

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA, QUÍMICA E MINERALÓGICA DE SOLOS SOB DIFERENTES USOS EM VERTENTES DO BREJO PARAIBANO

CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y MINERALÓGICA DE SUELOS BAJO DIFERENTES USOS EN LADERAS DEL BREJO PARAÍBANO

PHYSICAL, CHEMICAL AND MINERALOGICAL CHARACTERIZATION OF SOILS UNDER DIFFERENT USES IN SLOPES OF THE HIGHLAND HUMID ENCLAVE

Cristiano do Santos Sousa*
csagronomia@gmail.com

Rodrigo Santana Macedo**
macedors.rodrigo@gmail.com.com

Kalline de Almeida Alves Carneiro**
kalline.carneiro@insa.gov.br

Letícia Moro**
leticia.moro@insa.gov.br

Kelly Cristiane Gomes da Silva***
gomes@cear.ufpb.br

José Félix de Brito Neto*
felix@ccaa.uepb.edu.br

Milton César Costa Campos****
mcesarsolos@gmail.com

*Universidade Estadual da Paraíba, Lagoa Seca/PB, Brasil

** Instituto Nacional do Semiárido, Campina Grande/PB, Brasil

***Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa/PB, Brasil

****Universidade Federal da Paraíba, Areia/PB, Brasil

RESUMO

O uso de práticas agrícolas inadequadas acarreta na degradação das propriedades e atributos dos solos, principalmente em áreas de relevo ondulado. O objetivo dessa pesquisa foi avaliar os atributos físicos e mineraloquímicos de solos em vertentes sob uso agrícola, pastagem e floresta no município de Areia-PB. As amostras foram coletadas nos segmentos terço superior (TS), terço médio (TM) e terço inferior (TI) em três camadas (0-10, 10-20 e 20-40 cm). Análises físicas (granulometria e densidade do solo), químicas (acidez e macronutrientes) e mineralógicas (Difração de Raios X) foram realizadas. Os solos sob agricultura e pastagem são arenosos e os da floresta são argilosos. A área de floresta apresenta maior acidez e distrofia. Nos solos sob agricultura foram encontrados os maiores teores disponíveis de fósforo no terço superior, reflexo das práticas de adubação orgânica. A pastagem apresentou os maiores teores de Ca^{2+} ($1,03 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$) e K^+ ($0,23 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$) no TS, refletindo os fluxos superficiais e subsuperficiais na vertente. A mineralogia no TS e TM na floresta é basicamente constituída por quartzo e caulinita, reflexo do processo de dessilicação parcial; no TI ocorre goethita, confirmando condições mais úmidas e os baixos teores de Fe nas partes mais rebaixadas dessa vertente. Feldspato e micas ocorrem em todos os segmentos das áreas sob agricultura e pastagem, confirmando a forte influência do material gnáissico na gênese dos solos. Esta pesquisa mostrou que diferentes posições na vertente associadas aos sistemas de uso da terra influenciam os atributos dos solos.

PALAVRAS CHAVE: Brejo de altitude. Uso da terra. Atributos do solo.

Resumen

El uso de prácticas agrícolas inadecuadas conduce a la degradación de las propiedades y atributos del suelo, especialmente en áreas con relieve ondulado. El objetivo de esta investigación fue evaluar los atributos físicos, químicos y mineralógicos de los suelos bajo uso agrícola, pastizal y forestal en el municipio de Areia-PB. Las muestras se recolectaron en los segmentos del tercio superior (TS), tercio medio (TM) y tercio inferior (TI) a tres capas (0-10, 10-20 y 20-40 cm). Se realizaron análisis físicos (granulometría y densidad del suelo), químicos (acidez y macronutrientes) y mineralógicos (difracción de rayos X). Los suelos de agricultura y pastos son arenosos y los del bosque son arcillosos. La zona bajo el bosque presenta mayor acidez y distrofia. En los suelos bajo agricultura, los niveles más altos de fósforo disponible se encontraron en el tercio superior, reflejando las prácticas de fertilización orgánica. La pastura presentó los mayores contenidos de Ca^{2+} ($1,03 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) y K^+ ($0,23 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) en el TS, reflejando flujos superficiales y subterráneos en la pendiente. La mineralogía en el TS y TM en el bosque está constituida básicamente por cuarzo y caolinita, reflejo del proceso de desilicación parcial; en el TI se presenta goethita, lo que confirma condiciones más húmedas y bajos niveles de Fe en las partes bajas de este talud. El feldespato y las micas se encuentran en todos los segmentos de áreas bajo agricultura y pastos, lo que confirma la fuerte influencia del gneis en la génesis del suelo. Esta investigación ha demostrado que las diferentes posiciones de las pendientes asociadas con los sistemas de uso del suelo influyen en los atributos del suelo.

PALABRAS CLAVE: Brejo de altitude. Uso del suelo. Atributos del suelo.

Abstract

The use of inadequate agricultural practices caused the degradation of soil properties and attributes, mainly in areas of undulating relief. The objective of this research was to evaluate the physical, chemical and mineralogical attributes of soils in slopes under agricultural use, pasture and forest in the municipality of Areia-PB. Samples were collected in the upper slope (TS), middle slope (TM) and lower slope (TI) segments at three layers (0-10, 10-20 and 20-40 cm). Physical (granulometry and bulk density), chemical (acidity and macronutrients) and mineralogical (X-Ray Diffraction) analyzes were carried out. The soils under agriculture and pasture are sandy and those under forest are clayey. The forest area has greater acidity and dystrophy. In the soils under agriculture, the highest available levels of phosphorus occur in the upper slope, reflecting the practices of organic fertilization. The pasture showed the highest levels of Ca^{2+} ($1,03 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) and K^+ ($0,23 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) in the TS, reflecting the surface and subsurface flows on the slope. The mineralogy in the TS and TM in the forest is constituted by quartz and kaolinite, resulting from the partial desilication process; goethite occurs in the TI, confirming more humid conditions and the low levels of Fe in the lower parts of this slope. Feldspar and micas occur in all segments of areas under agriculture and pasture, confirming the strong influence of gneiss on soil genesis. This research has shown that different slope positions associated with land use systems influence soil attributes.

KEYWORDS: Brejo de altitude. Land use. Soil attributes.

1. Introdução

O solo é um recurso natural constituído de material orgânico e mineral, o que o torna a base para a produção de alimentos e de matérias-primas para o crescimento e desenvolvimento dos vegetais (LEPSCH, 2002). Para tal, apresenta diferentes potenciais de uso em função da sua constituição, estrutura, posição na paisagem, uso e manejo em diferentes escalas, sobretudo as locais, onde são mais perceptíveis. Além disso, existem diversas inter-relações entre as propriedades e atributos dos solos,

notadamente aquelas de natureza física e mineraloquímica, que determinam processos relacionados à sua variação no espaço e no tempo. Logo, quaisquer modificações no solo podem influenciar diretamente na sua estrutura, atividade biológica e, conseqüentemente, sua fertilidade, refletindo diretamente na qualidade dos agroecossistemas (BROOKES, 1995).

A expansão da fronteira agrícola, por desmatamentos, adoção de mecanização intensiva e uso de práticas de manejo inadequadas, promove alterações nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, as quais levam ao processo de degradação, provocando redução da produtividade, principalmente devido à erosão superficial e conseqüente perda de nutrientes e matéria orgânica, o que torna a atividade agropastoril mais difícil e mais onerosa (SALTON E HERNANI, 1998). Dessa maneira, a forte influência do sistema de manejo do solo sobre a variação dessas propriedades torna a avaliação das mesmas de fundamental importância para a adoção de sistemas de manejo e usos da terra sustentáveis.

No agreste paraibano, principalmente na microrregião do Brejo, a ocupação desordenada aliada às práticas de manejo inadequadas sob relevo ondulado a fortemente ondulado tem acelerado os processos erosivos na vertentes e, conseqüentemente, aumentado a degradação das terras (LIRA, 2013). O processo inicia com a retirada da vegetação nativa, resultando na exposição do solo aos agentes erosivos, que na área de estudo é agravada por fluxos superficiais e subsuperficiais em rampas longas e com elevada declividade. Desse modo, caracterizar o relevo quanto a sua variabilidade e propriedades é fundamental para que se possam desenvolver práticas de manejo adequadas, reduzindo os efeitos causados pela exploração agrícola.

Várias estratégias de avaliação da qualidade do solo têm sido propostas, destacando-se as que consideram a necessidade de um conjunto numeroso de atributos do solo para a obtenção de uma avaliação confiável da qualidade dos solos (LARSON E PIERCE, 1991; DORAN E PARKIN, 1994). Nessa pesquisa utilizamos atributos físicos e químicos rotineiramente determinados em quaisquer laboratório de solo, bem como, métodos de investigação considerados rápidos, eficientes e precisos, tais como a identificação mineralógica por Difração de Raios-X. A adoção dessa estratégia seguramente permitirá identificar e avaliar processos que ocorrem de forma conjunta no solo, afim de obter informações que consolidam sua sistemática, contribuindo para um melhor desenvolvimento de sistemas agrícolas e conseqüentemente proteção e conservação do solo.

Diante o exposto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar os efeitos de diferentes sistemas de uso da terra sobre os atributos físicos, químicos e mineralógicos de solos em diferentes segmentos da vertente no município de Areia/PB.

2. Material e Métodos

Esta pesquisa foi conduzida em áreas selecionadas na cidade de Areia, localizada na Microrregião do Brejo Paraibano, Mesorregião do Agreste Paraibano, Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil, nas coordenadas geográficas: Latitude 6° 57' 42" Sul, 35° 41' 43" Oeste. O município tem uma altitude média de 479 metros acima do nível do mar e clima úmido tipo As, segundo a classificação de Köppen; com chuvas de outono-inverno, apresentando temperatura média anual de 23,2 °C e precipitação média anual de 1077 mm, ocorrendo um déficit hídrico que se estende entre os meses de outubro a fevereiro (ALVARES et. al, 2013).

Foram selecionadas três áreas de estudo com diferentes sistemas de uso da terra (agricultura (A), pastagem (P) e floresta (F)) em vertentes com diferentes declividades. A declividade foi determinada por meio de um clinômetro tipo Abney e o relevo classificado conforme as orientações do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (EMBRAPA, 2018). Foram selecionados seis pontos em cada posição da vertente (terço superior (TS); terzo médio (TM) e; terzo inferior (TI)). Esses pontos foram georreferenciados com o auxílio do aparelho GPS Garmin® 76, sendo coletada em cada um desses pontos amostras em triplicata nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-40 cm.

As amostras foram armazenadas em sacos devidamente identificados e encaminhadas ao laboratório Lab-Sede de Química Analítica do Instituto Nacional do Semiárido (INSA), onde foram submetidas as análises de pH (KCl), $H^+ + Al^{3+}$; Al^{3+} ; Ca^{2+} ; Mg^{2+} ; K^+ , Na^+ e P (disponível) e densidade aparente conforme normas constantes em EMBRAPA (2017). A análise granulométrica foi realizada no Laboratório de Física do Solo do Departamento de Solos e Engenharia Rural-DSER/CCA/UFPA. A identificação mineralógica dos solos foi realizada por difratometria de Raios X no Laboratório de Tecnologias de Novos Materiais (LABEME).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$). Havendo significância, para avaliação de efeitos individuais entre tratamentos, o Teste de Tukey a 5 % de significância, com o auxílio do programa estatístico R versão 4.0 (CORE TEAM, 2013).

3. Resultados

A caracterização do relevo das áreas estudadas é apresentada na Tabela 1. A maior declividade foi obtida para a área de floresta, seguido de pastagem e por último agricultura. Logo, na área sob vegetação de Floresta Ombrófila aberta (Mata Atlântica) o relevo é montanhoso, enquanto que as atividades agropecuárias são desenvolvidas sob relevo variando de forte ondulado (pastagem) a suavemente ondulado (agricultura).

Tabela 1. Classificação do relevo sob diferentes sistemas de uso no município de Areia, PB.

Sistema de uso	Declividade (%)	Classe de relevo
Floresta	60,0	Montanhoso
Agricultura	8,0	Suave ondulado
Pastagem	25,0	Forte ondulado

Os atributos físicos e químicos da área de floresta são apresentados na Tabela 2. A textura dos solos variou de argilosa no TS para argilo-arenosa nos TI. A densidade do solo variou de 1,09 a 1,19 $g\ cm^{-3}$, sendo ligeiramente mais elevada na camada de 20-40 cm. Há propensão de aumento dos macronutrientes e P no terço médio ($p < 0,05$).

Não foram observadas diferenças significativas nos atributos químicos ao longo da vertente no TM, mas há uma tendência de aumento da acidez, distrofia e teores de P em direção ao TI ($p < 0,05$).

Tabela 2. Atributos físicos e químicos de solos sob floresta em diferentes segmentos da vertente (TS: terço superior; TM: terço médio; TI: terço inferior) no município de Areia, PB.

Posição na vertente	Camada cm	Composição Granulométrica			Rel. Silte/Arg	Classificação textural	Densidade	
		Areia	Silte	Argila			Solo	Part.
		g Kg ⁻¹					g cm ⁻³	
TS	0 – 10	411	137	452	0,30	Argila	1,09	-
TM	0 – 10	465	87	448	0,19	Argilo Arenosa	1,13	-
TI	0 – 10	539	72	389	0,19	Argilo Arenosa	1,15	-
TS	10 – 20	439	112	449	0,25	Argila	1,17	-
TM	10 – 20	435	113	452	0,25	Argila	1,17	-
TI	10 – 20	509	87	404	0,22	Argilo Arenosa	1,19	-
TS	20 – 40	423	110	467	0,24	Argila	1,16	-
TM	20 – 40	419	111	470	0,24	Argila	1,19	-
TI	20 – 40	503	83	414	0,20	Argilo Arenosa	1,19	-

Posição na Encosta	pH	Complexo Sortivo								V	m	P	
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ³⁺	H ⁺	T				
		cmol _c dm ⁻³											%
	H ₂ O	KCl											

TS	-	3,7a	0,29a	0,37a	0,14b	0,19b	0,99b	3,03a	15,37a	19,40a	5,18a	75,33a	9,73b
TM	-	3,7a	0,53a	0,37a	0,20a	0,20a	1,31a	2,81a	15,56a	19,69a	6,48a	69,13a	10,58a
TI	-	3,7a	0,28a	0,33a	0,19a	0,19b	1,00b	3,17a	14,85a	19,02a	5,29a	75,92a	10,20ab
Profundidade													
0-10 cm	-	3,5c	0,57a	0,54a	0,20a	0,19a	1,51a	3,21a	15,42ab	20,14a	7,50a	67,90b	10,62a
10-20 cm	-	3,7b	0,32ab	0,25b	0,18ab	0,20a	0,96b	3,20a	15,93a	20,08a	4,73b	76,96a	10,21ab
20-40 cm	-	3,8a	0,22b	0,28b	0,16b	0,19a	0,86b	2,60b	14,43b	17,88b	4,73b	75,51a	9,69b

Os atributos físicos e químicos da área de agricultura são apresentados na Tabela 3. A textura dos solos variou de areia a areia franca em todas as camadas avaliadas. Não foram observadas diferenças significativas nos atributos químicos ao longo da vertente, com propensão de aumento da acidez, distrofia e teores de P em direção ao TI ($p < 0,05$).

Tabela 3. Atributos físicos e químicos de solos sob uso agrícola em diferentes segmentos da vertente (TS: terço superior; TM: terço médio; TI: terço inferior) no município de Areia, PB.

Posição na vertente	Camada <i>cm</i>	Composição Granulométrica			Rel. Silte/Arg.	Classificação textural	Densidade	
		Areia	Silte	Argila			Solo	Part.
		----- $g Kg^{-1}$ -----					----- $g cm^{-3}$ -----	
TS	0 – 10	844	119	37	3,22	Areia Franca	1,65	-
TM	0 – 10	867	100	33	3,03	Areia	1,62	-
TI	0 – 10	886	81	33	2,45	Areia	1,60	-
TS	10 – 20	888	84	28	3,00	Areia	1,60	-
TM	10 – 20	860	105	35	3,00	Areia	1,60	-
TI	10 – 20	859	106	35	3,03	Areia Franca	1,57	-
TS	20 – 40	779	135	86	1,57	Areia Franca	1,55	-
TM	20 – 40	851	99	50	1,98	Areia Franca	1,56	-
TI	20 – 40	859	102	39	2,62	Areia Franca	1,54	-

Posição na Encosta	pH	Complexo Sortivo									V	m	P					
		Ca^{2+}			Mg^{2+}			K^{+}						Na^{+}	S	Al^{3+}	H^{+}	T
		H_2O	KCl	----- $cmol_c dm^{-3}$ -----														
TS	-	5,1b	1,67a	0,24a	0,19a	0,15a	2,25a	0,02a	3,95ab	6,24ab	35,93a	1,15a	67,01b					
TM	-	5,2b	1,82a	0,17a	0,16b	0,15a	2,29a	0,02a	3,81b	6,13b	37,34a	0,97a	86,63a					
TI	-	5,5a	1,96a	0,24a	0,18a	0,15a	2,53a	0,01b	4,22a	6,77a	37,66a	0,47b	101,50a					
Camada																		
0-10 cm	-	5,4a	1,80a	0,18a	0,22a	0,15ab	2,35a	0,01b	3,60b	5,96b	39,27a	0,62b	91,53a					
10-20 cm	-	5,3a	1,83a	0,26a	0,16b	0,15a	2,40a	0,02b	3,94b	6,35ab	37,76a	0,70b	87,38a					
20-40 cm	-	5,0b	1,83a	0,22a	0,15b	0,14b	2,34a	0,03a	4,46a	6,83a	33,88b	1,26a	76,23a					

Os atributos físicos e químicos da área de pastagem são apresentados na Tabela 4. A textura dos solos é predominantemente franco arenosa, com densidade do solo variando de 1,35 a 1,51 $g cm^{-3}$. Apesar de majoritariamente distrófico, a soma de base e CTC é significativamente mais elevada no terço inferior ($p < 0,05$); no entanto, os valores significativamente mais elevados de P foram obtidos no terço superior.

Tabela 4. Atributos físicos e químicos de solos sob pastagem em diferentes segmentos da vertente (TS: terço superior; TM: terço médio; TI: terço inferior) no município de Areia, PB.

Posição na vertente	Camada <i>cm</i>	Composição Granulométrica			Rel. Silte/Arg.	Classificação textural	Densidade	
		Areia	Silte	Argila			Solo	Part.
		----- $g Kg^{-1}$ -----					----- $g cm^{-3}$ -----	

TS	0 – 10	769	90	141	0,64		Franco Arenosa	1,41	-				
TM	0 – 10	796	73	131	0,56		Franco Arenosa	1,35	-				
TI	0 – 10	812	80	108	0,74		Franco Arenosa	1,38	-				
TS	10 – 20	736	79	185	0,43		Franco Arenosa	1,46	-				
TM	10 – 20	785	88	127	0,69		Franco Arenosa	1,41	-				
TI	10 – 20	785	92	123	0,75		Franco Arenosa	1,46	-				
TS	20 – 40	705	88	207	0,43		Franco Argilo Arenosa	1,47	-				
TM	20 – 40	767	103	130	0,79		Franco Arenosa	1,43	-				
TI	20 – 40	810	106	84	1,26		Areia Franca	1,51	-				
Posição na Encosta	pH	Complexo Sortivo								V	m	P	
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ³⁺	H ⁺	T				
		Água	KCl	cmol _c dm ⁻³						%	mg dm ⁻³		
TS	-	4,25b	0,48b	0,22a	0,19b	0,21a	1,10b	0,36a	5,12a	6,58a	16,60	26,13a	43,10a
TM	-	4,42a	0,61b	0,21a	0,21a	0,20b	1,23b	0,17b	4,12b	5,53b	21,97	13,98b	11,84b
TI	-	4,51a	1,03a	0,20a	0,23a	0,21a	1,67a	0,15b	3,60c	5,43b	28,69	12,24b	17,89b
Camadad													
0-10 cm	-	4,64a	1,14a	0,29a	0,26a	0,20c	1,89a	0,09b	4,25a	6,25a	29,83	5,84b	27,11a
10-20 cm	-	4,29b	0,56b	0,20a	0,20b	0,21b	1,17b	0,27a	4,31a	5,76b	20,36	20,45a	23,83a
20-40 cm	-	4,24b	0,42b	0,14b	0,16c	0,22a	0,94b	0,32a	4,28a	5,54b	17,08	26,08a	21,89a

A mineralogia dos solos é apresentada na Tabela 5. Foram identificados principalmente os minerais quartzo (d : 0,333 e 0,253 nm), caulinita (d : 0,720, 0,447 e 0,357 nm); goetita (d : 0,415 e 0,267 nm); Na área de Floresta predominam quartzo e caulinita, com pequeno incremento de óxidos de ferro no terço inferior. Nas áreas sob agricultura e pastagem esses minerais também predominam, mas também foram identificados minerais facilmente intemperizáveis, tais como feldspatos (d : 0,324 nm). Na área sob agricultura também foi identificada mica (d : 1,001 e 0,505 nm).

Tabela 5. Mineralogia de solos sob diferentes usos em segmentos da vertente (TS: terço superior; TM: terço médio; TI: terço inferior) no município de Areia, PB.

Sistema de uso	Vertente	Minerais
Floresta	Terço Superior	Quartzo e Caulinita
	Terço Médio	Quartzo e Caulinita
	Terço Inferior	Quartzo, Caulinita e Goetita
Agricultura	Terço Superior	Quartzo, Mica, Caulinita; Feldspato; Albita e Goetita.
	Terço Médio	Quartzo, Mica, Caulinita; Feldspato; Albita e Goetita
	Terço Inferior	Quartzo, Mica, Caulinita; Feldspato; Albita e Goetita
Pastagem	Terço Superior	Quartzo, Caulinita; Feldspato e Albita
	Terço Médio	Quartzo, Caulinita; Feldspato, Albita e Goetita
	Terço Inferior	Quartzo, Caulinita; Feldspato, Albita e Goetita

4. Discussão

A textura arenosa na superfície dos solos, principalmente sob agricultura e pastagem reflete o processo de erosão preferencial e lateral de finos nas vertentes, resultando em perda gradual da fração coloidal inorgânica e acumulação residual das frações mais grossas. Também deve-se ser considerado o processo de translocação de argila dos horizontes superficiais para horizontes subsuperficiais (argiluviação), resultando em solos bimodais com textura mais arenosa em superfície. Entretanto, quando comparado com os solos argilosos da área de floresta que apresentam-se argilosos desde a superfície, aliada às presença de sulcos de erosão nas áreas utilizadas para fins agropecuários também deve-se creditar essa diferença textural às práticas inadequadas de uso do solo, o que promove a gradual

remoção das partículas coloidais nesse tipo de relevo mais movimentado, podendo levar a ocorrência de impactos ambientais (e.g - enchentes, erosão de solos, assoreamento e poluição de águas (NAGEL et. al, 2020)).

Sob vegetação de floresta todas as camadas em qualquer segmento da vertente são distróficas. Isso pode ser explicado pela elevada precipitação na região, que permite a lixiviação de elementos essenciais a nutrição das plantas e posterior acúmulo de fases minerais de baixa reatividade nos solos (ZANARDO E MARQUES JÚNIOR, 2009).

Esse cenário de distrofia permanece mesmo após a conversão da floresta para pastagem ou agricultura, indicando sistemas de manejo com baixo nível tecnológico e inadequados para esse tipo de relevo. As visíveis cicatrizes de erosão ao longo das vertentes confirma a degradação dessas áreas, principalmente nos segmentos mais rebaixados da paisagem sob pastagem, onde foram observados os maiores níveis de distrofia e acidez. Tal fato é agravado na região dada o fato de que as vertentes apresentam formas de contorno predominantemente convexas, com rampas longas e declives acentuados, o que potencializa o arraste de materiais em direção aos fundos de vales.

Outra importante observação verificada é a tendência de incremento em cátions básicos e P no terço médio na floresta, apesar da acentuada distrofia do sistema. Tal fato pode ser creditado a ruptura no relevo, que provavelmente atenua os fluxos subsuperficiais de íons para as partes mais rebaixadas. Tal ruptura também permite o intemperismo da banda melanocrática do material de origem gnáissica, cujo intemperismo de minerais facilmente intemperizáveis favorece a liberação de cátions trocáveis (Moro et. al, 2023). Logo, a remoção da vegetação arbórea e consequente manutenção da área com culturas que permitem baixa densidade de matéria seca e/ou sistemas que mantêm os solos expostos irão contribuir de forma significativa para a instalação de processos erosivos e aumento da degradação das terras na região. Ainda, tais práticas também promovem a perda de serviços ecossistêmicos importantes providos pelos solos, tais como a provisão de matéria prima, ciclagem de nutrientes, manutenção da qualidade da água numa escala de bacia hidrográfica, regulação do clima regional a partir do estoque de carbono nos solos, entre outros (MACEDO et. al, 2023).

Por último, foi constatado o efeito da vertente nos atributos morfológicos dos solos. Na área de floresta foi identificada no TS e TM apenas quartzo e caulinita, indicando considerável intemperismo de minerais primários e dessilicação parcial em intensidade suficiente para instalação da monossilicização (caulinitização). No terço inferior da vertente, onde fluxos predominantemente saturados convergem, são instaladas condições favoráveis para formação da goethita, principalmente devido ao regime de umidade mais elevado associado aos baixos teores de Fe no sistema. O comprimento mais longo e o declive menos acentuado das vertentes sob uso agropastoril permitem linhas de fluxos retilíneas, o que favorece a permanência de minerais facilmente intemperizáveis em decorrência das menor taxa de intemperismo do material gnáissico.

5. Conclusões

A curvatura do terreno influenciou significativamente os atributos químicos dos solos, notadamente nos teores de P na área agrícola e a capacidade de troca de cátions e a soma de bases na pastagem.

A mineralogia é fortemente influenciada pela posição dos solos na vertente. Assim, solos nas posições mais elevadas apresentam mineralogia mais simples, predominantemente constituída por quartzo e caulinita, enquanto que nos segmentos mais rebaixados da paisagem são encontrados minerais indicadores de pedoambientes, como as goethitas. O contorno dessas vertentes também permite que alguns solos apresentam minerais facilmente intemperizáveis mesmo sob condições de precipitação elevada.

Referências

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BROOKES, P.C. The use of microbial parameters in monitoring soil pollution by heavy metals. **Biol. Fert. Soils**, v.19, p.269-279, 1995.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; ETEWART, B. A. (eds.) **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison, SSSA. p. 3-21, 1994.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Solos, p.356, 2018.

LARSON, W. E.; PIERCE, F. J. Conservation and enhancement of soil quality. In: evaluation on for sustainable land management in the developing world, Bangkok, 1992. IBSRAM Proceedings... Bangkok, Int. Board for Soil Res. Management, p. 175-203, 1991.

LEPSCH, I. F. Formação e Conservação dos Solos. São Paulo: Oficina de Textos, 178p. 2002.

LIRA, E. C. Técnicas espectroscópicas de caracterização química e mineralógica de solos de uma microbacia hidrográfica sob diferentes sistemas de uso. 2013. 93p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia. 2013.

MACEDO, R. S. et al. Efeitos da degradação nos atributos de solos sob Caatinga no Semiárido brasileiro. **Revista Árvore**, v. 47, 2023.

MORO, L. et al. Geoquímica de Luvisolo sob diferentes sistemas de manejo no Semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.11, n.1, p. 174-181, 2023.

Nagel, G. W. et al.. Cálculo da curva número para bacia hidrográfica urbana utilizando diferentes abordagens de classificação para imagem orbital RapidEye: estudo de caso para o arroio Pepino (Pelotas, RS). **Pesquisas em Geociências**, v. 47, n. 2, p. e092016, 2020.

CORE TEAM, R. R: **A language and environment for statistical computing**. 2013.

SALTON, J.C.; HERNANI, L.C. Adoção. In: SALTON, J.C.; HERNANI, L.C.; FONTE, C.Z. **Sistema de plantio direto**. Brasília, Embrapa Agropecuária Oeste, p. 21-35, 1998.

TEIXEIRA, P.C.; DONAGEMMA, G.K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W.G. Manual de métodos de análise do solo. Embrapa Solos: Brasília. 2017.

ZANARDO, A.; MARQUES JÚNIOR, J. Conceitos Básicos em Mineralogia. In. MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. F. (Ed.) Química e Mineralogia do Solo: Parte I - Conceitos Básicos. Viçosa, MG: SBCS, 2009. cap 2. p. 73-150.

Recebido em: 05/01/2023

Aceito em: 12/05/2023

Endereço para correspondência:

Nome: Cristiano do Santos Sousa

E-mail: csagronomia@gmail.com



Esta obra está licenciada sob uma [Licença Creative Commons Attribution 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)