

SOLOS E PAISAGENS NO NÚCLEO DE DESERTIFICAÇÃO DO SERIDÓ POTIGUAR – BRASIL

Manoel Cirício Pereira Neto
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN
Departamento de Geografia, Assú, RN, Brasil
ciricioneto@uern.br

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo analisar alguns aspectos pedológicos como indicativos das relações entre relevo e solo em diferentes geoambientes no núcleo de desertificação do Seridó potiguar. A escolha desse recorte espacial é justificada pela forte instabilidade ecodinâmica e potencial para o surgimento de áreas desertificadas nesta região do Brasil. A base teórico-metodológica deste estudo está relacionada à concepção de paisagem, geoambiente e das ideias oriundas da análise estrutural da cobertura pedológica. A coleta das amostras de solos foi realizada ao longo de um transecto paisagístico, por meio da abertura de microperfis a partir de 10 pontos amostrais. Entre as variáveis analisadas e relacionadas à problemática desta pesquisa, destacam-se: análise granulométrica, capacidade de troca catiônica e teor de matéria orgânica (MOS). Os dados foram analisados no Laboratório da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN). Existe uma considerável diversidade geoambiental e de paisagem no Seridó, refletindo distintas condições pedológicas. O melhor entendimento de sua natureza e dos fatores que governam sua produção e estabilização auxiliará na busca por práticas de manejo que contribuam para a conservação dessas áreas.

Palavras-chave: Geografia. Geoambiente. Geoecologia. Matéria orgânica. Semiárido.

SOILS AND LANDSCAPES IN THE DESERTIFICATION CORE OF SERIDÓ POTIGUAR – BRAZIL

ABSTRACT

This research aimed to analyze some pedological aspects as indicative of the relationships between relief and soil in different geo-environments in the core of desertification of the Potiguar Seridó. The choice of this spatial area is justified by the strong ecodynamic instability and potential for the emergence of desertified areas in this region of Brazil. The theoretical-methodological basis of this study is related to the conception of landscape, geo-environment, and the structural analysis of the pedological cover. The collection of soil samples was carried out along a landscape transect, by opening of microprofiles from 10 sampling points. Among the variables analyzed and related to the problem of this research, the following stand out: granulometric analysis, cation exchange capacity, and organic matter content (OMC). The data were analyzed at the Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN). There is considerable geo-environmental and landscape diversity in Seridó, reflecting different soil conditions. Understanding their nature and the factors that interfere with their production and stabilization will aid in the search for management practices that contribute to the conservation of these areas.

Keywords: Geography. Geoenvironment. Geoecology. Organic matter. Semi-arid.

INTRODUÇÃO

A abordagem geossistêmica vem ganhando destaque nos estudos ambientais, ao possibilitar a compreensão das interações entre os elementos que compõem as diversas paisagens do mundo (CARVALHO; KELTING; AGUIAR, 2012); de forma a subsidiar o manejo dos recursos naturais, visando à conservação dos sistemas ambientais” (SOUZA e OLIVEIRA, 2011, p.43). Nesse contexto junto às relações morfológicas (CAMPOS; CARDOZO; MARQUES JÚNIOR, 2006), o relevo tem um papel crucial nas unidades paisagísticas em escala local (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004, p. 84).

A espacialização das características do solo nas paisagens, por sua vez, é influenciada pelos fatores pedogenéticos, que incluem relevo, material de origem, clima, organismos e tempo. Apesar dessa conexão

ser quase que um paradigma nos estudos de solos, ainda raramente se é considerada na análise da variabilidade espacial das propriedades pedológicas (SINOWSKI e AUERSWALD, 1999).

Nesse cenário, a região semiárida brasileira, por exemplo, apresenta grande variabilidade ambiental, resultando em diferenciação dos solos nos ambientes que compõem o seu quadro físico-geográfico. Salcedo e Sampaio (2008), citado por Perez-Marin et al (2012), citando, destacam, por exemplo, que, embora tenha muito ainda a se pesquisar, a maioria dos solos nos núcleos de desertificação apresenta baixos teores de fósforo e nitrogênio e de matéria orgânica. Entretanto, essa é uma situação que não deve ser vista apenas como uma consequência das condições fitogeográficas do semiárido brasileiro (ISABEL; RIBEIRO, 1994).

No núcleo de desertificação do Seridó, por sua vez, localizado no estado do Rio Grande do Norte, Accioly et al (2001) destacam importantes variações de albedo, ao longo do tempo, em áreas cobertas por Luvisolos crônicos, Neossolos Litólicos ou por afloramentos rochosos. Rabelo e Araújo (2019) destacam o grau de erosão na bacia do Seridó excede a habilidade de regeneração do solo, o que pode resultar em problemas localizados. Silva et al (2014), por sua vez, destacam que em se tratando dos Neossolos, esses apresentam boa fertilidade oriunda do material de origem na região.

O recorte espacial desta pesquisa abrange um transecto no núcleo de desertificação do Seridó potiguar, com características típicas do semiárido em embasamento cristalino, vegetação de Caatinga e predomínio de solos rasos e pedregosos. Trata-se de uma região reconhecida por Duque (1953, p.45), ainda na década de 1950, como sendo àquela “mais erodida do Nordeste”.

Nesse contexto, a presente pesquisa busca investigar a espacialização de aspectos pedológicos relacionados às interações relevo-solo, perante distintos geoambientes do núcleo de desertificação do Seridó/RN. A escolha dessa área é justificada por ser um dos núcleos de desertificação do Brasil, com alta instabilidade ecodinâmica e potencial para o surgimento de áreas desertificadas (PEREIRA NETO, 2016).

Os resultados podem contribuir para discussões sobre as relações paisagísticas no semiárido e sobre o contexto do fenômeno da desertificação; a fim de embasar a tomada de decisões no planejamento e seleção de áreas prioritárias para conservação na região. Além disso, os dados auxiliam no entendimento da estruturação da cobertura pedológica, das relações e das dinâmicas morfopedológicas associadas, bem como da possível intensificação de processos erosivos ou estabilidade dos sistemas ambientais.

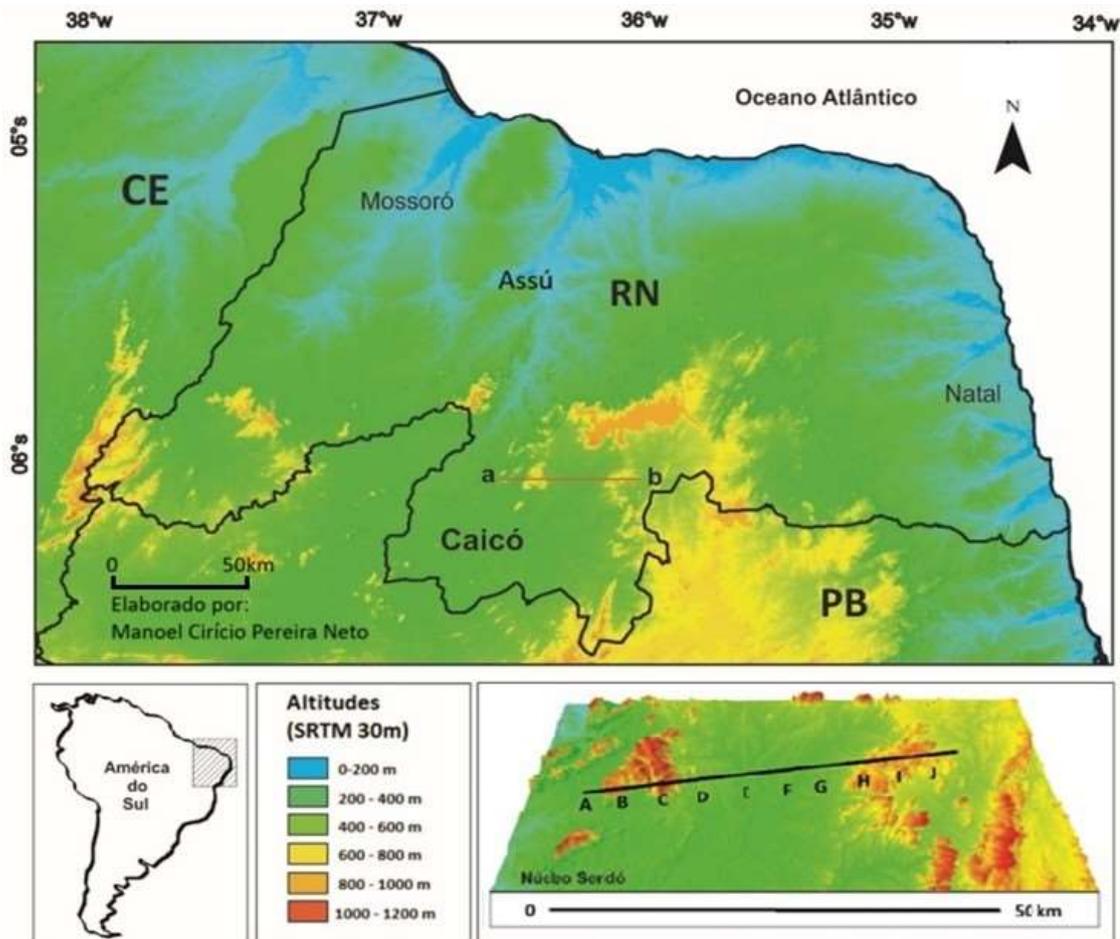
METODOLOGIA

A metodologia empregada busca complementar a concepção geossistêmica, de caráter horizontal da superfície, com a análise estrutural da cobertura pedológica, a partir da espacialização das condições e relações solo-paisagem. Essa perspectiva encontra-se, pois, relacionada aos conceitos de paisagem (BERTRAND, 1972), seção-tipo (CAVALCANTI, 2014) e de análise estrutural da cobertura pedológica (BOCQUIER, 1973; BOULET, 1978, QUEIROZ NETO et al., 1981; BOULET et al., 1984).

A paisagem é compreendida como a configuração de sistemas geoambientais, que através de uma seção-tipo, atribui ao relevo um papel determinante na diferenciação das unidades locais (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004; CAVALCANTI, 2014). Os trabalhos de Pereira Neto e Silva (2012) e Pereira Neto e Fernandes (2015) foram utilizados como base para a identificação dos geoambientes, junto ao transecto do núcleo de desertificação do Seridó potiguar.

Além disso, paralelamente, foram selecionados dez pontos amostrais com distância média de 5 km, para a representação de distintos geoambientes no recorte espacial da pesquisa (Figura 1), com base em um transecto paisagístico de aproximadamente 50 km, considerando o fator topográfico e características do estado de conservação da cobertura vegetal na localidade. A coleta das amostras de solos ocorreu em 2016, junto à abertura e coleta de solo em microp perfis nos dez pontos amostrais. As amostras foram coletadas nos primeiros 30 cm, abrangendo os horizontes superficial e subsuperficial, conforme as proposições do manual de descrição e coleta de solo no campo de Santos et al (2015). Entre as principais associações de solos no recorte especial pesquisado destacam-se a ocorrência dos Luvisolos crônicos, dos Argissolos, Latossolos e dos Neossolos Litólicos (JACOMINE et al, 1971).

Figura 1: localização do transecto e pontos amostrais no Seridó potiguar



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os solos dos pontos amostrais foram classificados com base na proposta de Jacomine et al. (1971). As variáveis analisadas incluem análise granulométrica, teor de matéria orgânica do solo e capacidade de troca catiônica (CTC). Os dados foram analisados no Laboratório de Pesquisa Agropecuária no estado do Rio Grande do Norte (EMPARN). A saturação por bases, por sua vez, foi obtida por meio do somatório das bases trocáveis e expressa em porcentagem de capacidade de troca de cátions, com o objetivo de determinar as condições gerais de fertilidade do solo, dada pela Equação:

$$V = (SB/CTC.100)$$

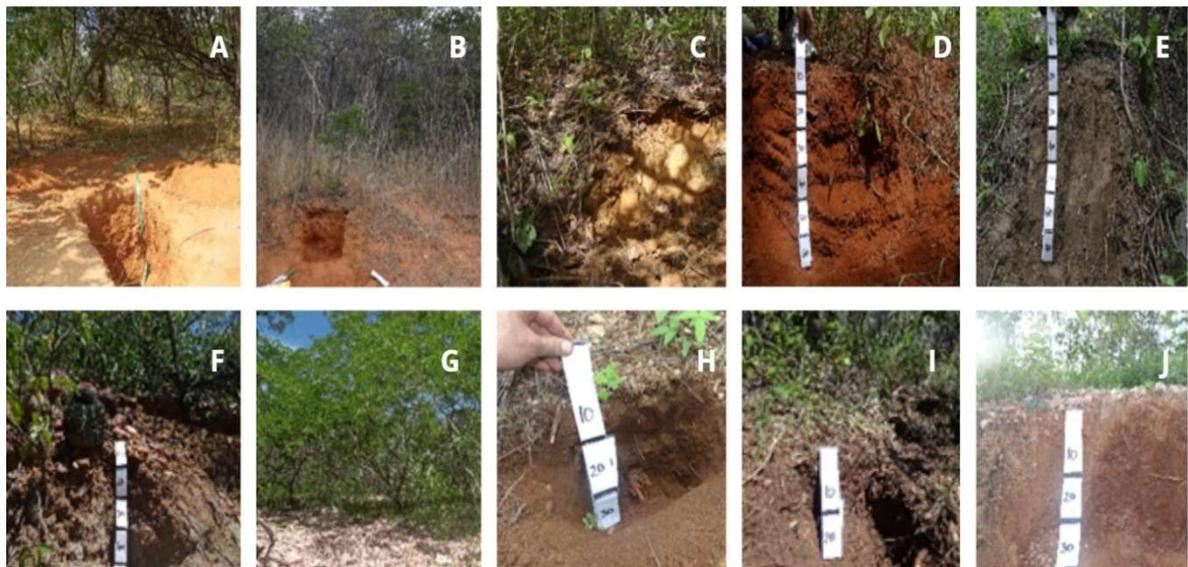
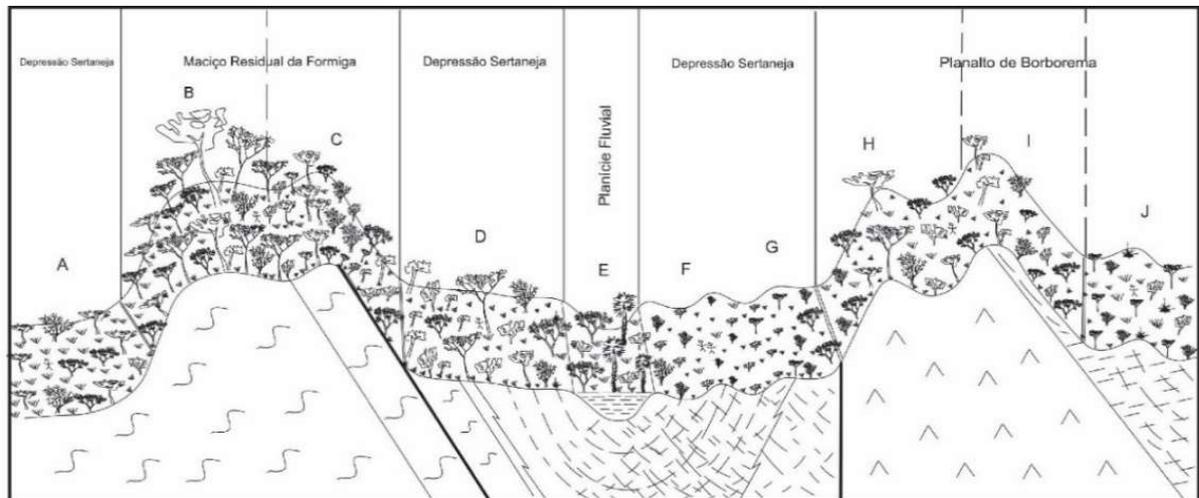
Onde: V é a saturação por bases (%), SB é a soma de bases cmolc dm⁻³ e CTC é a capacidade de troca catiônica, cmolc dm⁻³.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Seridó potiguar apresenta uma diversidade geoambiental significativa, incluindo os sistemas geoambientais: a) Depressão sertaneja; b) Maciço da Formiga; c) Planície Fluvial do rio Salgado; d) Planalto da Borborema. Essas áreas se destacam por condições morfopedológicas distintas, dependendo de sua localização e proximidade ao curso de água, associadas ao canal fluvial do rio Salgado.

Entre as principais associações de solos no recorte especial pesquisado destacam-se à ocorrência dos Luvisolos crômicos na Depressão Sertaneja, dos Argissolos em áreas de serras e Latossolos nos sopés do maciço cristalino da Formiga e dos Neossolos Litólicos no Planalto da Borborema entre outros. É nítida, portanto, inicialmente, a relação existente entre relevo-solo como elemento decisivo de integração da paisagem geográfica, estando no contexto regional do Seridó potiguar (Figura 2).

Figura 2 - Pontos amostrais do transecto solo-paisagem no Seridó/RN - a) Depressão Sertaneja e Luvissoles – Caicó/RN, b) Maciço da Formiga e Argissolos – Caicó/RN; c) Maciço da Formiga e Neossolos Litólicos – Caicó/RN; d) Depressão Sertaneja e Latossolos – Cruzeta/RN; e) Planície Fluvial e Neossolo Flúvicos – Cruzeta/RN; f-g) Depressão Sertaneja e Luvissoles – Cruzeta; h-i) Planalto da Borborema e Neossolos Litólicos - Acari/RN; j) Depressão Interplanaltica da Borborema e Neossolos Litólicos – Currais Novos/RN.



Fonte - Elaborado pelo autor.

Além dos aspectos naturais observados, a degradação do solo em áreas semiáridas se relaciona ainda aos fatores que envolvem variações climáticas e atividades humanas, sendo o uso inadequado da terra o principal aspecto relacionado à intensificação dos processos de desertificação (CONTI, 2008).

A maioria dos pontos amostrados se caracteriza pelo razoável estado de conservação da cobertura vegetal. Nesse caso, os pontos são analisados com relação às relações solo-paisagem e aos parâmetros físico-químicos associados, com destaque aos teores de matéria orgânica do solo e de granulometria da camada pedológica dos primeiros 30 cm de superfície ao longo do transecto pesquisado.

Ao analisar os resultados com base nas informações ambientais anteriormente apontadas é possível identificar padrões e associações entre as características do solo e o ambiente em que se encontram (Tabela 1). A seguir, é apresentada uma análise integrada dos parâmetros ambientais junto os pontos amostrais ao longo do transecto pesquisado.

Tabela 1- Características pedológicas dos pontos amostrais no Seridó potiguar

PONTOS	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
pH em água (1:2,5)	4,61	5,4	5,14	4,66	7,04	4,83	5,02	5,3	5,48	5,62
Ca (cmolc/dm ³)	2,13	3,23	1,01	5,3	11,5	4,62	4,8	3,08	2,32	5
Mg (cmolc/dm ³)	0,8	1,55	0,95	1,65	3,62	8,25	2,37	1,15	1,15	6
Al (cmolc/dm ³)	0,21	0,05	0,1	0,21	0	0,68	0,1	0,05	0,05	0
H + Al (cmolc/dm ³)	3,27	1,89	2,32	5,67	0	5,24	6,1	3,52	2,41	1,98
P (mg/dm ³)	6	2	3	3	124	3	11	3	5	2
K (mg/dm ³)	139	78	154	341	176	100	293	110	190	78
K (Cmol)	0,36	0,20	0,39	0,87	0,45	0,26	0,75	0,28	0,49	0,20
Na (mg/dm ³)	26	22	31	40	35	68	35	26	35	37
Na (Cmol)	0,11	0,10	0,13	0,17	0,15	0,30	0,15	0,11	0,15	0,16

Fonte - Organizado pelos autores

Os valores de pH variaram entre 4,61 e 7,04, indicando uma ampla faixa de solos ácidos a neutros e a acidez potencial (H+Al) variou entre 0 e 6,1 cmol/dm³. Nesse caso, a presença de solos ácidos é comum em regiões semiáridas devido à lixiviação limitada e à baixa capacidade de troca de cátions. Nesse caso, o Ponto E se apresentou como uma exceção, localizado na planície fluvial do Rio Salgado, com um pH neutro de 7,04 e, por esse motivo, também apresentou os maiores teores de Ca (11,5 cmol/dm³), Mg (3,62 cmol/dm³) e P (124 mg/dm³), indicando uma melhor disponibilidade de nutrientes nesse solo.

Nesse cenário, os solos ácidos podem ter menor disponibilidade de nutrientes e maior solubilidade de elementos tóxicos, à exemplo do alumínio que em excesso representa forte fator limitante à vegetação. Em geral, os solos com maior acidez (menor pH) tendem a apresentar menores teores de Ca, Mg e Na. Isso pode ser devido à maior solubilidade desses cátions em ambientes ácidos, o que pode levar à sua lixiviação. Tais características do solo podem influenciar o uso da terra e a susceptibilidade à degradação/desertificação no contexto regional.

A concentração de cálcio (Ca) variou entre 1,01 e 11,5 cmol/dm³, a concentração de magnésio (Mg) variou entre 0,8 e 8,25 cmol/dm³ e a concentração de alumínio (Al) variou entre 0 e 0,68 cmol/dm³. Estes valores indicam uma ampla variabilidade nas disponibilidades desses nutrientes nos solos analisados. O fósforo (P) variou entre 2 e 124 mg/dm³ e o potássio (K) variou entre 78 e 341 mg/dm³. A ampla variação de P e K também sugere diferentes níveis de fertilidade e necessidades de manejo. A concentração de sódio (Na) variou entre 22 e 68 mg/dm³. Nesse caso, a forte presença de sódio no solo, em algumas áreas, pode afetar a capacidade das plantas de absorver água e nutrientes (MUNNS, 2002).

De modo especializados, os pontos correspondentes à Depressão Sertaneja na região do Seridó (Parcelas A, D, F, G) apresentaram ainda teores variados de matéria orgânica e saturação das bases, com o ponto G exibindo o maior teor de matéria orgânica (55,28 g.dm³). A textura arenosa e a localização da área parecem indicar maior susceptibilidade à erosão e menor retenção de água, o que pode afetar a produtividade agrícola e a conservação do solo nessa localidade.

Além disso, embora localizado na Depressão Sertaneja, o Ponto D encontra-se associado à presença predominante de Latossolos, caracterizados pela textura franco-argilo-arenosa e alta saturação das bases. Trata-se de um contexto que pode favorecer a produtividade primária do ecossistema local, e até mesmo à

produtividade agrícola em decorrência da retenção de água. No entanto, a ameaça atual da mineração de ferro na área pode ter impactos negativos na conservação do solo e na biodiversidade local.

O ponto F, por outro lado, apresenta intensas marcas de erosão laminar e ravamentos, além de baixa cobertura vegetal de proteção ao solo, indicando forte instabilidade ecodinâmica e inserção no núcleo de desertificação do Seridó/RN. Esse ponto encontra-se localizado na Depressão Sertaneja de forte dissecação, onde está localizado o Ponto F, apresenta intensas marcas de erosão e baixa cobertura vegetal. Apesar da alta saturação das bases e do teor moderado de matéria orgânica, a área apresentou o maior teor de sódio (Na) (68 mg/dm^3) entre os pontos amostrados, sendo ainda visível a observação de forte instabilidade ecodinâmica, então inserida no contexto do núcleo de desertificação do Seridó/RN.

O ponto B, localizada no Maciço Residual da Formiga, destaca-se pelo estado de conservação e pelas condições geoambientais favoráveis para a evolução da cobertura vegetal em estado de clímax, servindo como refúgio para a biodiversidade regional. Esse ponto apresentou o menor teor de Sódio (22 mg/dm^3), esse último muito provavelmente em virtude do maior grau de conservação da área e presença predominante dos Argissolos em ambiente mais úmido. Esse ponto apresenta boas condições de conservação e favorecimento das condições geoambientais para a evolução da cobertura vegetal em estado de clímax.

As Parcelas C, H e I estão localizadas em áreas de topos aguçados no Maciço da Formiga e Planalto da Borborema, com predomínio dos Neossolos Litólicos. O ponto C possui potencial erosivo relacionado à sua topografia, no qual o baixo teor de matéria orgânica e a baixa saturação das bases podem indicar condições menos favoráveis para a produtividade agrícola e a conservação do solo. O ponto H está localizado no Planalto da Borborema, com topografia de maiores declives. A textura franco-arenosa, a baixa saturação das bases e o moderado teor de matéria orgânica se equilibram para o desenvolvimento da vegetação nativa e a conservação do solo. No entanto, a produtividade agrícola é limitada devido às condições de relevo menos favoráveis.

O ponto E, situada na planície fluvial do rio Salgado, apresenta alta saturação das bases (69,0%) e o maior teor de matéria orgânica entre os pontos analisados ($33,22 \text{ g.dm}^3$). É um dado que sugere boas condições para a produtividade primária do ecossistema de mata ciliar, junto à produção de serrapilheira e a conservação do solo. A textura franco-arenosa e a localização próxima ao curso fluvial também podem proporcionar um ambiente favorável para a maior biodiversidade e a sustentabilidade agrícola.

O ponto J, localizado na depressão interplanáltica de Currais Novos, se destaca pela predominância dos Neossolos Litólicos, em que se observa alto grau de antropismo e forte instabilidade ecodinâmica, com quase inexistência de horizontes pedológicos superficiais e predominância de processos erosivos laminares. Localizado na Depressão Sertaneja, o Ponto J possui solos com textura franco-arenosa, alta saturação das bases e o menor teor de matéria orgânica ($9,49 \text{ g.dm}^3$). A baixa quantidade de matéria orgânica pode indicar condições menos favoráveis para a conservação do solo e a sustentabilidade.

A análise integrada ambiental mostra que as características do solo estão fortemente relacionadas às condições geoambientais e ao relevo das áreas estudadas (SINOWSKI e AUERSWALD, 1999). Algumas áreas apresentam melhores condições para a produtividade agrícola e a conservação do solo, como os Pontos E e G, enquanto outras enfrentam desafios como erosão e desertificação, como os Pontos F e C. Essas informações podem ser úteis para planejamento agrícola e ambiental, levando em consideração as particularidades de cada área e suas necessidades de conservação e manejo.

Nesse cenário, Monger e Bestelmeyer (2006) destacam a relação integral entre o modelo geomórfico, as condições pedológicas e a mudança biótica como sendo um exemplo de como os sistemas bióticos e abióticos são acoplados e coevoluem em escalas de tempo de longo prazo (evolução da paisagem quaternária) e de curto prazo (desertificação induzida pelo homem). Assim, as condições pedológicas estão intimamente ligadas à topografia pelos processos morfodinâmicos.

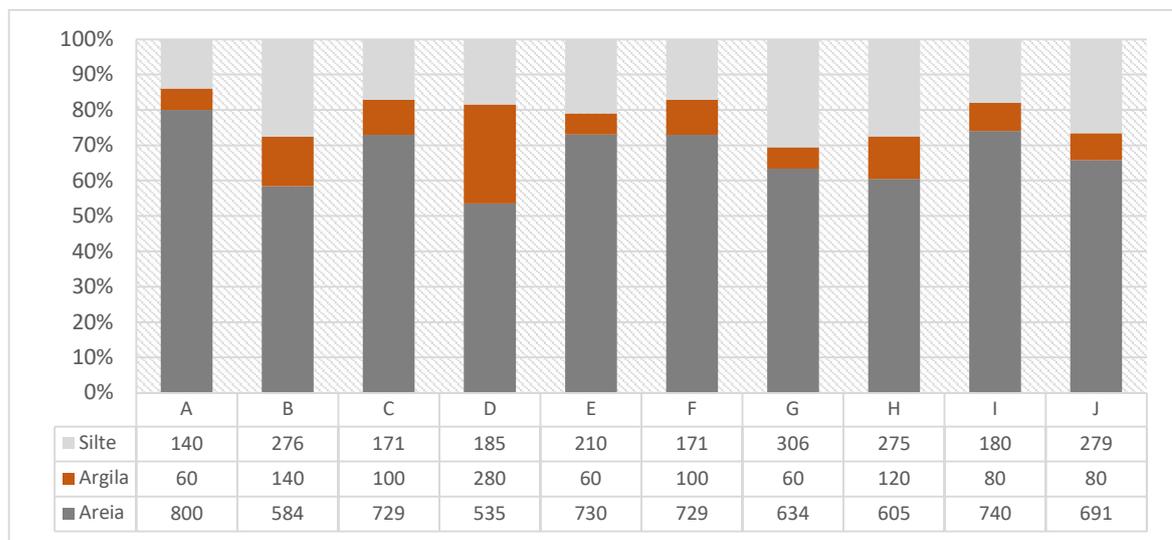
Esses resultados destacam a importância de considerar a diversidade geoambiental e as características pedológicas específicas ao planejar ações de conservação e manejo sustentável no Seridó potiguar. A análise desses dados fornece subsídios para a identificação de áreas prioritárias para ações de conservação e recuperação, assim como o desenvolvimento de práticas agrícolas adequadas para cada contexto geoambiental.

Granulometria, Matéria Orgânica e Capacidade de Troca Cationica (CTC)

A granulometria e composição do solo variam entre os pontos amostrais, com diferentes proporções de areia, argila e silte; de modo a influenciar as propriedades físico-químicas do solo, assim como a capacidade de retenção de água, aeração e fertilidade. Em termos gerais, no recorte espacial pesquisado, a maioria dos solos nos pontos amostrais apresenta textura franco-arenosa.

Entre os pontos analisados, o Ponto D, classificado como sendo Argissolo, de textura franco-argilo-arenosa, se destacou pelo maior teor de argila, muito provavelmente relacionado à maior capacidade de troca catiônica e à maior saturação das bases observadas nesse ponto. Além do referido ponto amostral, os solos com maiores teores de argila são encontrados no topo do Maciço da Formiga (pontos B e C). Em contraste, as áreas mais degradadas e dissecadas da Depressão Sertaneja e da Depressão interplanáltica de Currais Novos apresentam menores teores de argila (Figura 3).

Figura 3 - Granulometria dos solos nos pontos amostrais do Seridó potiguar – Brasil.



Fonte - Elaborado pelo autor

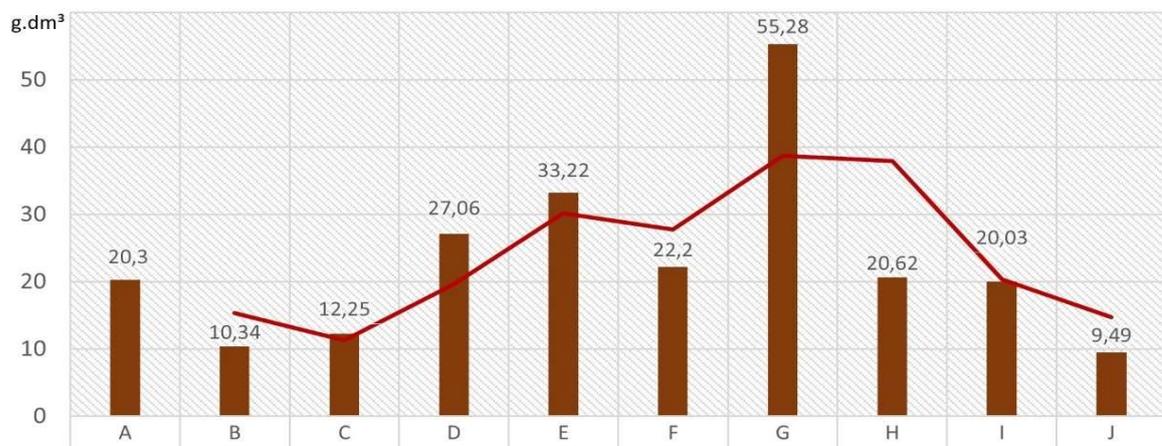
Tais características físicas do solo, como textura, estrutura e profundidade, tendem a regular a disponibilidade de água e a capacidade de retenção de umidade (ABBADIE et al., 2006). Em geral, os solos com textura mais fina retêm mais água, tornando os solos arenosos menos favoráveis para o desenvolvimento da flora. A topografia movimentada também tende a redistribuir a precipitação e a disponibilidade de água. Esse contexto é corroborado pelos dados obtidos nos geoambientes do Maciço da Formiga e na superfície mais conservada da Depressão Sertaneja no Seridó potiguar.

Em relação às condições de Matéria Orgânica do Solo na região do semiárido brasileiro, especificamente nas áreas de desertificação, Isabel e Ribeiro (1994, p.03) ressaltam que, apesar do crescente número de estudos sobre solos no semiárido brasileiro, pouco se sabe sobre as características da matéria orgânica nesses solos e sua influência nos processos de gênese, evolução e degradação.

No recorte analisado, a quantidade de matéria orgânica variou significativamente entre os pontos amostrais relacionada, sobretudo, com a disponibilidade de nutrientes e o geoambiente. Os solos com maior teor de matéria orgânica, como os Pontos E e G, apresentaram maiores teores de nutrientes, como Ca, Mg, P e K. Isso pode ser atribuído à capacidade da matéria orgânica de reter e fornecer nutrientes ao solo. Nesse caso, destaca-se a mata ciliar como importante fonte de matéria orgânica na região.

Além disso, o Ponto J apresentou o menor teor de matéria orgânica (9,49 g.dm³). Esse fato muito provavelmente reflete o contexto dos avançados processos de desertificação, no município de Currais Novos. Há, sobretudo, um interessante incremento dos teores de matéria orgânica, de acordo com a espacialidade e diante da configuração das unidades geoambientais. Neste caso, nota-se que esse incremento ocorre em direção leste-oeste, geralmente associado às áreas mais rebaixadas do relevo (Figura 4).

Figura 4: matéria orgânica dos solos nos pontos amostrais do Seridó potiguar - Brasil



Fonte - Elaborado pelo autor

Os solos degradados em áreas susceptíveis à desertificação geralmente apresentam déficit hídrico, salinidade/sodicidade, baixos teores de matéria orgânica, nitrogênio, reserva de nutrientes, alta erodibilidade, pedregosidade e rochiosidade (THOMAS, MIDDLETON, 1993; LAL, 2009); de modo que, conhecer as condições pedológicas nessas áreas é fundamental para o planejamento e controle da degradação do solo (CORTI ET al., 2020; VALADARES; ROCHA JÚNIOR; AQUINO, 2020).

Conforme é destacado por Duque (1953), no geral, os solos do sertão se distinguem principalmente pela relativa pobreza de matéria orgânica e pelo elevado teor de minerais. No entanto, é importante ressaltar a espacialização e variedade de ambientes e condições específicas no contexto morfo-pedológico e de paisagem no contexto regional.

Em uma perspectiva integradora, a matéria orgânica do solo é um componente frequentemente negligenciado na análise dos solos, mas é fundamental para a compreensão das paisagens. Essa inclui organismos vivos, resíduos orgânicos e vegetais em diversos estágios de decomposição, e compostos orgânicos resultantes do metabolismo atual e passado do solo (STEVENSON, 1994; BRADY; WEIL, 2013).

Para se ter uma ideia, os solos armazenam globalmente quase três vezes mais carbono orgânico do que a biomassa acima do solo e o dobro do encontrado na atmosfera (ESWARAN; BERG; REICH, 1993). A matéria orgânica é um importante contribuinte para a capacidade de troca catiônica das camadas superficiais do solo (20-90%) e praticamente toda em solos orgânicos. Além disso, é uma fonte significativa de fósforo, enxofre e a principal fonte de nitrogênio para a maioria das plantas (BRADY; WEIL, 2013). E retém água, aumentando sua disponibilidade para o crescimento das plantas, sendo fundamental para a manutenção do equilíbrio biológico do solo, especialmente em regiões áridas com déficit hídrico.

A literatura aponta que os solos, vegetação e clima se alteram facilmente em função da maior altitude, onde a umidade efetiva e a produção de matéria orgânica geralmente aumentam com a elevação (CHADWICK; NETTLETON; STADL, 1995). Entretanto, no caso do Seridó potiguar, é importante salientar que o aumento dos teores da matéria orgânica do solo ocorre conforme o decaimento topográfico, em direção às planícies fluviais. Esse incremento pode estar relacionado ao aumento da umidade e contato com os rios, aumento das temperaturas e intensificação do processo de lixiviação, que leva ao carreamento de materiais diversos em direção às áreas mais rebaixadas.

Além disso, nas áreas mais rebaixadas, onde o lençol freático se aprofunda, os solos apresentam aumento da lixiviação, maior produção de matéria orgânica e maior desenvolvimento (RUNGE 1973, MILLER, ACTON; ARNAUD, . 1985). A topografia facilita o influxo adicional de água, sendo um componente importante para a zona de saturação (lençol freático) e alteração do estado de oxigenação dos lençóis freáticos ao longo do tempo (SCHAETZL; ANDERSON, 2005). A maior parte da matéria orgânica na maioria

dos solos resulta da decomposição dos resíduos orgânicos (KABATA-PENDIAS; PENDIAS, 2001) e é a principal fonte de nutrientes do solo (PRASAD; POWER, 1997).

Esse contexto difere ainda daquele apresentado por Souto et al. (2013), que destacam fatores limitantes para a atividade microbiana em áreas de Caatinga, relacionados à baixa pluviosidade e às elevadas temperaturas do solo. Segundo os autores, isso torna o processo de decomposição mais lento, indicando a influência climática na atividade dos organismos decompositores. Nesse caso, a questão seria mais da condição higrométrica do que propriamente somente da temperatura.

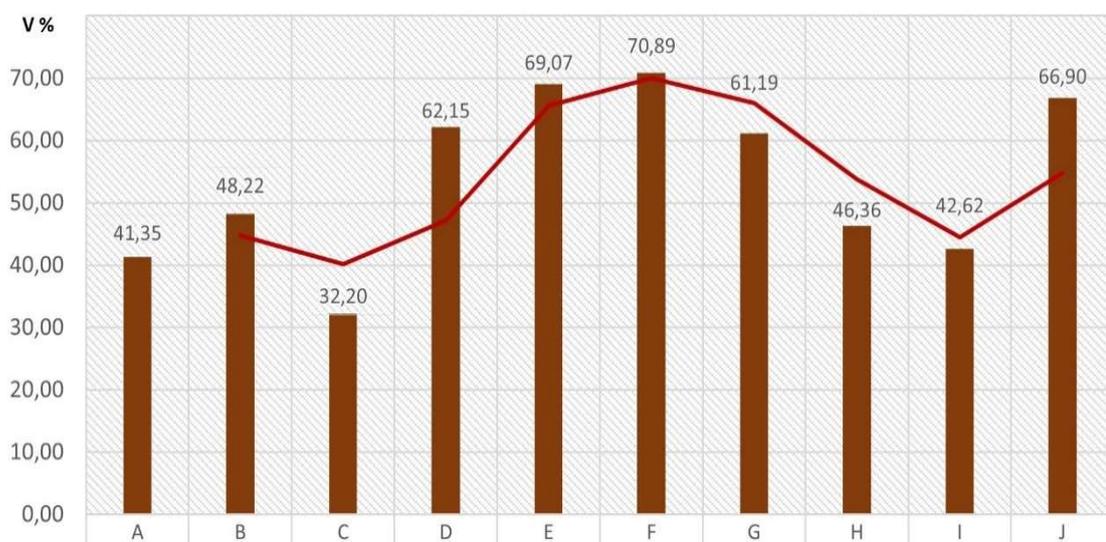
Em geral, o teor de matéria orgânica do solo parece estar relacionado a parâmetros climáticos (temperatura e umidade do solo), influenciados pelo material de origem, especialmente teor de argila (NICHOLS, 1984), drenagem e tipo de vegetação (BRADY; WEIL, 2013), e ainda ao fator topográfico e às unidades da paisagem regional.

O entendimento dessas relações pode auxiliar nas discussões sobre as interações solo-paisagem no semiárido, direcionando a tomada de decisões, o planejamento e a seleção de áreas prioritárias para conservação. Nesse contexto, é importante reconhecer que a perda de matéria orgânica leva à deterioração da estrutura do solo, compactação, diminuição da capacidade de retenção de água e nutrientes, redução na taxa de infiltração e aceleração do escoamento e erosão (LAL, 2009).

Por último, destacam-se os valores de capacidade de troca catiônica a pH 7 e V% como sendo importantes indicadores da fertilidade do solo. Entre os pontos analisados, o Ponto E apresentou o maior valor de CTC a pH 7 (22,76), enquanto o Ponto A tem o menor valor (8,22). O Ponto F tem a maior saturação das bases (70,89%) e o Ponto C a menor (32,20%).

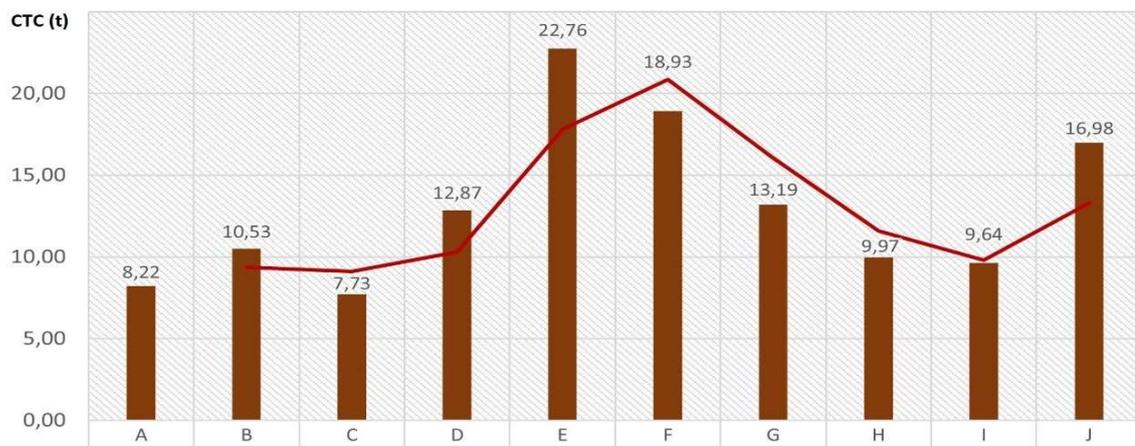
Nos sistemas geoambientais topograficamente mais elevados do Seridó, correspondentes ao Maciço Residual da Formiga e às serras secas e morros baixos do Planalto da Borborema, verificou-se interessante diminuição da fertilidade com relação aos geossistemas circundantes. Esses se destacaram, pois, pela baixa saturação de bases (V%) relacionada ao caráter distrófico e baixo teor de nutrientes, e, conseqüentemente, à sua capacidade de troca catiônica dos solos analisados (Figuras 5 e 6). Entretanto, os valores encontrados estão acima dos valores observados por Medeiros (2013) em área do próprio Seridó.

Figura 5 - Saturação de bases em distintos ambientes no Seridó Potiguar



Fonte - elaborado pelo autor.

Figura 6: capacidade de troca catiônica (CTC) do solo no Seridó potiguar - Brasil



Fonte - Elaborado pelo autor

Tais dados se contrapõem, por exemplo, às proposições de Sá, Riché e Fotius (2003) acerca das observações nos solos do Planalto da Borborema. Nesse caso, segundo os referidos autores, esses são geralmente pouco profundos e de fertilidade bastante variada, predominando os solos de fertilidade média e alta. Para o recorte espacial estudado, entretanto, esses se revelam condizentes somente no subsistema de depressão interplanáltica no município de Currais Novos, no Planalto da Borborema; ao passo que, conforme observado, no restante desse geossistema os teores se apresentaram, sobretudo, consideravelmente menores do que àqueles obtidos em outros geoambientes.

Em todo caso, a degradação ou à própria evolução do meio parece possibilitar e impulsionar que haja uma maior 'disponibilidade e mobilidade' de nutrientes aos solos, de modo transportados aos horizontes superficiais. O estudo de solos se perfaz, pois, em um importante instrumento de análise acerca da evolução do meio natural, e conseqüentemente, sobre a distribuição espaço-temporal das paisagens geográficas. Sobre essa assertiva pode-se atentar para o estabelecimento de duas perspectivas historicamente desenvolvidas, no âmbito da pedologia e estudo da cobertura pedológica, a saber: a de verticalidade relacionada ao estudo do perfil do solo e a de tridimensionalidade associada a análise estrutural da cobertura pedológica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise integrada da paisagem, a partir das relações morfopedológicas, se apresenta como sendo fundamental para o planejamento sustentável e a conservação dos ecossistemas locais do semiárido. A adoção de práticas de manejo adequadas e a identificação de áreas prioritárias para ações de conservação e recuperação podem contribuir significativamente para a preservação da biodiversidade, a manutenção dos serviços ecossistêmicos e a melhoria das condições de vida de suas populações.

No Seridó potiguar, entre os pontos analisados, é na unidade de planície fluvial em que se encontram as melhores condições geoambientais e de potencial para a maior produtividade da matéria orgânica. No cenário observado, as planícies fluviais se destacam entre os geoambientes em que se encontram as melhores condições pedológicas, potencial de fertilidade e maior produtividade da matéria orgânica no contexto do semiárido regional. O melhor entendimento de sua natureza e dos fatores que governam sua produção e estabilização auxiliará na busca de práticas de manejo que contribuam para conservação ou recuperação dessas áreas.

Em síntese, a análise das relações entre solos, vegetação, clima e topografia no Seridó potiguar oferece insights valiosos sobre os processos que afetam a produção de matéria orgânica e a dinâmica do ecossistema local. Ao levar em consideração essas relações e padrões, é possível obter uma compreensão mais aprofundada das características do ambiente e suas propriedades físicas, químicas e biológicas regionais. Essas informações podem ser úteis para orientar a gestão e a conservação dos recursos do solo e para promover a sustentabilidade ambiental nos diferentes territórios.

AGRADECIMENTOS

O primeiro autor da pesquisa agradece à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pela bolsa concedida durante a pesquisa para o doutoramento.

REFERÊNCIAS

- ABBADIE, L. et al.: **Lamto**: structure, functioning, and dynamics of a Savanna ecosystem, *Ecological Studies*, 179, 415 pp., 2006. <https://doi.org/10.1007/0-387-33857-8>
- ACCIOLY, L. J. O. et al. Avaliação de Mudanças no Albedo do Núcleo de Desertificação do Seridó através de Imagens do Landsat TM. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10., Foz do Iguaçu.. **Anais...** Foz do Iguaçu: INPE, 2001.
- BERTRAND, G. **Paisagem e Geografia física global**: esboço metodológico. Cadernos de Ciência da Terra, São Paulo, n. 13, 1972.
- BOCQUIER, G. **Genèse et évolution de deux toposéquences de sols tropicaux du Tchad. Interprétation biogeodynamique**. Mém. ORSTOM, n. 62, 350 p., 1973.
- BOULET, R. **Toposéquences de sols tropicaux en Haute Volta**: équilibres et déséquilibres pédobioclimatiques., Mém. ORSTOM, v. 85, 272 p., 1978.
- BOULET, R. et al. **Analyse structurale de la couverture pédologique et experimentation agronomique en Guyane Française**. ORSTOM, Ser. Pedologie. XXI, v. 1, p. 21-31, 1984.
- BRADY, N. C; WEIL, R.R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 3. ed., Porto Alegre: Editora Bookman, 2013.
- CAMPOS, M. C. C.; CARDOZO, N. P.; MARQUES JÚNIOR, J. Modelos de Paisagem e sua Utilização em Levantamentos Pedológicos. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, n. 1, 2006.
- CARVALHO, R. G.; KELTING, F. M. S.; AGUIAR, P. F. Diagnóstico ambiental integrado do município de Grossos/RN: subsídios ao planejamento ambiental. **Revista Departamento de Geografia**, v. 23, 2012. <https://doi.org/10.7154/RDG.2012.0023.0005>
- CAVALCANTI, L. **Cartografia de Paisagens**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.
- CHADWICK, O. A., NETTLETON, W. D., AND G. J. STAYDL. Soil polygenesis as a function of Quaternary climate change, northern Great Basin, USA. **Geoderma** v. 68, n. 1, 1995.
- CONTI, J. B. O conceito de Desertificação. **CLIMEP Climatologia e Estudos da Paisagem**, v. 3 n. 2, 2008. https://doi.org/10.1007/978-3-030-33832-9_39
- CORTI, G. et al. Forests and Soils: Sustainable Products and Ecosystem Services for Human Well-Being. In: LONGHI, S. et al. (orgs) **The First Outstanding 50 Years of Università Politecnica delle Marche: Research Achievements in Physical Sciences and Engineering**, Springer, Berlin, 2020, p. 617-630.
- DUQUE, J. G. **Solo e água no polígono das secas**. Fortaleza: Departamento Nacional de Obras contra as Secas (DNOCS), 3. Ed., 1953.
- ESWARAN, H., BERG, E. V. D.; REICH, P. Organic carbon in soils of the world. **Soil Science Society of American Journal**. v. 57, n. 1, 1993. <https://doi.org/10.2136/sssaj1993.03615995005700010034x>
- ISABEL, L. M. S.; RIBEIRO, L. P. Caracterização e algumas relações pedogenéticas da matéria orgânica em uma topossequencia de solos em região de clima semiárido – Itaberaba – BA. **Geochimica Brasiliensis**, v. 8, n. 1, 1994.
- JACOMINE, P. K. T.; et al. **Levantamento exploratório reconhecimento de solos do estado do Rio Grande do Norte**. Recife, Ministério da Agricultura/ Sudene, 1971. 531p. (Boletim Técnico, 21; Série Pedologia, 9).
- KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants**. 3. ed. Boca Raton, CRC Press, 2001. <https://doi.org/10.1201/9781420039900>
- LAL, R. Soil quality impacts of residue removal for bioethanol production. **Soil & Tillage Research**, v. 102, p. 233–241, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.still.2008.07.003>

- MEDEIROS, L. C. Caracterização físico-química de um Neossolo Litólico na região Seridó do RN. **Revista agropecuária científica no semiárido**, v. 9, n. 4, p. 01-07, 2013.
- MILLER, J. J.; ACTON, D. F.; ARNAUD, R. J. ST. The effect of groundwater on soil formation in a morainal landscape in Saskatchewan. *Can. J. Soil Science*, v. 65, 1985. <https://doi.org/10.4141/cjss85-033>
- MONGER, H. C.; BESTELMEYER, B. T. The soil-geomorphic template and biotic change in arid and semi-arid ecosystems. **Journal of Arid Environments**, v. 65, n. 2, p. 207-218, 2006.
- MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell & Environment**, v. 25, n. 2, p. 239-250, 2002.
- NICHOLS, J. D. Relation of organic carbon to soil properties and climate in the southern Great Plains. **Soil Science Society of America Journal**, v. 48, n. 6, 1984.
- PEREIRA NETO, M. C.; SILVA, N. M. Relevos residuais (maciços, inselbergues e cristas) como refúgios da biodiversidade no Seridó potiguar. **Revista Geonorte**, v. 3, n. 4, 2012.
- PEREIRA NETO, M. C.; FERNANDES, E. Fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do Rio Seridó (RN/PB – Brasil). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 16, n. 3, 2015. <https://doi.org/10.20502/rbg.v16i3.603>
- PEREIRA NETO, M. C. **Predisposição à desertificação no núcleo Seridó (RN - Brasil)**: geocologia de paisagens semiáridas. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 195p, 2016.
- PEREZ-MARIN, A. M. et al. Núcleos de desertificação no semiárido brasileiro: ocorrência natural ou antrópica? **Parcerias Estratégicas**. Brasília, v. 17, n. 34, 2012.
- PRASAD, R.; POWER, J. F. **Soil Fertility Management for Sustainable Agriculture**. Lewis Publishers in an Imprint of CRC Press, 243p, 1997.
- QUEIROZ NETO, J. P. et al. Um estudo de dinâmica de solos: formação e transformação de perfis com horizonte B textural. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 18., Salvador, **Anais...** comunicação 169. Salvador, SBCS, v. 1, 1981.
- RABELO, D. R.; DE ARAÚJO, J. C. Estimativa e mapeamento da erosão bruta na bacia hidrográfica do Rio Seridó - Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. v. 20, n. 2, 2019. <https://doi.org/10.20502/rbg.v20i2.1414>
- RODRIGUEZ, J. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geocologia de Paisagens**: uma visão geossistêmica da análise ambiental. Fortaleza: Editora UFC, 2004.
- RUNGE, E. C. A. Soil development sequences and energy models. **Soil Science**. v. 115, 1973.
- SÁ, I.B.; RICHÉ, G. R.; FOTIUS, G. A. As paisagens e o processo de degradação do semiárido nordestino. In: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T. et al. (Eds.) **Biodiversidade da Caatinga**: áreas e ações prioritárias para a conservação. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; Universidade Federal de Pernambuco, 2003. p.18-36.
- SANTOS, R. D. et al. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 7.ed., Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015.
- SCHAETZL, R.; ANDERSON, S. **Soils**: genesis and geomorphology. Cambridge University Press, New York, 832pp., 2005. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511815560>
- SILVA, M. L. N.; et al. Toposequência de Neossolos na zona rural de Florânia, Rio Grande do Norte. **Revista ACSA**. v. 10, n. 1, 2014.
- SINOWSKI, W.; AUERSWALD, K. Using relief parameters in a discriminant analysis to stratify geological areas with different spatial variability of soil properties. **Geoderma**, v. 89, n. 1-2, 1999. [https://doi.org/10.1016/S0016-7061\(98\)00127-X](https://doi.org/10.1016/S0016-7061(98)00127-X)
- SOUTO, P. C. et al. Taxa de decomposição da serapilheira e atividade microbiana em área de Caatinga. **Cerne**, Lavras, v. 19, n. 4, 2013.
- SOUZA, M. J. N.; OLIVEIRA, V. P. V. Análise ambiental – uma prática da interdisciplinaridade no ensino e na pesquisa. **REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA**, Fortaleza, v. 7, n. 2, nov. 2011.

STEVENSON, F. J. **Humus chemistry**: genesis, composition, reactions. 2. ed. John Willey, New York, USA. 496pp. 1994.

THOMAS, D. S. G.; MIDDLETON, N. J. Salinization: New Perspectives on a Major Desertification Issue. **Journal of Arid Environments**, v. 24, 95-105.,1993. <https://doi.org/10.1006/jare.1993.1008>

VALADARES, G. S.; ROCHA JÚNIOR, A. F.; AQUINO, C. M. S. de. Caracterização de solos no núcleo de desertificação de Gilbués, Piauí, Brasil, e sua relação com os processos de degradação. **Physis Terrae**, v. 2, n. 1, 2020. <https://doi.org/10.21814/physisterrae.2618>

Recebido em: 13/04/2023

Aceito para publicação em: 11/09/2023