

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO SOLO SUPERFICIAL EM UM TRANSECTO ENTRE CAATINGA, MATA SECA E CERRADO NO NORTE DE MINAS GERAIS

Brenda Stefany Soares Fernandes ¹
Ana Clara Medeiros de Souza ²
João Paulo Sena Souza ³

INTRODUÇÃO

Os solos integram parâmetros, físicos, químicos e biológicos, definidos pelos processos pedogenéticos que por sua vez, dependem da integração de fatores diversos da paisagem (PEREIRA et al., 2019). As medidas físico-químicas do solo servem como parâmetros para o melhor entendimento sobre as características e transformações da paisagem.

A maior parte dos processos ecossistêmicos, como a decomposição da matéria orgânica e as trocas gasosas entre solo e atmosfera ocorrem nas camadas superficiais dos solos. Portanto, medidas físico-químicas do solo superficial desempenham um importante papel na compreensão dos diferentes processos que ocorrem dentro da relação solo – vegetação – atmosfera (BAGHDADI; ZRIBI, 2016).

Variáveis físicas do solo, como análise de textura, ajudam a compreender fatores como a capacidade de retenção de água do solo, a influência do material de origem no funcionamento do ecossistema e aptidões de uso para a área de estudo (BRADY; WEIL, 2013).

Variáveis químicas, como pH, nutrientes e Matéria Orgânica ajudam a responder questões complementares, como o nível de fertilidade natural do solo e necessidade de intervenções e manejo em caso de alteração da cobertura vegetal (LEPSH, 2002).

Variáveis químicas também são indicadores das atividades microbiológicas do solo, que contribuem com a ciclagem de nutrientes e na decomposição da matéria orgânica (BRADY; WEIL, 2013).

¹ Mestranda do Curso de Geografia da Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES, brenda.stefany.soares@gmail.com;

² Graduada do Curso de Geografia – Bacharel da Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES, anaclaramedeiroz@gmail.com;

³ Professor orientador: Doutor, Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES, joao.souza@unimontes.br.

Quando se trata do estudo da paisagem e a sua caracterização, a relação com o solo é uma das ferramentas que merece destaque. O solo faz parte dos constituintes da paisagem como sustentador dos elementos da superfície, como por exemplo, a vegetação. Como estão interligados, mudanças nas características do solo causadas por diferenças ambientais do processo de pedogênese podem causar mudanças estruturais na paisagem e no padrão espacial dos domínios de vegetação (PEREIRA, 2020).

Regiões de limites entre biomas ou entre domínios morfoclimáticos podem apresentar variações locais nas variáveis dos solos que podem explicar a ocorrência de um determinado padrão vegetal. Essas regiões de limites entre biomas foram denominadas por Ab'Saber (2003) como faixas de transição. O estudo integrado dos solos pode auxiliar no mapeamento dos limites e do funcionamento dessas áreas de transição. A região Norte de Minas Gerais está situada em uma dessas áreas de transição, especificamente entre os domínios do Cerrado e da Caatinga. Ao mapearem os biomas globais, Olson et al. (2001) incluíram mais um domínio de vegetação entre os dois biomas citados acima, chamado pelos autores de Floresta Tropical Seca Semidecidual. Este domínio converge com as áreas de Mata Seca na região.

Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo analisar de forma integrada os atributos físico-químicos dos solos superficiais em áreas de vegetação nativa no Norte de Minas Gerais. Com isso, busca-se compreender as principais diferenças e relações que ocorrem nos solos superficiais dos três biomas representados na amostragem. A análise multivariada de atributos físico-químicos do solo vai contribuir para a caracterização dessas paisagens de alta complexidade ecológica e transição entre biomas.

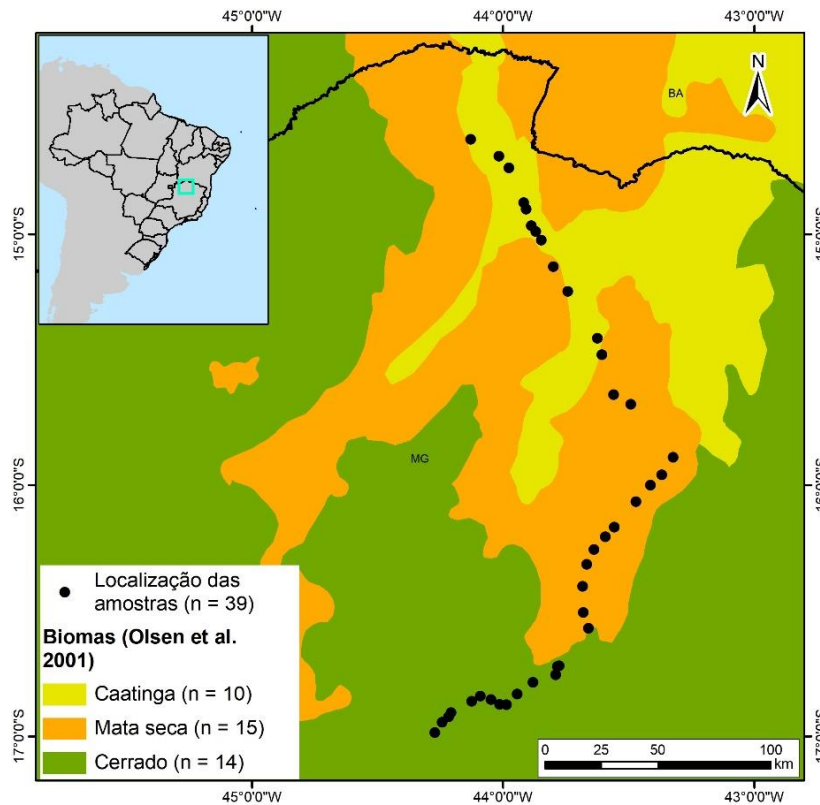
MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizada uma amostragem em transecto partindo do município de Manga-MG até o de Jequitaiá-MG, ambos localizados na Mesoregião Norte de Minas Gerais. Um total de 38 amostras de solos foram coletadas em fragmentos de vegetação natural próximos às rodovias que cortam o transecto. A amostragem buscou representar os três biomas presentes na região: os Biomas da Caatinga, Mata Seca e do Cerrado (Figura 1). Os limites usados para a limitação dos Biomas foram extraídos do mapeamento global de biomas disponibilizados pela WWF (OLSON et al., 2001).

As amostras foram coletadas em uma profundidade de 0-20 cm utilizando um Trado Holandês. As amostras foram secas ao ar, destorroadas e passadas na peneira de 2

mm de abertura para obtenção da Terra Fina Seca ao Ar (TFSA). Em seguida, as amostras foram enviadas ao Laboratório de Análise de Solos da Universidade Federal de Lavras, onde foi realizada análise laboratorial química e física de rotina.

Figura 1 – Localização da área de estudos e das amostras de solo.



Organização: Os autores (2024)

Um total de 16 variáveis físico-químicas foram analisadas. As variáveis químicas são pH, Potássio (K), Fósforo (P), Sódio (Na), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Hidrogênio + Alumínio (H+Al), Concentração de Alumínio (Al), Soma de Bases Trocáveis (SB), Capacidade de Troca Catiônica (t), Capacidade de Troca Catiônica Efetiva (T), Índice de Saturação de Bases (V), Índice de Saturação de Alumínio (m), Matéria Orgânica (MO) e Fósforo Remanescente (P-Rem). As variáveis físicas consideradas se resumiram à granulometria do solo, com a identificação da quantidade de Argila, Silte e Areia.

Para analisar inter-relações entre as 16 variáveis e demonstrar a importância das variáveis na variância total do conjunto de dados, foi realizada uma Análise de Componentes Principais (*PCA* – sigla em inglês). A *PCA* é uma técnica de estatística multivariada que serve para reduzir a dimensionalidade do conjunto de dados, criando uma menor quantidade de variáveis a partir da variância conjunta das variáveis originais

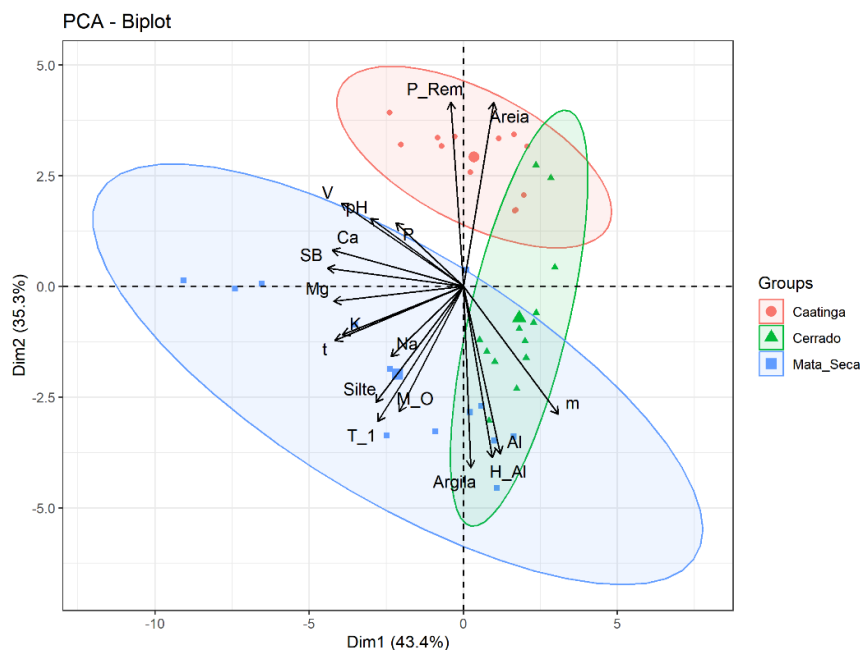
(HONGYU et al. 2015). A *PCA* permite ainda agrupar amostras de acordo com a variância, representado pelo conjunto que representa cada amostra. Neste estudo, a *PCA* também foi usada para agrupar as amostras por biomas para identificar se existe diferença entre os ambientes de coleta de acordo com o conjunto de variáveis.

As variáveis com maior importância nas duas primeiras Componentes Principais foram incluídas em uma matriz de correlação para uma avaliação mais detalhada sobre a correlação bivariada entre elas. A matriz de correlação apresenta a correlação linear de Pearson par a par entre as variáveis mais importantes da *PCA*. Para diminuir a complexidade da matriz de correlação, foi considerada apenas uma em pares de variáveis com alta correlação esperada, como argila e areia. Todas as análises estatísticas foram realizadas no *software R*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As duas primeiras componentes da *PCA* corresponderam a 78,69% da variação total do conjunto de dados. A Primeira Componente (PC1) explicou 43,4% da variabilidade total, enquanto a Segunda Componente (PC2) explicou 35,3%. As elipses geradas no gráfico da *PCA* considerando 95% de confiança demonstraram uma separação muito clara entre as amostras de solo coletadas na Caatinga e as amostras provenientes da Mata Seca. Amostras coletadas no Cerrado apresentaram uma sobreposição com os dois demais biomas (Figura 2).

Figura 2 – Análise de Principais Componentes.



As variáveis que mais contribuíram para a PC1 foram aquelas relacionadas com a SB, como Ca, Mg, t, V e K, que se apresentam em oposição ao m. As amostras coletadas no Cerrado se agruparam à direita do eixo da PC1, indicando uma influência positiva do Índice de Saturação de Alumínio e negativa com as variáveis relacionadas à Soma de Bases Trocáveis. Este padrão converge com a literatura, que mostra uma tendência de altas de m e baixa SB em solos do Cerrado (SANTOS et al. 2015; SILVA et al. 2015). Este padrão pode ser explicado pelo predomínio de solos muito intemperizados no Bioma Cerrado, que são geralmente ricos em óxidos e hidróxidos de Fe e Al (PEREIRA et al. 2020). Esses solos geralmente são mais ácidos e apresentam baixos índices de fertilidade, o que explica a influência negativa das relacionadas com a SB no agrupamento dos solos do Cerrado.

A PC2 opôs as variáveis P-Rem e Areia de Argila, Al e H+Al. Houve uma separação das amostras coletadas na Caatinga, que estão agrupadas sob influência dos altos teores de Areia e P-Rem, e das amostras coletadas na Mata Seca, influenciadas pelo teor de Argila, Al e MO (Figura 2). As amostras coletadas na Caatinga apresentaram maiores teores de Areia, o que explica um maior P-Rem. A maior quantidade de areia em comparação com os outros dois biomas pode ser explicada pela localização das amostras, que estão mais próximas da Planície do Rio São Francisco. Entretanto, estes resultados podem ajudar a explicar a presença da vegetação predominante de clima semiárido nessas áreas. Em geral, solos mais arenosos possuem menor capacidade de retenção de água e de cátions. Tal fato associado ao padrão de precipitação local pode ajudar a explicar a presença do Bioma Caatinga no Norte de Minas Gerais.

O P-Rem está associado à Areia na PC2 principalmente devido a sua conhecida relação negativa com a argila. Um baixo P-Rem indica uma maior capacidade de retenção de fosfatos pelo solo, que está relacionado com um maior teor de argila (DONAGEMMA et al. 2008). Por isso, a correlação entre Argila e P-Rem é uma das mais fortes apresentadas na matriz de correlação da Figura 3 ($r = -0,93$; $p\text{-valor} = 0,05$).

O teor de Argila normalmente está relacionado com diversas variáveis indicadoras da fertilidade do solo. Além do P-Rem, o teor de Argila também apresentou correlação significativa com a MO ($r = 0,59$; $p\text{-valor} = 0,05$), m ($r = 0,59$; $p\text{-valor} = 0,05$), H+Al (r

= 0,70; *p*-valor = 0,05) e Na (*r* = 0,32; *p*-valor = 0,05). A correlação da argila com m e H+Al indica que as amostras mais argilosas foram coletadas no Cerrado.

A matriz de correlação mostrou uma correlação positiva forte significativa do pH com a concentração de Ca (*r* = 0,73; *p*-valor = 0,05) e com SB (*r* = 0,71; *p*-valor = 0,05) (Figura 3). Isso indica que as amostras que apresentaram um pH mais elevado podem estar relacionadas a um material de origem rico em Ca, como as rochas do grupo Bambuí, comuns na área de estudos (OLIVEIRA et al. 1998).

Figura 3 – Matriz de Correlação entre as principais variáveis. Os valores apresentados na porção direita da figura correspondem ao Coeficiente de Correlação de Pearson, com a indicação do nível de significância pela quantidade de “*”. Cada quadrante do lado esquerdo da figura é um gráfico de dispersão. Gráficos de dispersão verdes indicam uma correlação significativa entre as variáveis. Na diagonal estão os histogramas de cada variável.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A coleta de amostras de solo superficial em transecto entre biomas foi eficiente para demonstrar padrões de variáveis físico-químicas entre os biomas presentes no Norte de Minas Gerais. A presença do bioma Caatinga pode ser explicado pelas características do solo, principalmente o baixo teor de argila. As amostras mostraram que há uma grande distinção entre a Caatinga e a Mata Seca em relação aos parâmetros físico-químicos do solo, o que pode indicar uma grande diferença no funcionamento dos ecossistemas desses dois biomas. O Cerrado também se distingue, porém devido aos baixos índices de variáveis relacionadas à fertilidade do solo, como SB.

Apesar da grande complexidade de ambientes, a amostragem de solo superficial em transecto foi capaz de separar padrões de paisagens, demonstrando uma eficiência e suficiência amostral. Entretanto, as conclusões extraídas dos resultados encontrados aqui podem ser aprimoradas em futuros estudos com a inclusão de novas variáveis, como material de origem, variáveis climáticas e vegetação.

Palavras-chave: relação solo-paisagem, análise de principais componentes, química do solo, teor de argila.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG pelos financiamentos de pesquisa no âmbito do Edital nº 001/2021 Universal (Processo APQ-02912-21) e do Edital nº 004/2023 - Centros de Tecnologia e Infraestrutura para Pesquisa na UEMG e UNIMONTES (Processo APQ-03759-23); pela Bolsa de Desenvolvimento em Ciência, Tecnologia e Inovação (BDCTI - III) recebida pela autora (Processo APQ-03759-23); e pelo apoio a participação coletiva em eventos de caráter técnico-científico no país (Chamada 13-2023).

REFERÊNCIAS:

- AB'SÁBER, A. N. *Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas*. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 159p.
- BAGHDADI, N., ZRIBI, M. Caracterização das propriedades da superfície do solo utilizando sensoriamento remoto por radar. In: Sensoriamento remoto da superfície terrestre em hidrologia continental. *Elsevier*, 2016. pág. 1-39.
- BRADY, N.C; WEIL, R.R. *Elementos da Natureza e Propriedades dos Solos*. 3ª ed. Tradução técnica: Igo Fernando Lepsch. Editora Bookman, Porto Alegre, RS, 2013. 685 p.
- DANTAS, J. S.; MARQUES JÚNIOR, J.; MARTINS FILHO, M. V.; RESENDE, J. M. A.; CAMARGO, L. A. & BARBOSA, R. S. Gênese de solos coesos do leste maranhense: relação solo-paisagem. *R. Bras. Ci. Solo*, 38, 2014. p. 1039-1050.
- DONAGEMMA, G. K. et al. Fósforo remanescente em argila e silte retirados de Latossolos após pré-tratamentos na análise textural. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, n. 4, p. 1785–1791, ago. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/XyhP8Bwy7ZmYYKY7xTrJGWb/?lang=pt>. Acesso em: 21 maio 2024.
- HONGYU, K.; SANDANIELO, V. L. M.; JUNIOR, G. J. DE O. Análise de Componentes Principais: Resumo Teórico, Aplicação e Interpretação. *E&S Engineering and Science*, v. 5, n. 1, p. 83–90, 2015. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/eng/article/view/3398>. Acesso em: 20 maio 2024.
- LEPSCH, I. F. *Formação e conservação dos solos*. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 178p.
- OLIVEIRA, C. V. et al. Química e mineralogia de solos derivados de rochas do Grupo Bambuí no norte de Minas Gerais. *Revista brasileira de ciência do solo*, v. 22, p. 583-593, 1998. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/9whcD5SCSf8jsMPmLTwztSb/>. Acesso em 25 maio 2024.
- OLSON, D.M.; DINERSTEIN, E.; WIKRAMANAYAKE, E.D.; BURGESS, N.D.; POWELL, G.V.N.; UNDERWOOD, E.C.; D'AMICO, J.A.; ITOUA, I.; STRAND, H.E.; MORRISON, J.C.; LOUCKS, C.J.; ALLNUTT, T.F.; RICKETTS, T.H.; KURA, Y.; LAMOREUX, J.F.; WETTENGEL, W.W.; HEDAO, P.; KASSEM, K.R.; 2001. *Ecorregiões terrestres do mundo: um novo mapa da vida na Terra*. *Biociências* 51(11):933-938.
- PEREIRA, M. G. et al. Formação e caracterização de solos. In: TULLIO, L. (Org.). *Formação, classificação e cartografia dos solos*. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/202369/1/Formacao-e-caracterizacao-de-solos-2019.pdf>. Acesso em: 20 maio 2024.
- PEREIRA, T. T. C. et al. A mineralogia dos solos tropicais: estado da arte e relação com o uso e manejo. *Geonomos*, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/revistageonomos/article/view/29650>. Acesso em: 20 maio 2024.
- SANTOS, D. C.; FONSECA, S. F. DA; BELÉM, R. A. Características físico-químicas do solo e aspectos fitofisionômicos de uma mata ciliar e cerrado típico em Pirapora-MG, Brasil. *Élisée - Revista de Geografia da UEG*, v. 4, n. 1, p. 91–113, 28 jul. 2015. Disponível em: <https://www.revista.ueg.br/index.php/elisee/article/view/3448>. Acesso em 21 maio 2024.
- SILVA, R. B. M. et al. Relação solo/vegetação em ambiente de cerrado sobre influência do grupo Urucuia. *Ciência Florestal*, v. 25, n. 2, p. 363-373, 2015. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/534/53439559009.pdf>. Acesso em: 21 maio 2024.