo os íons positivos presentes no solo, como os cátions de Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K), adsorvidos e liberados por partículas. Dessa

forma, possuir o entendimento sobre essa dinâmica é de grande importância para manter um estado dinâmico equilibrado para o solo, bem como para a planta. Doses elevadas de cinza podem prejudicar as raízes das plantas, causando-lhes até morte, em razão da alta alcalinidade (BONFIM-SILVA et al. 2013).

No presente estudo, optou-se por usar as cinzas em seu estado bruto, sem modificação química, visando um processo de baixo custo e alta viabilidade produtiva conforme demonstrado na Figura 1.



**Figura 1:** Cinzas provenientes de queima da mistura de bagaço de cana e cavaco de eucalipto  
**Fonte:** Acervo da autora.

A análise das cinzas provenientes da caldeira, abrangendo os macronutrientes, contemplou a determinação dos teores de Matéria Orgânica, Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S). Paralelamente, foram avaliados os micronutrientes, Cobre (Cu), Zinco (Zn) e Manganês (Mn), de modo a caracterizar a composição mineral completa do material. Os resultados obtidos para cada elemento, juntamente com seus respectivos valores de referência e datas das análises, encontram-se listados nos Quadros 2 e 3.

**QUADRO 2.** Resultados da Análise Química das Cinzas de Caldeira, obtidos por Rotina Básica, com Indicação dos Limites de Quantificação, Referências Metodológicas e Datas de Análise.

Análise	Resultado	Limite de Quantificação	Referência	Data Análise
Matéria orgânica	10,28 g/dm <sup>3</sup>	4,77	IAC, 2001	10/07/2024
Fósforo Mehlich	34,000 mg/dm <sup>3</sup>	0,668	Embrapa, 2009 Parte 2 Cap. I pág.130.	11/07/2024
Potássio	2,558mmolc/dm <sup>3</sup>	0,296	Embrapa, 2 <sup>a</sup> ed, 2009. Parte 2 Cap I pág.130.	09/07/2024
Cálcio	104,50mmolc/dm <sup>3</sup>	0,30	IAC, 2001	15/07/2024
Magnésio	4,02mmolc/dm <sup>3</sup>	0,15	Cap.12 pág.200.	12/07/2024
Enxofre	3,14 mg/dm <sup>3</sup>	1,42	IAC, 2001	09/07/2024

**QUADRO 3.** Resultados da Análise Química das Cinzas de Caldeira – Micronutrientes, obtidos por Rotina Básica, com Indicação dos Limites de Quantificação, Referências Metodológicas e Datas de Análise.

Análise	Resultado	Limite de Quantificação	Referência	Data Análise
Cobre - DTPA	0,52 mg/dm <sup>3</sup>	0,025	IAC, 2001	10/07/2024
Zinco - DTPA	0,78 mg/dm <sup>3</sup>	0,016	Cap.16	
Manganês - DTPA	34,16 mg/dm <sup>3</sup>	0,05	pág.240.	

As análises das cinzas da caldeira referentes à granulometria e aos demais ensaios encontram-se apresentadas nos Quadros 4 e 5. Nesses quadros são descritos os percentuais de areia fina e grossa, argila e silte, bem como os teores de mercúrio total, carbono orgânico total, Nitrogênio (N), arsênio total, chumbo total, boro (B) e cádmio total. Os resultados obtidos para cada elemento, acompanhados de suas respectivas referências e datas de análise, permitem uma caracterização detalhada da composição físico-química das cinzas avaliadas.

**QUADRO 4.** Resultados da Análise Granulométrica das Cinzas de Caldeira, com Indicação dos Limites de Quantificação, Referências Metodológicas e Datas de Análise

Análise	Resultado	Limite de Quantificação	Referência	Data Análise
Areia fina	2,03 %	2,00	IAC,2009. Parte V Cap.2 pág.46. e Embrapa, 2011. Parte I Cap.12 pág.43.	15/07/2024
Areia grossa	61,01 %			
Argila	≤ 2% <sup>1</sup>			
Silte	35,21 %			

<sup>1</sup> Valor inferior ao limite de quantificação do método

**QUADRO 5.** Resultados de Ensaio Químicos Complementares das Cinzas de Caldeira, com Indicação dos Limites de Quantificação, Referências Metodológicas e Datas de Análise

Análise	Resultado	Limite de Quantificação	Referência	Data Análise
Mercúrio Total	< 0,02 mg/kg	0,02	SMWW 3112 B	12/07/2024
Carbono Orgânico Total	5,96 g/dm <sup>3</sup>	-	IAC, 2001	09/07/2024
Nitrogênio Kjedad	245,0000 mg/kg	0,1000		11/07/2024
Arsênio Total	< 1,00 mg/kg	1,00	SMWW 3114 C	12/07/2024
Chumbo Total	< 10,00 mg/kg	10,00	SMWW 3112 B	15/07/2024
Boro	0,36 mg/dm <sup>3</sup>	0,04	IAC, 2001	19/07/2024
Cádmio Total	< 0,40 mg/kg	0,40	SMWW 3112 B	15/07/2024

### **3.2 Análise de solo**

A análise de solo é o principal instrumento para o diagnóstico da fertilidade do solo, permitindo a recomendação das quantidades de agentes químicos necessários para obter rendimentos elevados das culturas. A recomendação das quantidades corretas de fertilizantes a serem adicionadas ao solo depende da adoção de procedimentos adequados de coleta de amostras de solo, de forma que estas sejam representativas da área a ser cultivada (CARDOSO; FERNANDES; FERNANDES, 2009).

As avaliações e classificações dos solos se torna importante para a definição das quantidades necessárias para a correção do solo. Evita, desta forma, os desequilíbrios nutricionais e/ou contaminação do solo e das culturas que se deseja produzir. É possível verificar que esta análise representa um custo do processo de produção, porém é apontada como viável em função dos benefícios que pode proporcionar, inclusive evitando desperdícios de materiais corretivos (CARDOSO; FERNANDES; FERNANDES, 2009).

A amostragem de solo constitui uma etapa fundamental para o diagnóstico das propriedades químicas, físicas e biológicas da área de cultivo, conforme ilustrado no Quadro 6. Por meio desses dados, é viável mensurar o potencial de fertilidade e a disponibilidade nutricional para as culturas, além de identificar a composição granulométrica, a retenção hídrica e demais variáveis críticas para o sucesso da atividade agrícola (LIMA et al., 2016).

**QUADRO 6.** Resultados da Análise Química da Fertilidade do Solo, obtidos por Rotina Básica, com Indicação dos Limites de Quantificação, Referências Metodológicas e Datas de Análise.

Análise	Resultado	Limite de Quantificação	Referência	Data Análise
Matéria orgânica	17,28 g/dm <sup>3</sup>	4,77	IAC, 2001	01/11/2024
Fósforo disponível (Mehlich -1)	< 0,668 mg/dm <sup>3</sup>	0,668	Embrapa, 2009 Parte 2 Cap. I pág.130.	01/11/2024
Potássio (K)	< 0,296 mmolc/dm <sup>3</sup>	0,296	Embrapa, 2º ed, 2009. Parte 2 Cap I pág.130.	31/10/2024
Cálcio (Ca)	15,72 mmolc/dm <sup>3</sup>	0,30	IAC, 2001 Cap.12 pág.200.	01/11/2024
Magnésio (Mg)	6,33 mmolc/dm <sup>3</sup>	0,15		
Enxofre (S)	25,63 mg/dm <sup>3</sup>	1,42	IAC, 2001	

A partir dos resultados da análise química da fertilidade do solo com exceção do Magnésio (Mg), avaliado pelos métodos, Quadro 6 e das análises e datas avaliadas a partir da análise química da amostra composta, as médias dos valores das características químicas determinadas não foram influenciadas pelo aumento do número de amostras simples para formar uma amostra composta representativa, indicando que, as médias dessas características não serão diferentes, independentemente do método de avaliação da fertilidade média do solo.

**QUADRO 7.** Resultados da Análise Química da Fertilidade do Solo – Micronutrientes, obtidos por Rotina Básica, com Indicação dos Limites de Quantificação, Referências Metodológicas e Datas de Análise.

Análise	Resultado	Limite de Quantificação	Referência	Data Análise
Cobre (DTPA)	0,42 mg/dm <sup>3</sup>	0,025	IAC, 2001	01/11/2024
Zinco (DTPA)	0,30 mg/dm <sup>3</sup>	0,016	Cap.16	
Manganês (DTPA)	1,14 mg/dm <sup>3</sup>	0,05	pág.240.	
Boro	0,08 mg/dm <sup>3</sup>	0,04	IAC, 2001	

Quanto à granulometria, demonstrada no Quadro 8, observou-se a comparação entre a areia fina, grossa, argila grossa, argila comum e silte, em que é possível verificar a composição do solo.

**QUADRO 8.** Resultados da Análise Granulométrica do Solo, com Indicação dos Limites de Quantificação, Referências Metodológicas e Datas de Análise.

Análise	Resultado	Limite de Quantificação	Referência	Data Análise
Areia fina	7,53 %	2,00	IAC,2009. Parte V Cap.2 pág.46. e Embrapa, 2011. Parte I Cap.12 pág.43.	08/11/2024
Areia grossa	39,53 %			
Argila	23,95 %			
Silte	28,99 %			

A análise dos elementos químicos presentes no solo, considerando os demais ensaios granulométricos são apresentados no Quadro 9.

**QUADRO 9.** Resultados de Ensaio Químicos Complementares do Solo, com Indicação dos Limites de Quantificação, Referências Metodológicas e Datas de Análise.

Análise	Resultado	LQ	Referência	Data Análise
Ferro - DTPA	20,24 mg/dm <sup>3</sup>	0,1	IAC, 2001 Cap.16 pág.240.	01/11/2024
Mercúrio Total	0,02 mg/kg	0,02	SMWW 3112 B	07/11/2024
Carbono Orgânico Total	10,02 g/dm <sup>3</sup>	-	IAC, 2001	01/11/2024
Relação C/N	0,02 %	-	IAC, 2001	08/11/2024
Estanho Total	< 80,00 mg/kg	80,00	SMWW 3112 B	05/11/2024
Prata Total	< 0,60 mg/kg	0,60		
Vanádio Total	124,21 mg/kg	5,00		
Arsênio Total	2,30 mg/kg	1,00	SMWW 3114 C	07/11/2024
Chumbo Total	< 10,00 mg/kg	10,00	SMWW 3112 B	05/11/2024
Molibdênio Total	< 5,00 mg/kg	5,00		
Níquel Total	< 10,00 mg/kg	10,00		
Cádmio Total	< 0,40 mg/kg	0,40		
Nitrogênio Total	420,00 mg/kg	0,10	IAC, 2001	06/11/2024
Sólidos Totais	85,91 %	0,01	SMWW 2540 B	31/10/2024
Umidade	14,08 %	-	MAPA IN SDA 28/2007	

### 3.3 Análise macro e micro dos nutrientes

A necessidade de adubação para uma cultura deriva do fato de que nem sempre o solo é capaz de oferecer todos os nutrientes que as plantas precisam para adequado crescimento e expressão da produtividade. As características e quantidades de adubos e fertilizantes dependem das necessidades nutricionais da espécie utilizada, da fertilidade do solo, da forma de reação dos adubos com o solo, da eficiência dos adubos e de fatores de ordem econômica, que justifica uma criteriosa análise macro e micro dos nutrientes (CRUZ et al; 2021).

Os micronutrientes e macronutrientes são fatores essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas, cada um desempenhando papéis

particulares e cruciais. Os macronutrientes são necessários em maiores quantidades, ao passo que os micronutrientes aparecem em quantidades menores, porém são igualmente vitais. Compreender a importância de ambos e como eles influenciam na produtividade das plantas é fundamental para uma agricultura sustentável (CRUZ et al; 2021).

Os macronutrientes incluem nitrogênio (N), Fósforo (P), e Potássio (K), frequentemente referidos como (NPK), além de Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S). O nitrogênio (N), é utilizado por ser fundamental para a síntese de aminoácidos, proteínas e clorofila da planta, uma vez que promove o crescimento vegetativo e produção de folhas verdes. A ausência desse macro nutriente acarreta em plantas com crescimento lento e folhas amareladas (SILVA et al; 2009).

Quanto ao Fósforo (P), esse é essencial para a transferência de energia dentro das plantas, sendo parte integrante do ATP. Ele também é importante para o desenvolvimento das raízes e a floração. A sua falta pode levar a um crescimento atrofiado e uma coloração púrpura nas folhas (SILVA et al; 2009).

O Potássio (K), é responsável por regular a abertura e fechamento dos estômatos, ajudando a planta a controlar a perda de água. Ele também é vital para a síntese de proteínas e a resistência a doenças. A falta de Potássio (K), pode levar a plantas fracas e suscetíveis a pragas e doenças (SILVA et al; 2009).

Há outros macronutrientes tão importantes como para a manutenção da qualidade da planta como o Cálcio (Ca), importante para a formação das paredes celulares e a estabilidade das membranas celulares.

O Magnésio (Mg), parte central da molécula de clorofila, essencial para a fotossíntese e o Enxofre (S), componente de aminoácidos e vitaminas, necessário para a formação de proteínas (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1999).

Os micronutrientes são menos requerentes, porém são relevantes para a saúde das plantas que incluem Ferro (Fe), Manganês (Mn), Zinco (Zn), Cobre (Cu), Boro (B), Molibdênio (Mo) e Cloro (Cl). Vale destacar que o ferro é essencial para a síntese de clorofila e a respiração celular. A deficiência de ferro causa clorose, onde as folhas ficam amareladas com manchas verdes (CRUZ et al; 2021).

Já o Manganês (Mn) é necessário para a fotossíntese, a respiração e a assimilação de Nitrogênio (N). A deficiência de Manganês pode resultar em clorose entre as veias das folhas. O Zinco (Zn), é crucial para a produção de auxinas,

hormônios de crescimento das plantas. A deficiência de zinco pode causar um crescimento atrofiado e folhas pequenas e deformadas. Há ainda outros micronutrientes como o Cobre (Cu), Boro (B), Molibdênio (Mo) e Cloro (Cl), (CRUZ et al; 2021) que estão relacionados a processos vitais para a cultura agrícola.

O fertilizante NPK (Nitrogênio, Fósforo e Potássio) é um adubo químico de amplo uso na agricultura, cuja função é fornecer os principais macronutrientes necessários ao desenvolvimento das plantas: o Nitrogênio (N) estimula o crescimento vegetativo e a produção de folhas; o Fósforo (P) é essencial para a formação de raízes, flores e frutos, além de participar do metabolismo energético; e o Potássio (K) atua na regulação hídrica, na fotossíntese e na resistência a doenças (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1999).

A cama de frango, por sua vez, é um resíduo orgânico rico em nitrogênio, fósforo e matéria orgânica, contribuindo para a melhoria da estrutura do solo, aumento da capacidade de retenção de água e fornecimento gradual de nutrientes, promovendo maior equilíbrio nutricional no longo prazo (CRUZ et al; 2021).

### **3.4 Análise nutricional da couve**

O suprimento nutricional equilibrado é determinante para o desenvolvimento pleno, o rendimento e o valor comercial das colheitas. No atual contexto da agricultura de alta performance, que prioriza a produtividade aliada à sustentabilidade, o diagnóstico rigoroso das necessidades nutricionais vegetais consolida-se como um recurso essencial para a gestão agrícola (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1999).

Analisando os resultados apresentados pode-se verificar que Nitrogênio (N), Fósforo (P), Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn) apresentaram agrupamento (a) para couves cinzas e (b) para couve comum, o que significa que as médias que não compartilham uma letra são significativamente diferentes. Portanto, a couve cinzas apresentou aumento em seus fatores fito nutrientes, ou seja, compostos antioxidantes, que ajudam a proteger as células devido ao seu papel vital na eliminação de compostos nocivos, contribuindo, deste modo, para a proteção do organismo humano (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1999).

O plantio da couve, quando bem manejado, isto é, mantendo o controle dos macronutrientes e micronutrientes, permite a planta alcançar elevado teor em vitamina C e ácido fólico, potentes antioxidantes para a saúde humana, e que agem no sistema

imunitário auxiliando na proteção do organismo de infecções (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1999).

Além disso, a Vitamina C participa na produção de colágeno, proteína que se encontra em tecidos como o conjuntivo, pele, cartilagens e tendões. Vale destacar, que apresenta elevado teor em fibra, cuja função é benéfica para o organismo, pois ajuda a controlar os níveis de açúcar no sangue, a reduzir os níveis de colesterol sanguíneo, prevenindo, assim, algumas doenças cardiovasculares. De destacar também o seu contributo para o bom funcionamento intestinal, ajudando a evitar algumas patologias intestinais (CRUZ et al; 2021).

Já o Potássio (K), Cálcio (Ca), Enxofre (S), Extrato Etéreo, Fibra Bruta, Matéria pré-seca, Material Mineral, Proteína Bruta e Umidade e voláteis estão no mesmo agrupamento a, portanto assumiu-se igualdade de variâncias para a análise.

Assim, a análise dos tecidos nutricionais aliada à análise do solo permite o diagnóstico nutricional de plantas mais eficiente, determinando o estado de nutrientes para plantas, as necessidades de alterações na adubação e a necessidade de comprar nutrientes para plantas.

Tradicionalmente, métodos como o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) e a leitura de clorofila (SPAD) têm sido utilizados para essa finalidade. Mas, com o avanço da tecnologia, novas abordagens surgem, prometendo maior precisão, rapidez e capacidade de análise em tempo real (CRUZ et al; 2021).

A verificação do estado nutricional vegetal pode ser realizada por meio de inspeção visual ou via análise foliar. Nesta última, amostras de folhas são submetidas a exames laboratoriais em fases estratégicas do desenvolvimento da cultura, sendo os dados obtidos confrontados com padrões de plantas de alto rendimento. Tal método baseia-se no princípio de que o vigor vegetativo otimizado é um requisito indispensável para a maximização da produtividade (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1999).

### 3.5 Análise das mudas de couve

O espaçamento recomendado em plantios comerciais de couve é de 80 a 100 cm e entrelinhas por 50 a 70 cm entre plantas. Apesar de haver preferência dos produtores para o cultivo em linhas simples com espaçamento de 80 a 100 cm entrelinhas duplas e 40 a 50 cm entrelinhas simples. O espaçamento entre plantas, normalmente, é de 50 cm. O tipo de solo, a declividade do terreno, o porte da cultivar de couve e o manejo da cultura determinam a escolha do espaçamento entrelinhas e entre plantas (TORRES, 2015).



**Figura 2:** Implantação de mudas de couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) em sistema de cultivo com cobertura do solo por mulching plástico.

**Fonte:** Acervo da autora.

Além disso, faz-se necessário um planejamento quanto aos índices pluviométricos, pois a planta é sensível a altos volume de água, para tanto foi instalado em cada canteiro, lonas (*mulching*) para proteger as plantas e o solo em relação a chuva, infestação de plantas daninhas e também manter a umidade do solo, como demonstrado na Figura 2 (TORRES, 2015).

Em alguns casos, o *mulching* pode facilitar a colheita, pois permite que as plantas cresçam de forma mais uniforme e limpa, além disso, diminui a necessidade e capina, de desenvolvimento de pragas e de regas frequentes pois retém umidade (Figura 3 e 4) (TORRES, 2015).



**Figura 3:** Canteiros de couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) em estágio vegetativo avançado, conduzido sob manejo convencional com adubação química.

**Fonte:** Acervo da autora.



**Figura 4:** Canteiros de couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) em estágio vegetativo avançado, conduzido com aplicação de cinza de caldeira industrial.

**Fonte:** Acervo da autora.

## 4 METODOLOGIA

De acordo com a natureza dos objetivos propostos pelo presente estudo que tratou de descrever sobre o uso de cinzas vegetais oriundas da queima do bagaço de cana-de-açúcar e cavaco de eucalipto como adubo no cultivo de couve, com foco na gestão ambiental, optou-se por uma elaboração de um estudo de caráter exploratório e descritivo, acompanhado de uma revisão literária proposto aqui como recurso para elaborar uma pesquisa de natureza qualitativa.

De acordo com Gil (2008), a pesquisa exploratória busca uma melhor aproximação da problemática apresentada dentro do contexto vivenciado, de maneira a tornar o trabalho mais acessível conforme a temática levantada, viabilizando assim um adequado estudo sobre o uso de cinzas vegetais, buscando informações para a construção de conhecimentos, enfatizando a importância da sustentabilidade na agricultura atual.

A descrição sobre a aplicação direta de cinzas de caldeira como fonte de adubação no cultivo da couve teve como objetivo demonstrar mediante fundamentações teóricas as particularidades dos sistemas de gestão ambiental correlacionado aos benefícios do solo e conseqüentemente aos ganhos nutricionais da planta, destacando as análises macro e micronutrientes (GIL, 2008).

Para tanto, fez-se necessário definir o que é uma pesquisa bibliográfica e quais seus passos para uma satisfatória investigação dos dados colhidos. Foi realizada revisão literária referente ao papel da gestão ambiental na agricultura, investigando a viabilidade do uso de cinzas como adubo orgânico, na cultura da couve, de forma a levantar, analisar e contextualizar as informações retiradas (LAKATOS; MARCONI, 2010).

A comparação entre três ou mais grupos independentes foi realizada por meio da análise de variância (ANOVA). Uma vez que a ANOVA sinaliza a existência de disparidades significativas, mas não identifica onde elas ocorrem, utilizou-se o Teste de Tukey. Este procedimento de comparações múltiplas permite discernir, com precisão, quais médias de tratamento apresentam diferenças estatisticamente relevantes entre si.

A análise de variância (ANOVA) foi empregada com o propósito de comparar as médias amostrais e identificar possíveis diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos avaliados. Esse método permite verificar a influência do tipo de adubação sobre as variáveis observadas, de modo análogo aos testes de hipóteses clássicos utilizados em experimentos agrônômicos.

Foram realizadas análises de macro e micronutrientes do solo com o objetivo de avaliar os efeitos do uso exclusivo da cinza vegetal na composição do canteiro, comparativamente à adubação química convencional. As amostras de solo foram coletadas em diversos pontos da área experimental, a fim de constituir uma amostra composta representativa das condições reais do ambiente de cultivo.

Complementarmente, a pesquisa bibliográfica foi ampliada para assegurar embasamento teórico consistente, contemplando fontes em língua portuguesa provenientes de obras literárias, artigos científicos e periódicos especializados. Foram incluídas publicações disponíveis em bases eletrônicas, como a *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), bem como livros do acervo da Biblioteca da Universidade de Uberaba. O recorte temporal abrangeu produções publicadas nos últimos dez anos (2015-2025), assegurando a atualização e a pertinência das informações utilizadas.

## 5 PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL

O estudo contou com um experimento em uma propriedade rural localizada no município de Uberlândia, Estado de Minas Gerais- MG, realizado no período de fevereiro a maio do ano de 2025. O município está a 863 metros de altitude em relação ao nível do mar. O clima é caracterizado como tropical, com diminuição de precipitação de chuva no inverno e temperatura média compensada anual de aproximadamente 22°C. Quanto ao índice pluviométrico é pouco superior a 1.600 milímetros (mm), concentrado no mês de verão. O solo é predominantemente ácido, pouco fértil, o que exige manejo adequado para atividades agrícolas da empresa em estudo.

A empresa cuja a razão social é FOLHA D'AGUA CULTIVO HIDROPONICO LTDA, foi fundada há 4 anos, em 22/09/2021, está localizada na Rodovia BR 455 Sentido Uberlândia a Campo Florido a esquerda, S/N, Zona Rural, em Uberlândia (MG), CEP 38412-264, coordenadas -19.064291, -48.313587. Sua atividade principal é de Horticultura, exceto morango, de acordo com o código CNAE A-0121-1/01. É uma unidade rural de pequeno porte, conforme demonstrada a Figura 5.



**Figura 5:** Localização geográfica da empresa Folha D'Água Cultivo Hidropônico Ltda., no município de Uberlândia, Minas Gerais

**Fonte:** Acervo da autora.

A respectiva propriedade utiliza a cinza vegetal proveniente da queima de bagaço de cana-de-açúcar e cavaco de eucalipto, adquirida de uma empresa esmagadora de soja parceira da propriedade, onde foi cultivado o experimento. As cinzas foram transportadas por caminhão *roll-on* acompanhadas por nota fiscal e

manifesto de transporte de resíduos. O material foi armazenado próximo ao local onde seria utilizado e coberto com lona, para evitar que ficasse com excesso de umidade devido as chuvas. A umidade excessiva dificulta a montagem do canteiro e a uniformização da mistura.

O experimento foi constituído de canteiros amostrais, dois contendo terra com cinza e cinco contendo terra com cama de frango mais NPK. Após a aquisição da cinza e levantamento dos canteiros foi avaliado a análise do solo que receberam os canteiros, seguido da montagem dos canteiros (canteiro com cinzas e canteiros com NPK e cama de frango), e plantio das mudas em ambos canteiros. Posteriormente, a irrigação por gotejamento e aplicação de ureia e NPK (uma vez por semana, onde após 30 dias foram retiradas as amostras de couve de diversos pés para compor amostras compostas, visando determinar as análises do macro e micronutrientes da planta.

As mudas de couve foram cultivadas em solo natural, distribuídas em canteiros com e sem adição de cinzas. O espaçamento utilizado foi de 30 cm × 30 cm entre plantas. Cada canteiro media 1,0 m de largura por 50 m de comprimento, comportando sete linhas de plantio: duas linhas em solo com cinzas e cinco linhas adubadas com e NPK (20-05-20) e cama de frango. Cada tratamento contou com 100 plantas por repetição. Foram utilizados 5kg de NPK mais 280kg de cama de frango por canteiro. Já os dois canteiros formados com solo e cinzas, receberam 1.000kg de cinzas cada. Além disso, todos canteiros receberam fertirrigação a cada 7 dias, com composição de 2 kg de NPK, (4-14-8) e mais 1 kg de ureia, como demonstra a Figura 6.



**Figura 6:** Área experimental destinada à implantação dos canteiros de cultivo.  
**Fonte:** Acervo da autora.

Quanto aos relatórios das análises químicas das folhas de couve cultivadas em solos adubados com cinzas, em comparação àquelas provenientes de solos com adubação convencional, foram obtidas médias dos resultados dos elementos classificados em macro e micronutrientes. Observou-se variação entre os dois sistemas de cultivo — com cinzas e convencional — conforme demonstrado nos Quadros 10 e 11, evidenciando diferenças nos teores nutricionais e na absorção de elementos essenciais pelas plantas.

**QUADRO 10.** Resultados da Análise Química dos Tecidos Foliare de Couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*), Cultivada em Área Tratada com Cinza de Caldeira Industrial, com Indicação dos Limites de Quantificação e Métodos Analíticos.

Análise	Resultado	Unidade	Limite de Quantificação	Método	Ensaio
Nitrogênio	37,63	g/kg	0,22	ESALQ. Cap. 06	15/05/2025
Fósforo	3,89	g/kg	0,11		
Potássio	44,60	g/kg	0,32		
Cálcio	24,84	g/kg	0,22		
Magnésio	5,35	g/kg	0,11		
Enxofre	8,17	g/kg	0,11		
Boro	18,10	mg/kg	5,00		
Cobre	8,00	mg/kg	2,03		
Ferro	238,40	mg/kg	3,79		
Manganês	36,00	mg/kg	4,02		
Zinco	40,00	mg/kg	4,13		

**QUADRO 11.** Resultados da Análise Química dos Tecidos Foliare de Couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*), Cultivada sob Manejo Convencional com Adubação Química, com Indicação dos Limites de Quantificação e Métodos Analíticos.

Análise	Resultado	Unidade	Limite de Quantificação	Método	Ensaio
Nitrogênio	33,04	g/kg	0,22	ESALQ. Cap. 06	15/05/2025
Fósforo	3,21	g/kg	0,11		
Potássio	41,98	g/kg	0,32		
Cálcio	25,11	g/kg	0,22		
Magnésio	6,53	g/kg	0,11		
Enxofre	9,07	g/kg	0,11		
Boro	12,70	mg/kg	5,00		
Cobre	3,50	mg/kg	2,03		
Ferro	176,20	mg/kg	3,79		
Manganês	25,10	mg/kg	4,02		
Zinco	33,00	mg/kg	4,13		

Nas análises comparativas múltiplas entre o uso de cinzas e a adubação convencional, aplicando-se o Teste de Tukey, foi possível identificar diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos. Verificou-se que, para os elementos Nitrogênio (N), Fósforo (P), Magnésio (Mg), Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn), os resultados indicaram melhorias na qualidade do solo e maior eficiência nutricional das plantas adubadas com cinzas. Esses nutrientes estão diretamente relacionados à síntese proteica, ao crescimento vegetal e à prevenção de sintomas de deficiência, como o amarelecimento ou a clorose das folhas mais velhas, especialmente em função do papel central do Nitrogênio (N) nesses processos (PRADO, 2020).

O fósforo (P) apresentou desempenho relevante, pois, quando associado ao Carbono (C), forma complexos polifosfatados, como a adenosina trifosfato (ATP) e a adenosina difosfato (ADP), essenciais ao metabolismo energético e à conversão de energia nas plantas. O Magnésio (Mg), por sua vez, atua como ativador de enzimas relacionadas ao metabolismo energético, sendo fundamental para a fotossíntese, uma

vez que estabelece a ligação entre as estruturas de pirofosfato do ATP e do ADP (PRADO, 2020).

O Boro (B) também demonstrou papel fisiológico relevante, atuando na regulação do metabolismo de carboidratos e na germinação do pólen, além de estar associado à formação do tubo polínico. A deficiência desse micronutriente resulta em folhas menores, cloróticas, deformadas e quebradiças, podendo causar a morte do meristema apical (ZUAZO, 2022).

Os elementos, Cobre (Cu) e Zinco (Zn) exercem funções complementares, atuando como constituintes e cofatores enzimáticos envolvidos no metabolismo de proteínas e carboidratos, além de participarem do processo de fixação simbiótica do nitrogênio. O Ferro (Fe), por sua vez, integra reações de redução do nitrato e do sulfato, além de ser essencial para a produção de energia e para a síntese de clorofila, apresentando correlação direta entre o teor de ferro no tecido vegetal e a intensidade da coloração verde das folhas (ZUAZO, 2022).

O Manganês (Mn) também apresentou diferença significativa entre os tratamentos, destacando-se por sua atuação nos processos de oxidação e redução no sistema de transporte de elétrons. Sua deficiência interfere na respiração celular e na formação de diversos metabólitos secundários (MATIOLI, 2019).

O Potássio (K) não apresentou diferença estatística significativa entre os sistemas de adubação. Ainda assim, sua função é fundamental como ativador enzimático e participante do metabolismo proteico, da fotossíntese, do transporte de assimilados e da regulação do potencial hídrico celular. Atua, também, como componente osmótico das células-guarda, contribuindo para o equilíbrio iônico e a manutenção da turgidez celular. Em conjunto com compostos como fibra bruta, extrato etéreo, matéria seca e proteína bruta, o potássio desempenha papel essencial na homeostase fisiológica das plantas (MATIOLI, 2019).

**QUADRO 12.** Comparação dos Teores de Elementos Minerais e Parâmetros Bromatológicos em Tecidos Foliares de Couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) Submetida a Manejo Nutricional com Cinza de Caldeira Industrial e Adubação Convencional, por Meio do Teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ )\*.

Elementos/Parâmetro	Tratamento com Cinzas	Tratamento Convencional
Nitrogênio	37,630 a	33,040 b
Fósforo (g/kg)	3,888 a	3,212 b
Potássio	44,60 a	41,98 a
Cálcio	24,84 a	25,112 a
Magnésio	5,348 b	6,5320 a
Enxofre	8,170 a	9,070 a
Boro	18,100 a	12,700 b
Cobre	8,000 a	3,500 b
Ferro	238,40 a	176,20 b
Manganês	36,000 a	25,100 b
Zinco	40,000 a	33,000 b
Extrato Etéreo	37,920 a	36,130 a
Fibra Bruta	93,910 a	87,590 a
Matéria pré-seca	122,57 a	116,46 a
Material Mineral	122,57 a	116,46 a
Proteína Bruta	214,33 a	207,60 a
Umidade e voláteis	910,50 a	879,50 a

\* Médias seguidas por letras iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

Conforme ilustrado na Figura 8A, os teores de nitrogênio nas folhas de couve diferiram entre os tratamentos avaliados, com valores medianos superiores no manejo que utilizou cinza de caldeira industrial em comparação ao sistema convencional de adubação química. Observa-se, ainda, maior dispersão dos valores no tratamento com cinzas, indicando variabilidade na resposta das plantas quanto à absorção e ao acúmulo de nitrogênio sob esse manejo.

O padrão observado no box-plot sugere que a aplicação de cinza de caldeira industrial pode influenciar a dinâmica do nitrogênio no sistema solo-planta, possivelmente em função de alterações nas condições químicas do solo e no ambiente radicular, com reflexos sobre a disponibilidade e a assimilação desse

nutriente. Do ponto de vista agrônômico, teores foliares mais elevados de nitrogênio estão associados ao maior vigor vegetativo da cultura, sendo esses resultados relevantes para a interpretação do efeito do manejo nutricional sobre o desempenho da couve.

**GRÁFICO 1:** Distribuição dos teores nutricionais em folhas de couve (*Brassica oleracea L. var. acephala*) sob manejo nutricional com cinza de caldeira industrial e adubação convencional (intervalo de confiança de 95%).

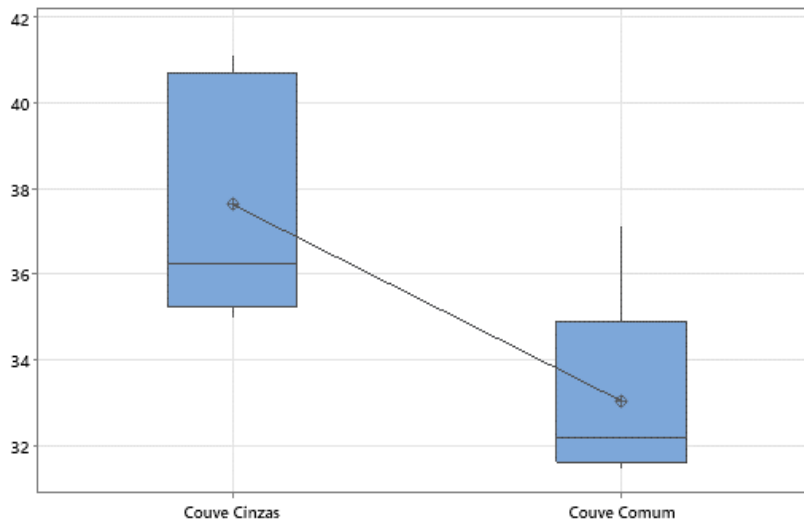
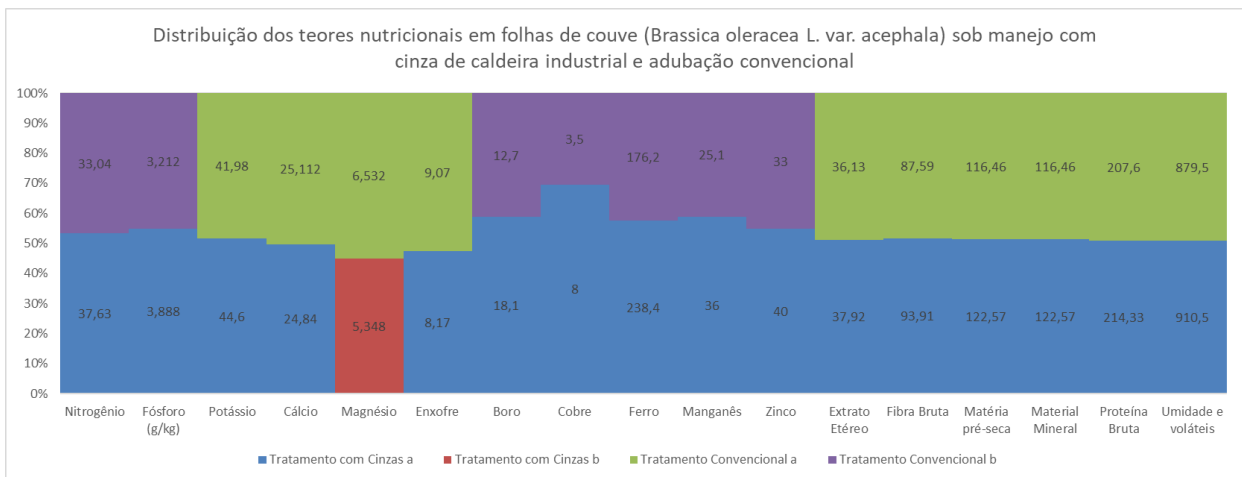


Figura 7A. Distribuição dos teores de nitrogênio em folhas de couve (*Brassica oleracea L. var. acephala*) sob manejo nutricional com cinza de caldeira industrial e adubação convencional (intervalo de confiança de 95%).

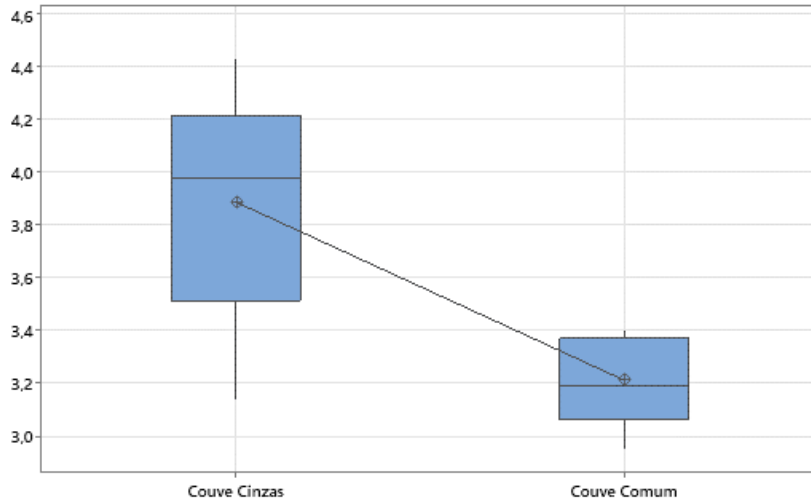


Figura 7B. Distribuição dos teores de fósforo em folhas de couve (*Brassica oleracea L. var. acephala*) sob manejo nutricional com cinza de caldeira industrial e adubação convencional (intervalo de confiança de 95%).

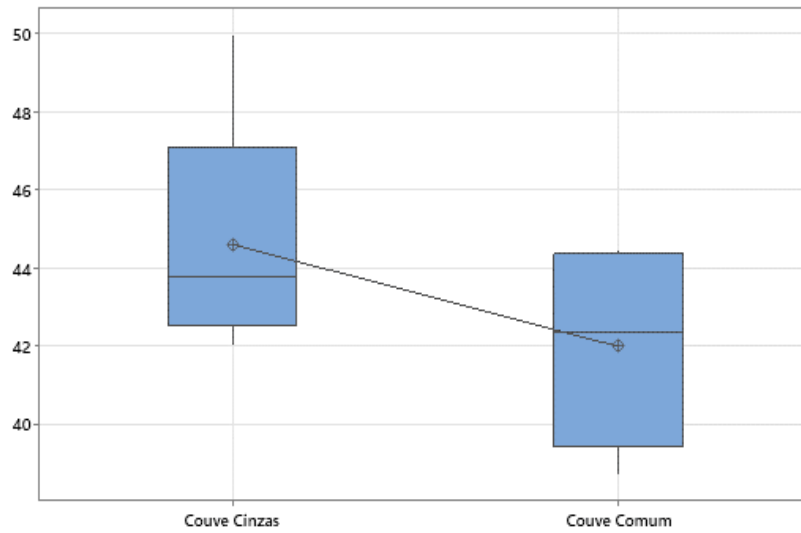


Figura 7C. Distribuição dos teores de potássio em folhas de couve (*Brassica oleracea L. var. acephala*) sob manejo nutricional com cinza de caldeira industrial e adubação convencional (intervalo de confiança de 95%).

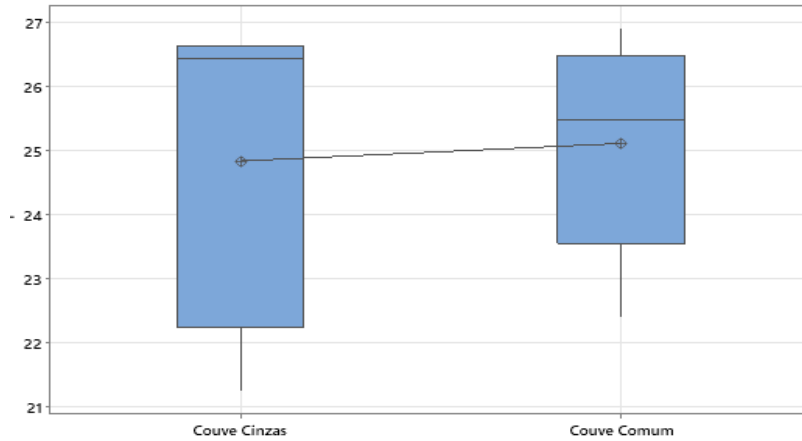


Figura 7D. Distribuição dos teores de cálcio em folhas de couve (*Brassica oleracea L. var. acephala*) sob manejo nutricional com cinza de caldeira industrial e adubação convencional (intervalo de confiança de 95%).

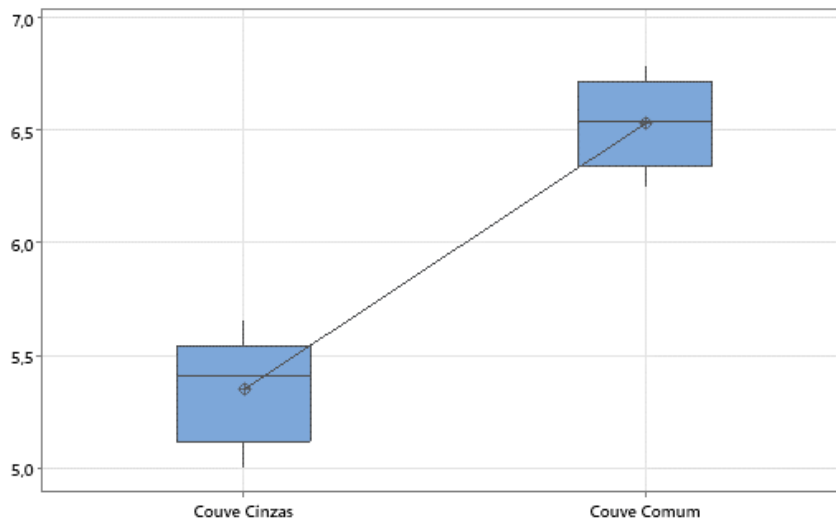


Figura 7E. Distribuição dos teores de magnésio em folhas de couve (*Brassica oleracea L. var. acephala*) sob manejo nutricional com cinza de caldeira industrial e adubação convencional (intervalo de confiança de 95%).

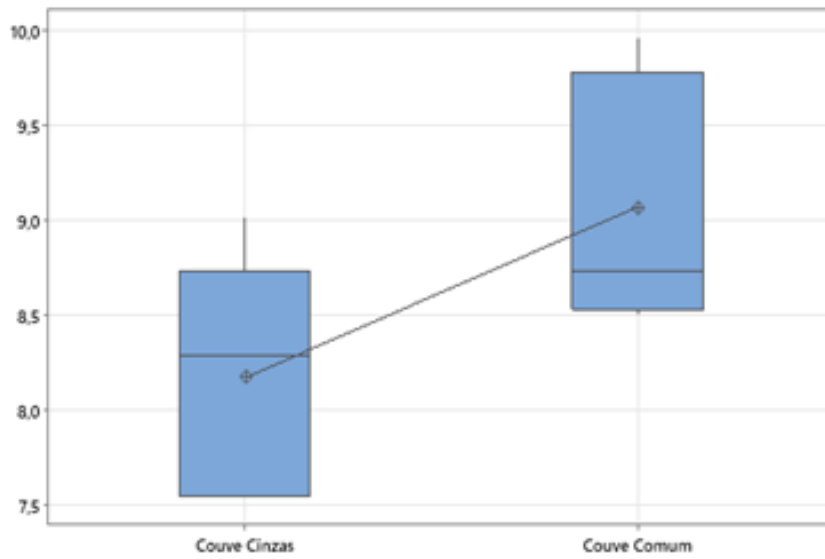


Figura 7F. Distribuição dos teores de enxofre em folhas de couve (*Brassica oleracea L. var. acephala*) sob manejo nutricional com cinza de caldeira industrial e adubação convencional (intervalo de confiança de 95%).

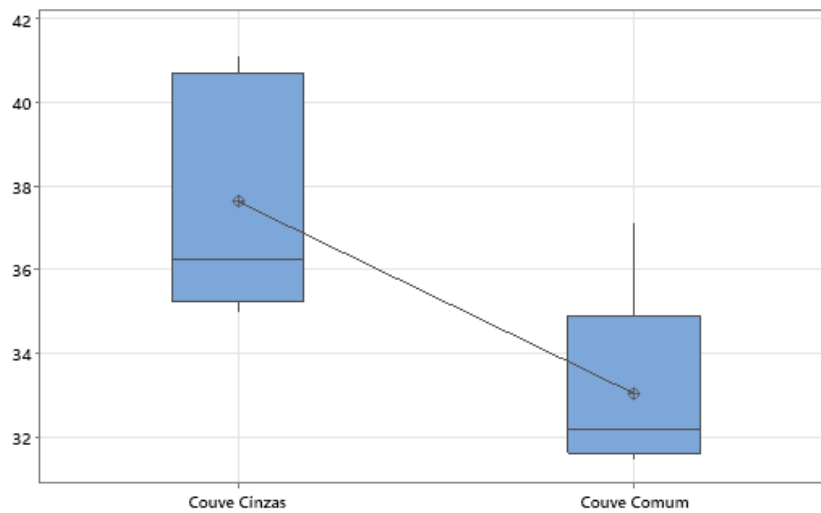


Figura 7G. Distribuição dos teores de boro em folhas de couve (*Brassica oleracea L. var. acephala*) sob manejo nutricional com cinza de caldeira industrial e adubação convencional (intervalo de confiança de 95%).

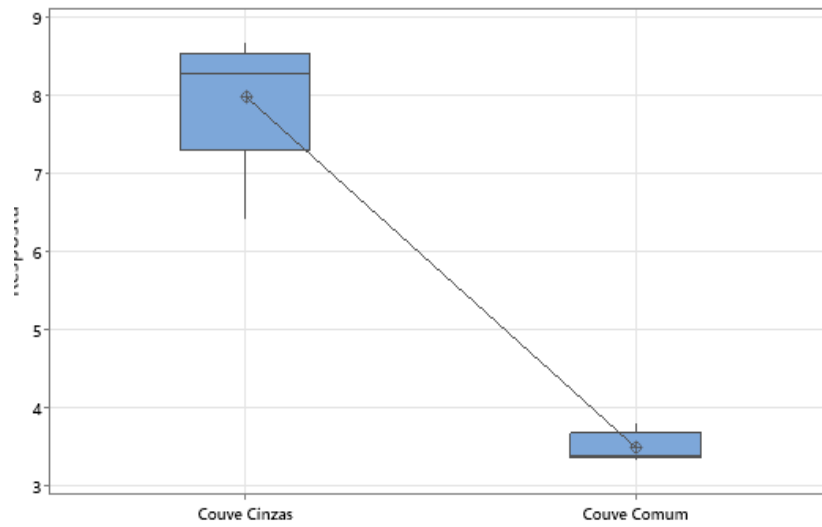


Figura 7H. Distribuição dos teores de cobre em folhas de couve (*Brassica oleracea L. var. acephala*) sob manejo nutricional com cinza de caldeira industrial e adubação convencional (intervalo de confiança de 95%).

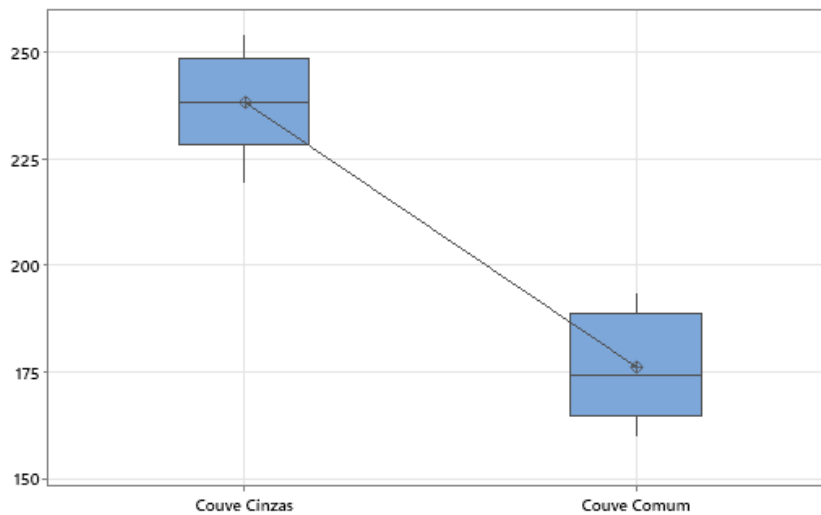


Figura 7I. Distribuição dos teores de ferro em folhas de couve (*Brassica oleracea L. var. acephala*) sob manejo nutricional com cinza de caldeira industrial e adubação convencional (intervalo de confiança de 95%).

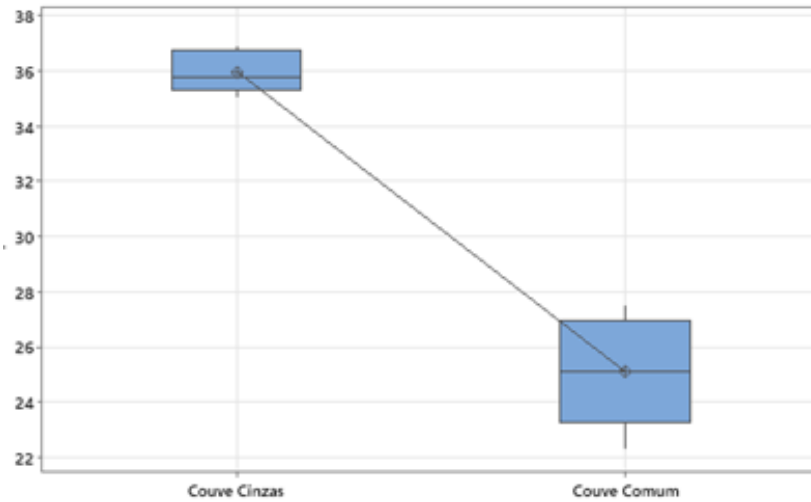


Figura 7J. Distribuição dos teores de manganês em folhas de couve (*Brassica oleracea L. var. acephala*) sob manejo nutricional com cinza de caldeira industrial e adubação convencional (intervalo de confiança de 95%).

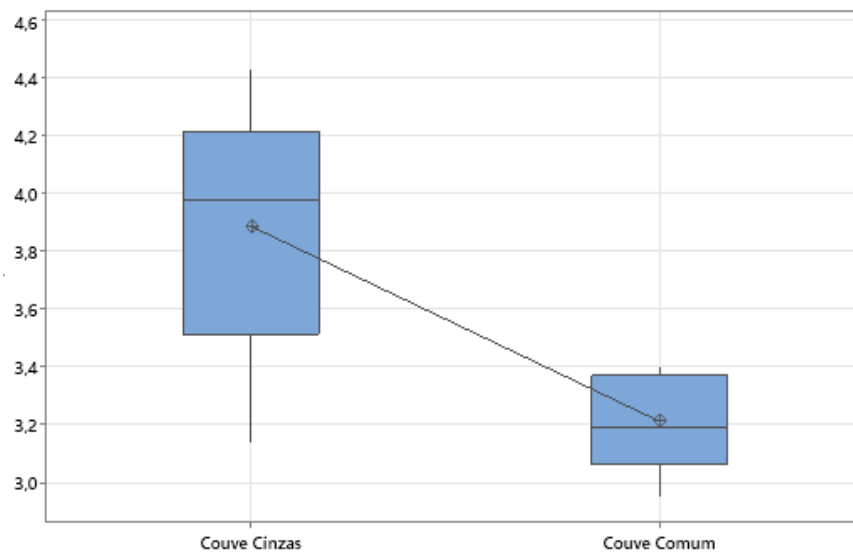


Figura 7K. Distribuição dos teores de zinco em folhas de couve (*Brassica oleracea L. var. acephala*) sob manejo nutricional com cinza de caldeira industrial e adubação convencional (intervalo de confiança de 95%).

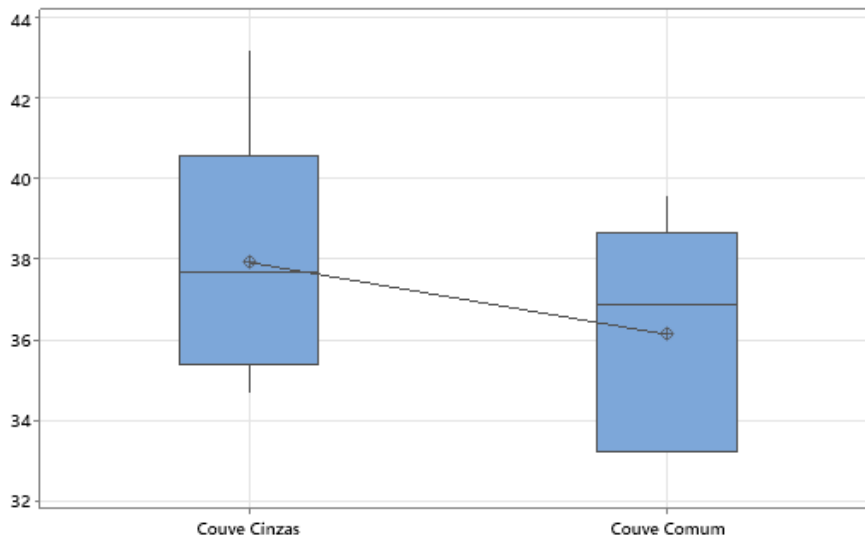


Figura 7L. Distribuição dos teores de extrato etéreo em folhas de couve (*Brassica oleracea L. var. acephala*) sob manejo nutricional com cinza de caldeira industrial e adubação convencional (intervalo de confiança de 95%).

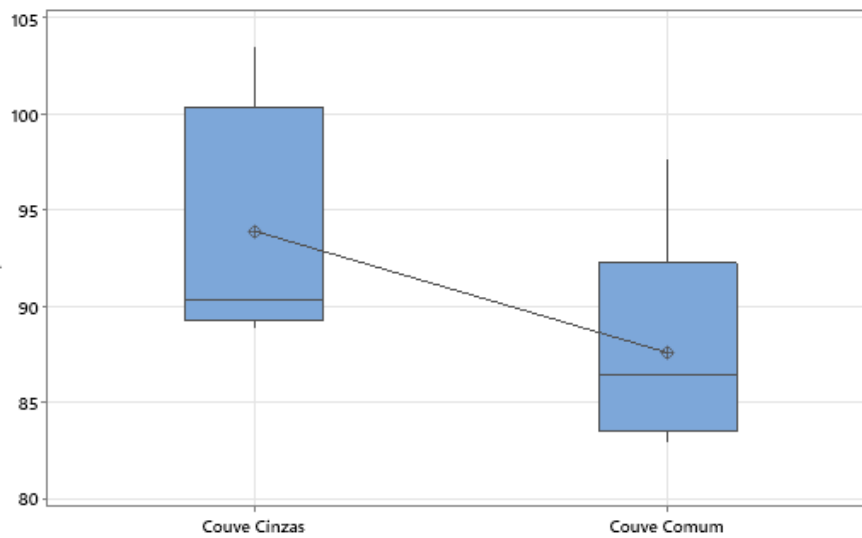


Figura 7M. Distribuição dos teores de fibra bruta em folhas de couve (*Brassica oleracea L. var. acephala*) sob manejo nutricional com cinza de caldeira industrial e adubação convencional (intervalo de confiança de 95%).

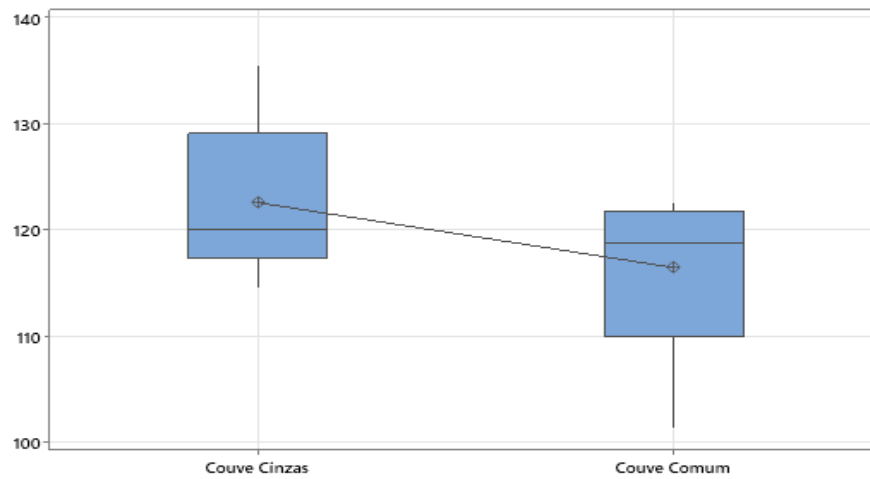


Figura 7N. Distribuição dos teores de matéria pré-seca em folhas de couve (*Brassica oleracea L. var. acephala*) sob manejo nutricional com cinza de caldeira industrial e adubação convencional (intervalo de confiança de 95%).

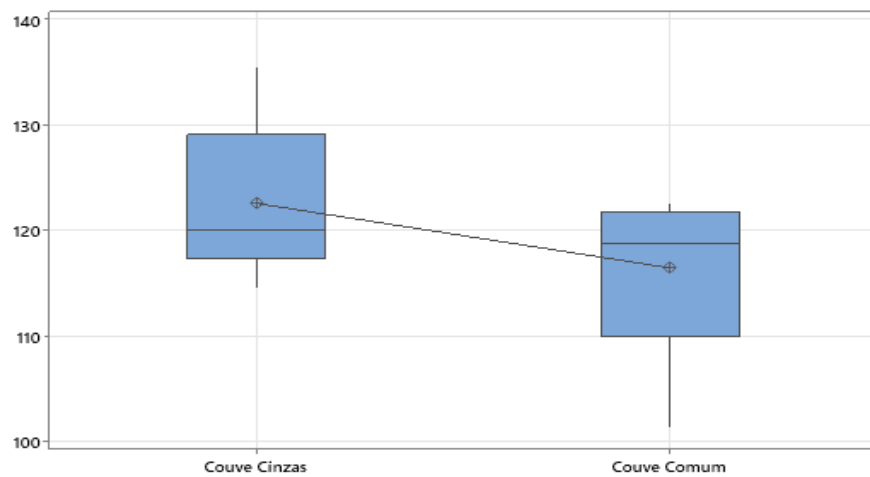


Figura 7O. Distribuição dos teores de material mineral em folhas de couve (*Brassica oleracea L. var. acephala*) sob manejo nutricional com cinza de caldeira industrial e adubação convencional (intervalo de confiança de 95%).

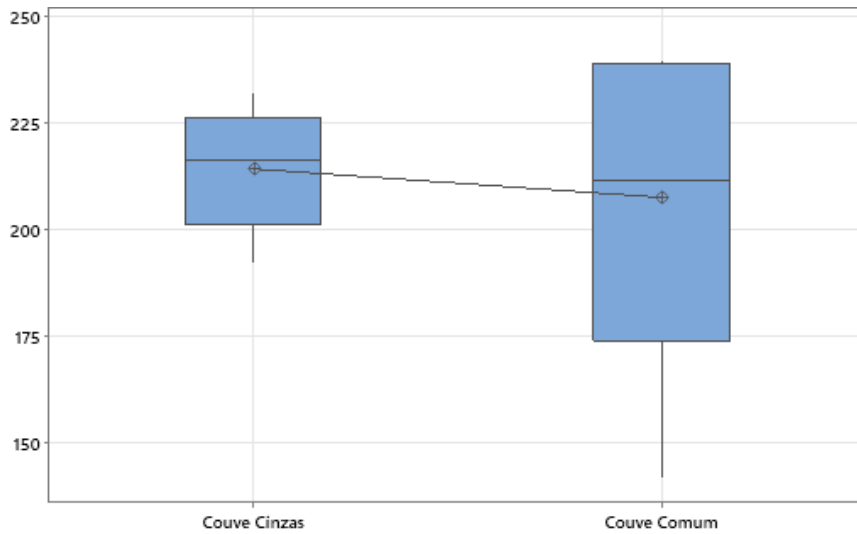


Figura 7P. Distribuição dos teores de proteína bruta em folhas de couve (*Brassica oleracea L. var. acephala*) sob manejo nutricional com cinza de caldeira industrial e adubação convencional (intervalo de confiança de 95%).

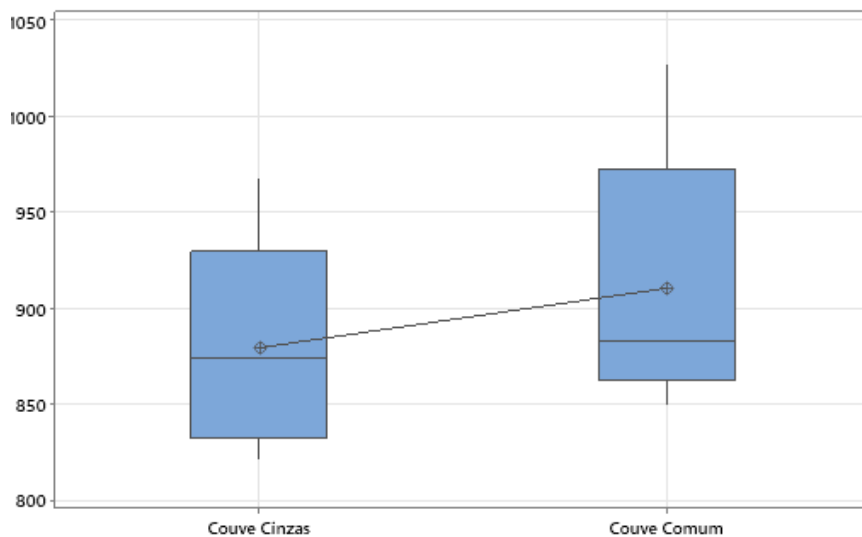


Figura 7Q. Distribuição dos teores de umidade e voláteis em folhas de couve (*Brassica oleracea L. var. acephala*) sob manejo nutricional com cinza de caldeira industrial e adubação convencional (intervalo de confiança de 95%).

Nos quadros 13 e 14 pode-se observar os resultados médios das análises nutricionais das folhas de couve, em solos adubados com cinzas, em comparação àquelas provenientes de solos com adubação convencional. Observou-se variação entre os dois sistemas de cultivo — com cinzas e convencional — conforme demonstrado abaixo, evidenciando aumento no Extrato Etéreo, Fibra Bruta, Matéria Pré-seca, Matéria Mineral e Proteína bruta.

**QUADRO 13.** Análise componentes bromatológicos da couve – Solo Adubado com Cinza.

Resultados de ensaios					
Análise	Resultado	Unidade	Limite de Quantificação	Método	Ensaio
Extrato Etéreo	37,92	g/kg	0,10	CBAA método I, 14	27/05/2025
Fibra Bruta	93,91	g/kg	0,10	CBAA método I, 18	
Matéria Pré-seca	122,57	g/kg	0,10	CBAA método I, 38	
Matéria Mineral	123,82	g/kg	0,10	CBAA método I, 05	
Proteína bruta	214,33	g/kg	0,10	CBAA método I, 46	
Umidade e Voláteis	879,50	g/kg	0,10	CBAA método I, 53	

**QUADRO 14.** Análise componentes bromatológicos da couve - Solo Adubo convencional.

Resultados de ensaios					
Análise	Resultado	Unidade	Limite de Quantificação	Método	Ensaio
Extrato Etéreo	36,13	g/kg	0,10	CBAA método I, 14	27/05/2025
Fibra Bruta	87,59	g/kg	0,10	CBAA método I, 18	
Matéria Pré-seca	116,46	g/kg	0,10	CBAA método I, 38	
Matéria Mineral	121,11	g/kg	0,10	CBAA método I, 05	
Proteína bruta	207,61	g/kg	0,10	CBAA método I, 46	
Umidade e Voláteis	910,46	g/kg	0,10	CBAA método I, 53	

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1. Dos custos *versus* investimento

Para a implantação dos canteiros no sistema convencional, foram considerados os investimentos em insumos essenciais para a fertilidade do solo, conforme apresentado na Tabela 1. Os valores investidos pelo proprietário da propriedade hortícola, bem como as quantidades empregadas de fertilizante NPK e de cama de frango utilizadas no preparo do solo.

**TABELA 1** – Custos de aquisição dos insumos por canteiro convencional.

<b>Material</b>	<b>R\$ /kg</b>	<b>Volume utilizado</b>	<b>Total</b>
NPK	8,48	5,00 kg	R\$ 42,40
Cama de frango	0,05	280,00 kg	R\$ 14,00
		Total	R\$ 56,40

As cinzas vegetais provenientes da queima de bagaço de cana-de-açúcar e cavaco de eucalipto, até então consideradas um resíduo sem valor econômico, foram analisadas quanto ao seu potencial de uso como fertilizante. Tradicionalmente, essas cinzas eram destinadas à compostagem ou ao descarte controlado, o que implica custos significativos para a empresa com transporte e tratamento ambientalmente adequado.

Conforme demonstrado na Tabela 2, para um volume mensal de 30 toneladas, o custo total de frete e destinação das cinzas é de R\$ 7.500,00, considerando viagens médias de 10 toneladas por transporte, a R\$ 100,00 por tonelada.

**TABELA 2** – Custos operacionais associados ao transporte e à destinação de cinza de caldeira industrial

<b>Material</b>	<b>Volume ton /mês</b>	<b>R\$/ton Compostagem</b>	<b>Frete R\$/ton Cada viagem leva em média 10t</b>	<b>Total Frete + Destinação</b>
Cinza	30 ton	R\$ 100,00	R\$ 1.500,00	R\$ 7.500,00

Na tabela 3 podemos verificar o custo da aquisição das cinzas para uso nos canteiros. O produtor rural irá investir apenas no frete para adquirir 10 toneladas.

**TABELA 3** – Custos da comercialização de Cinzas em substituição do fertilizante NPK.

<b>Material</b>	<b>Volume</b>	<b>Frete R\$/ton Cada viagem leva em média 10.000kg</b>	<b>Custo por kg</b>
Cinza	10.000 kg	R\$ 1.500,00	0,15 reais/kg

O produtor investiu R\$ 56,40reais para formação de cada canteiro, para uso de NPK mais cama de frango. Com 10.000kg de cinzas ele poderá formar 10 canteiros com um custo de R\$ 150 reais por canteiro. Apesar do custo ser o dobro por canteiro, a questão de utilizar alternativas que causem menos impacto ambiental e seja de fontes renováveis, vale o investimento.

O custo total dos insumos empregados reflete o investimento necessário para garantir a fertilidade adequada do solo, proporcionando condições ideais para o cultivo de couve e servindo como parâmetro de comparação econômica e agrônômica com a utilização de cinzas vegetais, que representam uma alternativa sustentável e com baixo custo para destinação final ambiental.

## 7 CONCLUSÃO

A aplicação direta de cinzas de caldeira como fonte de adubação no cultivo da couve (*Brassicaoleracea var. acephala*) constitui uma alternativa agronomicamente viável. As amostras tratadas com cinzas apresentaram diferenças significativas em relação ao sistema de adubação convencional, sobretudo para os elementos Nitrogênio (N), Fósforo (P), Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn).

Os resultados evidenciaram que o uso das cinzas na composição dos canteiros permitiu reduzir a dependência de insumos químicos, sem comprometer — e, em muitos casos, até ampliando — o desenvolvimento das plantas. Houve incremento expressivo nos teores de macro e micronutrientes, refletindo em melhor valor nutricional e desempenho fisiológico da cultura.

Sob a perspectiva econômica, a utilização direta das cinzas mostrou-se vantajosa, uma vez que o resíduo, antes destinado a compostagem e tratado como passivo ambiental, passou a ser incorporado como insumo agrícola. Essa prática reduz custos com transporte, tratamento e descarte, além de abrir oportunidades para a comercialização do material como subproduto de valor agregado.

Do ponto de vista industrial e ambiental, observa-se que o resíduo, antes gerador de ônus, foi ressignificado como um insumo útil, consolidando os princípios da sustentabilidade. A iniciativa favorece especialmente a agricultura familiar, ao promover o aproveitamento de materiais renováveis e reduzir a exploração de recursos naturais finitos, contribuindo, assim, para a economia circular e a conscientização ambiental.

Conclui-se, que a cinza vegetal apresenta elevado potencial para ser utilizada como corretivo de acidez e como fonte suplementar de nutrientes, sobretudo em solos tropicais de baixa fertilidade. Contudo, que sua aplicação deve considerar a fertilidade inicial do solo, as exigências nutricionais das culturas e a origem do material utilizado.

Dessa forma, investir em soluções sustentáveis traz benefícios amplos ambientais, econômicos e sociais. Os resíduos que anteriormente representavam desafios passam a integrar estratégias produtivas inovadoras, transformando antigos passivos em oportunidades reais de desenvolvimento sustentável.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Luciana Togeiro de. **Política Ambiental: uma análise econômica**. São Paulo: Unesp, 2022.

ANDRADE, A. S. **Geradores de vapor**, 2017. Disponível em: . Acesso em: 24 março 2017. ANDRADE, E. T. D.; FILHO, D. O.; VIEIRA, G. Potencial de conservação de energia no pré-processamento do café. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v. 2, p. 71-82, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR ISO 9000:2021– Sistemas de gestão da qualidade: fundamentos e vocabulário. Rio de Janeiro, 2021.

ALTAFINI, C. A. Apostila de Caldeiras. Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Caxias do Sul, 2002. 36p. Disponível em: . Acesso em: 03 set. 2025

ALVES MACIEL, MitaliDaian; TROIAN, Alessandra; VASCONCELOS DE OLIVEIRA, Sibebe. Brasil do agro, país da fome: pensando estratégias para o desenvolvimento sustentável. *ESPACIO ABIERTO*, Maracaibo , v. 31, n. 3, p. 23-41, sept. 2022 . Disponível em: <[http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1315-00062022000300023&lng=es&nrm=iso](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-00062022000300023&lng=es&nrm=iso)>. Acesso em: 05 jul. 2025.

BARBIERI, J.C. **Gestão Ambiental Empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. São Paulo: SARAIVA, 2014.

BONFIM-SILVA, E. M.; CABRAL, C. E. A.; SILVA, T. J. A. da; et al. Cinza vegetal: Características produtivas e teor de clorofila do capim-marandu. *BioscienceJournal*, Uberlândia, v.29, n.5, p.1215-1225, 2013.

CARDOSO, E. L.; FERNANDES, A. H. B. M.; FERNANDES, F. A. **Análise de Solos: Finalidade e Procedimentos de Amostragem Comunicado técnico-** Embrapa. 2009. Disponível em: [https://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/download.php?arq\\_pdf=COT79](https://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/download.php?arq_pdf=COT79). Acesso em: 05 jul. 2025.

CRUZ, C. A. F. E . et al.. Efeito de macronutrientes sobre o crescimento e qualidade de mudas de cana fístula cultivadas em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico. *Revista Árvore*, v. 35, n. 5, p. 983–995, set. 2021.

DAROLT, M. R.; OSAKI, F. Efeito da cinza de caeira de cal sobre a produção da aveia preta, no comportamento de alguns nutrientes. 1989, 33p. In: **Calagem & Adubação**. Campinas: Instituto Brasileiro de Ensino Agrícola, 2021.

DEMEYER, A., NKANA, J.C.V., VERLOO, M.G. Characteristics of wood ash and influence on soil properties and nutrient uptake: an overview. *Bioresource Technology*, v.77, p.287-295, 2021. DONAIRE, D. A Interiorização da variável ecológica na organização das empresas industriais. São Paulo: ATLAS, 2017.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2008. 176 p.

GONÇALVES, C. F; SOARES, A. F; PAULA H. M; Caracterização e viabilidade de utilização de cinzas de biomassa vegetal em argamassa. Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción. Revista ALCONPAT, Volume 11, Número 2 (maio– agosto 2021): 1 – 16.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Mariana de Andrade. **Metodologia Científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LIMA, R. de L. S. de; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. de M. FERREIRA, G. B. **Efeito da adição de cinza de madeira e esterco bovino no crescimento inicial da mamoneira cultivada em solo ácido**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2, 2016, Aracaju. Anais... Aracaju: EMBRAPA, CNPA, 2016.

LITTLE, Paul E. **Políticas Ambientais no Brasil: análises, instrumentos e experiências**. Rio de Janeiro: Petrópolis, 2017.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997.

MATERECHERA, S. A; MKHABELA, T. S. The effectiveness of lime, chicken manure and leaf litter ash in ameliorating acidity in a soil previously under black wattle (*Acacia mearnsii*) plantation. **Bioresource Technology**, Essex, v.85, p.9-16, 2022.

MEYER, M, M. **Gestão ambiental no setor empresarial: um estudo de caso**. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade de Santa Catarina, Florianópolis.

MATIOLI, T. F. **Adubação foliar: entenda os princípios e saiba o que funciona**. Aegro, 2019. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/adubacaofoliar/>. Acesso em: 16 ago. 2025.

MOREIRA, Maria Suely. **Estratégia de Implantação do Sistema de Gestão Ambiental**. Instituto de Educação Tecnológica-IETEC, Belo Horizonte, agosto de 2021. NOVAES, Washington. et al. **A Importância da Amazônia**. Secretária do Meio Ambiente. São Paulo. Fev.2016.

PIORSKI, K. A. O. DA S.; XAVIER, C. L.. Especialização em recursos naturais e cadeias globais de valor (1995 e 2009)\*. *Economia e Sociedade*, v. 27, n. 1, p. 89–127, jan. 2018.

PIVA, R. et al.. Adubação em vinhedo orgânico da cv. Isabel utilizando cinzas vegetais e esterco bovino. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 2, p. 608–615, jun. 2013.

PRADO, R. de M. **Nutrição de Plantas**. 2. ed. São Paulo: Editora UNESP, 2020.

REIS, R. V. et al.. Potential of wood ash on the production characteristics of peanuts and mitigation of water deficit. **Revista Caatinga**, v. 38, p. e12362, 2025. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/jTrWN9TJHTfDgM7nsrbJkXt/abstract/?lang=pt>  
Acesso em: 05 jul. 2025.

SANTOS, C. C. dos. **Cinza vegetal como corretivo e fertilizante para os capins Marandu e Xaraés**. 2012. 127f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Universidade Federal de Mato Grosso, Rondonópolis, 2012.

SILVA, F. C. da et al. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília: EmbrapaInformação Tecnológica. 2009.

SIPPULA, O. et al. **Emissions from a fast-pyrolysis bio-oil fired boiler: Comparison of health-related characteristics of emissions from bio-oil, fossil oil and wood**. *Environmental Pollution*, v. 248, p. 888–897, maio 2019.

TORRES, J. L. et al.. Desenvolvimento e produtividade de couve-flor e repolho influenciados por tipos de cobertura do solo. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 4, p. 510–514, out. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/Hnz48LWFqfw5MBnQbGXrzMN/abstract/?lang=pt>  
Acesso em: 25 ago. 2022.

ZUAZO, P. Adubação com micronutrientes: zinco, manganês, cobre e boro. **Jornal Dia de Campo**, 2009. Disponível em: <http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?secao=Pacotes%20Tecnol%F3gicos&id=19308>. Acesso em: 25 ago. 2022.

## **ANEXO I. Relatório de Ensaio Solo – Cinza**

Data de Publicação: 22/07/2024 08:16

Identificação Conta	
<b>Cliente:</b> ADM do Brasil Ltda	<b>CNPJ/CPF:</b> 02.003.402/0134-04
<b>Contato:</b> Lourena Rios Tibery	<b>Telefone:</b> (34) 9 9912-2987
<b>Endereço:</b> Avenida José Andraus Gassani, nº 2464 Anexo 1 A - Distrito Industrial	<b>E-mail:</b> lourena.tibery@adm.com
<b>Cidade:</b> Uberlândia	<b>CEP:</b> 38.402-900

Nº Amostra: 53747-1/2024.0 - Solos - Cinza da Caldeira	
<b>Tipo de Amostra:</b> Solos	
<b>Data Coleta:</b> 27/06/2024 09:44	<b>Data Recebimento:</b> 27/06/2024 18:00
<b>Tipo de Amostragem:</b> Simples	<b>Condição do Tempo:</b> Bom
<b>Chuvas nas últimas 24h:</b> Não	<b>Natureza da Amostra:</b> Não se aplica
<b>Procedência da Amostra:</b> Não se aplica	<b>Temperatura Ambiente (in situ):</b> 27°C
<b>Topografia:</b> Não Consta	<b>Ponto Geodésico do GPS:</b> Não Consta
<b>Coordenadas:</b> (sem sinal GPS)	<b>Idade da Cultura:</b> Na
<b>Cultura a ser implantada:</b> Na	<b>Feita adubação?:</b> Não
<b>Adubo utilizado:</b> Na	<b>Quantidade de adubo utilizado:</b> Na
<b>Feito calagem?:</b> Não	<b>Quantidade de calcário utilizado (t/ha):</b> Na
<b>Amostra composta formada de quantas amostras simples?:</b> 3	<b>Amostra simples coletada em área de quantos ha?:</b> Na

### Resultados Analíticos

Fertilidade - Rotina Básica						
Análise	Resultado	LQ	LD	Incerteza	Referência	Data Análise
Matéria Orgânica	10,28 g/dm <sup>3</sup>	4,77	-	-	IAC, 2001	10/07/2024
Fósforo Mehlich	34,000 mg/dm <sup>3</sup>	0,668	-	-	Embrapa, 2009 Parte 2 Cap. I pág.130.	11/07/2024
Potássio	2,558 mmolc/dm <sup>3</sup>	0,296	-	-	Embrapa, 2º ed, 2009. Parte 2 Cap I pág.130.	09/07/2024
Enxofre	3,14 mg/dm <sup>3</sup>	1,42	-	-	IAC, 2001	09/07/2024

Fertilidade - Micronutrientes						
Análise	Resultado	LQ	LD	Incerteza	Referência	Data Análise
Cobre - DTPA	0,52 mg/dm <sup>3</sup>	0,025	-	-	IAC, 2001 Cap.16 pág.240.	10/07/2024
Zinco - DTPA	0,78 mg/dm <sup>3</sup>	0,016	-	-	IAC, 2001 Cap.16 pág.240.	10/07/2024
Manganês - DTPA	34,16 mg/dm <sup>3</sup>	0,05	-	-	IAC, 2001 Cap.16 pág.240.	10/07/2024

Fertilidade - Granulometria						
Análise	Resultado	LQ	LD	Incerteza	Referência	Data Análise
Areia Fina	2,03 %	2,00	-	-	IAC,2009. Parte V Cap.2 pág.46. e Embrapa, 2011. Parte I Cap.12 pág.43.	15/07/2024

Os resultados deste relatório se restringem às amostras ensaiadas. Este relatório somente poderá ser reproduzido em sua totalidade. O prazo de guarda de contra-provas de amostras é de 07 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para amostras perecíveis.

Fertilidade - Granulometria						
Análise	Resultado	LQ	LD	Incerteza	Referência	Data Análise
Areia Grossa	61,01 %	2,00	-	-	IAC,2009. Parte V Cap.2 pág.46. e Embrapa, 2011. Parte I Cap.12 pág.43.	15/07/2024
Argila	≤ 2 %	2,00	-	-	IAC,2009. Parte V Cap.2 pág.46. e Embrapa, 2011. Parte I Cap.12 pág.43.	15/07/2024
Silte	35,21 %	2,00	-	-	IAC,2009. Parte V Cap.2 pág.46. e Embrapa, 2011. Parte I Cap.12 pág.43.	15/07/2024

Demais Ensaio						
Análise	Resultado	LQ	LD	Incerteza	Referência	Data Análise
Cálcio	104,50 mmolc/dm <sup>3</sup>	0,30	-	-	IAC, 2001 Cap.12 pág.200.	15/07/2024
Magnésio	4,02 mmolc/dm <sup>3</sup>	0,15	-	-	IAC, 2001. Cap.12 pág.200.	12/07/2024

**Legenda:****LQ:** Limite de Quantificação do laboratório para o parâmetro.**LD:** Limite de Detecção do laboratório para o parâmetro.

%: Porcentagem

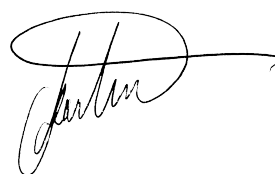
Os valores de LQ e LD estão na mesma unidade de medida dos resultados das análises.

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0354.

**“As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório”.****Informações da Coleta:**

Amostras coletadas pela Bioética Ambiental de acordo com a norma Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23ª ed 2017 Methods 1060, IAC, 2001, Embrapa, 2009 Parte 2 Cap. I pág.130., Embrapa, 2º ed, 2009. Parte 2 Cap I pág.130., IAC, 2001 Cap.16 pág.240., IAC,2009. Parte V Cap.2 pág.46. e Embrapa, 2011. Parte I Cap.12 pág.43., IAC, 2001 Cap.12 pág.200., IAC, 2001. Cap.12 pág.200..

PIG UDI e ARX 107 - Planejamento de Amostragem Rev. 04.

**Maria Luísa Cardoso Campos.**  
Responsável pela Publicação da Amostra**Aires Martins**  
Responsável Técnico da Amostra  
CRQ 02404593

Revisado por: Ana Carolina Xavier.

Chave de Validação: be81f822c73f41cea807a68828d7ff14



Data de Publicação: 22/07/2024 08:16

Identificação Conta	
Cliente: ADM do Brasil Ltda	CNPJ/CPF: 02.003.402/0134-04
Contato: Lourena Rios Tibery	Telefone: (34) 9 9912-2987
Endereço: Avenida José Andraus Gassani, nº 2464 Anexo 1 A - Distrito Industrial	E-mail: lourena.tibery@adm.com
Cidade: Uberlândia	CEP: 38.402-900

**Os Resultados relatados abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste Laboratório**

Nº Amostra: 53747-1/2024.0 - Solos - Cinza da Caldeira	
Tipo de Amostra: Solos	
Data Coleta: 27/06/2024 09:44	Data Recebimento: 27/06/2024 18:00
Tipo de Amostragem: Simples	Condição do Tempo: Bom
Chuvas nas últimas 24h: Não	Natureza da Amostra: Não se aplica
Procedência da Amostra: Não se aplica	Temperatura Ambiente (in situ): 27°C
Topografia: Não Consta	Ponto Geodésico do GPS: Não Consta
Coordenadas: (sem sinal GPS)	Idade da Cultura: Na
Cultura a ser implantada: Na	Feita adubação?: Não
Adubo utilizado: Na	Quantidade de adubo utilizado: Na
Feito calagem?: Não	Quantidade de calcário utilizado (t/ha): Na
Amostra composta formada de quantas amostras simples?: 3	Amostra simples coletada em área de quantos ha?: Na

**Resultados Analíticos**

Demais Ensaios						
Análise	Resultado	LQ	LD	Incerteza	Referência	Data Análise
Mercúrio Total	< 0,02 mg/Kg	0,02	-	-	SMWW 3112 B	12/07/2024
Carbono Orgânico Total	5,96 g/dm <sup>3</sup>	-	-	-	IAC, 2001	09/07/2024
Nitrogênio Kjeldahl	245,0000 mg/Kg	0,1000	-	-	IAC, 2001	11/07/2024
Arsênio Total	< 1,00 mg/Kg	1,00	-	-	SMWW 3114 C	12/07/2024
Chumbo Total	< 10,00 mg/Kg	10,00	-	-	SMWW 3120 B	15/07/2024
Boro	0,36 mg/dm <sup>3</sup>	0,04	-	-	IAC, 2001	19/07/2024
Cádmio Total	< 0,40 mg/Kg	0,40	-	-	SMWW 3120 B	15/07/2024

**Legenda:**

**LQ:** Limite de Quantificação do laboratório para o parâmetro.

**LD:** Limite de Detecção do laboratório para o parâmetro.

**SMWW:** Standard Methods for Examination of Water and Wastewater - 23ª Edition 2017.

Os valores de LQ e LD estão na mesma unidade de medida dos resultados das análises.

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

**Informações da Coleta:**

Amostras coletadas pela Bioética Ambiental de acordo com a norma Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23ª ed 2017 Methods 1060, SMWW 3112 B, IAC, 2001, SMWW 3114 C, SMWW 3120 B.

PIG UDI e ARX 107 - Planejamento de Amostragem Rev. 04.

Os resultados deste relatório se restringem às amostras ensaiadas. Este relatório somente poderá ser reproduzido em sua totalidade.  
O prazo de guarda de contra-provas de amostras é de 07 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para amostras perecíveis.



**Maria Luísa Cardoso Campos.**  
Responsável pela Publicação da Amostra

**Aires Martins**  
Responsável Técnico da Amostra  
CRQ 02404593

Revisado por: Ana Carolina Xavier.

Chave de Validação: be81f822c73f41cea807a68828d7ff14

Os resultados deste relatório se restringem às amostras ensaiadas. Este relatório somente poderá ser reproduzido em sua totalidade.  
O prazo de guarda de contra-provas de amostras é de 07 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para amostras perecíveis.

**ANEXO II. Relatório de Ensaio Solo – 01 Ponto**

Data de Publicação: 11/11/2024 10:52

Identificação Conta	
<b>Cliente:</b> ADM do Brasil Ltda	<b>CNPJ/CPF:</b> 02.003.402/0051-34
<b>Contato:</b> Lourena Rios Tibery	<b>Telefone:</b> (34) 9 9912-2987
<b>Endereço:</b> Rod BR 365 Km 637 S/N Sala: 01 - Zona Rural	<b>E-mail:</b> lourena.tibery@adm.com
<b>Cidade:</b> Uberlândia	<b>CEP:</b> 38400-974

Nº Amostra: 89255-1/2024.0 - Solos - 01 Ponto	
<b>Tipo de Amostra:</b> Solos	
<b>Data Coleta:</b> 28/10/2024 13:36	<b>Data Recebimento:</b> 28/10/2024 18:00
<b>Tipo de Amostragem:</b> Simples	<b>Condição do Tempo:</b> Chuvoso
<b>Chuvas nas últimas 24h:</b> Sim	<b>Natureza da Amostra:</b> Não se aplica
<b>Procedência da Amostra:</b> Não se aplica	<b>Temperatura Ambiente (in situ):</b> 29°C
<b>Topografia:</b> Plana	<b>Ponto Geodésico do GPS:</b> SAD 69
<b>Coordenadas:</b> -19.0665267, -48.3118783	<b>Idade da Cultura:</b> Não informado
<b>Cultura a ser implantada:</b> Não informado	<b>Feita adubação?:</b> Não
<b>Adubo utilizado:</b> Não informado	<b>Quantidade de adubo utilizado:</b> Não
<b>Feito calagem?:</b> Não	<b>Quantidade de calcário utilizado (t/ha):</b> Não informado
<b>Amostra composta formada de quantas amostras simples?:</b> 1	<b>Amostra simples coletada em área de quantos ha?:</b> Não informado

### Resultados Analíticos

Fertilidade - Rotina Básica						
Análise	Resultado	LQ	LD	Incerteza	Referência	Data Análise
Matéria Orgânica	17,28 g/dm <sup>3</sup>	4,77	-	-	IAC, 2001	01/11/2024
Fósforo Mehlich	< 0,668 mg/dm <sup>3</sup>	0,668	-	-	Embrapa, 2009 Parte 2 Cap. 1 pág.130.	01/11/2024
Potássio	< 0,296 mmolc/dm <sup>3</sup>	0,296	-	-	Embrapa, 2º ed, 2009. Parte 2 Cap 1 pág.130.	31/10/2024
Cálcio	15,72 mmolc/dm <sup>3</sup>	0,30	-	-	IAC, 2001 Cap.12 pág.200.	01/11/2024
Magnésio	6,33 mmolc/dm <sup>3</sup>	0,15	-	-	IAC, 2001. Cap.12 pág.200.	01/11/2024
Enxofre	25,63 mg/dm <sup>3</sup>	1,42	-	-	IAC, 2001	01/11/2024

Fertilidade - Micronutrientes						
Análise	Resultado	LQ	LD	Incerteza	Referência	Data Análise
Cobre - DTPA	0,42 mg/dm <sup>3</sup>	0,025	-	-	IAC, 2001 Cap.16 pág.240.	01/11/2024
Zinco - DTPA	0,3 mg/dm <sup>3</sup>	0,016	-	-	IAC, 2001 Cap.16 pág.240.	01/11/2024
Manganês - DTPA	1,14 mg/dm <sup>3</sup>	0,05	-	-	IAC, 2001 Cap.16 pág.240.	01/11/2024

Fertilidade - Granulometria						
Análise	Resultado	LQ	LD	Incerteza	Referência	Data Análise

Os resultados deste relatório se restringem às amostras ensaiadas. Este relatório somente poderá ser reproduzido em sua totalidade. O prazo de guarda de contra-provas de amostras é de 07 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para amostras perecíveis.

Areia Fina	7,53 %	2,00	-	-	IAC,2009. Parte V Cap.2 pág.46. e Embrapa, 2011. Parte I Cap.12 pág.43.	08/11/2024
Areia Grossa	39,53 %	2,00	-	-	IAC,2009. Parte V Cap.2 pág.46. e Embrapa, 2011. Parte I Cap.12 pág.43.	08/11/2024
Argila	23,95 %	2,00	-	-	IAC,2009. Parte V Cap.2 pág.46. e Embrapa, 2011. Parte I Cap.12 pág.43.	08/11/2024
Silte	28,99 %	2,00	-	-	IAC,2009. Parte V Cap.2 pág.46. e Embrapa, 2011. Parte I Cap.12 pág.43.	08/11/2024

Demais Ensaio						
Análise	Resultado	LQ	LD	Incerteza	Referência	Data Análise
Ferro - DTPA	20,24 mg/dm <sup>3</sup>	0,1	-	-	IAC, 2001 Cap.16 pág.240.	01/11/2024

**Legenda:****LQ:** Limite de Quantificação do laboratório para o parâmetro.**LD:** Limite de Detecção do laboratório para o parâmetro.

%: Porcentagem

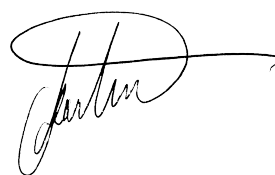
Os valores de LQ e LD estão na mesma unidade de medida dos resultados das análises.

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0354.

**“As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório”.****Informações da Coleta:**

Amostras coletadas pela Bioética Ambiental de acordo com a norma Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23ª ed 2017 Methods 1060, IAC, 2001, Embrapa, 2009 Parte 2 Cap. I pág.130., Embrapa, 2º ed, 2009. Parte 2 Cap I pág.130., IAC, 2001 Cap.12 pág.200., IAC, 2001. Cap.12 pág.200., IAC, 2001 Cap.16 pág.240., IAC,2009. Parte V Cap.2 pág.46. e Embrapa, 2011. Parte I Cap.12 pág.43..

PIG UDI e ARX 107 - Planejamento de Amostragem Rev. 04.

**Laura Magalhães Patrício**  
Responsável pela Publicação da Amostra**Aires Martins**  
Responsável Técnico da Amostra  
CRQ 02404593

Revisado por: Ana Carolina Xavier.

Chave de Validação: ede5567deddb4516956c6135d6787942



Data de Publicação: 11/11/2024 10:52

Identificação Conta	
Cliente: ADM do Brasil Ltda	CNPJ/CPF: 02.003.402/0051-34
Contato: Lourena Rios Tibery	Telefone: (34) 9 9912-2987
Endereço: Rod BR 365 Km 637 S/N Sala: 01 - Zona Rural	E-mail: lourena.tibery@adm.com
Cidade: Uberlândia	CEP: 38400-974

**Os Resultados relatados abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste Laboratório**

Nº Amostra: 89255-1/2024.0 - Solos - 01 Ponto	
Tipo de Amostra: Solos	
Data Coleta: 28/10/2024 13:36	Data Recebimento: 28/10/2024 18:00
Tipo de Amostragem: Simples	Condição do Tempo: Chuvoso
Chuvas nas últimas 24h: Sim	Natureza da Amostra: Não se aplica
Procedência da Amostra: Não se aplica	Temperatura Ambiente (in situ): 29°C
Topografia: Plana	Ponto Geodésico do GPS: SAD 69
Coordenadas: -19.0665267, -48.3118783	Idade da Cultura: Não informado
Cultura a ser implantada: Não informado	Feita adubação?: Não
Adubo utilizado: Não informado	Quantidade de adubo utilizado: Não
Feito calagem?: Não	Quantidade de calcário utilizado (t/ha): Não informado
Amostra composta formada de quantas amostras simples?: 1	Amostra simples coletada em área de quantos ha?: Não informado

### Resultados Analíticos

Fertilidade - Micronutrientes						
Análise	Resultado	LQ	LD	Incerteza	Referência	Data Análise
Boro	0,08 mg/dm <sup>3</sup>	0,04	-	-	IAC, 2001	01/11/2024

### Demais Ensaios

Análise	Resultado	LQ	LD	Incerteza	Referência	Data Análise
Mercúrio Total	< 0,02 mg/Kg	0,02	-	-	SMWW 3112 B	07/11/2024
Carbono Orgânico Total	10,02 g/dm <sup>3</sup>	-	-	-	IAC, 2001	01/11/2024
Relação C/N	0,02 %	-	-	-	IAC, 2001	08/11/2024
Estanho Total	< 80,00 mg/Kg	80,00	-	-	SMWW 3120 B	05/11/2024
Prata Total	< 0,60 mg/Kg	0,60	-	-	SMWW 3120 B	05/11/2024
Vanádio Total	124,21 mg/Kg	5,00	-	-	SMWW 3120 B	05/11/2024
Arsênio Total	2,30 mg/Kg	1,00	-	-	SMWW 3114 C	07/11/2024
Chumbo Total	< 10,00 mg/Kg	10,00	-	-	SMWW 3120 B	05/11/2024
Molibdênio Total	< 5,00 mg/Kg	5,00	-	-	SMWW 3120 B	05/11/2024
Níquel Total	< 10,00 mg/Kg	10,00	-	-	SMWW 3120 B	05/11/2024
Cádmio Total	< 0,40 mg/Kg	0,40	-	-	SMWW 3120 B	05/11/2024
Nitrogênio Total	420,00 mg/Kg	0,10	-	-	IAC, 2001	06/11/2024
Sólidos Totais	85,91 %	0,01	-	-	SMWW 2540 B	31/10/2024
Umidade	14,08 %	-	-	-	MAPA IN SDA 28/2007	31/10/2024

Os resultados deste relatório se restringem às amostras ensaiadas. Este relatório somente poderá ser reproduzido em sua totalidade.  
O prazo de guarda de contra-provas de amostras é de 07 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para amostras perecíveis.



**Legenda:**

**LQ:** Limite de Quantificação do laboratório para o parâmetro.

**LD:** Limite de Detecção do laboratório para o parâmetro.

**SMWW:** Standard Methods for Examination of Water and Wastewater - 23ª Edition 2017.

**%:** Porcentagem

Os valores de LQ e LD estão na mesma unidade de medida dos resultados das análises.

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

**Informações da Coleta:**

Amostras coletadas pela Bioética Ambiental de acordo com a norma Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23ª ed 2017 Methods 1060, IAC, 2001, SMWW 3112 B, SMWW 3120 B, SMWW 3114 C, SMWW 2540 B, MAPA IN SDA 28/2007.

PIG UDI e ARX 107 - Planejamento de Amostragem Rev. 04.

**Laura Magalhães Patrício**  
Responsável pela Publicação da Amostra

**Aires Martins**  
Responsável Técnico da Amostra  
CRQ 02404593

Revisado por: Ana Carolina Xavier.

Chave de Validação: ede5567deddb4516956c6135d6787942

Amostra: 987550 - Solos - 01 Ponto

Tipo da Amostra: Solos

Coleta Nº: 11617/2024 - Material de Outubro 2024 - ENDEREÇO: RODOVIA BR 455 SENTIDO UBERLÂNDIA A CAMPO FLORIDO BAIRRO: ZONA RURAL CEP 38412-264 CIDADE: UBERLANDIA - MG

Proposta Comercial Nº: 4034/2024

Data da Coleta: 28/10/2024 13:36

#### Informações da Amostra

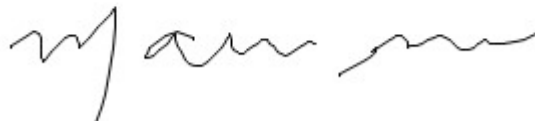
Tipo de Amostragem: Simples	Condição do Tempo: Chuvoso
Chuvas nas últimas 24h: Sim	Natureza da Amostra: Não se aplica
Procedência da Amostra: Não se aplica	Temperatura Ambiente (in situ): 29
Topografia: Plana	Ponto Geodésico do GPS: SAD 69
Coordenadas: -19.0665267, -48.3118783	Idade da Cultura: Não informado
Cultura a ser implantada: Não informado	Feita adubação?: Não
Adubo utilizado: Não informado	Quantidade de adubo utilizado: Não
Feito calagem?: Não	Quantidade de calcário utilizado (t/ha): Não informado
Amostra composta formada de quantas amostras simples?: 1	Amostra simples coletada em área de quantos ha?: Não informado
Latitude: -19.064895	Longitude: -48.312965

#### Observações da Coleta

#### Imagem referente a Coleta



Assinatura do Responsável pelo Acompanhamento da Coleta



---

Mariene Isaura Ferreira

**ANEXO III. Relatório de Ensaio – Folha**



# RELATÓRIO DE ENSAIOS

PROGRAMA 2025  
INTERLABORATORIAL

Análise Foliar  
N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn



RELATÓRIO DE ENSAIO No: 63179-05

REVISÃO: 1

Cliente: ADM DO BRASIL - UBERLÂNDIA  
Endereço: ADM DO BRASIL - UBERLÂNDIA  
Município: UBERLÂNDIA - MG

Solicitante: ADM DO BRASIL - UBERLÂNDIA  
Telefone: (34) 99912-2987  
Email: lourena.tibery@adm.com

## DADOS DA AMOSTRA

Material amostrado: Folhas

Código da amostra: 308405

Identificação da amostra: Folha com Cinza Estudo

Data de entrada no laboratório: 12/05/2025

Data de emissão do relatório: 15/05/2025

## INFORMAÇÕES DA AMOSTRAGEM

Data coleta:

Quantidade: 0

Nota: É responsabilidade do cliente a descrição da amostra coletada, resultados se aplicam a amostra conforme recebida.

## RESULTADO DOS ENSAIOS

Parâmetros	Resultados	Unidade	L.Q.	VR	Método	Ensaio	
Nitrogênio	37,63	g/Kg	0,22	---	X	<sup>2</sup> ESALQ, Cap 06	15/05/25
Fósforo	3,89	g/Kg	0,11	---	X	<sup>2</sup> ESALQ, Cap 06	15/05/25
Potássio	44,60	g/Kg	0,32	---	X	<sup>2</sup> ESALQ, Cap 06	15/05/25
Cálcio	24,84	g/Kg	0,22	---	X	<sup>2</sup> ESALQ, Cap 06	15/05/25
Magnésio	5,35	g/Kg	0,11	---	X	<sup>2</sup> ESALQ, Cap 06	15/05/25
Enxofre	8,17	g/Kg	0,11	---	X	<sup>2</sup> ESALQ, Cap 06	15/05/25
Boro	18,10	mg/Kg	5,00	---	X	<sup>2</sup> ESALQ, Cap 06	15/05/25
Cobre	8,00	mg/Kg	2,03	---	X	<sup>2</sup> ESALQ, Cap 06	15/05/25
Ferro	238,40	mg/Kg	3,79	---	X	<sup>2</sup> ESALQ, Cap 06	15/05/25
Manganês	36,00	mg/Kg	4,02	---	X	<sup>2</sup> ESALQ, Cap 06	15/05/25
Zinco	40,00	mg/Kg	4,13	---	X	<sup>2</sup> ESALQ, Cap 06	15/05/25

## LEGENDA

## REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

<sup>2</sup>Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações – 2ª Edição

## OBSERVAÇÕES

Os resultados deste laudo se restringem as amostras ensaiadas. A reprodução do mesmo poderá ser realizada apenas em sua totalidade. As contra-amostras serão arquivadas por 60 dias.

ALEXANDRE DE FARIA LIMA  
Gerente de Laboratório CRQ: 02102330

1 / 1

ANTONIO PADUA DE LIMA  
Responsável Técnico CRQ: 04412410

9.G



# RELATÓRIO DE ENSAIOS

PROGRAMA 2025  
INTERLABORATORIAL

Análise Foliar  
N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn

PIATV  
Planta Cerejeira - Solo  
Linha 001

RELATÓRIO DE ENSAIO No: 63179-06

REVISÃO: 1

Cliente: ADM DO BRSIL - UBERLANDIA  
Endereço: ADM DO BRSIL - UBERLANDIA  
Município: UBERLANDIA - MG

Solicitante: ADM DO BRSIL - UBERLANDIA  
Telefone: (34) 99912-2987  
Email: lourena.tibery@adm.com

## DADOS DA AMOSTRA

Material amostrado: Folhas

Código da amostra: 308406

Identificação da amostra: Couve Licional

Data de entrada no laboratório: 12/05/2025

Data de emissão do relatório: 15/05/2025

## INFORMAÇÕES DA AMOSTRAGEM

Data coleta:

Quantidade: 0

Nota: É responsabilidade do cliente a descrição da amostra coletada, resultados se aplicam a amostra conforme recebida.

## RESULTADO DOS ENSAIOS

Parâmetros	Resultados	Unidade	L.Q.	VR	Método	Ensaio	
Nitrogênio	33,04	g/Kg	0,22	---	X	<sup>2</sup> ESALQ, Cap 06	15/05/25
Fósforo	3,21	g/Kg	0,11	---	X	<sup>2</sup> ESALQ, Cap 06	15/05/25
Potássio	41,98	g/Kg	0,32	---	X	<sup>2</sup> ESALQ, Cap 06	15/05/25
Cálcio	25,11	g/Kg	0,22	---	X	<sup>2</sup> ESALQ, Cap 06	15/05/25
Magnésio	6,53	g/Kg	0,11	---	X	<sup>2</sup> ESALQ, Cap 06	15/05/25
Enxofre	9,07	g/Kg	0,11	---	X	<sup>2</sup> ESALQ, Cap 06	15/05/25
Boro	12,70	mg/Kg	5,00	---	X	<sup>2</sup> ESALQ, Cap 06	15/05/25
Cobre	3,50	mg/Kg	2,03	---	X	<sup>2</sup> ESALQ, Cap 06	15/05/25
Ferro	176,20	mg/Kg	3,79	---	X	<sup>2</sup> ESALQ, Cap 06	15/05/25
Manganês	25,10	mg/Kg	4,02	---	X	<sup>2</sup> ESALQ, Cap 06	15/05/25
Zinco	33,00	mg/Kg	4,13	---	X	<sup>2</sup> ESALQ, Cap 06	15/05/25

## LEGENDA

## REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

<sup>2</sup>Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações – 2ª Edição

## OBSERVAÇÕES

Os resultados deste laudo se restringem as amostras ensaiadas. A reprodução do mesmo poderá ser realizada apenas em sua totalidade. As contra-amostras serão arquivadas por 60 dias.

ALEXANDRE DE FARIA LIMA  
Gerente de Laboratório CRQ: 02102330

1 / 1

ANTONIO PADUA DE LIMA  
Responsável Técnico CRQ: 04412410

9.G

## **ANEXO IV. Relatório de Ensaio – Alimento Animal**



# RELATÓRIO DE ENSAIOS

RELATÓRIO DE ENSAIO No: 4733-117

REVISÃO: 0

Cliente: ADM DO BRASIL - UBERLANDIA  
Endereço: AV JOSE ANDRAUS GASSANI 2464, ANEXO I  
Município: UBERLANDIA - MG

Solicitante: ADM DO BRASIL - UBERLANDIA  
Telefone: (34) 99912-2987  
Email: lourena.tibery@adm.com

## DADOS DA AMOSTRA

Material amostrado: ALIMENTO ANIMAL Código da amostra: 30317  
Identificação da amostra: FOLHA COM CINZA ESTUDO  
Data de entrada no laboratório: 26/05/2025 Data de emissão do relatório: 28/05/2025

## INFORMAÇÕES DA AMOSTRAGEM

Fabric.: Não informado Data coleta:  
Quantidade: Não informado ID: FOLHA COM CINZA ESTUDO  
Descrição: ROTINA NDT

Nota: É responsabilidade do cliente a descrição da amostra coletada, resultados se aplicam a amostra conforme recebida.

## RESULTADO DOS ENSAIOS

Parâmetros	Resultados	Unidade	L.Q.	VR	Método	Ensaio	
Extrato Etereo	37,92	g/kg	0,10	---	X	CBAA Metodo I, 14	27/05/25
Fibra Bruta	93,91	g/kg	0,10	---	X	CBAA Metodo I, 18	27/05/25
Materia Pré-Seca	122,57	g/kg	0,10	---	X	CBAA Metodo I, 38	27/05/25
Materia Mineral	123,82	g/kg	0,10	---	X	CBAA Metodo I, 05	27/05/25
Proteina Bruta	214,33	g/kg	0,10	---	X	CBAA Metodo I, 46	27/05/25
Umidade e Voláteis	879,50	g/kg	0,10	---	X	CBAA Metodo I, 53	27/05/25

## LEGENDA

LQ: Limite de Quantificação  
VR: Valor de referência conforme legislação adequada.  
N/D: Não Detectado

## REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

CBAA - Compendio Brasileiro de Alimentação Animal - 2017

## OBSERVAÇÕES

Os resultados deste laudo se restringem as amostras ensaiadas. A reprodução do mesmo poderá ser realizada apenas em sua totalidade. As contra-amostras serão arquivadas por 60 dias.

ALEXANDRE DE FARIA LIMA  
Gerente de Laboratório CRQ: 02102330

1 / 1

ANTONIO PADUA DE LIMA  
Responsável Técnico CRQ: 04412410

9.G



# RELATÓRIO DE ENSAIOS

RELATÓRIO DE ENSAIO No: 4733-118

REVISÃO: 0

Cliente: ADM DO BRASIL - UBERLANDIA  
Endereço: AV JOSE ANDRAUS GASSANI 2464, ANEXO I  
Município: UBERLANDIA - MG

Solicitante: ADM DO BRASIL - UBERLANDIA  
Telefone: (34) 99912-2987  
Email: lourena.tibery@adm.com

## DADOS DA AMOSTRA

Material amostrado: ALIMENTO ANIMAL Código da amostra: 30318  
Identificação da amostra: COUVE LICIONAL  
Data de entrada no laboratório: 26/05/2025 Data de emissão do relatório: 28/05/2025

## INFORMAÇÕES DA AMOSTRAGEM

Fabric.: Não informado Data coleta:  
Quantidade: Não informado ID: COUVE LICIONAL  
Descrição: ROTINA NDT

Nota: É responsabilidade do cliente a descrição da amostra coletada, resultados se aplicam a amostra conforme recebida.

## RESULTADO DOS ENSAIOS

Parâmetros	Resultados	Unidade	L.Q.	VR	Método	Ensaio	
Extrato Etereo	36,13	g/kg	0,10	---	X	CBAА Método I, 14	27/05/25
Fibra Bruta	87,59	g/kg	0,10	---	X	CBAА Método I, 18	27/05/25
Materia Pré-Seca	116,46	g/kg	0,10	---	X	CBAА Método I, 38	27/05/25
Materia Mineral	121,11	g/kg	0,10	---	X	CBAА Método I, 05	27/05/25
Proteína Bruta	207,61	g/kg	0,10	---	X	CBAА Método I, 46	27/05/25
Umidade e Voláteis	910,46	g/kg	0,10	---	X	CBAА Método I, 53	27/05/25

## LEGENDA

LQ: Limite de Quantificação  
VR: Valor de referência conforme legislação adequada.  
N/D: Não Detectado

## REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

CBAА - Compendio Brasileiro de Alimentação Animal - 2017

## OBSERVAÇÕES

Os resultados deste laudo se restringem as amostras ensaiadas. A reprodução do mesmo poderá ser realizada apenas em sua totalidade. As contra-amostras serão arquivadas por 60 dias.

ALEXANDRE DE FARIA LIMA  
Gerente de Laboratório CRQ: 02102330

1 / 1

ANTONIO PADUA DE LIMA  
Responsável Técnico CRQ: 04412410

9.G