



EFEITOS DO INCÊNDIO SOBRE AS PROPRIEDADES QUÍMICAS DE UM ARGISSOLO VERMELHO DISTRÓFICO ABRUPTO EM MONJOLOS, SÃO GONÇALO – RJ

Lorena Christina Coutinho Moreira¹
Thiago dos Prazeres do Nascimento²
Ana Valéria Freire Allemão Bertolino³
Thiago Neves Simeão⁴
Dayane da Conceição Silva de Mattos⁵

RESUMO

O fogo provoca diversas alterações nas propriedades químicas do solo. Argissolos, por sua alta concentração de argila e microporos, já apresentam dificuldades para a agricultura, e essas se intensificam após incêndios, seja de forma imediata ou a longo prazo. Este estudo tem como objetivo analisar as alterações químicas no ARGISSOLO VERMELHO Distrófico abrupto antes e após um incêndio, em área colinosa no Assentamento Fazenda Engenho Novo (AFEN), em Monjolos, São Gonçalo (RJ). A região, de agricultura familiar, possui clima tropical e solos como argissolo nas colinas e gleissolo nas baixadas. O argissolo estudado é comum no Brasil, com alta acidez, baixa fertilidade e coloração vermelha devido aos óxidos de ferro. Apresenta transição abrupta entre camadas, dificultando o uso agrícola. Após incêndio de alta intensidade, foram instaladas duas parcelas experimentais: T0 (sem cobertura vegetal) e T1 (com *Arachis pintoi*, plantada com espaçamento de 1 m x 0,5 m). Foram coletadas cinco amostras por ponto da encosta (alta, média e baixa) em três profundidades (0–5 cm; 20 cm; 40 cm), analisando pH, carbono orgânico e complexo sortivo. Os resultados indicaram que o pH da parcela com *Arachis pintoi* sofreu menor queda, evidenciando o efeito da adubação verde. Após um ano, o carbono orgânico manteve-se alto na T1, enquanto diminuiu na T0. Quanto ao valor V, antes do incêndio todas as profundidades eram distróficas (V <50%). Após o fogo, exceto em SC 40 cm da T0, todas se tornaram eutróficas (V >50%). Na T1, o sistema radicular da *Arachis pintoi* promoveu melhoria em todas as camadas, mostrando que práticas conservacionistas são mais eficazes que os efeitos do fogo.

INTRODUÇÃO

O solo é um sistema dinâmico e essencial para a manutenção dos ecossistemas, sendo diretamente influenciado por eventos naturais e antrópicos. Entre os fatores que

¹ Mestrando do Curso de Geografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ, lorennauerj@gmail.com;

² Mestrando pelo Curso de Geografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ, n4scimento.t.p@gmail.com;

³ Professor orientador: Titular, de Geografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ, anabertolino@uol.com.br

⁴ Mestrando pelo Curso de Geografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ, thiagoneves078@gmail.com;

⁵ Graduando do Curso de Geografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ, dayane14.uerj3@gmail.com;



afetam significativamente suas propriedades químicas estão os incêndios e o uso de práticas conservacionistas, como a adubação verde. O fogo, quando de alta intensidade e não controlado, pode provocar alterações imediatas nas características químicas do solo, como no pH, na saturação por bases (Valor V) e nos teores de carbono orgânico, podendo gerar tanto efeitos benéficos quanto prejudiciais, como apontado por Macedo e Sardinha (1993) e Leite (2011).

Embora alguns estudos, como os de Certini (2005) e Vogelmann (2011), explorem os impactos iniciais do fogo sobre o solo, poucos avaliam a persistência dessas alterações ao longo do tempo. Dessa forma, há necessidade de análises comparativas entre diferentes momentos após o evento, o que justifica a abordagem deste trabalho.

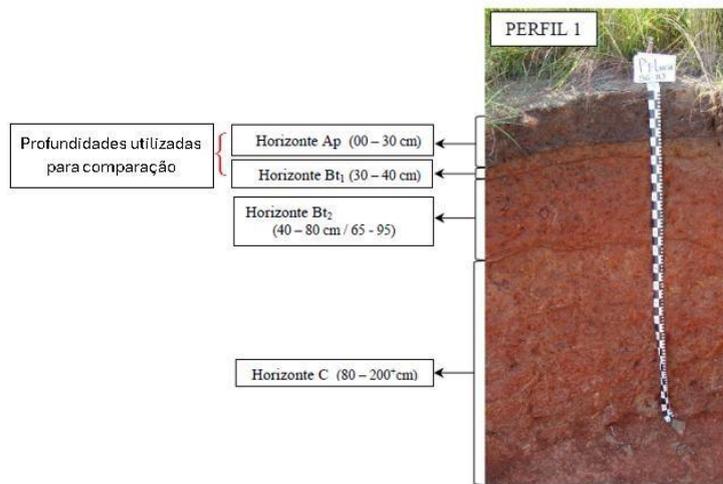
Neste estudo, foram avaliadas exclusivamente propriedades químicas do solo, pH em água, carbono orgânico total e saturação por bases, com base em coletas realizadas em diferentes profundidades do solo em três condições distintas: área sem histórico de incêndio, área afetada por incêndio com presença de *Arachis pintoi* e área queimada sem cobertura vegetal. As coletas foram feitas imediatamente após o incêndio e após um intervalo de 12 meses, permitindo analisar os efeitos de curto e médio prazo.

A adubação verde com *Arachis pintoi*, uma leguminosa perene com capacidade de fixação biológica de nitrogênio (LIMA et al., 2003), é apresentada como estratégia potencial de mitigação dos efeitos negativos do fogo de alta intensidade, podendo atuar na conservação das propriedades químicas do solo. Assim, este trabalho propõe uma análise comparativa entre os efeitos do incêndio e da adubação verde sobre os parâmetros químicos analisados, visando compreender a resiliência do solo em relação a distúrbios e a eficácia de práticas conservacionistas.

METODOLOGIA

A área de estudo localiza-se em relevo colinoso, com amplitude topográfica inferior a 50 metros. O solo apresenta evidências de eluviação, com argila migrando dos horizontes superficiais (Ap) para os subsuperficiais (Bt1 e Bt2), caracterizando um perfil típico de Argissolo Vermelho Distrófico Abrupto. Esse perfil, descrito por Igreja Junior (2015), foi adotado como referência de solo não afetado por incêndio, permitindo a comparação com os efeitos do fogo de alta intensidade sobre as propriedades superficiais.

Figura 1 – Perfil de argissolo vermelho distrófico abrupto com indicativo comparativo para o estudo em questão



Fonte: Igreja Junior, (2015) modificado pela Autora, (2024).

Para este estudo, foram instaladas duas parcelas experimentais seguindo o método de Wischmeyer (MEYER & WISCHMEYER, 1969), em 06/08/2021, na área afetada por incêndio em fevereiro de 2021. A parcela T0 permaneceu com solo exposto, enquanto a T1 foi revegetada com *Arachis pintoi*, leguminosa fixadora de nitrogênio e promotora da recuperação do solo. Ambas medem 22 m × 4 m (88 m²) e foram cercadas com mourões de 1,80 m e arame farpado.

O primeiro plantio na T1 ocorreu em setembro de 2021, sendo necessário replantio em 23/11/2021 devido à falha no desenvolvimento de parte das mudas. Utilizou-se espaçamento de 1 m entre linhas e 0,5 m entre covas, totalizando 160 mudas na parcela.

Foram coletadas amostras de solo em três posições topográficas (topo, meio e base da encosta) e em três profundidades (0–5 cm, 20 cm e 40 cm), totalizando 45 amostras simples por parcela. Essas amostras foram homogeneizadas para formar compostos, conforme Silva (1999). As coletas ocorreram em 23/11/2021 e 06/12/2022, com intervalo de 11 meses, possibilitando a avaliação temporal das alterações no solo.

As análises laboratoriais incluíram pH, utilizando sextuplicatas por profundidade em cada campanha. Para isso, três amostras foram preparadas com água destilada (H₂O) e três com solução de cloreto de potássio (KCl), totalizando seis análises por profundidade por coleta, somando 72 amostras no total.



A determinação do pH foi realizada com pHmetro, que mede o potencial hidrogeniônico por meio de um eletrodo. O equipamento foi previamente calibrado com soluções tampão de pH 4, 7 e 10, conforme recomendação técnica. O procedimento seguiu os protocolos da Embrapa (2017): 10 g de solo foram colocados em tubos tipo Falcon, com adição de 25 ml de água destilada ou solução de KCl, conforme o tratamento. As amostras foram agitadas, deixadas em repouso por pelo menos uma hora e, antes da leitura, novamente homogeneizadas, conforme Embrapa (2013).

A análise de carbono orgânico conforme Embrapa (1999) e as do completo sortivo como: sódio, cálcio, potássio, magnésio e nitrogênio Embrapa (2017), foram realizadas no Laboratório de Fertilidade de Solos (LABFER/UFRRJ).

A partir das análises realizadas, foi possível quantificar os principais cátions presentes no solo (Ca^{2+} , Na^+ , Mg^{2+} , K^+ e Al^{3+}), o que permitiu calcular importantes indicadores químicos, tais como a Soma de Bases (S), a Capacidade de Troca de Cátions (CTC ou T), a Saturação por Bases (V) e a Saturação por Alumínio trocável (m). Esses parâmetros são fundamentais para a avaliação da fertilidade do solo. Contudo, para os objetivos deste estudo, será considerado exclusivamente o valor da Saturação por Bases (V), pois este é o indicador mais direto e eficiente para analisar os efeitos do incêndio e da cobertura vegetal sobre as propriedades químicas do solo.

REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Bertalanffy (1968), os solos são sistemas abertos e complexos, onde o todo organizado vale mais que as partes isoladas. Vezzani e Mielniczuk (2011) afirmam que o solo só funciona bem e alcança qualidade por meio das relações não lineares entre seus elementos. Assim, o solo é uma Estrutura Dissipativa, resultado da interação dinâmica entre minerais, plantas e biota edáfica. Dentre os principais tipos de solo, destacam-se os Argissolos, que apresentam textura mais arenosa na superfície e mais argilosa nas camadas profundas. Essa variação afeta a infiltração da água, a retenção de nutrientes e o crescimento das raízes (SANTOS et al., 2018; LEPSCH, 2010).

A adubação verde é uma prática agrícola que envolve o cultivo de plantas, geralmente leguminosas, para cobertura do solo e posterior incorporação ou manutenção na superfície (EMBRAPA, 2005). Essas plantas, anuais ou perenes, podem ser cultivadas



em rotação ou consórcio com culturas comerciais, contribuindo com matéria orgânica tanto pelas partes aéreas que se decompõem quanto pelas raízes que liberam compostos durante o crescimento (VEZZANI e MIELNICZUK, 2011) e pela participação importantes em fixarem nitrogênio atmosférico (BRADY e WEIL, 2013).

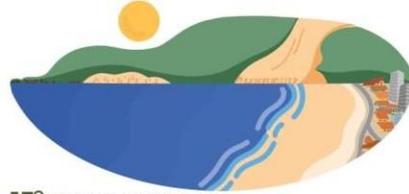
Arachis pintoi, conhecida como amendoim forrageiro, é uma leguminosa tropical, muito usada na agricultura sustentável e pecuária. Destaca-se pela fixação biológica de nitrogênio, contribuindo para a fertilidade do solo e reduzindo a necessidade de fertilizantes nitrogenados (LUDWIG et al., 2010; SIMEÃO et al., 2022). Estudos confirmam seus benefícios: alto valor nutritivo para animais, aumento do nitrogênio no solo, redução do uso de fertilizantes químicos e menor risco de contaminação hídrica (LIMA et al., 2003; LUDWIG et al., 2010; SIMEÃO et al., 2022).

O fogo sempre esteve presente nos ecossistemas terrestres. Segundo Thomáz (2019), embora o fogo seja muitas vezes visto como um agente degradador, ele também pode promover transformações importantes nas paisagens, favorecendo dinâmicas ecológicas essenciais. Pesquisas como as de Valverde (1958), Certini (2005) e Mataix-Solera e Guerrero (2007) apontam que não é apenas a ocorrência do fogo que define seus efeitos, mas sim a quantidade de energia liberada durante a combustão e as condições ambientais do local afetado.

O fogo pode afetar diretamente as propriedades físicas do solo, como estrutura, densidade e infiltração. Incêndios de alta intensidade (acima de 200 °C) causam aumento da compactação, repelência à água e redução da estabilidade dos agregados (Mattos, Bertolino e Bertolino, 2022). Além disso, o fogo altera propriedades químicas do solo. Schettini et al. (2019) destacam a degradação da estabilidade dos agregados, porosidade e redução do carbono orgânico devido à combustão. Queimas liberam nutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, aumentando temporariamente sua disponibilidade (Rheinheimer et al., 2003; Fernandes et al., 2009; Sant'Anna et al., 2007).

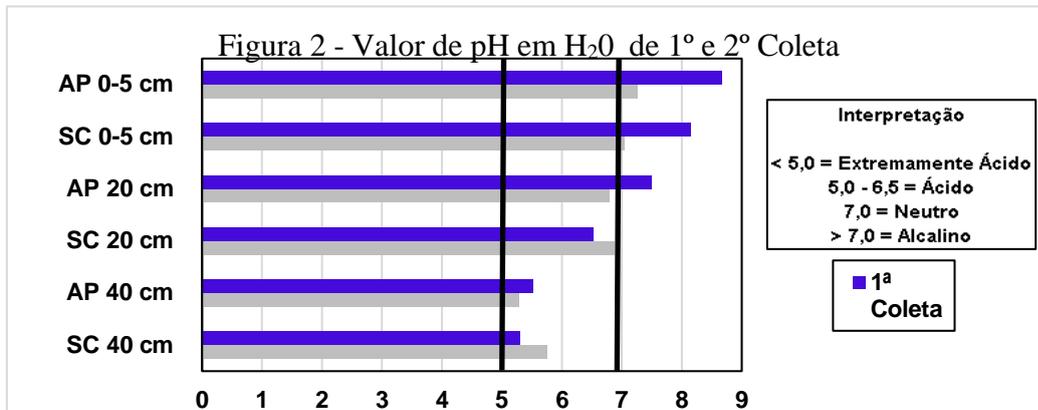
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os solos tropicais, como o Argissolo estudado, geralmente apresentam acidez natural, com pH entre 4 e 5, devido ao intemperismo intenso e à presença de alumínio (Lepsch, 2011). Fatores como relevo, pluviosidade, matéria orgânica e fogo também

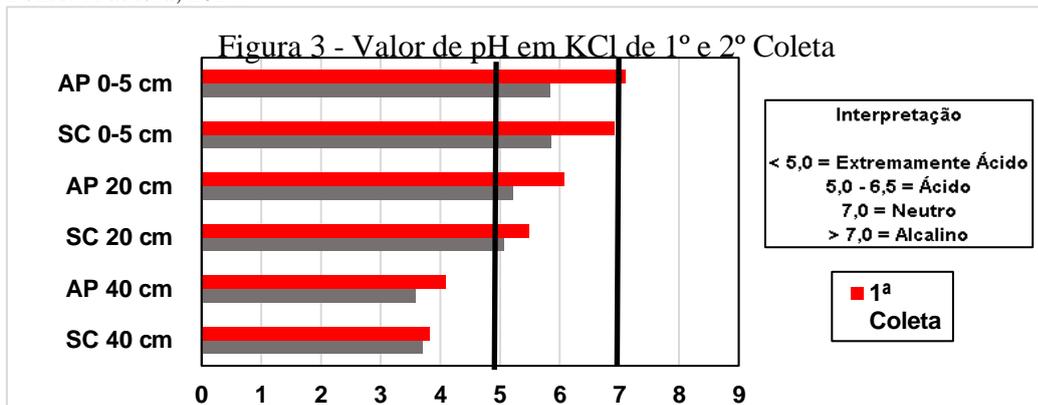


15º SIMPÓSIO NACIONAL DE
GEOMORFOLOGIA

influenciam o pH. O fogo, em particular, pode causar alterações temporárias ou duradouras na superfície do solo, pela liberação de bases durante a combustão (Mattos, 2018).



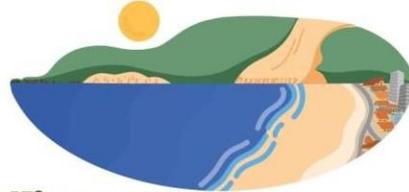
Fonte: A autora, 2024.



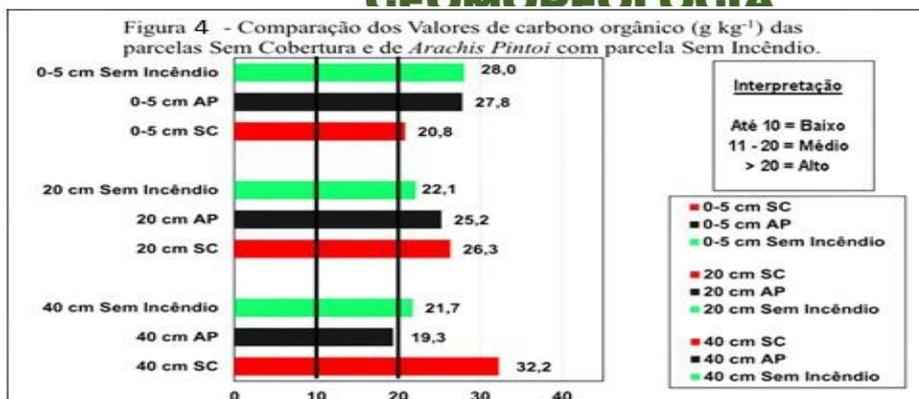
Fonte: A autora, 2024.

Na primeira coleta, os resultados de pH em água e KCl (Figuras 2 e 3) mostraram pH neutro a alcalino na camada superficial do solo, tanto nas parcelas com *Arachis pintoi* quanto nas sem cobertura. Isso se deve à elevação das bases nas camadas superiores após o fogo, conforme Tomé (1997), e à liberação de cálcio, magnésio e potássio na forma de cinzas (Rheinheimer et al., 2003).

Na segunda coleta, um ano depois, o pH reduziu em ambas as formas de medida, alcançando níveis neutros a ácidos, associado à lixiviação de bases comum em regiões tropicais com alta pluviosidade e temperatura (Lepsch, 2011; Mercante et al., 2014). A parcela com *Arachis pintoi* apresentou menor queda, indicando maior estabilidade química, possivelmente pela reciclagem de nutrientes via adubação verde (Lima et al., 2003; Simeão et al., 2022).



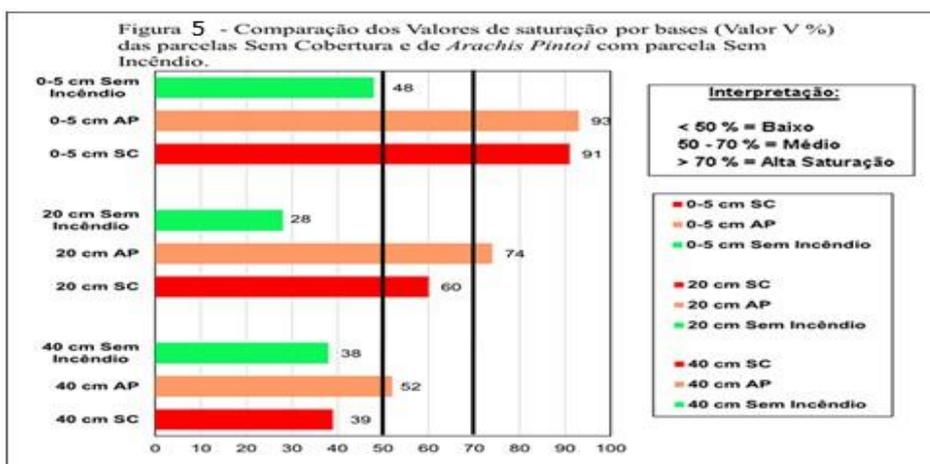
15º SIMPÓSIO NACIONAL DE
GEOMORFOLOGIA



Fonte: A autora, 2024.

O carbono orgânico, essencial à qualidade do solo, apresentou teores elevados ($>20 \text{ g/kg}$) na maioria das profundidades, exceto aos 40 cm da T1. A cobertura com *Arachis pintoii* manteve os níveis superficiais (0–5 cm) mesmo após o incêndio, comprovando sua eficácia na retenção de carbono (Vezzani & Mielniczuk, 2011).

Na T0 (sem cobertura), houve redução de $\sim 7\%$ no carbono superficial, evidenciando maior vulnerabilidade à degradação, como apontado por Schettini et al. (2019). Apesar dos valores ainda altos, o fogo e a exposição prolongada impactaram negativamente. Já a presença de *Arachis pintoii* favoreceu a retenção de carbono e a qualidade do solo (Simeão et al., 2022).



Fonte: A autora, 2024.

O Valor V (Saturação por Bases) indica a proporção de bases (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+) em relação à CTC, refletindo a fertilidade do solo. Antes do incêndio, todas as profundidades apresentavam Valor V abaixo de 50%, caracterizando solos distróficos. Após o fogo, quase todas ultrapassaram esse limite, tornando-se eutróficas, exceto a camada de 40 cm da T0.



Esse aumento mostra que a queima libera nutrientes e eleva temporariamente a fertilidade (Fernandes et al., 2009; Lorezón et al., 2014). Tanto o fogo quanto *Arachis pintoi* elevaram o Valor V, mas, ao contrário do fogo, a adubação verde não causa perda de matéria orgânica nem danos físicos (Simeão et al., 2022).

A área com *Arachis pintoi* teve Valor V maior (93%) que a área queimada sem cobertura (91%), indicando que essa leguminosa melhora a fertilidade sem prejudicar a qualidade do solo, sendo ideal para áreas pós-incêndio.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo mostrou que incêndios intensos afetam significativamente o solo tropical, alterando pH, carbono orgânico e saturação por bases (Valor V), tanto logo após o evento quanto após um ano.

O fogo elevou temporariamente o pH e a fertilidade devido às cinzas, mas esses efeitos se perderam com o tempo, especialmente em áreas sem cobertura. A queda acentuada do pH e do carbono orgânico na parcela T0 reforça a fragilidade dos solos expostos.

Já a adubação verde com *Arachis pintoi* atenuou os impactos do fogo, mantendo o pH e o carbono mais estáveis e aumentando o Valor V, graças ao seu sistema radicular e à fixação biológica de nitrogênio.

Conclui-se que o uso de leguminosas como o *Arachis pintoi* é uma alternativa viável para recuperar solos degradados por incêndios, contribuindo para a fertilidade e resiliência dos solos tropicais.

Palavras-chave: Argissolo, Incêndio, Adubação Verde, Propriedade Química.

REFERÊNCIAS

- BERTALANFFY, L. **Teoria geral dos sistemas: fundamentos, desenvolvimento e aplicações**. 6. ed. Tradução de Francisco M. Guimarães. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012. 360 p.
- BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da Natureza e Propriedades dos Solos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.



- CERTINI, G. **Effects of fire on properties of forest soils: a review.** *Oecologia*, n. 143, p. 1-10, 2005.
- DE LA CRUZ, R.; SUÁREZ, S.; FERGUSON, J. E. **The contribution of *Arachis pintoi* as a ground cover in some farming systems of Tropical America.** In: KERRIDGE, P. C.; HARDY, B. (Eds.). *Biology and Agronomy of Forage Arachis*. Cali: CIAT, 1994. Chapter 9, p. 102-108.
- EMBRAPA. **Adubação verde com leguminosas.** Embrapa Agrobiologia. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 49 p. (Coleção Saber).
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo.** Editores técnicos: TEIXEIRA, P. C. et al. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017.
- FERNANDES, R. C.; CORDOVIL, C. M.; DE VARENNES, A. **Use of Organic Residues to recover Nutrients and Organic Matter Pools in burned soils.** Instituto Superior de Agronomia. Lisboa, Portugal, 2009.
- IGREJA JUNIOR, B. G. **Dinâmica do solo associada ao uso de adubos verdes e práticas conservacionistas no Assentamento Fazenda Engenho Novo – São Gonçalo – RJ.** 2015. 202 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Formação de Professores, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, São Gonçalo, 2015.
- LEITE, MICAELA MATOS. **Impacto dos incêndios nas propriedades dos solos em áreas de montanha sob coberto de matos.** 2011. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Escola Superior Agrária de Bragança, Bragança, 2011.
- LEPSCH, I.F. **Formação e conservação dos solos.** São Paulo: Oficina de Textos, 2ª ed.2010. 216 p.
- LEPSCH, I. F. **19 lições de Pedologia.** São Paulo: Oficina de Textos, 2011.
- LIMA, J. A. et al. **Amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krapov e Gregory).** Lavras, 2003.
- LORENZON, A. S. et al. **Análise química de um solo florestal após ocorrência de fogo.** *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)*, v. 4, n. 2, p. 142-147, 2014.
- LUDWIG, R. L. et al. **Produção e Qualidade do *Arachis pintoi*.** *Enciclopédia Biosfera*, [S. l.], v. 6, n. 11, 2010.
- MACEDO, F. W.; SARDINHA, A. M. **Fogos Florestais**, Vol. No.1. Lisboa: Publicações Ciência e Vida Lda, 1993.
- MATAIX-SOLERA, J.; GUERRERO, C. **Efectos de los incendios forestales en las propiedades edáficas.** In: MATAIX-SOLERA, Jorge et al. *Incendios Forestales, Suelos y Erosion Hídrica*. Alicante, España: CEMACAM Font Roja-Alcoi, 2007. p. 5-40.
- MATTOS, BRUNO SOUZA DE. **A relação dos incêndios com as propriedades físicas, químicas e mineralógicas do solo em São Pedro da Serra - Nova Friburgo/RJ.** São Gonçalo, 2018.



- MATTOS, B. S.; BERTOLINO, A. V. F. A; BERTOLINO, L. C. **A influência do fogo nas propriedades de um solo sob manejo de agricultura de corte e queima em ambiente serrano no bioma de Mata Atlântica.** Sociedade & Natureza, v. 34, 2022.
- MERCANTE, P. H.; LOCATELI, M.; REIS, M. C.; COSTA, G. G. **Efeito do fogo nas propriedades químicas do solo em um fragmento de floresta nativa e plantio de cupuaçu em porto Velho. Rondônia. Reunião de ciência do solo da Amazona Ocidental.** -, 2014, Porto Velho. Anais. Porto Velho: Núcleo Regional Amazônia Ocidental da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2014, p. 48-53.
- MEYER, L.D. & WISCHMEYER, W.H. **Mathematical simulation of the process of soil erosion by water.** Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, v. 12, 1969.
- RHEINHEIMER, D.S.; SANTOS, J.C.P.; FERNANDES, V.B.B. et al. **Modificações nos atributos químicos de solo sob campo nativo submetido à queima.** Ciência Rural, Santa Maria, v.33, p.49-55, 2003
- SANT'ANNA, C.M.; FIEDLER, N.C.; MINETTE, L.J. **Controle de incêndios florestais.** Visconde do Rio Branco, MG: Ed. Suprema,2007. 152p
- SANTOS, H. G. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 5a ed, rev. e ampl. –Brasília, DF: Embrapa, 2018.
- SCHETTINI, BRUNO LEÃO SAID ET AL. **Efeito do fogo na estrutura e estocagem de carbono de um fragmento florestal da mata Atlântica.** Nativa, Sinop, v. 7, n. 3, p. 306-311, mai./jun. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v7i3.6913>.
- SILVA, FÁBIO CESAR DA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** Brasília, DF: Embrapa Solos, 1999.
- SIMEÃO, T. N. et al. **Incêndio em área de Argissolo Vermelho distrófico e sua influência nas propriedades físicas do solo: Monjolos – São Gonçalo/RJ.** Rio de Janeiro, 2022.
- THOMAZ, EDIVALDO L. **Erosão de solo: teorias, métodos e perspectivas / Edivaldo L. Thomaz** – Curitiba: CRV, 2019. 260p
- TOMÉ JÚNIOR, J. B. **Manual para interpretação de análise de solo.** Guaíba, SP: Agropecuária, 1997. 274 p.
- VALVERDE, O., 1968. **Sistemas de roça: agricultura nômade ou itinerante.** Revista Finisterra, vol. 3, 6.
- VEZZANI, F.M. & MIELNICZUK, J. **O solo como sistema.** Curitiba, PR, Ed. dos autores. 1ª edição, 2011, 104 p.
- VOGELMANN, EDUARDO SALDANHA. **Ocorrência de hidrofobicidade em solos do Rio Grande do Sul.** 2011. 122 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, RS, 2011.