

**CENTRO PAULA SOUZA**  
**Etec Prof. Carmelino Corrêa Júnior**  
**Ensino Médio com Habilitação Profissional**  
**de Técnico em Química**

**Gustavo Neias Ribeiro Vieira**

**ANÁLISE GRAVIMÉTRICA DA UMIDADE DO SOLO E**  
**CONSERVAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E**  
**AGRÍCOLA**

**FRANCA**

**2023**

**Gustavo Neias Ribeiro Vieira**

**ANÁLISE GRAVIMÉTRICA DA UMIDADE DO SOLO E  
CONSERVAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E  
AGRÍCOLA**

Trabalho de Conclusão de curso, apresentado ao Curso Técnico em Biotecnologia Integrado ao Ensino Médio da Etec Prof. Carmelino Corrêa Júnior, orientado pela Profa. Dra. Joana D'Arc Félix de Sousa, como requisito parcial para obtenção do título de Técnico em Química.

**FRANCA**

**2023**

**Gustavo Neias Ribeiro Vieira**

**ANÁLISE GRAVIMÉTRICA DA UMIDADE DO SOLO E  
CONSERVAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E  
AGRÍCOLA**

Orientador(a): \_\_\_\_\_

Nome: Profa. Dra. Joana D'Arc Felix Sousa

Instituição: ETEC Prof. Carmelino Corrêa Júnior

Examinador(a) 1: \_\_\_\_\_

Nome:

Instituição ETEC Prof. Carmelino Corrêa Júnior

Examinador(a) 2: \_\_\_\_\_

Nome:

Instituição ETEC Prof. Carmelino Corrêa Júnior

Examinador(a) 3: \_\_\_\_\_

Nome:

Instituição: ETEC Prof. Carmelino Corrêa Júnior

Franca, \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

**DEDICO** este trabalho a ETEC Prof. Carmelino Corrêa Júnior, para que este trabalho possa inspirar novos alunos a buscarem sempre a inovação a partir da imaginação.

**AGRADEÇO** aos professores, colegas de classe, família e ao SENAI pela oportunidade de estágio e a todos que direta ou indiretamente contribuíram para minha formação empresas que filantropicamente doaram produtos, tempo, maquinários e serviços.

“A verdadeira motivação vem de realização, desenvolvimento pessoal, satisfação no trabalho e reconhecimento.”

**FREDERICK HERZBERG**

## RESUMO

**VIEIRA, Gustavo Neias Ribeiro. Análise Gravimétrica da Umidade do Solo e Conservação Para o Desenvolvimento Sustentável e Agrícola.** Trabalho de Conclusão de Curso Apresentado para Obtenção do Título de Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio. ETEC Prof. Carmelino Corrêa Júnior, Franca/SP, 2023.

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) abordou a gestão da umidade do solo e a conservação do solo como pilares essenciais para o fomento do desenvolvimento agrícola sustentável. Iniciando com uma explanação sobre a vital importância do solo, destacou-se seu papel crucial na produção de alimentos e na provisão de serviços ecossistêmicos. As funções do solo, incluindo o armazenamento de carbono, a ciclagem de nutrientes e a retenção de água, foram minuciosamente examinadas, ressaltando a contribuição do solo na atenuação das mudanças climáticas. A pesquisa reforçou a urgência de adotar práticas agrícolas sustentáveis e conservação do solo como estratégias primordiais para reduzir as emissões de gases de efeito estufa e enfrentar os desafios decorrentes das mudanças climáticas. Diversas técnicas de conservação do solo, como a rotação de culturas, o plantio direto e o uso de plantas de cobertura, foram identificados como eficazes para melhorar a qualidade do solo e aumentar sua capacidade de armazenamento de carbono. Isso não apenas beneficia o ambiente, mas também contribui para a segurança alimentar e o desenvolvimento sustentável. O estudo prosseguiu com a análise dos resultados dos testes gravimétricos realizados no ambiente escolar, fornecendo informações valiosas sobre o estado da umidade do solo e enfatizando a importância do manejo hídrico na agricultura. Os resultados destacaram que a umidade do solo estava abaixo dos níveis ideais para as atividades agrícolas da instituição, ressaltando a necessidade de uma gestão apropriada da irrigação. Além disso, enfocou-se a relevância da educação ambiental e da participação dos agricultores na adoção de práticas sustentáveis de conservação do solo. A pesquisa também realçou os benefícios econômicos e sociais da conservação do solo, incluindo o aumento da produtividade agrícola e a redução dos custos com insumos. Em resumo, este TCC sublinha a necessidade premente de

reconhecer o solo como um recurso inestimável e de promover práticas sustentáveis para sua preservação. A gestão adequada da umidade do solo e a conservação do solo são cruciais para a mitigação das mudanças climáticas, a garantia de segurança alimentar e o fomento do desenvolvimento agrícola sustentável.

**Palavras-chave:** umidade do solo; conservação do solo; desenvolvimento agrícola sustentável; monitoramento; mitigação das mudanças climáticas.



## ABSTRACT

**VIEIRA, Gustavo Neias Ribeiro. Gravimetric Analysis of Soil Moisture and Conservation for Sustainable Agricultural Development.** Completion of Course Work Presented for Obtaining the Title of Technician in Chemistry Integrated to High School. ETEC Prof. Carmelino Correa Junior, Franca/SP, 2023.

This Bachelor's Thesis addressed soil moisture management and soil conservation as essential pillars for promoting sustainable agricultural development. Beginning with an explanation of the vital importance of soil, its crucial role in food production, and the provision of ecosystem services were highlighted. The soil's functions, including carbon storage, nutrient cycling, and water retention, were thoroughly examined, emphasizing the soil's contribution to mitigating climate change. The research reinforced the urgent need to adopt sustainable agricultural practices and soil conservation as primary strategies for reducing greenhouse gas emissions and addressing the challenges arising from climate change. Various soil conservation techniques, such as crop rotation, no-till farming, and the use of cover crops, were identified as effective means to improve soil quality and increase its carbon storage capacity. This not only benefits the environment but also contributes to food security and sustainable development. The study proceeded with the analysis of the results of gravimetric tests conducted in the school environment, providing valuable insights into the state of soil moisture and underscoring the importance of water management in agriculture. The results highlighted that soil moisture levels were below the ideal range for the institution's agricultural activities, emphasizing the need for proper irrigation management. Furthermore, the relevance of environmental education and farmer participation in adopting sustainable soil conservation practices was emphasized. The research also highlighted the economic and social benefits of soil conservation, including increased agricultural productivity and reduced input costs. In summary, this Bachelor's Thesis emphasizes the pressing need to recognize soil as an invaluable resource and to promote sustainable practices for its preservation. Proper soil moisture

management and soil conservation are crucial for mitigating climate change, ensuring food security, and promoting sustainable agricultural development.

**Keywords:** soil moisture; soil conservation; sustainable agricultural development; monitoring; climate change mitigation.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
1.1. Justificativas.....	13
1.1.1. O Impacto das Primeiras Civilizações e a Domesticação de Plantas.....	14
1.1.2. Intercâmbio Global de Espécies Vegetais e Desenvolvimento Agrícola.....	14
1.1.3. Desafios Atuais e Papel da Ciência e Tecnologia na Agricultura...15	
1.1.4. Importância da Gestão da Umidade do Solo.....	16
1.1.5. A Importância do Solo para o Meio Ambiente e a Avaliação da Umidade do Solo.....	14
1.1.6. A Relação com o Trabalho Prático e a Abordagem da Gravimetria.....	18
1.2. Objetivos .....	19
1.2.1. Objetivos específicos.....	19
2. DESENVOLVIMENTO.....	20
2.1. Referencial Teórico .....	20
2.2. Importância do Solo como recurso fundamental.....	22
2.2.1. O Solo como Ciclo de Nutrientes e Reservatório de Água.....	22
2.2.2. Biodiversidade no Solo e seus Impactos.....	22
2.2.3. O Solo como Reservatório de Carbono e sua Contribuição na Mitigação das Mudanças Climáticas.....	23
2.2.4. Conservação e Degradação do Solo.....	23

2.2.5. O Solo como Base da Infraestrutura Humana e Registros Históricos.....	23
2.3. Emissão dos Gases do Efeito Estufa (GEE) do Solo e sua Relação com a Umidade.....	24
2.3.1. O Solo como Reservatório e Emissor de Carbono.....	24
2.3.2. Emissão de Metano (CH <sub>4</sub> ) e sua Potencial Contribuição para o Efeito Estufa.....	24
2.3.3. Umidade do Solo como Controlador da Emissões de CO <sub>2</sub> .....	25
2.3.4. Desafios e oportunidades de Manejo Sustentável.....	25
2.4. Práticas Agrícolas Sustentáveis e sua Contribuição na redução de Gases do Efeito Estufa (GEE).....	25
2.4.1. O Sistema de Plantio Direto (SPD) como Prática Sustentável.....	26
2.4.2. A Contribuição do SPD na redução de Emissão de CO <sub>2</sub> .....	26
2.4.3. Importância dos Estoques de Carbono no Solo.....	26
2.4.4. Desafios e Oportunidades para a Agricultura Sustentável.....	27
2.4.5. Políticas Públicas e Educação Ambiental.....	27
2.5. Materiais e Métodos.....	27
2.5.1. Aplicação da Análise Gravimétrica na Escola.....	27
2.5.2. Materiais.....	28
2.5.3. Preparação da Amostra.....	28
2.5.4. Procedimento.....	28
2.6. Resultados e Discussões.....	29
3. CONCLUSÃO.....	31
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Justificativas

A gestão eficiente da umidade do solo e a conservação deste recurso essencial representam pilares fundamentais para o desenvolvimento agrícola sustentável. Este trabalho surge da crescente necessidade de compreender e abordar os desafios enfrentados na interseção entre a agricultura, a preservação ambiental e a segurança alimentar.

Agricultura, ao longo da história, tem sido a espinha dorsal do desenvolvimento humano. Contudo, as atuais práticas agrícolas muitas vezes negligenciam fatores críticos de conservação ambiental. O esgotamento dos recursos hídricos, as emissões de gases de efeito estufa decorrentes da atividade agrícola e as mudanças climáticas são questões que demandam atenção urgente.

O solo, como componente vital dessa equação, desempenha um papel central na oferta de sustentabilidade à vida e na manutenção dos ecossistemas. Este TCC busca, portanto, evidenciar a importância da gestão adequada da umidade do solo e práticas de conservação para garantir não apenas a produtividade agrícola, mas também a preservação ambiental.

A necessidade de conscientização e adoção de práticas sustentáveis pelos agricultores torna-se evidente. A implementação efetiva dessas práticas não apenas contribui para a mitigação das mudanças climáticas, mas também está intrinsecamente ligada à segurança alimentar e ao bem-estar das comunidades.

Diante desse cenário, este trabalho propõe-se a não apenas analisar o teor de umidade do solo em ambientes específicos, mas também a oferecer insights sobre como a gestão consciente desse recurso pode impactar positivamente a agricultura, o meio ambiente e, conseqüentemente, a sociedade.

Assim, a relevância deste TCC reside na contribuição para a compreensão mais aprofundada da interconexão entre a gestão da umidade do solo, a conservação ambiental e o desenvolvimento agrícola sustentável. Por meio deste trabalho, busca-se fornecer informações valiosas que possam orientar práticas mais conscientes e

políticas voltadas para a preservação do solo, contribuindo para um futuro mais sustentável.

### 1.1.1 O Impacto das Primeiras Civilizações e a Domesticação de Plantas

A agricultura, ao longo da história, tem sido uma força motriz para o desenvolvimento humano, desempenhando um papel essencial na transição de um estilo de vida nômade para a estabilidade dos assentamentos permanentes. Desde o advento do período neolítico, cerca de 12.000 anos atrás, a humanidade testemunhou uma mudança profunda da caça e coleta de alimentos para a prática agrícola, permitindo o florescimento das primeiras comunidades sedentárias. Esta evolução teve como seu elo fundamental a domesticação de plantas, culminando na capacidade de garantir a subsistência e o crescimento populacional. No entanto, a eficácia da agricultura sempre esteve inextricavelmente ligada à disponibilidade de fontes de água, que desempenharam um papel crucial no sucesso das práticas agrícolas (BACON *et al*, 2020).

As primeiras civilizações documentadas na história humana surgiram em regiões conhecidas como o "crescente fértil", próximas aos rios Nilo e Eufrates, além do norte da China e partes da América Central. Estes locais forneceram o ambiente propício para o desenvolvimento da agricultura, com o advento da domesticação de plantas. A domesticação, um processo conduzido pelo homem para atender às necessidades humanas, desencadeou uma evolução genética nas plantas, resultando em espécies distintas das suas contrapartes selvagens e dependendo do cuidado humano para sua sobrevivência.

“A domesticação é um processo evolutivo conduzido pelo homem para atender às necessidades humanas. Plantas domesticadas são geneticamente distintas de suas contrapartes selvagens e dependem do homem para sobreviver” (BACON *et al*, 2020).

### 1.1.2 Intercâmbio Global de Espécies Vegetais e Desenvolvimento Agrícola

A era da colonização europeia trouxe consigo um intenso intercâmbio global de espécies vegetais, muitas das quais destinadas à alimentação. Culturas como a batata

e o milho das Américas desempenharam um papel fundamental no combate à fome em diversas partes do mundo. Além disso, plantas como cana-de-açúcar, café, trigo e arroz foram introduzidas em diferentes regiões fora de seus locais de origem, transformando as práticas agrícolas e impulsionando o desenvolvimento econômico. No contexto brasileiro, a introdução de culturas como o trigo, cana-de-açúcar e café desempenhou um papel vital na história agrícola e econômica do país (DA SILVA *et al*, 2012).

### 1.1.3 Desafios Atuais e Papel da Ciência e Tecnologia na Agricultura

À medida que a humanidade progrediu, ficou evidente que a agricultura necessita constantemente evoluir para atender às demandas em constante mudança. O avanço científico e tecnológico se tornou um pilar fundamental para impulsionar a produtividade agrícola e enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas. Um desses desafios é a escassez de recursos hídricos, que exige um uso responsável da água, dado que a maior parte dela é inacessível devido à salinidade. Nesse contexto, o desenvolvimento de técnicas que otimizem o uso eficiente e sustentável da água é crucial para promover práticas agrícolas responsáveis e mitigar impactos ambientais (DA SILVA *et al*, 2012), Figura 1.

**Figura 1.** A cada ano, novas tecnologias estão sendo incorporadas aos sistemas produtivos, o que tem assegurado contínuo aumento de produtividade.



Fonte: (LAMAS, 2018: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/32676228/artigo-os-desafios-da-agricultura-moderna>)

### 1.1.4 A Importância da Gestão da Umidade do Solo

No âmbito dessa busca por práticas agrícolas mais sustentáveis, a gestão da umidade do solo emerge como um fator crítico. O equilíbrio entre chuvas, consumo de água pelas plantas, condição do solo e hidrografia da região está intrinsecamente ligado à eficácia da produção agrícola. A capacidade de gerenciar efetivamente a umidade do solo não apenas influencia a produtividade, mas também desempenha um papel vital na conservação dos recursos hídricos e na mitigação dos impactos ambientais,

Neste cenário, os atores envolvidos no desenvolvimento agrícola têm uma responsabilidade essencial em explorar e implementar técnicas inovadoras que promovam uma agricultura eficiente, sustentável e ambientalmente consciente. A compreensão da história da agricultura, sua evolução e desafios atuais é crucial para moldar abordagens eficazes que garantam a segurança alimentar e o equilíbrio ambiental (CHERLINKA, 2022).

#### 1.1.5 A Importância do Solo para o Meio Ambiente e a Avaliação da Umidade do Solo

A importância intrínseca do solo como recurso natural não renovável é inegável, desempenhando um papel vital na sustentação da vida e na manutenção dos ecossistemas. Além de ser o alicerce da produção alimentar que sustenta a humanidade, o solo desempenha uma multiplicidade de funções cruciais. Ele é responsável por fornecer os nutrientes essenciais que sustentam florestas e cultivos, funciona como um filtro natural que purifica a água e exerce uma influência determinante na regulação da temperatura e das emissões de gases de efeito estufa. Emerge como um aliado na batalha contra as mudanças climáticas, sendo capaz de capturar carbono da atmosfera e armazená-lo na forma de matéria orgânica (CHERLINKA, 2022), Figura 2. No entanto, é perturbador perceber que muitos solos estão atualmente liberando carbono em vez de capturá-lo, agravando os desafios climáticos. Com sua reserva de carbono que supera em três vezes o estoque atmosférico, o solo apresenta uma oportunidade estratégica para enfrentar as mudanças climáticas por meio de um manejo responsável e eficiente. Além disso, a gestão adequada do solo é essencial para preservar sua estrutura, promovendo a infiltração de água, a recarga dos lençóis freáticos e a mitigação de problemas como enchentes e erosão.



**Figura 2.** O solo é importante para fornecer os nutrientes essenciais que sustentam florestas e cultivos.



Fonte: (AGROPÓS 2021: <https://agropos.com.br/conservacao-do-solo/>)

Avaliar e monitorar a umidade do solo assume uma posição de extrema relevância nas atividades agrícolas, com um papel crucial na previsão de desastres naturais, na gestão do abastecimento de água e na otimização das práticas agrícolas. A interpretação precisa desses dados pode oferecer insights vitais sobre ameaças iminentes de inundações ou escassez hídrica, superando outros indicadores. A umidade do solo, ao influenciar o teor de ar presente, a salinidade e a concentração de substâncias tóxicas, desempenha um papel profundo e abrangente. Além disso, ela está intrinsecamente conectada à estrutura do solo, à sua espessura e à sua estabilidade. Mesmo a temperatura do solo e sua capacidade de reter calor são impactadas pelo nível de umidade. Nesse contexto, é imperativo explorar o potencial do solo para promover a sustentabilidade ambiental. Contudo, a degradação do solo emerge como um desafio preocupante, comprometendo sua produtividade e afetando diretamente as atividades agrícolas. Este estudo aborda a complexidade desse fenômeno, originado por processos físicos, químicos e biológicos, que resultam na perda de nutrientes e fertilidade. Tantas ações humanas, como desmatamento e uso inadequado, quanto fatores naturais, como chuvas ácidas e clima regional, contribuem para a degradação. Estratégias de manejo e medidas de conservação são cruciais

para garantir a sustentabilidade do solo e a saúde dos ecossistemas, visando o avanço responsável da agricultura e a preservação de um futuro equilibrado e resiliente (CHERLINKA, 2022).

#### 1.1.6 A Relação com o Trabalho Prático e a Abordagem da Gravimetria

No âmbito deste estudo, será conduzido um trabalho prático na escola, com o objetivo de aplicar os princípios da gravimetria para avaliar a umidade do solo local. A escolha da gravimetria como técnica de análise está intrinsecamente alinhada à importância crucial da umidade do solo na produtividade agrícola e na gestão sustentável do solo. A gravimetria, uma metodologia que se baseia nas variações de gravidade de um local, permite aferir as mudanças na densidade do solo, as quais podem ser diretamente correlacionadas com as variações de umidade. Dessa forma, esse método apresenta-se como uma ferramenta valiosa para compreender as variações da umidade do solo em diferentes regiões da escola, oferecendo informações essenciais para a adoção de práticas agrícolas responsáveis e eficientes.

Esse trabalho prático será executado mediante a coleta de amostras de solo em pontos estrategicamente escolhidos, seguida pela análise das variações gravimétricas e sua correlação com os níveis de umidade. A intersecção entre a teoria e a prática, nesse contexto, propicia um enriquecimento do entendimento acerca da influência do solo na umidade e vice-versa. Além disso, essa abordagem prática permitirá uma visualização tangível dos conceitos teóricos discutidos anteriormente, aproximando a pesquisa da realidade concreta e evidenciando a importância da ciência do solo no contexto da agricultura e da conservação ambiental. Dessa forma, ao incorporar o trabalho prático de teste de gravimetria para avaliação da umidade do solo à discussão teórica sobre a importância do solo, da umidade e da degradação do solo, este estudo visa contribuir para uma compreensão mais completa e aprofundada das implicações ambientais e agrícolas. Através dessa abordagem integrada, pretende-se não apenas ampliar o conhecimento dos envolvidos, mas também promover a consciência sobre a relevância crítica de práticas responsáveis de manejo do solo, visando um futuro sustentável e equilibrado (CHERLINKA, 2022).

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é aprofundar a compreensão sobre a relevância do solo para o meio ambiente, enfocando suas funções vitais na sustentação da vida e sua estreita relação com a umidade do solo. Além disso, busca-se investigar de que forma a degradação do solo influencia diretamente a umidade e as condições ambientais, com especial ênfase nos fatores humanos e naturais que contribuem para esse fenômeno. Com base nesse contexto, será conduzido um estudo prático na escola, empregando a técnica da gravimetria para avaliar a umidade do solo local. Através da convergência entre conhecimento teórico e aplicação prática, almeja-se não apenas visualizar as implicações dos conceitos discutidos, mas também realçar a importância do manejo sustentável do solo no contexto do desenvolvimento agrícola. O trabalho busca expandir a visão dos participantes e ressaltar a relevância das práticas responsáveis de conservação do solo e da eficiente gestão da umidade para impulsionar um futuro de crescimento agrícola harmonizado com a preservação do meio ambiente.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- 1) **Analisar a umidade do solo:** Realizar uma análise detalhada dos níveis de umidade do solo em ambientes escolares, por meio de testes gravimétricos, com o objetivo de compreender as condições atuais e identificar eventuais desafios relacionados ao manejo da água no contexto da agricultura.
- 2) **Avaliar a eficácia das práticas agrícolas:** Investigar a eficácia das práticas agrícolas implementadas em ambientes escolares, como rotação de culturas, plantio direto e uso de plantas de cobertura, visando melhorar a qualidade do solo e aumentar a capacidade de armazenamento de carbono.
- 3) **Promover a conscientização ambiental:** Realizar ações de conscientização ambiental, direcionadas a agricultores, educadores e outros intervenientes nos ecossistemas locais, sobre a importância da conservação do solo, contribuindo para a disseminação de práticas sustentáveis.

- 4) **Analisar a relação entre umidade do solo e emissões de gases de efeito estufa:** Investigar a relação entre os níveis de umidade do solo e as emissões de CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub>, contribuindo para o entendimento de como a gestão da umidade do solo pode influenciar os fluxos de gases de efeito estufa.
- 5) **Propor estratégias de gestão da umidade do solo:** Com base nos resultados obtidos, desenvolver propostas de estratégias eficazes para a gestão da umidade do solo em ambientes agrícolas, visando otimizar as condições para o cultivo, reduzir emissões e promover a sustentabilidade.

Estes objetivos específicos orientarão a condução do estudo, proporcionando uma abordagem sistemática e abrangente para abordar as questões fundamentais relacionadas à gestão da umidade do solo e conservação em ambientes agrícolas.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Referencial Teórico

O referencial teórico deste trabalho é fundamentado em diversos estudos que convergem para os principais conceitos e aspectos essenciais relacionados à gestão da umidade do solo, conservação do solo e práticas agrícolas sustentáveis, consolidando a base conceitual necessária para abordar os objetivos propostos.

O solo é um recurso vital que desempenha funções cruciais na produção de alimentos e serviços ecossistêmicos. Além de sustentar as plantas, inclui o armazenamento de carbono, ciclagem de nutrientes e retenção de água, como destacado por Bernardi (2022) e a Embrapa (2017). Esta compreensão vai além da produção agrícola, abrangendo a preservação ambiental e a sustentabilidade a longo prazo.

Cherlinka (2022) ressalta a importância do monitoramento da umidade do solo para otimizar práticas de irrigação. A manutenção dos níveis ideais de umidade é essencial para o sucesso das culturas, sendo um dos pilares da gestão hídrica na agricultura. Essa abordagem não apenas aumenta a eficiência do uso da água, mas também contribui para a sustentabilidade ambiental.

A necessidade de educar e envolver os jovens na agricultura familiar, como explorado por Bacon et al. (2020), conecta-se diretamente à conscientização sobre práticas sustentáveis, contribuindo para a preservação do solo e dos ecossistemas. A integração da educação no contexto agrícola promove uma abordagem mais sustentável, crucial para o desenvolvimento agrícola e a segurança alimentar global.

O desenvolvimento agrícola sustentável, conforme abordado por Da Silva e Schaffrath (2012), é essencial para conciliar a produção agrícola com a preservação ambiental, garantindo a sustentabilidade a longo prazo. Essa perspectiva considera os desafios ambientais contemporâneos e a necessidade premente de equilibrar a produção de alimentos com a conservação dos recursos naturais.

A visão do solo como um organismo vivo, com serviços ecossistêmicos essenciais, é reforçada pela Embrapa (2017), realçando a interconexão entre práticas agrícolas e a saúde do solo. Esta abordagem destaca a importância de preservar a biodiversidade do solo e reconhecer sua vitalidade para o equilíbrio dos ecossistemas agrícolas.

As pesquisas da Embrapa (2017) e de Conforti et al. (2013) destacam a influência da umidade do solo nos fluxos de CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub>, evidenciando a complexa interação entre as características do solo e as emissões de gases de efeito estufa. Compreender essas interações é crucial para desenvolver práticas agrícolas que minimizem as emissões, contribuindo assim para a mitigação das mudanças climáticas.

A Flos Ambiental (2023) destaca o papel crucial da conservação do solo na mitigação das mudanças climáticas, enfatizando a responsabilidade da agricultura na busca por práticas sustentáveis. A conservação do solo não apenas preserva a fertilidade, mas também reduz a erosão e contribui para a estabilidade climática, promovendo assim o desenvolvimento sustentável.

A Embrapa (2022) contribui com resultados sobre como o manejo adequado do solo pode aumentar o sequestro de carbono, evidenciando a importância das práticas agrícolas na gestão ambiental. A capacidade do solo em sequestrar carbono contribui para mitigar as emissões de gases de efeito estufa, sendo uma peça fundamental no desenvolvimento sustentável.

Em síntese, este referencial teórico proporciona uma base sólida para a compreensão dos conceitos relacionados à gestão da umidade do solo, conservação do solo e práticas agrícolas sustentáveis. A integração desses conhecimentos é essencial para o desenvolvimento de estratégias eficazes que promovam a sustentabilidade e a produtividade agrícola a longo prazo.

## **Capítulo 2.2: Importância do Solo como Recurso Fundamental**

O solo, frequentemente subestimado e percebido como um elemento abiótico, desempenha um papel vital na sustentação da vida e em todos os sistemas de produção agrícola e pecuária que fornecem alimentos, medicamentos, fibras, madeira e combustíveis à sociedade. No entanto, para compreender plenamente a relevância do solo, é fundamental reconhecê-lo como um sistema complexo, composto por minerais, matéria orgânica, ar, água e uma vasta diversidade de micro e macroorganismos em constante processo de formação e renovação (EMBRAPA, 2017).

### **2.2.1 O Solo como Ciclo de Nutrientes e Reservatório de Água**

Uma das funções essenciais do solo é a ciclagem e o armazenamento de nutrientes necessários para o crescimento das plantas. Além disso, o solo atua como um reservatório de água fundamental para o abastecimento de lençóis freáticos e aquíferos, desempenhando um papel crucial na manutenção da qualidade da água para os ecossistemas aquáticos e a sociedade em geral (EMBRAPA, 2017).

### **2.2.2 Biodiversidade no Solo e seus Impactos**

A biodiversidade presente no solo, composta por micro e macroorganismos, desempenha um papel vital em processos essenciais, como a decomposição de resíduos e poluentes, a ciclagem de nutrientes e a absorção de água e nutrientes pelas plantas. Destacam-se os fungos micorrízicos, que facilitam a absorção de nutrientes pelas plantas, e a fixação biológica do nitrogênio, que substitui a

necessidade de adubos nitrogenados em cultivos como a soja, resultando em economias significativas para a agricultura (EMBRAPA, 2017).

### 2.2.3 O Solo como Reservatório de Carbono e sua Contribuição na Mitigação das Mudanças Climáticas

O solo é também um gigantesco reservatório de carbono, com estoques mais de duas vezes superiores aos da atmosfera e da vegetação. Esses estoques de carbono, provenientes da mineralização do carbono orgânico, desempenham um papel fundamental na regulação da composição dos gases atmosféricos, contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas (EMBRAPA, 2017).

### 2.2.4 Conservação e Degradação do Solo

Para preservar a qualidade do solo e seu potencial de sequestro de carbono, é necessário adotar práticas agrícolas que promovam o crescimento contínuo das plantas, como o uso de pastagens permanentes, rotações de culturas e sistemas integrados de produção. Isso ajuda a minimizar os efeitos das mudanças climáticas. Por outro lado, a degradação do solo, que resulta na perda de nutrientes, biodiversidade e carbono, representa uma ameaça significativa. A erosão do solo é um problema global, causando a perda anual de bilhões de toneladas de solo, levando à emissão de gases de efeito estufa e à degradação dos recursos naturais (EMBRAPA, 2017).

### 2.2.5 O Solo como Base da Infraestrutura Humana e Registros Históricos

O solo não é apenas a base da produção de alimentos e recursos naturais, mas também desempenha um papel central na infraestrutura humana, servindo como suporte para habitações, indústrias, rodovias e várias atividades econômicas e culturais. Além disso, registros arqueológicos encontrados no solo fornecem insights valiosos sobre a história da ocupação humana.

Em resumo, o solo é um recurso natural vital que fornece uma variedade de serviços ecossistêmicos essenciais para a vida humana e a qualidade de vida. Portanto, é imperativo que o solo seja colocado no centro das discussões

educacionais e políticas, reconhecendo seu valor inestimável e promovendo práticas sustentáveis para sua preservação. A pesquisa sobre serviços ecossistêmicos do solo desempenha um papel crucial nesse esforço, avaliando as funções e serviços do solo e desenvolvendo estratégias para sua conservação e uso responsável (EMBRAPA, 2017).

### **Capítulo 2.3: Emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) do Solo e sua Relação com a Umidade**

A compreensão das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) do solo e sua relação com a umidade é essencial para avaliar o papel do solo no contexto das mudanças climáticas e desenvolver estratégias de manejo sustentável. Este capítulo abordará as principais contribuições do solo para as emissões de CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub>, bem como a influência da umidade do solo nesses processos.

#### **2.3.1 O Solo como Reservatório e Emissor de Carbono**

O solo é reconhecido como o mais importante reservatório terrestre de carbono, armazenando duas ou três vezes mais carbono do que a atmosfera. No entanto, uma parte significativa desse carbono é liberada para a atmosfera na forma de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) devido à respiração autotrófica e heterotrófica. O efluxo de CO<sub>2</sub> do solo é um componente essencial do ciclo global do carbono, contribuindo com aproximadamente 50% da respiração total do ecossistema. Em florestas tropicais úmidas, o CO<sub>2</sub> proveniente do solo pode representar mais de 80% de todas as emissões do ecossistema. A umidade do solo emerge como um fator crucial na regulação do efluxo de CO<sub>2</sub> do solo, influenciando a atividade biológica e a variação sazonal das florestas (EMBRAPA, 2017).

#### **2.3.2 Emissão de Metano (CH<sub>4</sub>) e sua Potencial Contribuição para o Efeito Estufa**

O metano (CH<sub>4</sub>) é um GEE com um potencial de efeito estufa significativamente maior do que o CO<sub>2</sub>. Apesar de suas concentrações relativamente baixas na atmosfera, a emissão de CH<sub>4</sub> do solo é um fator importante a ser considerado. O



manejo inadequado de resíduos orgânicos e a aplicação de altas doses de insumos ao solo podem resultar em aumentos nas emissões de CH<sub>4</sub>. Portanto, compreender as relações entre práticas agrícolas, umidade do solo e emissões de CH<sub>4</sub> é crucial para minimizar as contribuições desse gás para o efeito estufa (CONFORTI *et al*, 2013).

### 2.3.3 Umidade do Solo como Controlador das Emissões de CO<sub>2</sub>

A umidade do solo é um dos principais controladores das emissões de CO<sub>2</sub> do solo. Variações na umidade do solo ao longo do tempo e no espaço têm um impacto significativo nas taxas de efluxo de CO<sub>2</sub>. Essas variações podem ser observadas em diversas escalas temporais, e a relação entre umidade do solo e efluxo de CO<sub>2</sub> é particularmente pronunciada em florestas tropicais (EMBRAPA, 2017).

### 2.3.4 Desafios e Oportunidades para o Manejo Sustentável

O aumento das emissões de GEE, como o CO<sub>2</sub> e o CH<sub>4</sub>, é uma preocupação no contexto das mudanças climáticas. No entanto, a aplicação adequada de práticas de manejo do solo pode minimizar essas emissões. Este capítulo também abordará os desafios e oportunidades para a gestão sustentável do solo, destacando a importância de considerar a umidade do solo ao desenvolver estratégias de mitigação das emissões de GEE.

Em resumo, este capítulo explorou a complexa relação entre as emissões de GEE do solo, com foco no CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub>, e a umidade do solo. Entender esses processos é fundamental para desenvolver estratégias eficazes de mitigação das mudanças climáticas e promover o manejo sustentável do solo (CONFORTI *et al*, 2013).

## **Capítulo 2.4: Práticas Agrícolas Sustentáveis e sua Contribuição na Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE)**

Neste capítulo, será explorado como práticas agrícolas sustentáveis, com foco no Sistema de Plantio Direto (SPD), podem contribuir significativamente para a

redução das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), com ênfase na retenção de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) no solo.

#### 2.4.1 O Sistema de Plantio Direto (SPD) como Prática Sustentável

O Sistema de Plantio Direto (SPD) é uma prática agrícola consolidada que se baseia na diversificação de espécies, rotação e consorciação de culturas, e na redução ou ausência de revolvimento do solo, com a manutenção da cobertura vegetal por meio de palhada. Essa abordagem visa preservar as características físicas, químicas e biológicas do solo, promovendo sua sustentabilidade a longo prazo (EMBRAPA, 2022).

#### 2.4.2 A Contribuição do SPD na Redução de Emissões de CO<sub>2</sub>

Estudos conduzidos em Itaí, SP, demonstraram que a implementação do SPD em áreas irrigadas resulta em um aumento do estoque de carbono do solo (ECS) e, conseqüentemente, na redução da liberação de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) na atmosfera. Ao minimizar a perturbação do solo e manter a cobertura vegetal, o SPD favorece a retenção de carbono no solo, contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas (EMBRAPA, 2022).

#### 2.4.3 Importância dos Estoques de Carbono no Solo

Os estoques de carbono no solo são indicadores-chave na avaliação da sustentabilidade ambiental proporcionada por práticas agrícolas. Existe uma forte correlação entre o carbono do solo e os atributos químicos, físicos e biológicos, tornando-o um avaliador eficaz de sustentabilidade. O solo armazena aproximadamente quatro vezes mais carbono do que a biomassa vegetal e três vezes mais do que a atmosfera, desempenhando um papel fundamental no ciclo global do carbono (FLOS AMBIENTAL, 2023).

#### 2.4.4 Desafios e Oportunidades para a Agricultura Sustentável

O manejo adequado do solo, como promovido pelo SPD, é uma peça-chave na conservação do solo e na redução das emissões de GEE. Práticas sustentáveis não apenas aumentam a capacidade de armazenamento de carbono no solo, mas também melhoram a qualidade do solo, reduzem a erosão e minimizam os impactos ambientais negativos da agricultura (FLOS AMBIENTAL, 2023).

#### 2.4.5 Políticas Públicas e Educação Ambiental

A conservação do solo e a adoção de práticas agrícolas sustentáveis podem ser incentivadas por meio de políticas públicas, programas de incentivo financeiro e educação ambiental. Conscientizar os agricultores sobre a importância da conservação do solo e dos recursos naturais é fundamental para garantir a sustentabilidade ambiental e a segurança alimentar.

Em resumo, este capítulo enfocou as práticas agrícolas sustentáveis, com destaque para o Sistema de Plantio Direto (SPD), como uma abordagem eficaz para a redução das emissões de GEE, especialmente o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), por meio da retenção de carbono no solo. A conservação do solo desempenha um papel crucial na mitigação das mudanças climáticas e na promoção da agricultura sustentável, com benefícios econômicos, ambientais e sociais significativos. O próximo capítulo abordará estudos de caso e exemplos concretos de aplicação dessas práticas sustentáveis e seus impactos na redução de emissões de GEE.

## 2.5 Materiais e Métodos

### 2.5.1 Aplicação da Análise Gravimétrica na Escola

Neste capítulo será apresentado um experimento prático na escola Etec Prof. Carmelino Corrêa Júnior de Franca-SP, onde será feita uma série de 6 ensaios químicos, que consiste em fazer uma análise gravimétrica em diferentes solos do colégio (áreas de irrigação), onde esse experimento tem como objetivo determinar a umidade e como pode contribuir no desenvolvimento agrícola e sustentável. A metodologia utilizada foi baseada na norma NBR 6457/2016 que é utilizada para determinação da umidade do solo.

### 2.5.2 Materiais

Foi utilizado uma balança analítica de precisão de 0,0001 gramas, estufa de 104 °C, capsulas de porcelana e um dessecador.

### 2.5.3 Preparação da Amostra

As amostras foram coletadas em diferentes locais dentro do colégio, incluindo áreas de plantio e rega, a fim de abranger uma variedade de condições de umidade no ambiente escolar. Cada amostra foi cuidadosamente armazenada em sacos herméticos, garantindo que não houvesse entrada de umidade externa. A Figura 3 apresenta as áreas específicas, destacadas no círculo, onde as amostras foram coletadas. No total, foram obtidas seis amostras, numeradas de 001 a 005. As amostras de 001 a 004 foram coletadas em áreas designadas para o controle da umidade no colégio, enquanto a amostra 005 foi obtida em uma área de plantação.

### 2.5.4 Procedimento

Foram utilizadas três cápsulas de porcelana em cada ensaio, as quais foram inicialmente pesadas e registradas como massa inicial (MI). Em seguida, foram adicionados 4 g da amostra em cada cápsula, e essa massa foi anotada como massa analisada (MA).

Posteriormente, as cápsulas foram colocadas em uma estufa a 105 °C, onde permaneceram por 24 horas para permitir a evaporação da umidade. Após esse período, as amostras foram retiradas da estufa e transferidas para um dessecador, onde ficaram por mais 2 horas.

Findo o tempo no dessecador, as amostras foram pesadas novamente em uma balança analítica para determinar a massa final das amostras (MF). Os resultados foram obtidos por meio de cálculos para a análise do teor de umidade. Tabela 1.

### 2.5.5 Cálculo Para Obtenção do Resultado

Para o cálculo do teor de matéria seca em % (MS) e o teor de umidade em % (U) foi utilizado a seguinte fórmula:

$$MS (\%) = \frac{MF - MI}{MA * 100} \quad U (\%) = 100\% - MS (\%)$$

## 2.6 Resultados e Discussão

**Figura 3.** Planta referente aos locais circulos onde foi recolhido as amostras para o teste gravimétrico.



Fonte: Gustavo Neias, 2023

**Tabela 1.** Resultados da análise de umidade do solo por gravimetria.

Número da amostra	Número das capsulas	Massa Inicial (MI)	Massa Analisada (MA)	Massa Final (MF)	Teor de Matéria Seca em % (MS)	Teor de Umidade em % (U)	Média do Teor de Umidade
001	1	76,0654	4,0341	79,7282	90,79	9,21	10,93
	2	58,8247	4,0571	62,2411	84,21	15,79	
	3	74,8903	4,0584	78,6323	92,20	7,80	
002	1	78,4798	4,0397	82,0363	88,04	11,96	13,96
	2	70,8696	4,0197	74,2846	84,96	15,04	
	3	74,9003	4,0636	78,3590	85,11	14,89	
003	1	74,0981	4,0880	77,6446	86,74	13,26	12,55
	2	78,7123	4,0741	82,3248	88,67	11,33	
	3	81,1493	4,0944	84,7084	86,93	13,07	
004	1	85,0686	4,0618	88,6408	87,94	12,06	13,71
	2	75,5248	4,0911	79,0117	85,23	14,77	
	3	80,0992	4,0347	83,5569	85,70	14,30	
005	1	76,0444	4,0496	79,3966	82,78	17,22	16,94
	2	74,8909	4,0364	78,2390	82,95	17,05	
	3	75,3952	4,0622	78,7847	83,44	16,56	

Fonte: Gustavo Neias, 2023

A faixa ideal de teor de umidade do solo para diferentes culturas é uma consideração crucial, embora varie de acordo com as espécies vegetais específicas. Em geral, a maioria das culturas prospera quando o teor de umidade do solo está dentro da faixa de 20% a 60% (CHERLINKA, 2022). Uma análise das amostras de solo revelou que o solo não estava adequadamente preparado para as atividades de cultivo da escola. Isso pode ser atribuído ao momento em que as amostras foram coletadas, que ocorreu fora dos horários de irrigação programados pela escola. Portanto, os resultados das amostras apresentaram teores de umidade fora dos parâmetros ideais devido à falta de sincronização com as práticas de manejo da escola.

### 3 CONCLUSÃO

Este Trabalho representa uma contribuição substancial para a compreensão da importância da umidade do solo na agricultura e seu papel fundamental no contexto do desenvolvimento agrícola sustentável. Durante o decorrer deste estudo, destacamos vários pontos cruciais que merecem atenção e consideração em relação à gestão do solo e à busca por soluções sustentáveis para os desafios que enfrentamos.

Primeiramente, a análise do teor de umidade do solo revelou uma descoberta significativa. Os níveis de umidade do solo em ambientes escolares não estavam ideais para as atividades de cultivo realizadas pelo colégio. Esta constatação lança luz sobre a necessidade premente de monitoramento regular dos níveis de umidade do solo e da implementação de estratégias para ajustá-los às demandas das culturas, especialmente em ambientes onde a agricultura desempenha um papel relevante.

Além disso, nossa pesquisa enfatizou a importância vital da conservação do solo. As práticas agrícolas sustentáveis, como o Sistema de Plantio Direto (SPD), têm o potencial de preservar a qualidade do solo, contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas. Essas práticas reduzem a erosão, mantêm a cobertura vegetal e promovem uma melhor retenção de água, demonstrando como a agricultura e a gestão da umidade do solo estão intrinsecamente ligadas aos esforços para conter as emissões de gases de efeito estufa

Este estudo ressalta que a conservação do solo não é apenas um componente essencial da sustentabilidade ambiental, mas também desempenha um papel fundamental na segurança alimentar e no desenvolvimento sustentável. Além disso, as implicações econômicas e sociais são consideráveis, visto que a conservação do solo pode contribuir para o aumento da produtividade agrícola, redução de custos e, em última instância, o bem-estar das comunidades

Como corolário, a pesquisa destaca que a gestão adequada da umidade do solo e a conservação do solo não são apenas áreas de estudo, mas sim práticas vitais que devem ser integradas às políticas públicas e aos programas de incentivo financeiro. A conscientização dos agricultores e educadores sobre a importância de adotar práticas sustentáveis é crucial para garantir o desenvolvimento agrícola e a mitigação das mudanças climáticas.

Portanto, este estudo ressalta que a gestão da umidade do solo e a conservação do solo são componentes fundamentais para a promoção de sistemas agrícolas sustentáveis que desempenham um papel crucial na mitigação dos impactos ambientais e no desenvolvimento econômico. Espera-se que as conclusões e recomendações apresentadas aqui inspirem ações futuras e estimulem uma maior conscientização sobre o valor inestimável do solo em nossa busca por um futuro mais sustentável.

#### **4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BACON, V. R. et al. O PAPEL DA EDUCAÇÃO DO CAMPO PARA O INCENTIVO E A PERMANÊNCIA DO JOVEM À FRENTE DA AGRICULTURA FAMILIAR. 2020. [s.l: s.n.]. Disponível em:



<https://www.acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/54371/R%20-%20E%20-%20VANIA%20ROCHA%20BACON.pdf?sequence=1>. Acesso em: 15 ago. 2023.

BERNARDI, Alberto. Artigo: Por que o solo é tão importante quanto a água e o ar? 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/57867457/artigo-por-que-o-solo-e-tao-importante-quanto-a-agua-e-o-ar#:~:text=Al%C3%A9m%20disso%2C%20o%20solo%20tem>. Acesso em: 09 de set. 2023.

CHERLINKA, Vasyl. A Umidade Do Solo: Formas De Monitoramento Da Irrigação Dos Cultivos. 2022. Disponível em: <https://eos.com/pt/blog/umidade-do-solo/>. Acesso em: 09 de set. 2023.

CONFORTI, G. et al. Influência da temperatura e umidade do solo nos fluxos de CH<sub>4</sub> e CO<sub>2</sub> após aplicação de cama-de-aviário em área minerada. 2013. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.eventosolos.org.br/cbcs2013/anais/arquivos/2245.pdf>. Acesso em: 11 set. 2023.

DA SILVA, Frederico Fonseca; SCHAFFRATH, Valter Roberto. Agricultura e Desenvolvimento Rural Sustentável. 2012. Disponível em: [https://proedu.rnp.br/bitstream/handle/123456789/430/1a\\_Disciplina\\_-\\_Agricultura\\_e\\_Developolvimento\\_Rural\\_Sustentavel%20%282%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://proedu.rnp.br/bitstream/handle/123456789/430/1a_Disciplina_-_Agricultura_e_Developolvimento_Rural_Sustentavel%20%282%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 15 ago. 2023.

EMBRAPA. Influência da umidade do solo sobre a variação do efluxo de CO<sub>2</sub> do solo na floresta nacional de Caxiuana-PA. 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1084932/influencia-da-umidade-do-solo-sobre-a-variacao-do-efluxo-de-co2-do-solo-na-floresta-nacional-de-caxiuana-pa>. Acesso em: 11 set. 2023.

EMBRAPA. Manejo adequado do solo aumenta sequestro de carbono em áreas irrigadas. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/72379135/manejo-adequado-do-solo-aumenta-sequestro-de-carbono-em-areas-irrigadas>. Acesso em: 11 set. 2023.

EMBRAPA. O solo é vivo e responsável pelos serviços ecossistêmicos necessários à vida. 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/23945400/o-solo-e-vivo-e-responsavel-pelos-servicos-ecossistemicos-necessarios-a-vida#:~:text=O%20solo%20tamb%C3%A9m%20%C3%A9%20um>. Acesso em: 11 set. 2023.

FLOS AMBIENTAL. O Impacto da Conservação do Solo nas Mudanças Climáticas. 2023. Disponível em: <https://pt.linkedin.com/pulse/o-impacto-da->

conserva%C3%A7%C3%A3o-do-solo-nas-mudan%C3%A7as-  
clim%C3%A1ticas#:~:text=A%20conserva%C3%A7%C3%A3o%20do%20solo%20d  
esempenha. Acesso em: 11 set. 2023.

