

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 09 de novembro de 2023- Imperatriz - MA

A RELAÇÃO ENTRE SOLO E FOGO NOS ECOSISTEMAS DO CERRADO MARANHÃO: ESTUDO DE CASO DO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DAS MESAS

**CAYLANNA LIMA BRANDÃO¹; ALINNE DA SILVA²; CRISTIANE MATOS DA
SILVA³**

AFILIAÇÃO

¹UEMASUL – CCA – Av. Agrária, 100 – Colina Park, Imperatriz – MA, 65900-001 – Bolsista PIBIC/UEMASUL, Graduanda em Engenharia Florestal; ²UEMASUL – CCA – Av. Agrária, 100 – Colina Park, Imperatriz – MA, 65900-001 – Coorientadora do PIBIC/UEMASUL, Professora Adjunta III; ³UEMASUL – CCA – Av. Agrária, 100 – Colina Park, Imperatriz – MA, 65900-001 – Orientadora do PIBIC/UEMASUL, Professora Assistente II.

RESUMO

O Cerrado brasileiro apresenta adaptações que permitem uma maior resiliência após a ocorrência de queimadas na vegetação, porém, a frequência e recorrência com que tem ocorrido promovem a perda de biodiversidade e degradação do solo. O objetivo desta pesquisa foi avaliar como diferentes classes de frequência de fogo influenciaram em alguns atributos químicos do solo no Cerrado Maranhense. Este objetivo foi baseado na hipótese que os eventos de queimadas refletiram nas alterações dos atributos químicos do solo do bioma Cerrado Maranhense, e que mesmo após dez anos sem ocorrência do fogo os teores de matéria orgânica não aumentaram. O experimento foi conduzido no Parque Nacional da Chapada das Mesas, localizado no Sudoeste do Maranhão. Foram avaliadas duas fitofisionomias presentes no Parque, Cerrado Aberto e Cerrado Denso, e quatro classes de frequência de fogo: 1-2, 3-4, 6-7 e mais de 10 anos sem ocorrência de queimadas. Para a avaliação dos atributos químicos do solo, foram coletadas amostras deformadas de terra, com auxílio de um trado holandês, na profundidade entre 0-20 cm. A terra coletada foi seca ao ar e submetida à peneira de 2 mm, para compor a terra fina seca ao ar. Foram determinados os valores do potencial hidrogeniônico, matéria orgânica, alumínio trocável e acidez potencial. Os resultados foram primeiramente verificados quanto à normalidade e homocedasticidade pelos testes de Shapiro Wilk e Bartlett a 5% de probabilidade e os parâmetros que apresentaram diferenças estatisticamente significativas a 5% de probabilidade foram submetidos ao teste de Scott-Knott, para comparação de médias. Os resultados apontaram que mesmo após 10 anos sem a ocorrência de queimadas, em ambas as classes de vegetação avaliadas, os teores de matéria orgânica do solo não foram alterados, assim como a acidez potencial e os valores de pH, que foram semelhantes aos 2, 4, 6 e 10 anos sem fogo.

PALAVRAS-CHAVE: Queimadas; Matéria orgânica do solo; Indicadores de acidez do solo.

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 09 de novembro de 2023- Imperatriz - MA

INTRODUÇÃO

O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil, ocupa quase 24% do território nacional (IBGE, 2004). Apesar do Cerrado brasileiro apresentar adaptações que permitem uma maior resiliência após a ocorrência de fogo, a frequência e recorrência com que acontecem atualmente conduzem a intensificação de problemas como perda de biodiversidade e degradação do solo (Copertino et al., 2019).

Eliminar o fogo dos sistemas savânicos não pode ser visto como uma solução (Pivello, 2016), uma vez que diversas características adaptativas são encontradas em espécies vegetais e associadas a ele, como a morfologia das plantas (Simon et al., 2009) e quebra de dormência de sementes após queima (Salomão et al., 2019). Contudo o regime de fogo no Cerrado vem se alterando ao longo do tempo, por meio de ações antrópicas que alteram a frequência de queima, aliado às causas naturais devido as mudanças climáticas (Pivello, 2016; Silva, 2018).

Os atributos químicos do solo são afetados pela quantidade e intensidade da ocorrência do fogo (Redin et al., 2011). A queima reduz a população microbiana, aumenta temporariamente a disponibilidade de nutrientes, pois as cinzas possuem elevada concentração de nutrientes, e promove a oxidação da matéria orgânica (Redin et al., 2011; Santos; Bahia; Teixeira, 1992).

Embora exista pesquisas publicadas na literatura científica sobre o efeito do fogo nas propriedades químicas do solo, os resultados do efeito do fogo no solo do bioma Cerrado Maranhense são escassos. Diante do exposto, o objetivo deste projeto de pesquisa foi avaliar como diferentes classes de frequência de fogo influenciam nos atributos químicos do solo, sob diferentes fitofisionomias no Cerrado Maranhense. Este objetivo foi baseado na hipótese que os eventos de queimadas refletem nas alterações dos atributos químicos do solo do bioma Cerrado Maranhense, e que mesmo após dez anos sem ocorrência do fogo os teores de matéria orgânica não aumentaram.

METODOLOGIA

Localização e descrição da área de estudo

A área de estudo foi a Unidade de Conservação de Proteção Integral Parque Nacional da Chapada das Mesas (PNCM), criado em 12 de dezembro de 2005, localizada no Sudoeste do estado do Maranhão, inserido no Bioma Cerrado. Possui 160.048 hectares e compreende os municípios de Estreito, Carolina e Riachão (7° 10'30,98''S e 47°07'56,28''W) (ICMBio, 2019).

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 09 de novembro de 2023- Imperatriz - MA

Segundo a classificação de Köppen-Gleiger, a região possui clima tropical úmido (Aw), com duas estações bem definidas. A estação seca, entre maio e outubro, e a chuvosa, entre novembro e abril. A temperatura média anual é de 26,1°C, e os índices pluviométricos anuais entre 1.250 e 1.500. O relevo predominante é o plano-ondulado (Lima et al., 2007).

Foram avaliadas oito áreas, com quatro repetições cada, conforme a classe de vegetação e o tempo transcorrido desde a última queimada, totalizando 32 parcelas. As classes de vegetação foram: Cerrado Aberto e Cerrado Denso. O período transcorrido desde a última queimada foi de 1-2 anos, 3-4 anos, 6-7 anos e mais de 10 anos. O histórico do regime de fogo e a localização das áreas foram baseados no estudo na área do PNCM e o seu entorno, para o período de 28 anos, por meio de imagens de satélite e técnicas de georreferenciamento.

Coleta de amostras do solo

Para a avaliação dos atributos químicos do solo, foram coletadas amostras deformadas de terra, com auxílio de um trado holandês, na profundidade entre 0-20 cm. Em cada área foram coletadas quatro amostras compostas de terra, distantes 1 km entre si. Para a obtenção das amostras compostas, foram coletadas 10 amostras simples, distantes 50 m entre si. A terra coletada foi seca ao ar e submetida à peneira de 2 mm, para compor a terra fina seca ao ar. A ordem de solo de cada área estudada foi classificada no local, conforme Santos et al. (2018).

Determinação dos atributos químicos do solo

Foram avaliados os seguintes atributos químicos na terra fina seca ao ar: potencial hidrogeniônico (pH), teor de matéria orgânica no solo (MOS), acidez potencial ($H + Al$) e alumínio trocável (Al^{3+}), conforme metodologia descrita em Teixeira et al. (2017). Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Solos/Nutrição Animal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL.

Análise estatística

Para garantir a análise de premissas de variância (ANOVA), os resultados foram primeiramente verificados quanto à normalidade e homocedasticidade pelos testes de Shapiro Wilk e Bartlett a 5% de probabilidade, respectivamente, com o *software* R versão 3.5.2. Após a análise de variância, os parâmetros que apresentaram diferenças estatisticamente significativas

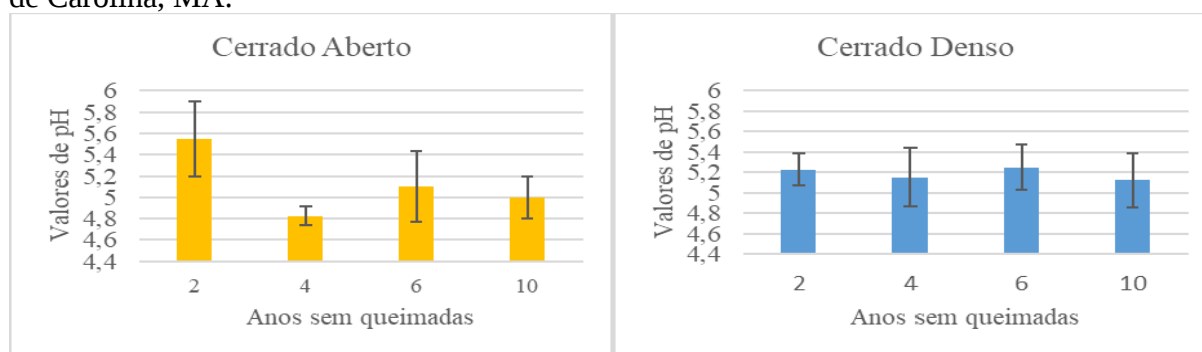
VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 09 de novembro de 2023- Imperatriz - MA

a 5% de probabilidade foram submetidos ao teste de Scott-Knott, para comparação de médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve alteração nos valores de pH do solo, pois os resultados observados foram semelhantes após 2, 4, 6 e 10 anos sem ocorrência de fogo em ambas as classes de vegetação, Cerrado Aberto e Cerrado Denso (Figura 1).

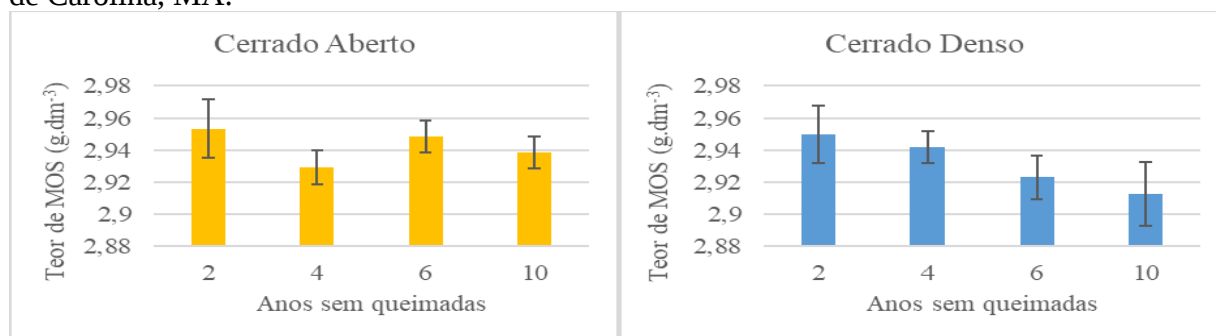
Figura 1: Valores médios de potencial hidrogeniônico (pH) em amostras de solo coletadas em área de Cerrado Aberto e Cerrado Denso com os seguintes históricos de queimadas: 2, 4, 6 e 10 anos sem ocorrência de queimadas, no Parque Nacional da Chapada das Mesas, no município de Carolina, MA.



Fonte: Autor (2023).

Os teores de MOS do solo não apresentaram diferenças significativas entre os anos sem ocorrência de queimadas, tanto na área de Cerrado Aberto como na de Cerrado Denso. Os valores observados variaram entre 2,85 a 2,95 g.dm⁻³ (Figura 2).

Figura 2: Valores médios de matéria orgânica do solo (MOS) em amostras de solo coletadas em área de Cerrado Aberto e Cerrado Denso com os seguintes históricos de queimadas: 2, 4, 6 e 10 anos sem ocorrência de queimadas, no Parque Nacional da Chapada das Mesas, no município de Carolina, MA.

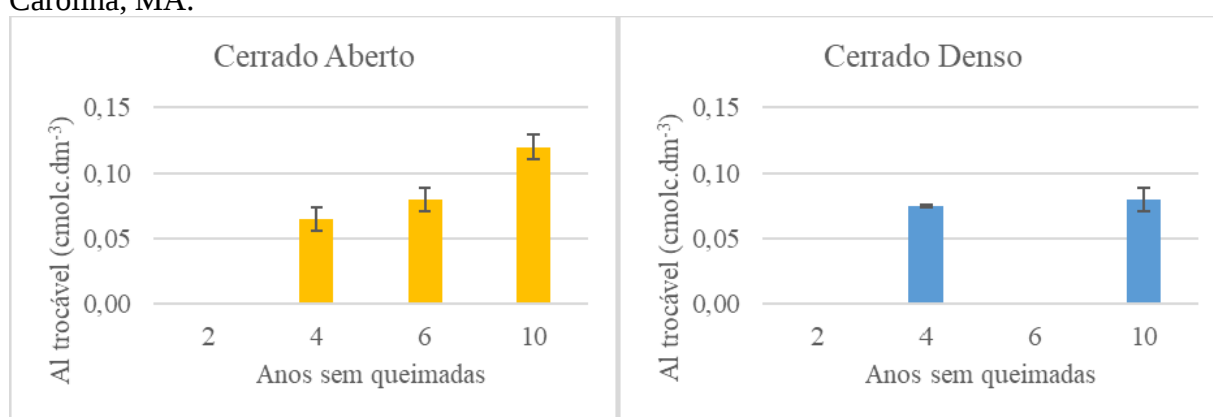


Fonte: Autor (2023).

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 09 de novembro de 2023- Imperatriz - MA

Os teores de Al trocável no solo apresentaram diferenças significativas entre os períodos sem queimadas. Os valores médios de Al no solo coletado na área de Cerrado Aberto em que houve registro de queimada nos últimos 2 anos foi 0. Na área de Cerrado Denso foi verificado valores inferiores a $0,1 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ aos 4 e 10 anos sem ocorrência de queimadas (Figura 3).

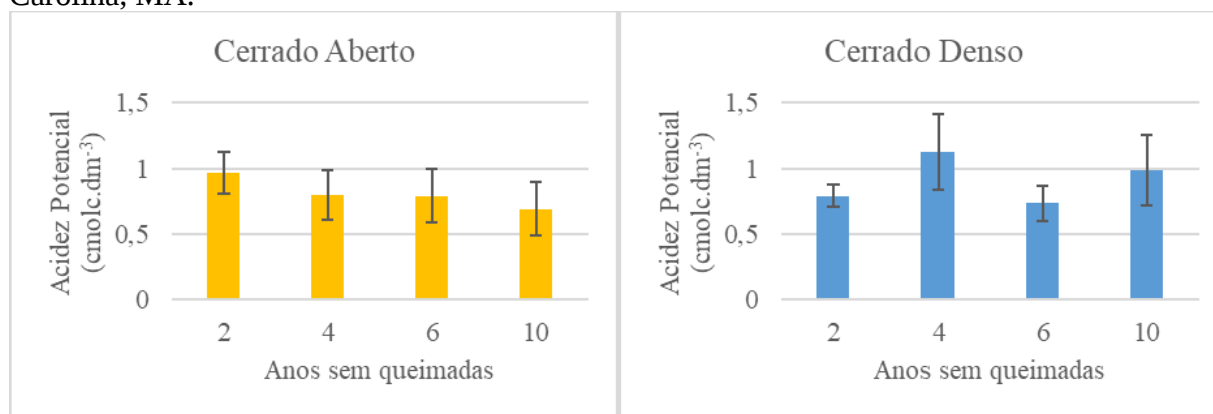
Figura 3: Valores médios de alumínio trocável (Al^{3+}) em amostras de solo coletadas em área de Cerrado Aberto e Cerrado Denso com os seguintes históricos de queimadas: 2, 4, 6 e 10 anos sem ocorrência de queimadas, no Parque Nacional da Chapada das Mesas, no município de Carolina, MA.



Fonte: Autor (2023)

Os valores médios de acidez potencial não apresentaram diferenças significativas entre os anos sem a ocorrência de queimadas tanto na área de Cerrado Aberto como na de Cerrado Denso (Figura 4).

Figura 4: Valores médios de acidez potencial ($\text{H} + \text{Al}$) em amostras de solo coletadas em área de Cerrado Aberto e Cerrado Denso com os seguintes históricos de queimadas: 2, 4, 6 e 10 anos sem ocorrência de queimadas, no Parque Nacional da Chapada das Mesas, no município de Carolina, MA.



Fonte: Autor (2023)

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 09 de novembro de 2023- Imperatriz - MA

Conforme os resultados observados, os eventos de queimadas não alteraram o teor de MOS, H + Al e pH no solo. Os solos do Cerrado são, em geral, muito intemperizados, com baixos teores de elementos essenciais, com alta concentração de Al^{3+} (Oliveira et al., 2005; Haridasan, 2008). Geralmente, os solos do Cerrado apresentam valores de pH entre 4 e 5 (Chaveiro; Castilho, 2007).

O íon Al^{3+} ocorre de forma natural no solo e é um elemento tóxico para a maioria das plantas cultivadas (Fontes; Camargo; Sposito, 2001). Entretanto, essa situação não se aplica às plantas nativas do bioma Cerrado, pois as espécies são tolerantes aos solos ácidos e a presença de Al^{3+} (Harisadan, 2008).

Os eventos de queimadas no Cerrado promovem uma variedade de impactos no solo, podendo ser positivos ou negativos, dependendo da frequência, intensidade, época e ecossistema e das características de cada planta (Costa; Rodrigues, 2015). Costa et al. (2011) afirmam que, o fogo pode modificar as características químicas do solo. No entanto, os resultados encontrados na pesquisa não apresentaram diferenças significativas em relação a ocorrência da frequência do fogo.

Os solos do Cerrado são ácidos e, nessa condição, ele apresenta alto teor de Al^{3+} . Observou-se que nas áreas em que o valor de pH do solo é maior que 5,5, os teores de Al^{3+} foi zero. Para Bernardes (2019), esse fenômeno pode ocorrer após uma queimada no solo, estando associado à mineralização da MOS e a liberação de outros nutrientes para o solo.

As queimadas podem reduzir a MOS do solo (Pourreza et al., 2014). Para Oliveira et al. (2005), as queimadas frequentes devem ser evitadas, pois a MOS é parte essencial do ciclo biogeoquímico dos elementos essenciais. A MOS está relacionada à acidez potencial do solo devido a vários processos químicos e biológicos, como na troca catiônica e decomposição microbiana (Silva et al., 2021).

CONCLUSÕES

Os resultados apontaram que mesmo após 10 anos sem a ocorrência de queimadas, em ambas as classes de vegetação avaliadas, os teores de matéria orgânica do solo não aumentaram, assim como os valores da acidez potencial e os valores de pH não foram alterados entre os anos sem ocorrência do fogo no Cerrado Maranhense.

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 09 de novembro de 2023- Imperatriz - MA

APOIO FINANCEIRO

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão -UEMASUL.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bernardes, F.C. *Estudo do impacto de queimadas sobre indicadores de qualidade do solo em áreas de Cerrado*, Uberlândia, 2019. 21 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

Chaveiro, E.F.; Castilho, D. Cerrado: patrimônio genético, cultural e simbólico. *Revista Mirante*. 2007, 1, 1-13.

Copertino, M.; Piedade, M.T.F.; Vieira, I.C.G.; Bustamante., M. Desmatamento, fogo e clima estão intimamente conectados na Amazônia. *Ciencia e Cultura* 2019, 4, 4-5.

Costa, M.R.G.F.; Cândido, M.J.D.; Carneiro, S, S.; Neto, L.B.M.; Magalhães, J.A.; Costa, N.L. Uso do fogo em pastagens naturais. *Publicação em Medicina Veterinária e Zootecnia* 2011, 5, 1050.

Costa, Y.T.; Rodrigues, S.C. Efeito do fogo sobre vegetação e solo a partir de estudo experimental em ambiente de Cerrado. *Revista do Departamento de Geografia-USP* 2015, 30, 149-165.

Fontes, M.P.F.; Camargo, O.A.; Sposito, G. Eletroquímica das partículas coloidais e sua relação com a mineralogia de solos altamente intemperizados. *Scientia Agrícola* 2001, 3, 627-646.

Haridasan, M. Nutritional adaptations of native plants of the Cerrado biome in acid soils. *Braz. J. Plant Physiol* 2008, 3, 183-195.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. *Mapa biomas do Brasil*, 2004. Disponível online: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-deimprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/12789-asi-ibge-lanca-o-mapa-de-biomas-dobrasil-e-o-mapa-de-vegetacao-do-brasil-em-comemoracao-ao-dia-mundial-da-biodiversidade>>. (Acesso em 24 de julho de 2023).

ICMBIO - INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – *Plano de manejo do Parque Nacional da Chapada das Mesas*. 2019. Disponível online: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/cerrado/lista-de-ucs/parna-da-chapada-das-mesas/arquivos/plano_de_manejo_parna_chapada_das_mesas.pdf. (Acesso em 24 de julho de 2023).

Lima, L.P.; Tchaicka, L; Avelar, J.J.C; Cunha, A.N.C. *Plano Operativo de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais do Parque Nacional da Chapada das Mesas*. Ministério do Meio Ambiente - MMA 2007, 1-18.

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 09 de novembro de 2023- Imperatriz - MA

Oliveira, I.P.; Santos, K.J.G.; Araújo, A.A. Oliveira, L. C. Queimadas e suas consequências na Região Centro Oeste. *Revista Eletrônica Faculdade* 2005, 2, 88-103.

Pivello, V.R. The use of fire in the Cerrado and Amazonian rainforests of Brazil: Past and Present. *Fire Ecology* 2016, 1, 24-39.

Pourreza, M.; Hosseini, S.M.; Safari Simegank, A.A.; Matinizadeh, M.; Dick, W.S. Soil microbial activity in response to fire severity in Zagros oak (*Quercus brantii* Lindl.) forests, Iran, after one year. *Geoderma* 2014, 213, 95-102.

Redin, M.; Santos, G.F.; Miguel, P.; Denega, G.L.; Lupatini, M.; Doneda, A.; Souza, E.L. Impactos da queima sobre atributos químicos, físicos e biológicos do solo. *Ciência Florestal* 2011, 2, 381-392.

Salomão, A.; Emílio, P.; Hirle, W.; Eurico, R. Estudo da influência das queimadas nas propriedades química e banco de sementes dos solos do Vale do Mucuri. *Research, Society and Development* 2019, 8, 1-15.

Santos, D.; Bahia, V.G.; Teixeira, W.G. Queimadas e erosão do solo. *Informe Agropecuário* 1992, 176, 62-68.

Santos, H.G. *et al.* *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Embrapa: Brasília, DF, 2018; pp. 356.

Silva, L.G. *Comportamento e efeito do fogo sobre os ecossistemas do bioma Cerrado: modelos baseados em processos*, Brasília. 2018. 112 f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília.

Silva, M.A.S.; Santos, A. B.; Machado, P.L.O. A.; Alcantara, F.A.; Silva, O.F. *Correção da acidez do solo*. Embrapa, 2021. Disponível online: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/arroz/producao/sistemade-cultivo/arroz-irrigado-na-regiao-tropical/correcao-do-solo-e-adubacao/correcao-da-acidezdo-solo> (Acesso em 4 de setembro de 2023).

Simon, M.F.; Grether, R.; Queiroz, L.P.; Skema, C.; Pennington, T.; Hugues, C.E. Recent assembly of the Cerrado, a neotropical plant diversity hotspot, by in situ evolution of adaptations to fire. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2009, 48, 20359-20364.

Teixeira, P.C.; Donagemma, G.K.; Fontana, A.; Teixeira, W.G. *Manual de métodos de análise de solo*. Embrapa: Brasília, DF, 2017; pp. 57.