ISSN: 2358-8829

QUALIDADE DO SOLO E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NO ESPAÇO RURAL: UMA ANÁLISE GEOAMBIENTAL DO USO E MANEJO DA TERRA

José Ricardo Rodrigues da Silva [1]

INTRODUÇÃO

O solo constitui um componente essencial do meio físico e desempenha papel fundamental na manutenção dos ecossistemas terrestres e no suporte às atividades agrícolas. Resultante da interação entre fatores naturais — como clima, material de origem, relevo, organismos e tempo — e das intervenções antrópicas, o solo apresenta dinâmica própria, cujas características químicas, físicas e biológicas condicionam diretamente a produtividade agrícola e a sustentabilidade dos sistemas de uso da terra. Nesse contexto, o uso inadequado do solo, aliado à ausência de práticas corretivas e conservacionistas, tem sido apontado como um dos principais fatores responsáveis pela degradação dos ambientes agrícolas e pela redução do potencial produtivo das culturas.

No município de Santo Antônio de Jesus, inserido no Recôncavo Baiano, predominam as classes de solos Latossolos e Argissolos, os quais, de modo geral, apresentam elevada acidez natural, baixa saturação por bases e, em alguns casos, teores expressivos de alumínio em formas potencialmente tóxicas às plantas. Essas características edáficas, típicas de solos tropicais altamente intemperizados, tornam indispensável a adoção de práticas adequadas de manejo, sobretudo em áreas destinadas à agricultura familiar, onde as limitações econômicas e técnicas frequentemente restringem o uso de tecnologias corretivas.

A acidez do solo constitui um dos principais fatores limitantes à produtividade agrícola, uma vez que influencia diretamente a disponibilidade de nutrientes essenciais às plantas, como fósforo, cálcio, magnésio e molibdênio, além de favorecer a solubilização de elementos como o alumínio e o manganês, que podem atingir níveis tóxicos. Em solos ácidos, o desenvolvimento do sistema radicular é comprometido, assim como a atividade microbiológica, afetando processos essenciais, como a decomposição

[1] Graduado do Curso de Geografia da Universidade Estadual - BA, rick.rodrigues007@hotmail.com.

Este documento foi classificado como informação pública e não possui restrições de acesso.

ISSN: 2358-8829

da matéria orgânica, a mineralização de nutrientes e a fixação biológica do nitrogênio. Dessa forma, a avaliação da acidez ativa, do alumínio trocável e da acidez potencial constitui etapa fundamental para o diagnóstico da fertilidade do solo e para a definição de práticas de correção, como a calagem.

No Brasil, grande parte dos solos agrícolas apresenta algum grau de acidez, fato que torna a correção química do solo uma prática indispensável para o aumento da produtividade e para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas. Entretanto, em muitas áreas de agricultura familiar, a realização de análises químicas do solo ainda não é uma prática consolidada, o que resulta em aplicações inadequadas ou na ausência de corretivos e fertilizantes. Essa realidade contribui para a manutenção de baixos rendimentos agrícolas, uso ineficiente dos insumos e comprometimento da qualidade do solo a médio e longo prazos.

Além da acidez, a condutividade elétrica do solo tem sido utilizada como um atributo auxiliar na avaliação da qualidade do solo, por refletir a concentração de íons na solução do solo e permitir a identificação indireta de variações na salinidade e no conteúdo de sais. Embora, em condições naturais, a salinidade não represente um fator limitante predominante nos solos do Recôncavo Baiano, a análise da condutividade elétrica possibilita compreender a variabilidade espacial dos atributos químicos do solo e contribui para o estabelecimento de zonas homogêneas de manejo.

Nesse sentido, o emprego de técnicas de geoprocessamento e de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) tem se mostrado uma ferramenta eficiente na análise da variabilidade espacial dos atributos do solo. A integração entre dados de análises laboratoriais, procedimentos estatísticos e técnicas de interpolação espacial possibilita a identificação de padrões, a delimitação de áreas com características semelhantes e o suporte à tomada de decisão no planejamento agrícola. Essas ferramentas tornam-se particularmente relevantes para ações de assistência técnica e extensão rural, ao permitir diagnósticos mais precisos das condições edáficas e orientar práticas de manejo mais adequadas à realidade local.

Diante desse contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar a variabilidade espacial da acidez e da condutividade elétrica dos solos em unidades de agricultura familiar nas comunidades de Benfica, Sobradinho e Riachão, no município de Santo Antônio de Jesus (BA), por meio de técnicas de análise estatística e geoprocessamento, visando subsidiar práticas adequadas de manejo do solo, otimizar o

Este documento foi classificado como informação pública e não possui restrições de acesso.

ISSN: 2358-8829

uso de corretivos e fertilizantes e contribuir para o desenvolvimento sustentável da agricultura familiar na região.

METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)

Tipo de pesquisa

A pesquisa caracteriza-se como de abordagem quantitativa, com natureza explicativa e delineamento experimental, fundamentada no método indutivo. Foram adotados como procedimentos metodológicos a pesquisa bibliográfica, o levantamento de informações sobre o histórico de uso e manejo das propriedades agrícolas, por meio de questionários e entrevistas, a coleta de amostras de solo, a realização de análises laboratoriais, o registro de coordenadas geográficas com uso de GPS e a posterior análise e espacialização dos dados em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG).

Caracterização da área de estudo

A área de estudo compreende as comunidades rurais de Benfica, Sobradinho e Riachão, localizadas no município de Santo Antônio de Jesus, no estado da Bahia. A região apresenta clima do tipo subúmido a seco, com variações para úmido, e está inserida no domínio da Floresta Ombrófila Densa, pertencente ao bioma Mata Atlântica.

Do ponto de vista geológico, o substrato é constituído por depósitos eluvionares e coluvionares, além de rochas cristalinas, como gnaisses e granulitos. Em relação à geomorfologia, predominam as unidades dos Tabuleiros Interioranos e dos Tabuleiros Pré-Litorâneos, características da região.

Coleta de amostras de solo

Para a coleta das amostras de solo, foram definidas, em cada propriedade, unidades de amostragem com base na homogeneidade dos atributos edáficos, considerando critérios como topografia, cobertura vegetal, cor, textura e umidade do solo.

As amostras foram coletadas com o uso de trado holandês, na profundidade de 0 a 20 cm. Em cada unidade de amostragem, foram obtidas 20 amostras simples, as quais foram posteriormente homogeneizadas, constituindo uma amostra composta representativa.

Este documento foi classificado como informação pública e não possui restrições de acesso.

Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e encaminhadas ao Laboratório de Pedologia da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Campus V, para os procedimentos de preparo e análise.

No laboratório, as amostras foram secas ao ar, destorroadas e peneiradas em malha de 2 mm, obtendo-se a Terra Fina Seca ao Ar (TFSA), conforme procedimentos padronizados.

Procedimentos analíticos

Determinação da acidez do solo

Para a avaliação da acidez do solo, foram determinados os seguintes parâmetros:

pH em água e em KCl: determinado por meio de potenciômetro com eletrodo de vidro, utilizando-se a relação solo:solução de 1:2,5;

Alumínio trocável (Al^{3+}): extraído com solução de KCl 1 mol L^{-1} e determinado por titulação com solução de NaOH 0,025 mol L^{-1};

Acidez potencial ($H^{+} + Al^{3+}$): obtida por extração com solução de acetato de cálcio [$(CH_3COO)_2Ca \cdot H_2O$] a 0,5 mol L^{-1}, ajustada a pH 7,0, seguida de titulação com NaOH 0,025 mol L^{-1}.

Todas as análises foram realizadas de acordo com a metodologia proposta pela EMBRAPA (1998). A classificação das faixas de acidez do solo, com base nos valores de pH, seguiu os critérios estabelecidos por Vitti e Ferreira (1985).

Determinação da condutividade elétrica

A condutividade elétrica (CE) foi determinada no extrato aquoso na relação 1:1 (CE1:1), conforme metodologia descrita por Raij et al. (2001). Para estimar a condutividade elétrica no extrato de saturação (CEes), utilizou-se a equação proposta por Pereira et al. (1981):

$$CEes = 12{,}08 \times CE1{:}5 + 0{,}004 \quad (r^2 = 0{,}98).$$

Análises estatísticas

Este documento foi classificado como informação pública e não possui restrições de acesso.

ISSN: 2358-8829

Inicialmente, os dados obtidos foram submetidos à análise estatística descritiva, com o objetivo de caracterizar o comportamento das variáveis avaliadas. Foram calculadas medidas de posição (média, mediana e moda) e de dispersão (amplitude, variância, desvio padrão, coeficiente de variação e erro padrão da média), além dos coeficientes de assimetria e curtose.

Para verificar a distribuição dos dados, foi aplicado o teste de normalidade de Lilliefors.

Posteriormente, foi realizada a análise de correlação linear simples entre as variáveis do solo, utilizando o coeficiente de correlação de Pearson (r). A intensidade da correlação foi classificada como: fraca ($|r| \leq 0,5$), moderada ($0,5 < |r| \leq 0,9$) e forte ($|r| > 0,9$).

Todos os procedimentos estatísticos foram realizados com o auxílio do software SAEG, versão 9.1 (UFV, 2007).

Georreferenciamento e banco de dados geográficos

Para o georreferenciamento das unidades de amostragem, foram registradas as coordenadas geográficas em campo com o uso de receptor GPS modelo GPSMAP 76CSx, configurado no sistema de projeção UTM e datum SAD 69.

Os dados obtidos foram organizados em um banco de dados geográficos (BDG) de estrutura relacional, no formato de tabela, no qual as linhas corresponderam às unidades agrícolas amostradas e as colunas às variáveis analisadas, incluindo atributos físico-químicos do solo, práticas de manejo, culturas implantadas e demais informações relevantes.

A tabela foi estruturada no formato DBF e posteriormente integrada aos softwares TerraView e ArcGIS versão 10, possibilitando a espacialização e análise dos dados.

Este documento foi classificado como informação pública e não possui restrições de acesso.

ISSN: 2358-8829

Além dos dados primários, foram incorporadas ao BDG informações cartográficas auxiliares, incluindo a base cartográfica do município, obtida a partir das cartas topográficas de Santo Antônio de Jesus e Valença, na escala 1:100.000, disponibilizadas pela Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (SEI, 2003), bem como dados de divisão administrativa e setores censitários provenientes do IBGE.

Análise espacial e elaboração de mapas temáticos

A análise espacial dos atributos do solo foi realizada a partir dos dados previamente submetidos à estatística descritiva, com o objetivo de identificar possíveis valores discrepantes e avaliar a variabilidade dos dados.

Em seguida, foram ajustados modelos de semivariogramas para verificar a existência de dependência espacial das variáveis analisadas e subsidiar a definição dos métodos de interpolação. Para as variáveis que apresentaram dependência espacial, utilizou-se o método de krigagem, com base nos parâmetros ajustados dos semivariogramas.

Para as variáveis que não apresentaram dependência espacial, foram aplicados métodos alternativos de interpolação disponíveis no software ArcGIS, tais como o Inverso do Quadrado da Distância (IDW), vizinho mais próximo e spline, sendo avaliado o desempenho de cada método por meio de procedimentos de validação.

Os mapas temáticos foram inicialmente gerados em formato matricial (raster), sendo posteriormente classificados em classes de acordo com critérios específicos de interpretação para cada atributo. Em seguida, os dados foram convertidos para o formato vetorial, possibilitando melhor representação e análise espacial.

Todos os procedimentos de análise espacial foram realizados conforme as orientações metodológicas descritas por Druck et al. (2004).

Este documento foi classificado como informação pública e não possui restrições de acesso.

ISSN: 2358-8829

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As atividades desenvolvidas nesta pesquisa contemplaram a elaboração do referencial teórico, por meio da seleção de artigos, teses e dissertações sobre fertilidade, acidez e condutividade elétrica dos solos, bem como a realização de visitas às unidades agrícolas localizadas nas comunidades de Benfica, Sobradinho e Riachão.

Durante as visitas de campo, foram realizadas atividades de levantamento das práticas de manejo adotadas pelos agricultores, incluindo o uso de insumos, tipos de culturas e técnicas de conservação do solo. Essas ações possibilitaram a obtenção de informações relevantes sobre o uso e manejo do solo na agricultura familiar, permitindo a identificação de possíveis limitações nutricionais associadas ao grau de acidez dos solos.

As amostras coletadas foram encaminhadas ao Laboratório de Geociências da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Campus V, onde foram realizadas as análises físico-químicas, incluindo a determinação do pH em água, alumínio trocável (Al^{3+}), acidez potencial ($H^{+} + Al^{3+}$) e condutividade elétrica. Os dados obtidos foram organizados, tabulados e submetidos a análises estatísticas, incluindo estatística descritiva, análise de variância e correlação de Pearson, possibilitando a interpretação dos resultados.

Os resultados da análise estatística descritiva para os atributos de acidez do solo e condutividade elétrica estão apresentados na Tabela 1. Observa-se que os valores de média, mediana e moda apresentaram baixa variação entre si para a maioria dos atributos, indicando distribuição relativamente simétrica dos dados. Esse comportamento é corroborado pelos coeficientes de assimetria próximos de zero e pelos valores de curtose próximos a três, sugerindo ausência de distorções significativas na distribuição.

O teste de normalidade de Lilliefors não apresentou significância para os atributos analisados, indicando que os dados não seguem distribuição normal. Ainda assim, a análise descritiva permitiu caracterizar adequadamente o comportamento das variáveis.

O coeficiente de variação (CV) evidenciou diferentes níveis de variabilidade entre os atributos avaliados. O pH em água apresentou baixo coeficiente de variação, indicando homogeneidade dos dados, enquanto atributos como alumínio trocável e saturação por alumínio apresentaram elevada variabilidade. Esses resultados indicam heterogeneidade nas condições químicas do solo entre as unidades de agricultura familiar, possivelmente associada às diferentes práticas de manejo adotadas.

Este documento foi classificado como informação pública e não possui restrições de acesso.

ISSN: 2358-8829

Os valores de pH em água variaram de 4,11 a 6,14, sendo classificados de muito baixos a adequados. Observa-se que aproximadamente 80% das unidades agrícolas apresentaram pH nas classes muito baixa a baixa, evidenciando elevada acidez ativa nos solos analisados. Esse resultado é consistente com estudos realizados na região do Recôncavo Baiano, que apontam a predominância de solos naturalmente ácidos.

A faixa de pH entre 5,5 e 6,5 é considerada ideal para a maioria das culturas agrícolas, por favorecer maior disponibilidade de nutrientes. No entanto, apenas 19,04% das amostras apresentaram valores dentro dessa faixa, indicando que a maior parte das áreas avaliadas apresenta limitações para o desenvolvimento das culturas, reforçando a necessidade de práticas corretivas, como a calagem.

Em relação ao alumínio trocável, os valores variaram de 0,0 a 1,10 cmolc dm^{-3}. A maioria das amostras apresentou teores classificados como baixos a médios, entretanto, a presença de valores mais elevados em parte das unidades agrícolas indica risco potencial de toxidez, especialmente em condições de pH mais baixo. O alumínio em solução pode limitar o crescimento radicular e comprometer a absorção de nutrientes, impactando diretamente a produtividade agrícola.

A acidez potencial ($H^+ + Al^{3+}$) apresentou variação de 0,20 a 3,80 cmolc dm^{-3}, evidenciando a influência dos componentes ácidos do solo. A predominância de acidez potencial elevada em determinadas áreas reforça a necessidade de manejo adequado, uma vez que esse parâmetro está diretamente relacionado à capacidade de troca catiônica (CTC) e à disponibilidade de nutrientes.

A saturação por alumínio (m%) apresentou valores que indicam condições limitantes para o desenvolvimento de culturas sensíveis. Considerando que valores superiores a 20% podem afetar negativamente o crescimento das plantas, observa-se que uma parcela significativa das unidades agrícolas apresenta potencial restrição produtiva, o que reforça a importância de intervenções corretivas.

Os valores de condutividade elétrica variaram de 68,09 a 418,00 µS cm^{-1}, sendo considerados baixos quando comparados a solos de regiões com maior concentração de sais. Esse resultado indica baixa salinidade dos solos analisados, sugerindo que a condutividade elétrica, nesse caso, não representa um fator limitante significativo à produção agrícola.

A análise espacial dos atributos do solo evidenciou a existência de padrões de distribuição associados às características do relevo e às práticas de manejo adotadas nas

Este documento foi classificado como informação pública e não possui restrições de acesso.

ISSN: 2358-8829

diferentes unidades agrícolas. Os mapas temáticos gerados a partir da interpolação dos dados permitiram identificar zonas homogêneas de manejo, especialmente nas comunidades de Benfica e Sobradinho.

A identificação dessas zonas possibilita a adoção de práticas de manejo mais eficientes, como a aplicação localizada de corretivos e fertilizantes, contribuindo para o uso racional dos insumos e para a melhoria da produtividade agrícola. Além disso, os resultados obtidos podem subsidiar ações de assistência técnica e extensão rural, promovendo a difusão de práticas adequadas de manejo do solo entre os agricultores familiares.

Nesta pesquisa foram realizadas as seguintes atividades sendo elas: Elaboração do referencial teórico com seleção de artigos, teses e dissertações sobre a fertilidade, acidez e condutividade elétrica dos solos; Visitas as unidades agrícolas nas comunidades de Benfica, Riachão e Sobradinho, onde foram realizadas oficinas de amostragem de coleta de solos com coletas e práticas conservacionistas do solo. Estas etapas permitiram obter informações sobre as práticas de manejo realizadas pelos pequenos agricultores, os tipos de adubos e fertilizantes empregados, as principais culturas. Com esse diagnóstico possibilitou identificar áreas com possíveis limitações nutricionais em função do grau de acidez dos solos. E possibilitou que o banco de dados Geográficos fosse atualizado, permitindo obter informações sobre as unidades de agricultura familiar através de consultas de análise espacial por localidade e/ou atributo.

Os resultados da análise estatística descritiva para os parâmetros da acidez do solo e condutividade elétrica estão apresentados na tabela 1. Os valores para as medidas de posição, média, mediana e moda foram próximos para todos os atributos avaliados. Esse comportamento indica que os dados não apresentam assimetria acentuada, razão pela qual, os coeficientes de probabilidade para assimetria igual a zero e curtose igual foram significativos. A aplicação do teste de Lilliefors não foi significativo para nem um dos atributos, indicando que os valores desses atributos não atendem a uma distribuição normal.

Comentado [u1]: refazer

Comentado [u2]: refazer

O coeficiente de variação (CV) reflete a razão entre o desvio padrão e a média, permitindo a análise da dispersão dos dados. O pH em água apresentou valor baixo de coeficiente de variação identificando um conjunto de dados homogêneos. De acordo com a classificação sugerida por Warrick e Nielsen (1980) os coeficientes de variação foram

Este documento foi classificado como informação pública e não possui restrições de acesso.

ISSN: 2358-8829

classificados como baixo para pH em água e H + Al e alto para os demais atributos. Os resultados obtidos para esses atributos estão de acordo com os encontrados por Oliveira et al. (2016) em solos do recôncavo baiano.

3.1 Caracterização estatística dos atributos químicos do solo

Os resultados da análise estatística descritiva dos atributos químicos do solo, referentes à acidez ativa, alumínio trocável, acidez potencial, saturação por alumínio e condutividade elétrica, encontram-se apresentados na Tabela 1. Observa-se que os valores de média, mediana e moda apresentaram variações pouco expressivas para a maioria dos atributos, indicando comportamento relativamente simétrico dos dados.

O pH em água apresentou baixo coeficiente de variação (CV = 8,62%), indicando relativa homogeneidade desse atributo entre as unidades de agricultura familiar avaliadas. Em contraste, os atributos alumínio trocável, saturação por alumínio e condutividade elétrica apresentaram elevados coeficientes de variação, refletindo heterogeneidade nas condições químicas do solo, possivelmente associada às diferentes práticas de manejo, classes de solo e condições de relevo da área de estudo.

A aplicação do teste de normalidade de Lilliefors indicou que os dados não seguem distribuição normal, fato comum em estudos de solos agrícolas, especialmente quando se trabalha com áreas heterogêneas e múltiplas unidades produtivas. Ainda assim, a estatística descritiva permitiu caracterizar adequadamente o comportamento dos atributos avaliados e subsidiar as análises subsequentes.

Tabela 1 - Caracterização estatística dos atributos químicos do solo. Valores da estatística descritiva para medidas de posição, dispersão, curtose e assimetria dos parâmetros de acidez dos solos, na profundidade de 0 a 20 cm, nas comunidades de Benfica, Sobradinho e Riachão, município de Santo Antônio de Jesus, Bahia,2017.

Estatística	pH água	Al^{3+} cmol$_c$ dm^{-3}	(H + Al) cmol$_c$ dm^{-3}	m %	CE cm
Média	5,08	0,35	2,01	22,10	1,34

Este documento foi classificado como informação pública e não possui restrições de acesso.

Mediana	5,13	0,30	1,95	15,19	12 8,70
Moda	4,11	0,10	1,80	2,27	16 7,00
Mínimo	4,11	0,00	0,20	2,27	68,09
Máximo	6,14	1,10	3,80	68,52	41 8,00
CV %	8,62	76,41	4,55	90,09	54,74
Assimetria	0,03	0,88	-0,04	0,95	1,81
Prob. Ass.=0[(1)]	0,49	0,37	0,49	0,36	0,36
Curtose	2,62	2,93	2,49	2,49	3,22
Prob.curtose=3[(1)]	0,39	0,48	0,36	0,35	0,71
d[(2)]	0,13	0,08	0,25	6,39	

Elaborado pelo autor. Notas: (1) Valor > 0,05 ou 0,01 indica que a medida de assimetria é significativamente igual a zero e a medida de curtose é significativamente igual a três, para os níveis de significância de 5% ou de 1%, respectivamente. (2) Valores de Dcal do teste Lilliefors para Dtab = 0,098 (P=0,05) e Dtab = 0,115 (P=0,01).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Comentado [u3]: consertar

A variabilidade dos atributos do solo deve-se a interação dos diversos fatores no processo de pedogênese e às diferentes formas de uso e manejo do solo. Nas condições da área de estudo, com relevo representado por colinas e morros, que favorecem ao transporte e deposição constante de materiais, aliado ao procedimento de amostragem por unidade de agricultura familiar.

Comentado [u4]: fora de contexto

Este documento foi classificado como informação pública e não possui restrições de acesso.

ISSN: 2358-8829

Os valores de pH em água variaram de 4,11 a 6,14 (Tabela 1) e foram classificados como muito baixo a alto. Na figura 1, observa-se que mais de 80% das unidades de agricultura familiar avaliadas apresentaram pH muito baixo a baixo o que indica elevada acidez ativa nos solos. Resultados semelhantes foram encontrados por Lobo (2013) avaliando a fertilidade dos solos no município de Santo Antônio de Jesus-BA.

3.2 Acidez ativa do solo (pH em água)

Os valores de pH em água variaram de 4,11 a 6,14, sendo classificados entre muito baixos e adequados para a maioria das culturas agrícolas (Tabela 1). A distribuição de frequência das classes de pH (Figura 1) evidencia que aproximadamente 80% das unidades de agricultura familiar apresentaram pH classificado como muito baixo a baixo, caracterizando elevada acidez ativa nos solos analisados.

A faixa de pH considerada ideal para a maior parte das culturas agrícolas situa-se entre 5,5 e 6,5, por favorecer maior disponibilidade de nutrientes e menor toxicidade por alumínio. Contudo, apenas 19,04% das amostras apresentaram valores dentro dessa faixa, indicando que a maioria das áreas estudadas apresenta limitações químicas ao desenvolvimento das culturas.

Esses resultados corroboram estudos realizados no Recôncavo Baiano, que apontam a predominância de solos naturalmente ácidos e a necessidade de práticas corretivas, especialmente a calagem, como estratégia fundamental para o aumento da produtividade agrícola

Figura 1 – Acidez ativa do solo (pH em água). Distribuição por frequência das classes de pH em água obtido nas amostras de solo, profundidade de 0 a 20 cm, Santo Antônio de Jesus, 2017.

Este documento foi classificado como informação pública e não possui restrições de acesso.

ISSN: 2358-8829



Na faixa de pH compreendido entre 5,5 a 6,5 há uma maior disponibilidade de nutrientes nos solos, sendo assim, os solos que apresentaram pH dentro dessa faixa são mais favoráveis ao desenvolvimento da cultura. Importante ressaltar que apenas 19,04% das amostras analisadas apresentaram pH na classe adequada e cerca de 80,96% das unidades agrícolas analisadas apresentaram valores de pH nas classes muito baixo e baixo consideradas inadequadas para o desenvolvimento das culturas. Os resultados indicam a necessidade de correção desta acidez através da calagem. Vale ressaltar que em trabalho anterior, na mesma região, Lobo (2013) avaliando os níveis de fertilidade do solo nas comunidades de Tabocal, Boa Vista e Engenho Velho identifou que 50% das amostras tiveram valores de pH abaixo da faixa considerada adequada para o desenvolvimento das culturas

Na figura 2 pode-se observar os teores de alumínio encontrado nos solos, distribuídos em cinco classes: muito baixo, baixo, médio e alto. As amostras apresentaram valores mínimos e máximos de 0,0 a 1,10 cmolc $^{dm-3}$, respectivamente (Tabela 1).

Os teores de Al trocável a partir de 1,0 cmolc $^{dm-3}$ é considerado alto e acima de 2,0 cmolc $^{dm-3}$ muito alto (CFSEMG, 1999). Das unidades de agricultura familiar avaliadas 97,62% apresentaram teores de Al abaixo desses valores, distribuídos nas classes muito baixo, baixo e médio (Figura 2). Entretanto, os resultados indicam a necessidade de monitorar a concentração desse elemento no solo, uma vez que 21,42% e 2,38% das UAF apresentaram teores altos e médios, respectivamente. Teores altos de

Este documento foi classificado como informação pública e não possui restrições de acesso.

alumínio trocável (Al^{3+}) são preocupantes devido a sua contribuição para elevar a acidez dos solos, através do processo de hidrólise, bem como o seu efeito tóxico.

3.3 Alumínio trocável (Al^{3+}) e acidez potencial ($H^{+} + Al^{3+}$)

Os teores de alumínio trocável variaram de 0,0 a 1,10 cmolc dm^{-3} (Tabela 1), sendo classificados predominantemente como muito baixos a médios. A distribuição de frequência apresentada na Figura 2 indica que a maior parte das unidades de agricultura familiar apresentou teores abaixo do limite considerado crítico para a maioria das culturas.

Entretanto, a presença de áreas com valores elevados de alumínio trocável merece atenção, uma vez que esse elemento contribui significativamente para a acidez do solo e pode provocar efeitos tóxicos, como a inibição do crescimento radicular e a redução da absorção de nutrientes.

A acidez potencial ($H^{+} + Al^{3+}$) apresentou valores variando de 0,20 a 3,80 cmolc dm^{-3} (Tabela 1), refletindo a predominância de cargas dependentes de pH nos solos estudados. A comparação entre os resultados de pH, alumínio trocável e acidez potencial evidencia a importância da correção da acidez como medida essencial para o manejo adequado desses solos.

3.4 Saturação por alumínio (m%)

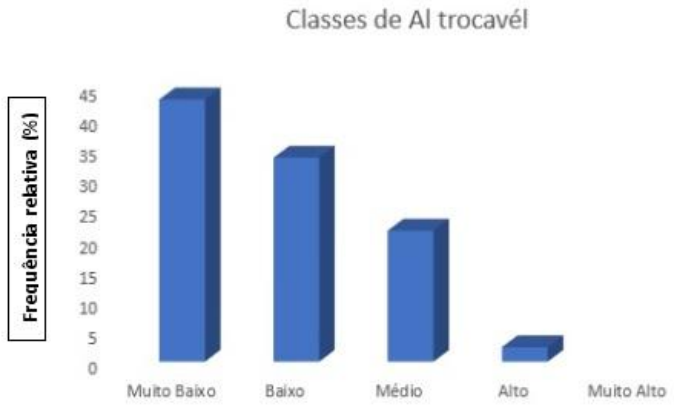
A saturação por alumínio apresentou elevada variabilidade entre as unidades avaliadas, com valores que indicam condições potencialmente limitantes para o desenvolvimento de culturas sensíveis. Considera-se que valores superiores a 20% podem comprometer o crescimento das plantas, especialmente em solos ácidos.

A análise da distribuição de frequência (Figura 4) indica que parcela significativa das unidades de agricultura familiar apresentou valores de saturação por alumínio superiores ao limite crítico, o que reforça a necessidade de intervenções corretivas, especialmente por meio da calagem, visando à neutralização do alumínio tóxico.

Figura 2 – Alumínio trocável (Al^{3+}) e acidez potencial ($H^{+} + Al^{3+}$). Distribuição por frequência das classes de acidez trocável (Al^{3+}) nas amostras de solo, profundidade de 0 a 20 cm, Santo Antônio de Jesus, 2017.

Este documento foi classificado como informação pública e não possui restrições de acesso.

ISSN: 2358-8829



A acidez total apresentou valores de 0,20 a 3,80 cmolc $^{dm-3}$ (Tabela 1), sendo classificadas em cinco classes, muito baixo, baixo, médio e alto (Figura 3). Comparando os gráficos das figuras 1 e 2 com a figura 3 percebe-se a forte influência dos valores de pH, indicando uma acidez em cargas dependentes de pH, reforçando a importância de práticas adequadas de manejo para uso agrícola desse solo.

Figura 3 – Alumínio trocável (Al^{3+}) e acidez potencial ($H^{+} + Al^{3+}$). Distribuição por frequência das classes de acidez total ($H^{+}+ Al^{3+}$) nas amostras de solo, profundidade de 0 a 20 cm, Santo Antônio de Jesus, 2017.



Este documento foi classificado como informação pública e não possui restrições de acesso.

ISSN: 2358-8829

Os níveis de saturação por alumínio podem ser utilizados como indicativo da qualidade do solo para uso agrícola. Na figura 4 pode-se observar a distribuição de frequência das amostras de solo nas cinco classes de saturação por alumínio, indicando a variabilidade dos dados. Apesar da maioria das unidades de agricultura familiar apresentarem valores médios a baixos é importante considerar que a produção da maioria das plantas sensíveis à toxidez de alumínio decresce em solos com mais de 20% de saturação por alumínio. A mediana de 24,75% (Tabela X) indica que na área de estudo 50% das UAF apresentam valores de m% superior ao citado, podendo ser um fator limitante à produção agrícola.

Comentado [u5]: rever

3.5 Condutividade elétrica do solo

Os valores de condutividade elétrica variaram entre 68,09 e 418,00 µS cm^{-1} (Tabela 1), sendo considerados baixos quando comparados a solos com problemas de salinidade. Esses valores indicam que a salinidade não constitui um fator limitante significativo para a produção agrícola nas áreas estudadas.

Entretanto, a elevada variabilidade observada para esse atributo sugere influência de fatores como textura, umidade do solo, material de origem e práticas de manejo, sendo relevante sua análise no contexto da variabilidade espacial dos atributos químicos do solo.

Figura 4 – Condutividade elétrica do solo. Distribuição por frequência das classes de saturação por alumínio (m%) nas amostras de solo, profundidade de 0 a 20 cm, Santo Antônio de Jesus, 2017.



Este documento foi classificado como informação pública e não possui restrições de acesso.

ISSN: 2358-8829

Os valores de condutividade elétrica das amostras coletadas apresentam concentrações que variam entre 68,09 a 418,00 µS cm^{-1} (Tabela 1). Considerando relativamente muito baixo quando comparado aos solos de regiões semi-áidas que apresentaram valores > 4mmhos/cm que corresponde a > 4.000 µS cm^{-1} (GOMES e FILIZOLA, 2006). O baixo grau de correlação deve-se possivelmente ao elevado coeficiente de variação observado para a CE de 54,74% em relação aos valores de CV observados para o pH de 8,62%. Isto porque os dados foram provenientes de levantamentos de diferentes unidades de agricultura familiar, com variações de relevo e classes de solo.

O alcance da dependência espacial é o parâmetro que indica a distância máxima dentro da qual uma determinada variável está correlacionada. Dessa forma, seu valor garante que todos os vizinhos dentro de um círculo cujo raio é dado pela sua magnitude, sejam tão semelhantes que podem ser usados para estimar valores de tal variável, que estejam em qualquer outro ponto dentro do seu domínio (VIEIRA & LOMBARDI NETO, 1995).

Com os parâmetros do semivariograma foi possível elaborar os mapas de distribuição espacial para os atributos Acidez ativa, Acidez total, Condutividade elétrica e alumínio trocável usando a krigagem como interpolador.

Comentado [u6]: rever

Os mapas das figuras 4, 5 e 6 indicam que a acidez do solo a presentam pontos no sentido oeste – leste com registros com pontos nas comunidades de Benfica e Sobradinho. Esses resultados possibilitam definir zonas homogêneas de manejo para correção do solo com predição das doses de calcário para cada cultura implantada na área.

Variabilidade espacial e definição de zonas homogêneas de manejo:

3.6 Variabilidade espacial e zonas homogêneas de manejo

A análise espacial dos atributos químicos do solo permitiu identificar padrões de distribuição associados às características do relevo, às classes de solo e às práticas de manejo adotadas nas diferentes unidades de agricultura familiar. Os mapas temáticos gerados evidenciam a existência de zonas homogêneas de manejo, especialmente nas comunidades de Benfica e Sobradinho.

A delimitação dessas zonas possibilita a adoção de práticas de manejo diferenciadas, como a aplicação localizada de corretivos e fertilizantes, promovendo o

Este documento foi classificado como informação pública e não possui restrições de acesso.

uso racional dos insumos e contribuindo para a melhoria da produtividade agrícola. Além disso, esses resultados constituem importante subsídio para ações de assistência técnica e extensão rural, voltadas ao fortalecimento da agricultura familiar na região.

Figura 4 - Distribuição espacial dos valores de acidez ativa, nas amostras de solo das comunidades de Benfica, Sobradinho e Riachão.

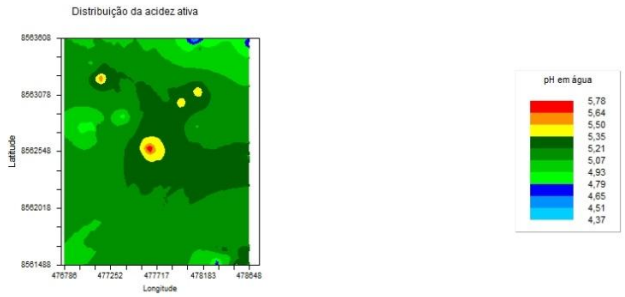
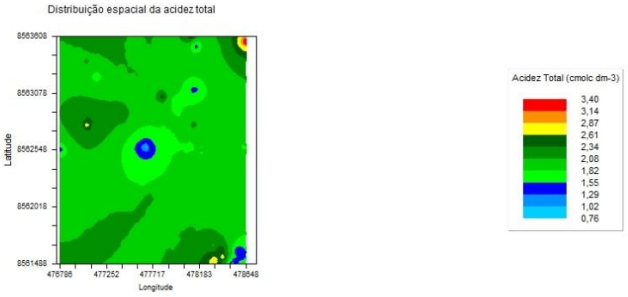


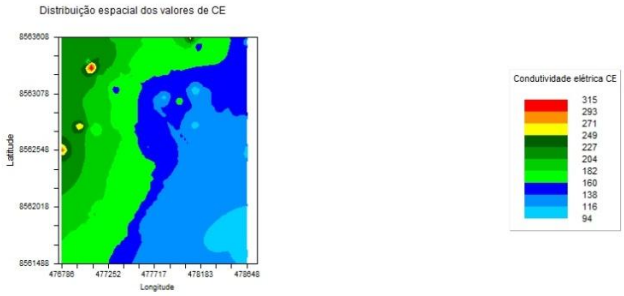
Figura 5 - Distribuição espacial dos valores de acidez total, nas amostras de solo das comunidades de Benfica, Sobradinho e Riachão.



Este documento foi classificado como informação pública e não possui restrições de acesso.

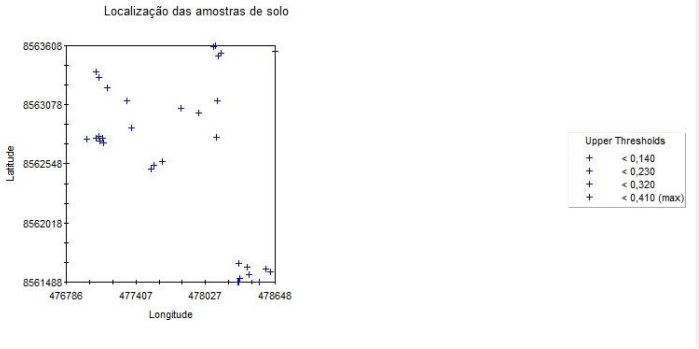
ISSN: 2358-8829

Figura 6 - Distribuição espacial dos valores de condutividade elétrica, nas amostras de solo das comunidades de Benfica, Sobradinho e Riachão.



Os mapas a seguir mostraram uma maior correlação espacial entre os atributos avaliados, mostrando maior homogeneidade entre as amostras.

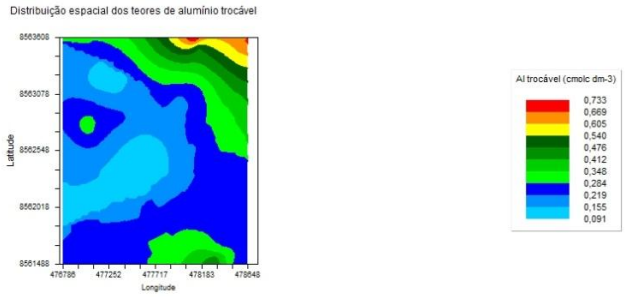
Figura 7 – Mapa de localização das amostras de solo das comunidades de Benfica, Sobradinho e Riachão.

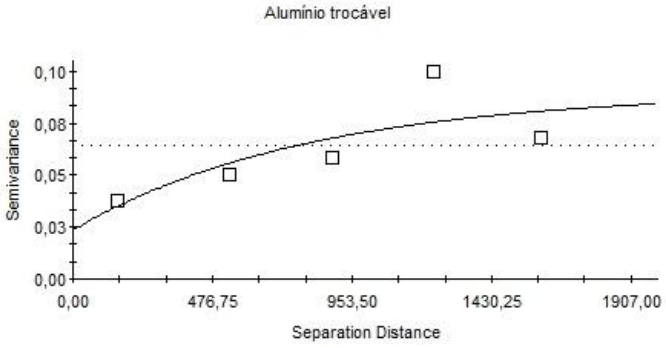


Este documento foi classificado como informação pública e não possui restrições de acesso.

ISSN: 2358-8829

Figura 8 - Distribuição espacial dos valores de alumínio trcável, nas amostras de solo das comunidades de Benfica, Sobradinho e Riachão.





Exponential model (Co = 0,0242; Co + C = 0,0924; Ao = 806,00; r2 = 0,605; RSS = 9,233E-04)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização deste estudo possibilitou a obtenção de um diagnóstico detalhado das condições químicas dos solos utilizados pela agricultura familiar nas comunidades de Benfica, Sobradinho e Riachão, no município de Santo Antônio de Jesus (BA), por meio da análise da acidez e da condutividade elétrica associadas à variabilidade espacial dos atributos edáficos. Os resultados evidenciam que os solos da área de estudo

Este documento foi classificado como informação pública e não possui restrições de acesso.

apresentam limitações químicas significativas, principalmente relacionadas à elevada acidez, que comprometem o desenvolvimento das culturas agrícolas e reduzem o potencial produtivo das áreas avaliadas.

Os valores de pH em água indicaram que a maior parte das unidades de agricultura familiar apresenta acidez ativa classificada como muito baixa a baixa, com aproximadamente 80,96% das áreas situadas fora da faixa considerada adequada para o desenvolvimento da maioria das culturas. Esse comportamento confirma a predominância de solos naturalmente ácidos na região e evidencia a insuficiência de práticas corretivas adotadas pelos agricultores, uma vez que apenas 19,04% das unidades realizaram aplicação de corretivos de acidez.

A análise do alumínio trocável e da acidez potencial demonstrou que, embora grande parte das áreas apresente teores de alumínio classificados como baixos a médios, existem unidades com valores que podem representar risco à produção agrícola, especialmente em condições de pH mais baixo. A predominância de valores elevados de acidez potencial em determinadas áreas indica a presença significativa de cargas dependentes de pH, evidenciando a importância da correção química do solo como estratégia para a melhoria da capacidade de troca catiônica e da disponibilidade de nutrientes.

Os resultados referentes à saturação por alumínio reforçam a existência de limitações ao cultivo de espécies sensíveis, uma vez que parcela considerável das unidades de agricultura familiar apresentou valores superiores ao limite considerado crítico para a maioria das culturas. Esse fator, associado aos baixos valores de pH, reforça a necessidade de adoção de práticas de manejo corretivo, com destaque para a calagem, de forma tecnicamente orientada.

Em relação à condutividade elétrica, os valores observados indicam baixa salinidade dos solos analisados, não configurando, portanto, um fator limitante relevante à produção agrícola na área de estudo. Entretanto, a elevada variabilidade espacial desse atributo demonstra sua importância como ferramenta auxiliar na interpretação da heterogeneidade dos solos e no delineamento de zonas homogêneas de manejo.

A utilização de técnicas de geoprocessamento e análise espacial mostrou-se eficiente na identificação de padrões de distribuição dos atributos químicos do solo, permitindo a delimitação de zonas homogêneas de manejo. Esses resultados evidenciam o potencial dessas ferramentas como suporte à tomada de decisão e ao planejamento

Este documento foi classificado como informação pública e não possui restrições de acesso.

agrícola, especialmente no contexto da agricultura familiar, onde o uso racional de insumos é fundamental do ponto de vista técnico, econômico e ambiental.

Dessa forma, conclui-se que os solos utilizados para a agricultura familiar nas comunidades de Benfica, Sobradinho e Riachão apresentam necessidade prioritária de correção da acidez, associada à orientação técnica contínua aos agricultores. Os resultados obtidos reforçam a importância de programas de assistência técnica e extensão rural que contemplem o diagnóstico da fertilidade do solo, a capacitação dos agricultores e o uso de ferramentas de análise espacial, visando à melhoria da produtividade agrícola, à conservação do solo e ao desenvolvimento sustentável da agricultura familiar na região.

Palavras-chave: Fertilidade do Solo. Acidez do solo. Condutividade elétrica. Agricultura familiar. Geoprocessamento

REFERÊNCIAS

CÂMARA, G. e DAVIS, C. Introdução ao Geoprocessamento. São José dos Campos,2001.

DRUCK, S.; CARVALHO, M. S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. (Ed.). Análise espacial de dados geográficos. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. 209 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Embrapa. Análises químicas para avaliação da fertilidade dos solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, (Documento n. 3). Out. 1998.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro, 2006.

ERNANI, Paulo Roberto. Química do solo e disponibilidade de nutrientes. Lages: O autor, 2008.

LOBO, Adriana Fernandes. Acidez dos solos utilizados para a agricultura nas comunidades Tabocal e Sapucaia em Santo Antônio de Jesus-BA.2013. 49f. (Licenciatura Plena em Geografia) – Universidade do Estado da Bahia, Santo Antônio de Jesus, 2013.
LOPES, Alfredo Scheid et al. Boletim Técnico n° 1 - Acidez do solo e calagem. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos, 1991.

NOLLA, A. Correção da acidez do solo com silicatos. In: SIMPÓSIO SOBRE SOLÍCIO NA AGRICULTURA. 3.Uberlândia, 2004. Palestras. Uberlândia, GPSi/ICIAG/UFU,2004.

Este documento foi classificado como informação pública e não possui restrições de acesso.

ISSN: 2358-8829

OLIVEIRA et al. Acões Integradas para Agricultura Familiar no município de Santo Antônio de Jesus-BA, Eduneb, 2016.

PEREIRA, F. A. M.; MEDINA, B. F.; ETCHEVERS, J. D.; GHEYI, H. R. Solos afetados por sais no Nordeste: efeito da relação solo-água nos valores de condutividade elétrica. Agropecuária Técnica. vol. 2, n. 2, 1981.

QUAGGIO, J. A. Acidez e calagem em solos tropicais. Campinas: Instituição Agronômica de Campinas, 2000.

RABELLO, L. M. Condutividade elétrica do solo, tópicos e equipamentos. São Carlos: EMBRAPA, 2009. (Documentos 43).

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C. de; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. (Ed.). Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: Instituto Agronômico, 2001.

SANTOS, Anacleto R. dos; et al. Recôncavo da Bahia: evolução, adubação e diagnose nutricional de pastagens. 2008.

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA (SEI). Base cartográfica digital do estado da Bahia: mapeamento topográfico sistemático. Salvador, 2003. Escala 1:100.000. CD-ROM

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (UFV). SAEG - Sistema para análises estatísticas, versão 9.1. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes – UFV, 2007.

VITTI, G. S. & FERREIRA, M. E.; Interpretação de análise de solo e alternativas de uso de adubos e corretivos. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUTIVIDADE DE CITROS, 1., Jaboticabal, 1984. Anais. Jaboticabal, FCAV/UNESP, 1985. p. 117-145.

Este documento foi classificado como informação pública e não possui restrições de acesso.