

Atributos físico-químicos do solo em três vegetações de Biomas da Paraíba⁽¹⁾

João Abílio Diniz^(2*), Walter Esfrain Pereira⁽³⁾ & Ignacio Hernán Salcedo⁽⁴⁾

⁽¹⁾Trabalho executado com recursos próprios com apoio logístico da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Instituto Federal de Rondônia (IFRO) e Associação de Assistência Técnica e Extensão Rural de Rondônia (EMATER-RO).

⁽²⁾Professor Efetivo do Instituto Federal de Rondônia – IFRO, Campus Ariquemes, Ariquemes-RO, E-mail: joaodiniz@ifro.edu.br; ⁽³⁾Professor Associado da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Campus II, Areia-PB, E-mail: walterufpb@yahoo.com.br; ⁽⁴⁾Professor Visitante Sênior da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Campus II, Areia-PB e Diretor do Instituto Nacional do Semiárido (MCTI), E-mail: ignaciohsalcedo@gmail.com

RESUMO: Objetivando avaliar os atributos físico-químicos do solo em três vegetações (Mata em Regeneração-MR, Monocultivo de Pastagens-MP e Monocultivo de Milho-MM) em dois biomas (Caatinga-CA e Mata Atlântica-MA) foi conduzida esta pesquisa no Estado da Paraíba. Foram coletadas, na profundidade de 0-20 cm, 438 amostras compostas de solo em sete municípios paraibanos, considerando-se áreas de monocultivos com pelo menos 10 anos de existência. Destes municípios, quatro foram localizados na CA e três na MA. Nas amostras foram quantificadas as variáveis físico-químicas de rotina. CA sobressaiu-se em relação a MA praticamente em todas as variáveis favoráveis à manutenção da qualidade do solo. CA apresentou melhor qualidade do solo do que MA, ocorrendo o contrário em relação aos efeitos degradativos. Analisando as três vegetações, nem sempre matas em regenerações (MR) foram superiores aos monocultivos de milho ou pastagens (MM ou MP).

Termos de indexação: Mata em regeneração; monocultivo; qualidade do solo.

INTRODUÇÃO

Os atributos físico-químicos podem ser alterados com as atividades e manejos agrícolas adotados nos agroecossistemas (Anjos et al., 1994; Spera et al., 2004; Mendes et al., 2006). Desde a época das Capitânicas Hereditárias têm sido observados estes malefícios à natureza no Brasil e particularmente à Paraíba.

Justificar essas mal sucedidas iniciativas nas pressões sociais para obtenção da terra, no maior espaço geográfico disponível ou na menor densidade demográfica de determinados biomas em benefício de outros mais povoados como normalmente ocorre no cotidiano brasileiro certamente não se trata de uma boa alternativa técnico-científica.

Ações plausíveis podem ser estudar os atributos físico-químicos tendo-se como fundamento as peculiaridades de cada bioma e de cada manejo vegetativo adotado, verificando-se o que de bom e ruim acontece em cada realidade para com base

nestes dados dar um rumo racional e sustentável as atividades agrícolas a serem desenvolvidas.

Por outro lado, verificar este comportamento em biomas e vegetações diferentes como proposto neste trabalho, adotando-se como critérios a estatística descritiva, as análises de variância, de componentes principais e de agrupamentos trata-se de iniciativa nova que deve ser enaltecida e reconhecida, podendo inclusive enriquecer significativamente a literatura científica sobre esta problemática.

A Paraíba inserida neste contexto com a Caatinga e a Mata Atlântica implora por pesquisas que venham minimizar os impactos ambientais negativos neste Estado provocados pelas ações antrópicas ao longo dos tempos.

O objetivo desta pesquisa foi avaliar os atributos físico-químicos do solo utilizando análises estatísticas adequadas para este fim em função de exames laboratoriais realizados em amostras coletadas em diferentes áreas de três vegetações (Mata em Regeneração-MR, Monocultivo de Pastagens-MP e Monocultivo de Milho - MM) e de dois biomas (Caatinga-CA e Mata Atlântica-MA).

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi conduzida nos biomas Caatinga e Mata Atlântica no Estado da Paraíba, envolvendo os municípios de Itaporanga, Boa Ventura, Ibiara e Diamante, Areia, Alagoa Grande e Pilões.

Foram identificadas e amostradas áreas em 73 propriedades rurais, sendo 37 no bioma Caatinga e 36 no bioma Mata Atlântica que tivessem vegetações comuns do tipo mata, pastagem e milho. Em todas elas foram coletadas amostras na camada agricultável de 0-20 cm, em duas profundidades, sendo a primeira de 0-10 cm e a segunda de 10-20 cm, admitindo-se para esse fim apenas àquelas atividades que estivessem acontecendo há pelo menos 10 anos na mesma área em forma de monocultivos. As amostras foram coletadas e analisadas seguindo a metodologia adotada pela EMBRAPA (1997).

Os atributos físicos analisados foram densidade de solo (Ds), densidade de partículas (Dp) e

porosidade total (Pt); os químicos foram carbono orgânico (C), potencial hidrogeniônico (pH), cálcio (Ca), magnésio (Mg), Hidrogênio (H), alumínio (Al), sódio (Na), fósforo (P), potássio (K), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC_{pH7}) e saturação de bases (V).

Para análise dos dados, considerou-se um esquema de parcelas subdivididas no delineamento inteiramente casualizado. A parcela principal foi o bioma (CA ou MA) e a subparcela a vegetação (MR, MP e MM). Para o efeito, utilizou-se a biblioteca *lmPerm* do pacote estatístico R (Wheeler, 2010), considerando-se n igual a 5000 permutações aleatórias. Posteriormente, as médias foram comparadas também por permutação, utilizando-se o procedimento MULTTEST do software SAS 9.3 (SAS, 2011). Os dados também foram submetidos à análise de componentes principais e de agrupamentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Atributos físicos em função dos biomas na profundidade de 0-10cm

Mesmo que no bioma MA tenha sido encontrada algumas Ds menores do que na CA, principalmente em áreas de matas, na média estes valores ficaram muito próximos um do outro, em torno de 1,47 para MA e 1,48 g/cm^3 para CA, indicando segundo Mendes et al. (2006) sinais de preocupações por estarem acima de 1,3 g/cm^3 , o que sugere perturbações de alguma natureza acima do tolerável nos dois biomas.

Para Dp observou-se que houve superioridade do bioma CA com valores médios de 2,51 g/cm^3 em relação ao bioma MA com valores médios de 2,46 g/cm^3 , indicando que os solos da CA têm mais minerais e menos matéria orgânica do que os da MA, pois com base nos valores de Dp pode-se chegar a estas conclusões.

Quanto a Pt não houve diferenças em relação aos biomas pesquisados, fato verificado também por Mendes et al. (2006) não comparando exatamente biomas, mas pesquisando ecossistemas originais e degradados.

Atributos físicos em função da vegetação na profundidade de 0-10cm

Em relação as vegetações também não houveram diferenças para Ds nesta profundidade de 0-10 cm, contrariando Anjos et al. (1994) e Spera et al. (2004) que contataram valores menores de Ds para matas originais quando comparadas com culturas. Embora, no geral exista uma tendência da Ds aumentar significativamente quando a vegetação natural for substituída por pastagens e culturas (Jakelaitis et al., 2008) isto não se verificou neste estudo, possivelmente devido a análise aqui ter sido feita de forma mais abrangente, envolvendo vários fatores e situações peculiares ao mesmo tempo, ao contrário do que ocorre normalmente na literatura científica. A Dp foi diferente em relação às três vegetações consideradas, evidenciando-se nesta profundidade de 0-10 cm que neste atributo o MM

foi superior a MR e MP, que não diferiram entre si. Amezquita et al. (1998) também pesquisando monocultivos de pastagens e arroz em dois ecossistemas diferentes verificaram uma certa superioridade nas características físicas de áreas com pastagens não perturbadas em relação aos monocultivos de arroz e, até mesmo, das matas.

Para porosidade MR e MP se equiparam estatisticamente. Embora MM não tenha sido superior a MR, este tipo de cultivo foi maior do que MP no referente à Pt. Presumiu-se que isto aconteceu por estarem MM em áreas mais favorecidas nas amostragens realizadas, quando comparadas a MP e MR, mas mesmo assim MM não conseguiram superar neste quesito MR que certamente foi compensada em disponibilidade de espaços porosos pela própria colaboração do tipo de vegetação.

Atributos físicos em função dos biomas na profundidade de 10-20cm

No referente à profundidade de 10-20 cm do solo, a Dp seguiu a mesma tendência da camada analisada de 0-10 cm comentada anteriormente.

Com Dp média de 2,55 g/cm^3 a CA superou neste quesito a Dp média da MA que foi de 2,51 g/cm^3 . Isto deixou claro que os solos da CA até a profundidade de 20 cm, na camada agricultável, tiveram maior Dp do que os solos da MA, sendo portanto mais mineralizados e mais pobres em MO.

Atributos físicos em função das vegetações na profundidade de 10-20cm

A Dp com valores médios de 2,51 para MR, de 2,52 para MP e 2,56 g/cm^3 para MM mostrou ser superior em MM e iguais para MR e MP nesta profundidade analisada, confirmando o que havia acontecido na camada de 0-10 cm em relação a este atributo físico dispensando, portanto, discussões adicionais neste sentido.

Densidade do solo (Ds) em função da interação vegetação x bioma

Na profundidade de 10-20 cm, ao contrário da de 0-10 cm, a Ds apresentou diferenças significativas em relação à interação vegetação x bioma. Embora na MA a Ds não tenha diferido entre as vegetações; na CA a Ds da MR e MM apesar de iguais, foram superiores a MP, sinalizando que as pastagens no bioma CA ajudaram a compactar e degradar o solo.

Porosidade do solo (Pt) em função da interação vegetação x bioma

A Pt observada na profundidade de 10-20 cm mostrou haver diferenças na interação vegetação x bioma. Ficou claro no bioma CA que a Pt em MP foi maior do que a Pt em MR e MM que se igualaram, corroborando resultados obtidos por Amezquita et al. (1998), provavelmente pelo fato das pastagens não terem sido perturbadas o suficiente para perderem principalmente para as matas neste particular, somando-se a isto o fato destas estarem em fase de regeneração, necessitando de mais

tempo de estabelecimento para modificar o observado.

Por outro lado, na MA não foram verificadas diferenças entre as vegetações pesquisadas em relação a Pt, o que trata-se de um fato surpreendente, pois era de se esperar melhores condições de espaços porosos nas matas, mas o fato das matas ainda estarem em regenerações, as pastagens e milharais serem gramíneas e não terem sido tão perturbadas quanto se presumia podem justificar a ausência de diferenças significativas neste sentido, o que não confirma que isto seja um caso consumado, podendo o tempo ajustar estes valores e apontar para tendência natural.

Atributos químicos P, Mg, pH, K, H+Al, Al, C, MO e V em função dos biomas

Com valores médios de 19,60 para CA contra 11,98 mg/dm³ para MA de P e valores médios de 2,71 para CA contra 1,46 cmolc/dm³ para MA de Mg, o bioma CA mostrou ter fertilidade maior do que MA no referente ao fornecimento destes elementos essenciais às vegetações. Ficou evidenciado ainda superioridade da CA em relação a MA nos atributos químicos pH, Ca+Mg, Ca, SB, CTC_{pH7} e V, confirmando ser os solos de CA melhores do que os de MA na maioria dos componentes químicos favoráveis ao incremento da fertilidade.

Atributos químicos K, pH, H+Al, Al, C, MO e V em função das vegetações

MR e MP tiveram maiores teores de K em comparação a MM. Observou-se que o pH de MP com valor médio de 6,59 foi superior ao de MM com valor médio de 6,33 e ao de MR com valor médio de 6,11 não havendo diferenças em relação aos pH dos MM com os da MR. A tendência do Ca+Mg, bem como do Ca foi a mesma, configurando-se superioridade destes nas MR quando comparadas com as MP, porém ao serem comparados com MM não diferiram.

Para C, MO, SB e CTC_{pH7} observou-se tendências semelhantes com MR sempre superando MP e MM, bem como ausência de diferenças entre estes dois últimos monocultivos, o que já era esperado pois, via de regra, as matas mesmo em regenerações são mais ricas nestes atributos do que os monocultivos.

Em relação a V, embora não tenha havido diferenças entre MP e MM, observou-se que MP foi maior do que MR em percentagem de saturação de bases. Isto se justifica pelo fato da quantidade de H+Al ter sido maior nas MR (com valores médios de 3,18 cmolc/dm³) e menor nos MP (com valores médios de 1,87 cmolc/dm³).

Atributos químicos Na, Ca+Mg, Ca, SB e CTC_{pH7} em função da interação vegetação x bioma

Em relação à Na, Ca+Mg, Ca, SB e CTC observou-se que a interação vegetação x bioma foi significativa. Isto evidenciou que em alguns momentos a parcela principal esteve influenciando a subparcela e em outros o contrário ocorreu.

Análise de componentes principais

A análise de componentes principais identificou três componentes que explicam 74% da variância total do conjunto de dados (Tabela 1).

Tabela 1. Autovalores e variância dos componentes principais

Componentes	Autovalores	Variância	Variância cumulativa
1	5,78	0,413	0,413
2	2,68	0,192	0,605
3	1,88	0,134	0,739

O primeiro componente está relacionado positivamente com pH, Ca+Mg, Ca, Mg, SB, CTC_{pH7} e V. O segundo está relacionado positivamente com a acidez potencial, os teores de matéria orgânica e de carbono, bem como com a capacidade de trocas catiônicas. Por último, o terceiro componente está relacionado positivamente com os teores de K, carbono e de matéria orgânica (Tabela 2).

Tabela 2. Autovetores das variáveis químicas dos solos de dois biomas nos dois componentes principais.

Variáveis	Autovetores		
	Prin 1	Prin 2	Prin 3
pH	0,297	-0,273	0,175
P	0,217	-0,045	0,152
K	0,097	-0,064	0,404
Na	0,130	-0,093	0,237
Ca+Mg	0,380	0,225	-0,092
Ca	0,369	0,192	-0,070
Mg	0,301	0,238	-0,115
Al	-0,209	0,270	-0,188
H+Al	-0,250	0,409	-0,124
C	-0,104	0,334	0,555
MO	-0,109	0,334	0,551
SB	0,386	0,213	-0,060
CTC _{pH7}	0,271	0,434	-0,127
V	0,338	-0,263	0,134

A aplicação da análise de agrupamentos conseguiu identificar quatro grupos de propriedades (Figura 1).

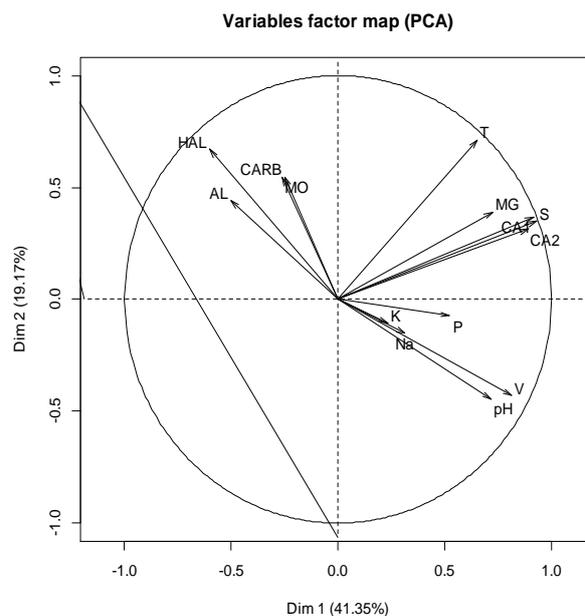


Figura 1. Autovetores das propriedades químicas dos solos de dois biomas nos dois primeiros componentes principais.

O grupo quatro apresenta os maiores escores no primeiro componente principal, ou seja, os solos apresentam elevado pH e os maiores teores de Ca+Mg, Ca, Mg, SB, CTC_{pH7} e V. Este grupo está predominantemente constituído por propriedades da CA (1, 2 e 3). Por outro lado, o grupo três apresenta os menores valores nas variáveis mencionadas, sendo constituídas predominantemente por propriedades da MA (4, 5 e 6). De acordo com Dalmolin & Pedron (2004), realmente o solo varia com as condições ambientais, justificando o fato do Domínio das Caatingas ser mais favorecido nos atributos químicos do solo do que o Domínio da Mata Atlântica.

Considerando o segundo componente principal, os grupos 3 e 4 apresentam os maiores escores, ou seja, os maiores teores de H+Al, Al e CTC_{pH7}. Estes dois grupos são constituídos por áreas de pastagem, indicando que tanto na Mata Atlântica como na Caatinga o manejo desta vegetação tem ocorrido de forma inadequada. Os valores maiores de H+Al, observados nas áreas de pastagens, refletiram em maiores CTC_{pH7}, enquadrando-as em classes mais altas (CFSEMG, 1999; RIBEIRO et al., 1999).

Desse modo fica evidente que medidas técnicas precisam ser urgentemente adotadas em benefício da sustentabilidade em ambientes com pastagens, pois do contrário estas áreas podem aumentar os processos de degradações. Neste particular, assim como nesta pesquisa, outros autores apontam que no geral as pastagens devido o pisoteio de animais, a pressão mecânica exercida no solo durante a formação dos pastos e outros fatores realmente degradam mais os solos do que as matas e cultivos anuais (Amezquita et al., 1998 e Jakelaitis et al., 2008).

CONCLUSÕES

1. O bioma Caatinga sobressaiu-se em relação à Mata Atlântica praticamente em todos os atributos favoráveis a manutenção da qualidade do solo.

2. Entre Caatinga e Mata Atlântica, o primeiro bioma apresentou a maioria das propriedades avaliadas mais conservadas do que as do segundo.

3. Das três vegetações analisadas, nas Matas em regenerações (MR) nem sempre foram observados valores superiores dos atributos físico-químicos avaliados quando comparados aos obtidos nos monocultivos de milho e pastagens (MM e MP).

4. Em termos de atributos físico-químicos os solos dos domínios da Caatinga foram mais tolerantes aos efeitos degradativos do que os dos domínios da Mata Atlântica, independentemente do sistema de cultivo utilizado ou da profundidade das amostragens realizadas.

5. Dos quatro grupos identificados, o grupo quatro, composto predominantemente por propriedades da Caatinga, apresentou maiores escores no primeiro componente principal e maiores teores de Ca+Mg, Ca, Mg, SB, CTC_{pH7} e V; enquanto que o grupo três, formado em sua grande maioria por propriedades da Mata Atlântica,

apresentou menores valores das variáveis mencionadas.

AGRADECIMENTOS

Ao IFRO e a EMATER-RO pela liberação do primeiro autor para realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- AMEZQUITA, E., PRECIADO, G., ARIAS, D. M., FRIESEN, D., SANZ, J. I., THOMAS, R. Soil physical characteristics under different land use systems and duration on the Colombian savannas. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), A.A. 6613, Cali, Colombia, 1998.
- ANJOS, J. T.; UBERTI, A. A. A.; VIZZOTO, V. J.; LEITE, G. B.; KRIEGER, M. Propriedades físicas do solo sob diferentes sistemas e usos de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 18, p. 139-145, 1994.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (CFSEMG). **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. aprox.** Viçosa, MG: CFSEMG, 1999.
- DALMOLIN, R. S. D., KLAMT, E., PEDRON, F. A.; AZEVEDO, A. C. Relação entre as características e o uso das informações de levantamentos de solos de diferentes escalas. **Ciência Rural**, v. 34, n. 5, p. 1479-1486, 2004.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2ª ed, Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997, 212 p.
- JAKELAITIS, A.; SILVA, A.A. da; SANTOS, J.B. dos; VIVIAN, R. Qualidade da camada superficial de solo sob mata, pastagens e áreas cultivadas. Goiânia: **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n. 2, p. 118-127, jun. 2008
- MENDES, F.G.; MELLONI, E.G.P.; MELLONI, R. Aplicação de atributos físicos do solo no estudo da qualidade de áreas impactadas, em Itajubá/MG. **Cerne**, v.12, n.3, p.211-220, jul./set. 2006.
- RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G. & ALVAREZ, V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação**. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Viçosa, MG, 1999. 359p.
- SPERA, S. T.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O. Efeitos de sistemas de produção de grãos envolvendo pastagens sob plantio direto nos atributos físicos de solo e na produtividade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 28, p. 533-542, 2004.

