



# MONITORAMENTO DE FÓSFORO, POTÁSSIO, CÁLCIO E MAGNÉSIO EM ÁREA COM E SEM TERRACEAMENTO NA REGIÃO DE CIANORTE - PR

*Rafael Felipe Mathias<sup>1</sup>, Thalita Caroline Rinaldo<sup>2</sup>, Stéphanie Abisag Sáez Meyer Piazza<sup>3</sup>, Helio Henrique Soares Franco<sup>4</sup>, Rafael Egéa Sanches<sup>5</sup>, Anny Rosi Mannigel<sup>6</sup>*

<sup>1</sup>Acadêmico do Curso de Agronomia, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Bolsista ICETI- UniCesumar/Fundação Araucária. [rafaelmathias56@yahoo.com](mailto:rafaelmathias56@yahoo.com)

<sup>2</sup>Acadêmica do Curso de Agronomia, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. [thalita.caroline.rinaldo@hotmail.com](mailto:thalita.caroline.rinaldo@hotmail.com)

<sup>3</sup>Pós-Doutoranda, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Bolsista ICETI-UniCesumar/Fundação Araucária. [s.meyer.piazza@gmail.com](mailto:s.meyer.piazza@gmail.com)

<sup>4</sup>Pós-Doutorando, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Bolsista ICETI-UniCesumar/Fundação Araucária. [hhsfranco@hotmail.com](mailto:hhsfranco@hotmail.com)

<sup>5</sup>Doutor, Docente no Curso de Agronomia, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Pesquisadora do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI. [rafael.sanches@unicesumar.edu.br](mailto:rafael.sanches@unicesumar.edu.br)

<sup>6</sup>Orientadora, Doutora, Docente no Curso de Agronomia, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Pesquisadora do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI. [anny.mannigel@unicesumar.edu.br](mailto:anny.mannigel@unicesumar.edu.br)

## RESUMO

A utilização dos solos para a agricultura é essencial para garantir a produção de alimentos, mas, ao longo dos últimos anos, a adoção de práticas conservacionistas tem diminuído, resultando na degradação da qualidade do solo. Uma das abordagens eficazes para avaliar a saúde do solo é por meio do monitoramento de seus atributos químicos. O presente estudo foi realizado em duas grandes parcelas do projeto Redeagro, localizadas no município de Presidente Castelo Branco. Os tratamentos analisados envolveram a presença e a ausência de terraceamento nas áreas de cultivo. A coleta de amostras para análise da qualidade do solo foi realizada em 32 pontos distintos por megaparcela, em quatro profundidades: 0–10 cm, 10–20 cm, 20–30 cm e 30–40 cm. As amostras foram processadas em laboratório e analisadas quanto aos teores de potássio (K), fósforo (P), cálcio (Ca) e magnésio (Mg). Para a análise estatística, foi aplicado o teste de Scott-Knott. A partir dos resultados obtidos, foi possível observar que o uso do terraceamento agrícola influenciou significativamente a retenção dos nutrientes no solo. As comparações dos teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio nas diferentes profundidades revelaram diferenças estatísticas importantes entre os tratamentos, com o terraceamento mostrando maiores resultados na retenção desses nutrientes ao longo do perfil do solo. Esses achados indicam que o terraceamento pode ser uma prática eficiente para melhorar a qualidade do solo, especialmente em termos de conservação de nutrientes, no contexto da agricultura sustentável.

**PALAVRAS-CHAVE:** Práticas conservacionistas, Qualidade do solo, Solos arenosos.

## 1 INTRODUÇÃO

A qualidade do solo envolve vários fatores fundamentais, como sustentabilidade, produtividade, capacidade de troca de cátions (CTC), acidez, pH, porosidade, densidade e manejo adequado. Esses fatores permitem o melhor desenvolvimento do sistema radicular das culturas, favorecendo a absorção de água e nutrientes (MARCHI, 2008).

A avaliação da qualidade do solo contribui para a compreensão dos limites de cada solo, assim como leva a esclarecer quais são as medidas necessárias para a sua recuperação em caso de degradação (BRADY; WEIL, 2013).

Os solos arenosos estão amplamente distribuídos pelo território nacional e são mais vulneráveis à degradação e à redução da capacidade produtiva em comparação com solos de texturas mais finas, especialmente sob as mesmas condições ambientais. Isso ocorre devido à sua baixa retenção de nutrientes e à menor capacidade de retenção de água, o que torna esses solos menos férteis e mais suscetíveis ao esgotamento dos recursos essenciais para o crescimento das plantas (FERNANDES, 2020).



O Estado do Paraná, foi um dos pioneiros a implementar programas voltados à conservação do solo e da água no Brasil (TELLES & ARAÚJO, 2016). Pesquisas mostram que práticas como o uso de terraços agrícolas ajudam a reduzir a erosão e a aumentar a infiltração de água, melhorando a qualidade do solo. Além disso, soluções como plantio direto, adubação verde, terraceamento, aumento da cobertura vegetal e ciclagem de nutrientes são eficazes no combate à degradação, evidenciando a necessidade de usar práticas mecânicas (como terraços) para complementar o plantio direto no controle do escoamento superficial (MERTEN et al., 2015).

A degradação do solo, que envolve a perda de nutrientes e estrutura, também é um problema significativo. Solos degradados ficam mais propensos à salinização, redução de matéria orgânica e menor retenção de água, o que compromete a produtividade e a biodiversidade (VALLIN, 2021). Esse trabalho visou como objetivo principal avaliar a influência do terraceamento nas megaparcelas no município de Cianorte comparando os teores dos macronutrientes potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) nas megaparcelas (com e sem terraço).

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

As amostragens de solo foram feitas nas megaparcelas da mesorregião Noroeste do Paraná situada no município de Cianorte a bacia hidrográfica está localizada a 23°37'43" sul e 52°39'54" oeste, inserida na área da sub-bacia hidrográfica do Rio dos Índios, afluente do Rio Ivaí, que tem 1.236 m de extensão. O solo de acordo com a análise física realizada segundo o Manual de métodos de análise de solo da (EMBRAPA, 2017) foi caracterizado como Latossolo Vermelho Distrófico, textura média. O clima é do tipo subtropical úmido (Cfa) (MAACK, 2002; NITSCHKE et al., 2019), com precipitação média anual varia entre 1.200 e 1.600 mm (NITSCHKE et al., 2019), temperatura média 20°C.

A área do experimento é dividida em 2 megaparcelas de 2,0 ha cada (Figura 1), sendo que na primeira megaparcela não há prática mecânica de controle de escoamento (sem terraços). Na segunda, megaparcela o manejo do solo no cultivo convencional está associado a prática mecânica de controle do escoamento (presença de terraços agrícolas).



**Figura 1** : Localização do experimento no Município de Cianorte/PR

**Fonte:** SANCHES, 2021.

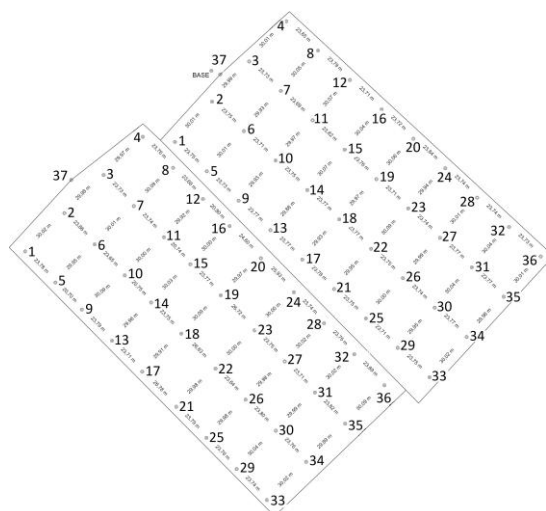
Foram coletadas 36 amostras de solo por megaparcela, conforme a malha amostral (Figura 2) totalizando 72 amostragens de solos, com e sem terraceamento as profundidades avaliadas foi de: 0,0m a 0,10m; 0,10m a 0,20m; 0,20m a 0,30; 0,30m a 0,40m.

Os dados obtidos dos teores de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) foram avaliados em laboratório para monitorar as propriedades químicas do solo.



Para a realização das análises químicas do solo de maneira padronizada, foram seguidas as rotinas laboratoriais estabelecidas nos manuais de Pavan et al. (1992), EMBRAPA (1999) e Van Raij et al. (2000). Os métodos de extração e as soluções utilizadas para as determinações dos teores de nutrientes estavam descritos nesses protocolos.

Os dados obtidos para os teores de potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) foram analisados estatisticamente e organizados em tabelas. A comparação entre os diferentes tratamentos e as profundidades foi realizada por meio do teste de Scott-Knott, adotando-se um nível de significância de 5%. Essa análise permitiu avaliar as variações nos teores dos nutrientes tanto entre os diferentes manejos quanto entre as profundidades de amostragem dentro de cada manejo.



**Figura 2:** Malha do experimento no Município de Cianorte/PR  
**Fonte:** CAMOLEZZI, 2021

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O fósforo (P) é considerado um nutriente de baixa mobilidade no solo, comportamento atribuído à sua “fixação” pelos minerais da argila (LOPES et al., 2004). A relação entre o fósforo e o solo arenoso é que o fósforo é mais disponível e permanece por mais tempo no solo arenoso do que em outros tipos de solo. A tabela mostra as diferenças dos tratamentos com terraço e sem terraço em diferentes profundidades, mostrando sua severidade (Tabela 1).

**Tabela 1:** Teores de fósforo em diferentes profundidades sob dois manejos (com terraço e sem terraço)

Tratamentos	CT	ST	Cv%
0-10cm	13,78 Aa	14,74 Aa	34,25
10-20cm	10,06 Ab	8,52 Ab	54,37
20-30cm	6,58 Ac	6,56 Ab	83,47
30-40cm	3,33 Ac	3,13 Ac	51,88
<b>CV</b>	<b>51,80</b>	<b>56,97</b>	

**Nota:** \*Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna letras maiúsculas distintas na linha diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Scott-Knott



Com os dados obtidos na tabela observamos na profundidade 0-10 cm: o manejo com terraço (CT) apresentou um teor de fósforo inferior ao sem terraço (ST), nessa profundidade o (ST) é mais alto que o (CT), e ambos são estatisticamente iguais. Atingindo a próxima profundidade 10-20cm o manejo com terraço (CT) teve maior teor de fósforo que o (ST), e aqui já aparece diferença significativa entre os manejos. Alcançando mais uma profundidade 20-30cm o manejo com terraço (CT) apresentou um teor de fósforo superior ao manejo sem terraço (ST), nessa profundidade também apresentou diferenças significativas. A última profundidade 30-40cm novamente, obteve (CT) com um desempenho melhor, embora ambos os tratamentos apresentem teores menores em relação aos demais profundidades, aqui não apresentou diferenças significativas.

Com a Tabela 1 pode-se analisar que o manejo com terraço (CT) apresenta teores de cálcio ligeiramente superiores, porém na primeira profundidade o manejo (ST) foi maior que o manejo com terraço (CT), as diferenças estatisticamente são significativas. O fósforo (P) é um nutriente que apresenta baixa mobilidade em solos arenosos, pois tende a se fixar nas partículas do solo. Isso ocorre devido à menor capacidade de retenção desses solos, o que resulta em uma disponibilidade reduzida do fósforo. Além disso, os solos arenosos são caracterizados por sua alta porosidade e baixa capacidade de retenção de água, condições que favorecem a lixiviação de nutrientes mais móveis, como nitrato e cloro (SANTOS, 2008).

O fósforo é um nutriente essencial para o desenvolvimento e crescimento das plantas. Ele é importante para o armazenamento e transferência de energia, para a nodulação e fixação do nitrogênio, para a produção de frutos e sementes, e para a resistência a pragas, sua aplicação no solo pode ser incorporada ou não (GIANELLO et al., 1995). Por isso, é um macronutriente essencial, aplicado de maneira correta com manejo adequado.

O CV% de cada tabela indica os teores dos macronutrientes entre as profundidades (10-20cm) e (30-40cm), variando de 34,25% a 83,47%, aqui a variabilidade teve maior diferença principalmente para a última camada.

Observa-se a interpretação da disponibilidade do elemento para as plantas é função dos fatores quantidade, intensidade e capacidade do solo (PAULETTI, 2019) que o teor de fósforo varia de muito baixo a médio (3,13-14), pois o menor valor é 3 até o maior valor 14, ocorre essas variâncias pela forma das profundidades distribuídas em camadas. O nível crítico ou teor crítico é assumido como o teor do elemento no solo que proporciona a máxima produção física ou produção de interesse. Já o teor muito alto para os nutrientes constitui alerta para a hipótese de limitação de produção (PAULETTI, 2019).

**Tabela 2.** Teores de potássio em diferentes profundidades sob dois manejos (com terraço e sem terraço)

Tratamentos	CT	ST	Cv%
0-10cm	0,19 Aa	0,18 Aa	42,21
10-20cm	0,11 Ab	0,08 Bb	51,77
20-30cm	0,07 Ac	0,05 Bc	55,70
30-40cm	0,06 Ac	0,04 Bc	62,47
<b>CV</b>	<b>57,07</b>	<b>43,90</b>	

**Nota:** \*Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna letras maiúsculas distintas na linha diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Scott-Knott

O potássio é um nutriente com alta mobilidade nas plantas, mas no solo tem pouca mobilidade. O potássio é um macronutriente catiônico bastante exigido pelas culturas. Solos



úmidos favorecem a lixiviação de potássio, pois há maior concentração do elemento na solução. Tudo isso se deve à sua alta mobilidade, que, com a umidade, percola e se perde nas camadas mais profundas, além de ser intensificado quando o solo apresenta baixa retenção de cátions e alta drenagem (SÍLVA, 2005).

Ao analisar a Tabela 2, constatou-se que na profundidade 0-10cm o manejo sem terraço (ST) apresenta um teor de potássio sem diferença em relação ao tratamento com terraço (CT). Observando a profundidade 10-20cm o manejo com terraço (CT) mostra um teor de potássio maior, já o manejo sem terraço (ST) teve uma redução de quantidade comparado com a profundidade anterior que apresentava um teor alto, aqui apresentou diferenças significativas. Ao atingir a profundidade 20-30cm os teores de potássio entre o manejo com terraço (CT) e o manejo sem terraço (ST) são praticamente iguais, porém apresenta sim uma diferença no teor um pouco mais alto no (CT), com diferença estatística significativa.

E por fim, a profundidade 30-40cm o manejo com terraço (CT) tem um teor de potássio superior em relação ao manejo sem terraço (ST), e com diferença significativa.

O manejo com terraço (CT) se mostra benéfico para a retenção de potássio em profundidades maiores, enquanto o manejo sem terraço (ST) apresenta vantagens na camada superficial, mas com diferenças não significativas. O uso de terraços pode ser uma estratégia importante para a conservação de nutrientes, especialmente em camadas mais profundas do solo. No solo, o potássio se apresenta em diversas formas, tais como: solúvel em água; trocável (ou seja, retirado pelo complexo coloidal do solo); não trocável; potássio contido na matéria orgânica e o potássio estrutural de partículas coloidais (VASCONCELLOS, 2015; PITTA, 2015).

O CV% de cada tabela indica os teores dos macronutrientes entre as profundidades (10-20cm) e (30-40cm) variando de 42,21% a 62,47% mostra uma variabilidade considerável nos dados, em especial, as camadas mais profundas.

A disponibilidade do elemento para as plantas é função dos fatores quantidade, intensidade e capacidade do solo (PAULETTI, 2019) e pôde-se verificar que o teor de potássio variou de muito baixo até médio (0,04 a 0,19 cmolc dm<sup>-3</sup>), essas variações ocorreram distribuídas nas profundidades analisadas.

**Tabela 3.** Teores de cálcio em diferentes profundidades sob dois manejos (com terraço e sem terraço)

Tratamentos	CT	ST	Cv%
0-10cm	0,98 Aa	0,94 Aa	43,50
10-20cm	0,95 Aa	0,90 Aa	44,69
20-30cm	0,86 Aa	0,80 Aa	52,82
30-40cm	0,75 Aa	0,75 Aa	57,60
<b>CV</b>	<b>50,88</b>	<b>47,07</b>	

**Nota:** \*Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna letras maiúsculas distintas na linha diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Scott-Knott

O cálcio é um nutriente que apresenta baixa mobilidade no solo e na planta, o que dificulta sua disponibilidade para as culturas. Para o nutriente ser mais aproveitado, é necessário que o cálcio seja aplicado muito próximo à raiz da planta (ALVAREZ, 1985) isso reduz a lixiviação desse macronutriente, principalmente nas camadas mais superficiais, isso permite o acúmulo maior de nutriente na camada do solo.



Observa-se a profundidade 0-10cm o manejo com terraço (CT) apresenta um teor de cálcio um pouco maior, não apresenta diferença significativa. Analisando a profundidade 10-20cm o manejo com terraço (CT) continua com um teor de cálcio maior, mas ambos não apresentam diferenças significativas entre as profundidades. Alcançando mais uma profundidade 20-30cm o manejo com terraço (CT) novamente tem um teor de cálcio superior, mas sem diferença estatística significativa (porém da profundidade anterior pra essa, apresenta sim diferenças significativas). Por fim, a profundidade 30-40cm os valores são praticamente iguais, com uma diferença muito pequena e sem significância estatística.

Com a tabela pode-se analisar o seguinte dado, que o manejo com terraço (CT) apresenta teores de cálcio ligeiramente superiores, mas as diferenças não são estatisticamente significativas.

O CV% de cada tabela indica os teores dos macronutrientes entre as profundidades variando de 43,50% a 57,60 indica uma variabilidade considerável nos dados, em especial, as camadas mais profundas.

A aplicação de calcário fornece cálcio, terracear o solo ajuda a reduzir a velocidade do escoamento da água, minimizando a erosão. A combinação de terraceamento e aplicação de calcário melhora a capacidade do solo de absorver e reter água. Isso é crucial em áreas de declive, onde o escoamento rápido pode levar à perda de umidade do solo. Os solos tratados com calcário têm melhor capacidade de infiltração e retenção de água, garantindo que as plantas tenham acesso contínuo à umidade necessária (GECAL, 2018).

Observar-se a interpretação da disponibilidade do elemento para as plantas é função dos fatores quantidade, intensidade e capacidade do solo (PAULETTI, 2019) que o teor de cálcio é baixo (0,5-1,0), pois o menor valor é 0,75 até o maior valor que é 0,98, ocorre essas variâncias pela forma das profundidades distribuídas em camadas. O nível crítico ou teor crítico é assumido como o teor do elemento no solo que proporciona a máxima produção física ou produção de interesse. Já o teor muito alto para os nutrientes constitui alerta para a hipótese de limitação de produção (PAULETTI, 2019).

**Tabela 4:** Teores de magnésio em diferentes profundidades sob dois manejos (com terraço e sem terraço)

Tratamentos	CT	ST	Cv%
0-10cm	0.48 Aa	0.48 Aa	37.14
10-20cm	0.45 Aa	0.42 Aa	44.02
20-30cm	0.44 Aa	0.41 Aa	52.17
30-40cm	0.42 Aa	0.41 Aa	54.14
<b>CV</b>	<b>49.06</b>	<b>44.00</b>	

**Nota:** \*Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna letras maiúsculas distintas na linha diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Scott-Knott

O magnésio é muito móvel porque está ligado a menos cargas no solo. Isso resulta em uma abundância relativamente alta deste elemento na solução do solo e assim, um maior risco de lixiviação. (SENBAYRAM et al., 2015). A deficiência de magnésio, característica dos solos do cerrado, afeta diferentes funções e estruturas nas plantas, sobretudo redução no nível de clorofila, comprometimento da realização da fotossíntese e dificuldade na síntese de proteínas.

Observando a profundidade 0-10cm os teores de magnésio são praticamente iguais, com o manejo sem terraço (ST) apresentando uma leve vantagem sobre o manejo com terraço (CT), porém sem diferença significativa estatisticamente. Enquanto na profundidade 10-20 cm o manejo com terraço (CT) tem um teor de magnésio maior, sem diferença significativa, indicando uma melhor conservação do nutriente nesta profundidade.



Analisando a próxima profundidade 20-30cm o manejo com terraço (CT) novamente apresenta um teor superior, ambos não apresentam diferença significativa. E na última camada a profundidade 30-40cm nessa última camada o manejo com terraço (CT) tem um teor ligeiramente superior, mas sem diferença significativa.

Os dados mostram que o manejo com terraço (CT) é mais eficaz na preservação dos teores de magnésio nas camadas intermediárias do solo, enquanto as diferenças na camada superficial são mínimas e não significativas. Isso sugere que os terraços ajudam na retenção de magnésio em profundidades acessíveis às raízes das plantas. Essas informações são importantes para estratégias de manejo sustentável, pois enfatizam a necessidade de práticas que melhorem a disponibilidade de magnésio no solo, especialmente em camadas críticas para a absorção.

O CV% de cada tabela indica os teores dos macronutrientes entre as profundidades (10-20cm) e (30-40cm), variando de 37,14% a 54,14%, indica uma variabilidade considerável nos dados, as camadas mais profundas apresenta maior variabilidade.

Observar-se a interpretação da disponibilidade do elemento para as plantas é função dos fatores quantidade, intensidade e capacidade do solo (PAULETTI, 2019) que o teor de magnésio é médio (0,5-1,0), pois o menor valor é 0,41 até o maior valor que é 0,48 ocorre essas variâncias pela forma das profundidades distribuídas em camadas. O nível crítico ou teor crítico é assumido como o teor do elemento no solo que proporciona a máxima produção física ou produção de interesse. Já o teor muito alto para os nutrientes constitui alerta para a hipótese de limitação de produção (PAULETTI, 2019).

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se com este trabalho, que existem sim diferenças significativas entre manejo com terraço (CT) e manejo sem terraço (ST) em relação aos atributos químicos analisados. Os terraços ajudam a reter a cobertura do solo e a fertilidade, uma vez que os fluxos de água não lavam a camada superficial do solo e os nutrientes.

#### REFERÊNCIAS

ALVAREZ V., V. H. **Avaliação da fertilidade do solo** (Superfícies de resposta - Modelos aproximativos para expressar a relação fator-resposta). Viçosa, Impr. Univ., UFV, 1985. 75 p.

ALVAREZ, V., V. H. Leis gerais da adubação. In: V. H. ALVAREZ V. (coord.) Química e fertilidade do solo. **Teoria. Viçosa**, Impr. Equipe, 1987. p. 60-72.

BAHIA FILHO, A.F.C; BRAGA, LM.; RIBEIRO, A.C. & NOVAIS, R.F. Sensibilidade de extratores químicos à capacidade tampão de fósforo. **R. bras. G. Soto**, 7(3):243-9, 1983.

Dinâmica do Magnésio no Sistema Solo – Planta – Ambiente: Dinâmica do Magnésio no Solo. **AGROMOVE**. 2023. Disponível em: <https://blog.agromove.com.br/magnesio-solo-planta-ambiente/>. Acesso em: 8 jul 2025.

ELTINK, B. J.; PEREIRA, B. J. E., Mariana. **Dinâmica do Potássio no Sistema Solo - Planta - Ambiente**. Disponível em: <https://blog.agromove.com.br/potassio-solo-planta-ambiente/>. Acesso em: 8 jul 2025.

FERNANDES, F. S. **Indicadores de qualidade do solo em diferentes sistemas de manejo**. 2019. 37 f. -Dissertação (Mestrado em Planejamento e Uso de Recursos



Renováveis). Universidade Federal de São Carlos.  
<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/11067>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Divisão do Brasil em mesorregiões e microrregiões geográficas**. Rio de Janeiro: IBGE, 1990.

LAVEZZINI. **O QUE É QUALIDADE DO SOLO**. AGROSOFT. PLANALTINA, 2008. 3 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/571713/1/art007.pdf>. Acesso em: 8 jul 2025.

MACHADO, PEDRO. **Terraceamento: boas práticas agrícolas**. embrapa. acre. 9 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/13599347/ID01.pdf>. Acesso em: 8 jul 2025..

MACHADO, Pedro Luiz O. Almeida; WADT, Paulo Guilherme S. . **Boas práticas agrícolas: Terraceamento**. EMBRAPA. 2016. 9 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/13599347/ID01.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2024.  
MACHADO, Anderson. Fósforo nas plantas: função, comportamento no solo e principais adubos fosfatados: Entenda as principais características dos fertilizantes fosfatados. agrolink. 2024. Disponível em: [https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nutrientes/fertilizantes-minerais-com-fosforo\\_361445.html](https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nutrientes/fertilizantes-minerais-com-fosforo_361445.html). Acesso em: 8 jul 2025.

TMF FERTILIZANTES. PAINS. **O cálcio pode ser móvel no perfil do solo? Por que é preciso entender sobre mobilidade do cálcio?**. Disponível em: <https://tmffertilizantes.com.br/o-calcio-pode-ser-movel-no-perfil-do-solo/>. Acesso em: 8 jul 2025.

PAULETTI, V. (Org.) ; MOTTA, A. C. V.(Org.) . **Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná**. 2. ed. Curitiba: Editora Cubo, 2019. v. 1. 289p.

PELEGRINI, André et al. Manejo e conservação do solo e água: atributos químicos do solo e erosão hídrica. [S. l.]: **Rede Paranaense de Agropesquisa e Formação Aplicada**. 308 p. v. 1.

SANTOS, Humberto. **Solos tropicais**. EMBRAPA. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/latossolos>. Acesso em: 8 jul 2025.

SENBAYRAM, M.; GRANSEE, A.; WAHLE, V.; THIEL, H. Role of magnesium fertilisers in agriculture: plant-soil continuum. **Crop and Pasture Science**, v. 66, n. 12, p. 1219-1229, 2015.

SENKOVSKI, A. **Áreas com terraços sofrem menos erosão, indica pesquisa**. Disponível em: <https://www.sistemafaep.org.br/areas-com-terraços-sofrem-menos-erosao-indica-pesquisa/>. Acesso em 8 jul 2025.

TERRACEAMENTO: **Conheça os segredos e benefícios dessa técnica para o solo**. Agro Urbano. 2019. Disponível em:



<https://www.agrourbano.com.br/release/157/terraceamento-conheca-os-segredos-e-beneficios-dessa-tecnica-para-o-solo>. Acesso em: 8 jul 2025..

VALLIN, G. **Degradação do solo: conheça as causas e soluções**. Disponível em: <<https://blog.syngentadigital.ag/degradacao-do-solo/#:~:text=Vamos%20%C3%A1%3F->>.

VASCONCELLOS, Carlos. **Produtividade em alta: Conheça os benefícios que uma adubação com níveis adequados de potássio pode trazer**. REVISTA CULTIVAR. 2015. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/produtividade-em-alta>. Acesso em: 8 jul 2025.