

RESPOSTA DE ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO EM DIFERENTES ESTÁGIOS DE DEGRADAÇÃO PELA EROÇÃO HÍDRICA

Giulliana Karine Gabriel Cunha¹
Caroline Eloize Barreto de Medeiros²
Jéssica Freire Gonçalves de Melo³
Karina Patrícia Vieira da Cunha⁴

RESUMO

A degradação e o desequilíbrio ambiental provocado pelo processo de erosão tem como resultado alterações nos atributos do solo. As ações antrópicas intensificam o processo erosivo do solo, modificando assim suas características e funções. A presença de marmitas, ravinas e voçorocas indicam, nessa ordem, o desencadeamento da evolução de intensidades de degradação ambiental. O manejo inadequado e a não adoção de técnicas de conservação e recuperação do solo são os principais fatores para a intensificação do processo de erosão, tornando o solo mais vulnerável a degradação. Diante deste contexto, o objetivo do estudo é avaliar a degradação ambiental em um latossolo amarelo que apresentam diferentes intensidades do processo erosivo a partir da análise dos atributos físicos e químicos como: granulometria, densidade de solo, densidade de partículas, porosidade total, pH e condutividade elétrica, a fim de identificar variações nas respostas desses atributos e relacioná-los às diferenças na intensidade da degradação. Para o estudo foi realizada análise estatística descritiva e Análise de Componente Principais (ACP). Os resultados dos atributos indicam que as diferenças entre as áreas, principalmente, na granulometria e condutividade elétrica, estão relacionadas à diferença de intensidade do processo erosivo voçoroca>ravina>marmita.

Palavras-chave: Voçorocas, Ravinas, Vulnerabilidade.

INTRODUÇÃO

A erosão hídrica do solo é um processo naturalmente presente na bacia hidrográfica como resultado do escoamento superficial das águas das chuvas. A taxa de perdas erosivas do solo aumenta à medida que ocorre a expansão do uso e ocupação do solo da bacia, promovendo a partir daí a degradação e o desequilíbrio do ambiente (FUSHIMI *et al.*, 2013; SILVEIRA; VETRORAZZI; VALENTE, 2014). Áreas degradadas são caracterizadas por

¹ Graduanda do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, giullianakarine12@gmail.com;

² Graduanda pelo Curso de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal - UFRN, caroleloizeb@gmail.com;

³ Mestre do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, jessicafgm@hotmail.com;

⁴ Professora do Dep. Engenharia Civil - Universidade Federal do Rio Grande do Norte UFRN, cunhakpv@yahoo.com.br.

alterações físicas, químicas e biológicas que comprometem a qualidade do solo ao ponto de não conseguir desempenhar suas funções ecossistêmicas (SAMANI *et al.*, 2018).

A exposição do solo aos agentes erosivos está associada ao uso antrópico, ou seja, a substituição da cobertura vegetal natural pelo plantio agrícola, construção de centros urbanos, estradas e exploração mineral que resulta no aumento da vulnerabilidade da área a erosão. Após a retirada da vegetação, as gotas de chuvas não são mais interceptadas pelas copas das árvores e nem utilizadas no fluxo transpiracional da raiz até a parte aérea e desta até a atmosfera. Dessa forma, um volume maior de água chega ao solo exposto e passa a escoar superficialmente resultando de início no despreendimento de partículas simples do solo de forma laminar e evoluindo para o transporte a partir do fluxo preferencial do escoamento formando-se os sulcos, e com o aumento da intensidade da erosão, podem ser formadas ravinas e até voçorocas (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

As ravinas têm a sua formação condicionada pela ação da água proveniente do escoamento superficial, ao passo que as voçorocas se desenvolvem pela evolução das ravinas, combinado com ação do escoamento subsuperficial e superficial (CASTRO *et al.*, 2004). As voçorocas e ravinas são canais incisivos naturais efeito de um desequilíbrio natural ou intensificado por ações antrópicas. A principal diferença entre as ravinas e voçorocas é sua propriedade dimensional. As ravinas possuem largura e profundidade de até 50 cm (GUERRA *et al.*, 2005), enquanto as voçorocas, que apresentam um estágio avançado de degradação, mobilizam vários metros cúbicos de solo a curto tempo, apresentando paredes laterais íngremes (SÁ, 2001). Grande parte do material transportado alcança os cursos d'água, ocasionando e intensificando enfraquecimento do solo de modo acelerado e condições de enchente em virtude do processo de assoreamento dos cursos d'água (BUCCI, 2015).

A avaliação dos atributos físicos e químicos do solo em ambientes que sofreram processos erosivos resultou no aumento da vulnerabilidade do solo a degradação (CARNEIRO *et al.*, 2009). As principais causas para essas alterações advêm da má utilização do solo, da não adoção de técnicas de conservação tornando o solo mais susceptíveis aos agentes erosivos (BORGES *et al.*, 2014).

Uma das principais e mais utilizadas técnicas de controle de erosão é a revegetação com o intuito de garantir a manutenção da qualidade do solo, impedido que o solo fique exposto e conseqüentemente sofra maior incidência erosiva (ANDRADE *et al.*, 2005). Porém, em áreas de voçorocamento, a ausência de nutrientes e o avançado processo de erosão

impedem o desenvolvimento das espécies vegetais nativas (COHEN e REY, 2005), o que evidencia a necessidade de intervenção de técnicas de recuperação de áreas degradadas.

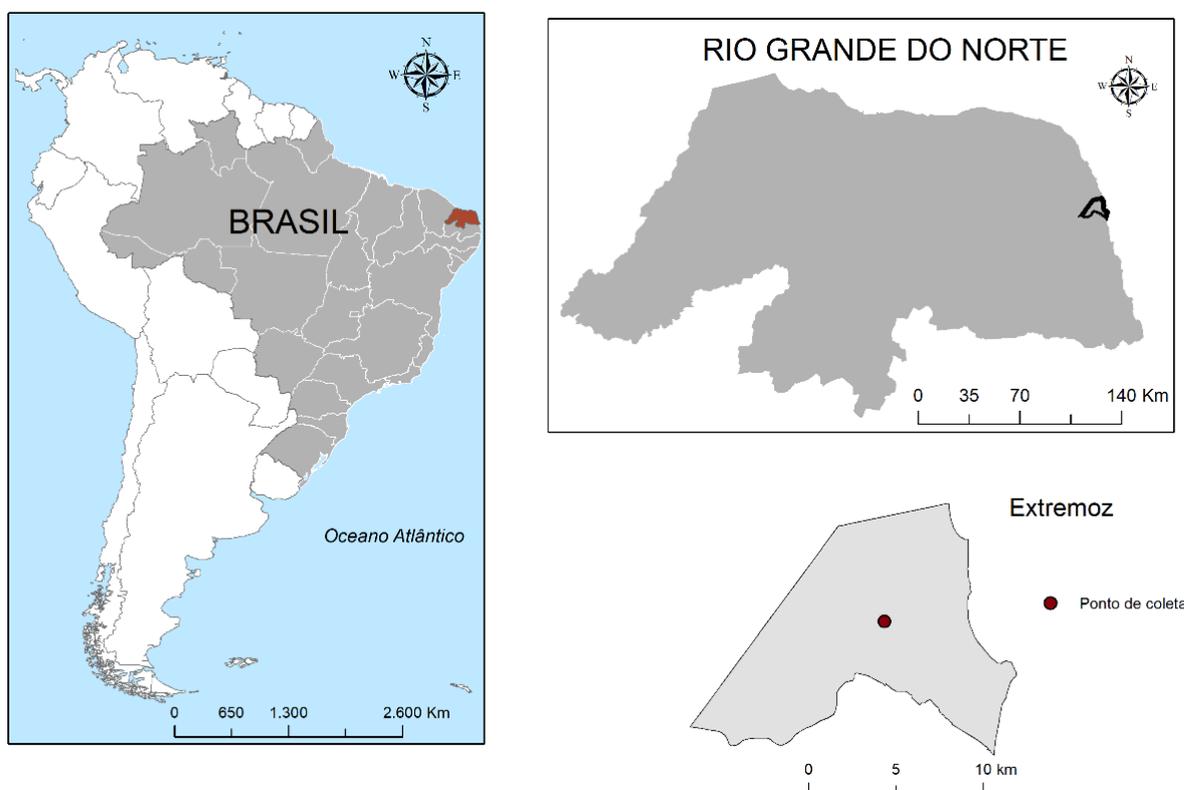
Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a degradação do solo a partir dos atributos físicos e químicos do solo de uma área de marmitta, ravina e voçoroca localizadas no município de Extremoz-RN, e selecionar indicadores de qualidade do solo a fim de subsidiar a tomada de decisão quanto a recuperação da área.

METODOLOGIA

Área de estudo

A área de estudo deste trabalho está localizada no município de Extremoz, no estado do Rio Grande do Norte e são representativas de três diferentes estágios de erosão hídrica denominadas: marmittas, ravinas e voçorocas (Figura 1). A área em estudo foi utilizada como área de empréstimo durante a construção de trecho da BR-101- Norte, que liga dos municípios de Extremoz/RN a Estivas/RN. Não há evidências na área de sistema de drenagem das águas pluviais e nem da aplicação de técnicas de recuperação de áreas degradadas.

Figura 1 – Localização das classes de erosão estudadas no município de Extremoz/RN



Fonte: a autora.

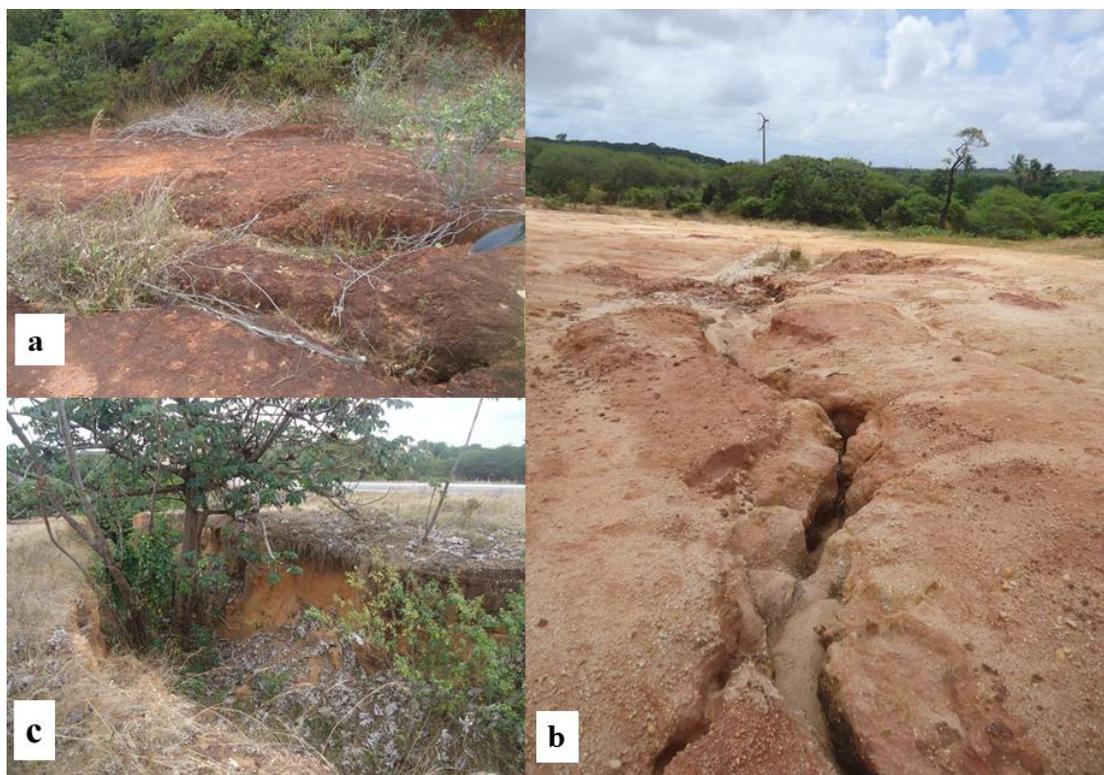
A região apresenta clima do tipo As, definido como tropical chuvoso com verão seco (ALVARES *et al.*, 2013). Com chuvas entre o mês de fevereiro e setembro, com temperatura média anual é de 26,1 °C (IDEMA, 2008). A vegetação natural está inserida no bioma Mata Atlântica constituída por tabuleiros costeiros (IDEMA, 2008).

A classe de solo predominante do município de Extremoz é o Neossolo Quartzarênico com manchas de Latossolo Vermelho-Amarelo. Na área de estudo, a classe predominante é o Latossolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 201), caracterizado por possuir avançado estágio de intemperização, mais desenvolvidos e profundos, típicos de regiões tropicais úmidas (EMBRAPA, 2018).

Análise da qualidade do solo

As amostras de solo sob diferentes estágios de erosão hídrica foram coletadas no município de Extremoz/RN para realização das análises dos atributos físicos e químicos do solo. As áreas de coleta foram: marmita, ravinas e voçorocas (Figura 2).

Figura 2 - Áreas sob diferentes estágios de erosão (a= Marmita; b=ravina; c=voçoroca)



Fonte: a autora.

As amostras foram coletadas na profundidade de 0 a 20 cm, formadas pela mistura de cinco amostras simples cada, coletadas de forma aleatória. Para cada estágio de erosão foram feitas três repetições. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente etiquetadas, levadas ao laboratório, secas em estufa, destorroadas e passadas em peneiras de 2 mm de abertura, para obtenção da terra fina seca em estufa (TFSE).

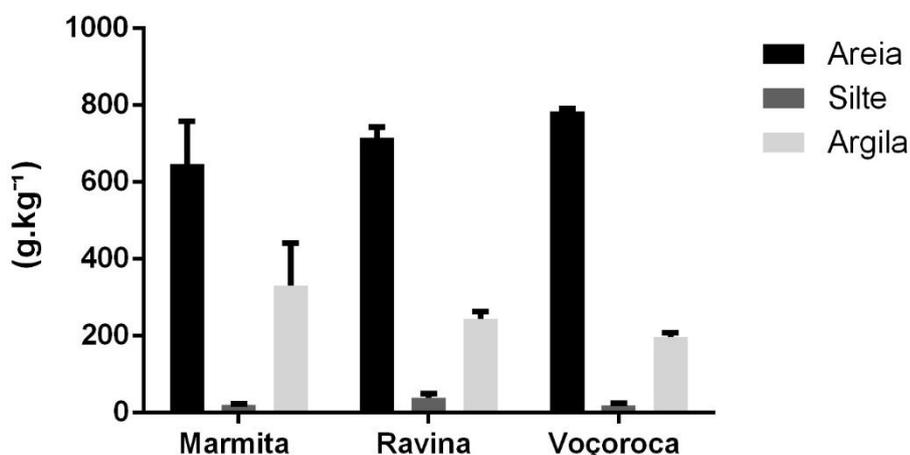
A metodologia utilizada para as análises de solo são preconizadas por Teixeira (2017). Os atributos físicos analisados foram granulometria, pelo método da pipeta; densidade do solo (D_s) pelo método da proveta; densidade de partículas (D_p) a partir do método do balão volumétrico; e porosidade total (PT) pela relação entre a densidade do solo e de partículas ($Pt = [1 - (D_s/D_p)] \times 100$). Os atributos químicos analisados foram pH e condutividade elétrica em água (1:2,5).

Os resultados foram submetidos à análise estatística descritiva, correlação de Pearson e a Análise de Componentes Principais (ACP) realizado no software PCORD v.6.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As frações granulométricas do solo variaram entre as áreas com diferentes estágios de erosão hídrica no município de Extremoz/RN (Figura 3). Apesar da variação nos teores de areia, silte e argila, a classe textural dos solos nas três áreas estudadas não variou. O solo tem classe textural franco-argilo-arenosa (TEIXEIRA *et al.*, 2017).

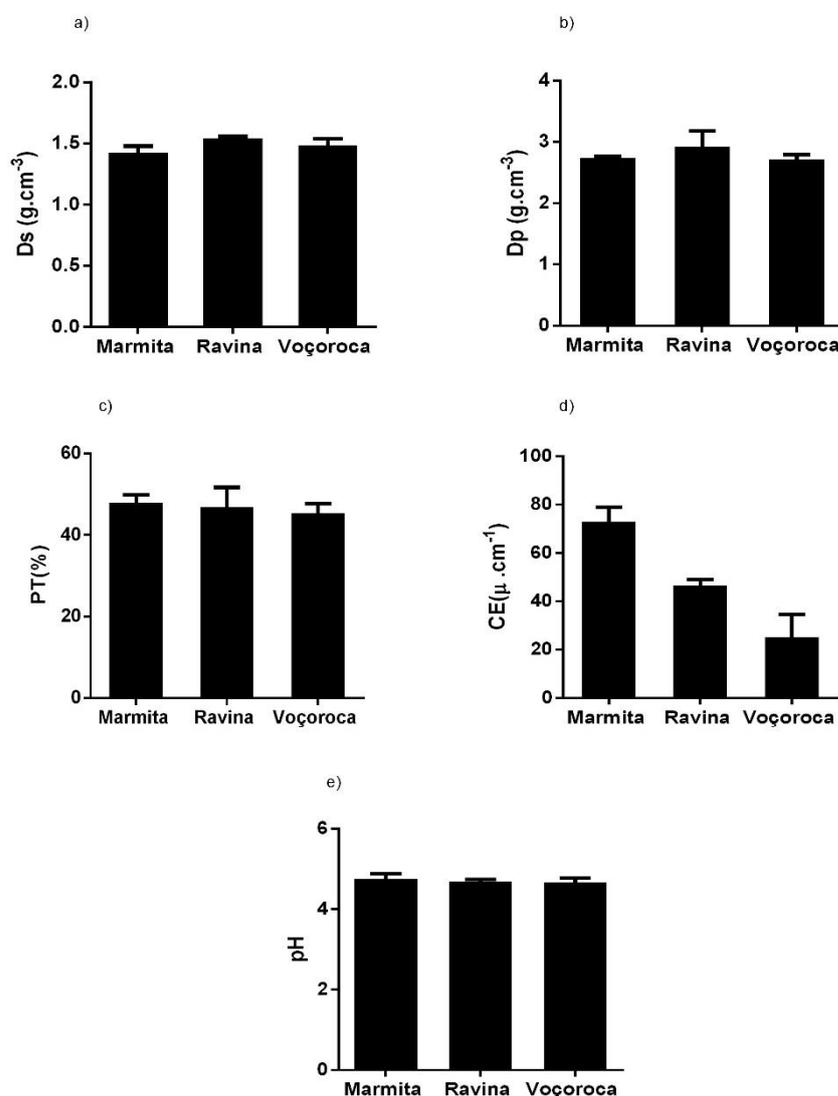
Figura 3 – Frações granulométricas do solo em áreas sob diferentes estágios de erosão hídrica no município de Extremoz, Rio Grande do Norte



Maiores teores de areia foram encontrados nas áreas de voçoroca, e os menores nas de marmita (Figura 3). Os solos da área de marmita, que possui menor grau de erosão, mantém maiores teores de argila. Enquanto o solo da área de voçoroca, que possui o mais avançado estágio de erosão, apresentam menores teores de silte e argila. A fração argila é perdida preferencialmente no processo erosivo devido a facilidade de arrastes pelo fluxo de escoamento por possuírem menores diâmetros de grãos (GOMIDE *et al.*, 2011). Dessa forma, o menor teor da fração argila nas áreas que sofreram voçorocamento coincide e indica o maior grau de erosão do solo dessas áreas. Vale ressaltar que dentre as áreas estudadas, a marmita apresentou maior variabilidade evidenciada por maiores valores de desvio padrão. Esse resultado é esperado uma vez que na área de marmita, as perdas erosivas são concentradas em pontos mais distantes entre si, o que torna a área a ser amostrada mais heterogênea. O alto teor de areia e o baixo teor de argila na voçoroca são indicativos de erosão, principalmente nessa área, que dentre as áreas estudadas é a que espera-se o mais avançado de estágio de degradação pelos processos erosivos. O baixo teor de areia e o alto teor de argila da área de marmita, quando comparada a outras áreas, corrobora que dentre as três áreas a marmita é a que apresenta o menor estágio de erosão.

Dentre os demais atributos físicos e químicos do solo, apenas a CE apresentou variações que podem está relacionadas ao estágio da erosão hídrica identificada visualmente em campo (Figura 2 e Figura 4d). A D_s variou 1,42 e 1,52 g cm^{-3} , enquanto a D_p não ultrapassou 2,92 g cm^{-3} que são valores característicos esperados para solos mais desenvolvidos como os Latossolos. A ausência de variações nos valores de D_s e D_p podem explicar a baixa variação dos valores de PT entre as áreas de diferentes estágios de erosão hídrica do solo. Vale salientar, porém a correlação negativa significativa entre PT e teor de areia ($r=-0,99$) que indica a tendência de redução da PT com o aumento do teor de areia observado nas áreas estudadas. O aumento do teor de areia também está relacionado à redução da CE, como mostra a correlação negativa e significativa entre essas variáveis ($r=-0,99$). O solo das três áreas estudadas apresentou pH ácido, variando de 4,67 a 4,76, e também não esteve correlacionado aos estágios de erosão observados na área.

Figura 4 – Atributos físicos e químicos de diferentes áreas sob diferentes estágios de erosão hídrica no município de Extremoz, Rio Grande do Norte



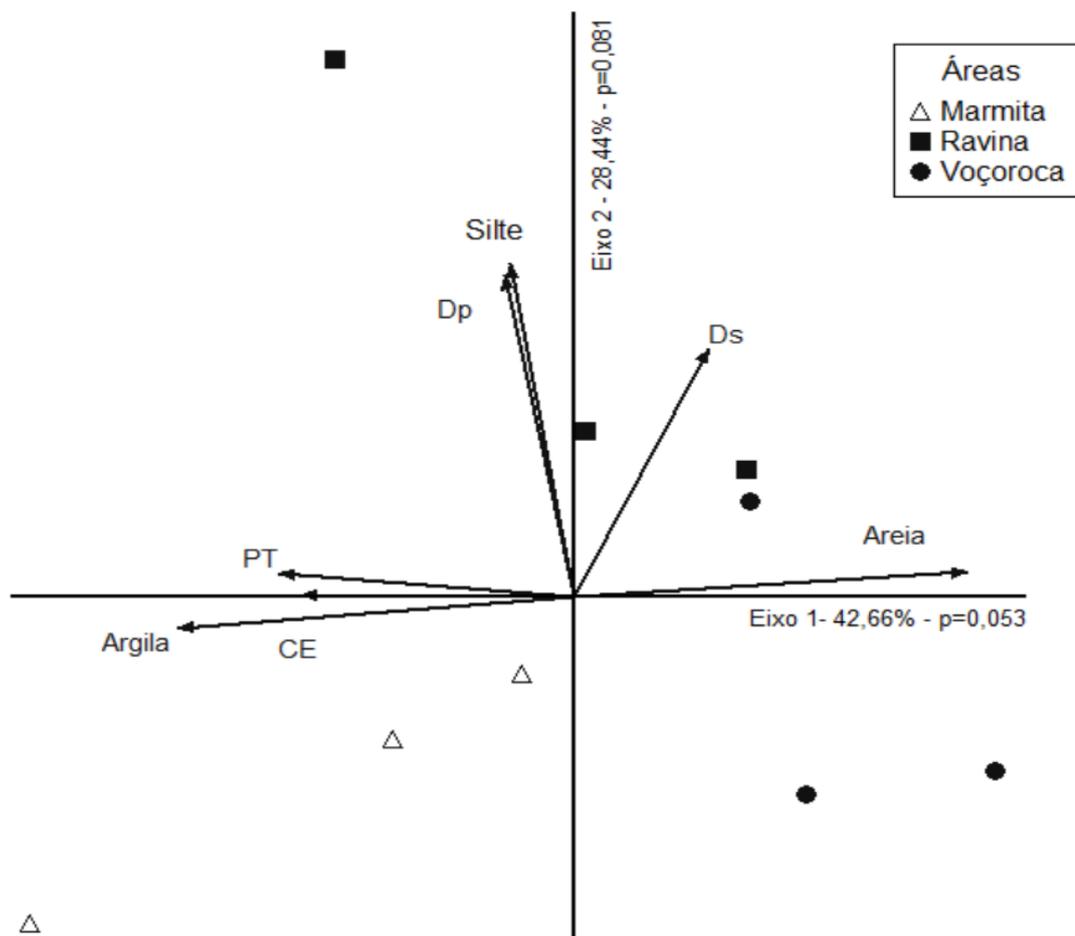
A marmita apresentou os maiores valores de CE que foi reduzida nas áreas de voçoroca (Figura 4d). A menor condutividade elétrica na área de voçoroca pode estar associada com os menores teores de bases trocáveis (NASCIMENTO, 2015), o que se espera em áreas que apresentam um estágio mais avançado de erosão, devido às perdas dessas bases em solução durante o fluxo de escoamento superficial e subsuperficial. Isso pode ser observado também nas marmitas que apresentam menor intensidade de erosão e os mais altos valores de CE.

A variação dos dados de atributos do solo demonstram a heterogeneidade das áreas devido a ocorrência de processos erosivos.

A Análise de Componentes Principais (ACP), realizada com oito atributos do solo, sendo seis físicos e dois químicos, explicou 71,10 % da variabilidade dos dados nos primeiros eixos (Figura 5). O eixo 1 justificou 42,66% dos dados, enquanto o eixo 2 explicou 28,44 %.

O eixo 1 apresentou correlação positiva com areia ($r= 0,902$), e negativa com argila ($r= -0,906$), PT ($r= -0,781$), pH ($r=-0,2053$) e CE ($r= -0,752$). O eixo 2 apresentou apenas correlação positiva com Ds ($r=0,757$), Dp ($r=0,862$), e silte ($r=0,877$).

Figura 5 – Análise de componentes principais dos atributos físicos e químicos do solo de áreas de diferentes estágios de erosão hídrica no município de Extremoz, Rio Grande do Norte. A seta representa um gradiente de erosão hídrica encontrado nas áreas amostradas.



No lado positivo do eixo 1, as unidades amostrais referentes a voçoroca ficaram relacionados aos altos valores de areia. No lado negativo, as unidades referentes a marmita estão relacionadas aos altos valores de argila, condutividade e porosidade total. No lado positivo, do eixo 2, as unidades de ravina estão relacionadas com os maiores valores de densidade de partículas, silte e densidade de solo.

A ACP segregou as unidades amostrais, evidenciando comportamentos diferentes em cada área em relação aos atributos físicos e químicos do solo, como também a ACP indicou

um gradiente de degradação ambiental do solo em função do nível de erosão laminar de cada área, sugerindo, como o esperado, que os solos sob as áreas de voçorocas estão em um nível avançado de erosão. Sendo as áreas sequenciadas pelo estágio de erosão, voçoroca>ravina>marmitta.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Os atributos do solo mais sensíveis a áreas de diferentes estágios de erosão foram a os teores de areia e argila e a condutividade elétrica do solo, que portanto são os principais indicadores do estágio de degradação das áreas estudadas por erosão hídrica.

- Os resultados demonstram a instalação de degradação ambiental em diferentes estágios de evolução e que precisam ser mitigados com a aplicação de técnicas de controle de erosão associadas a instalação de sistema de drenagem de água pluviais na estrada que margeia o solo.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A.G., *et al.* **Práticas mecânicas e vegetativas para controle de voçorocas.** EMBRAPA. Comunicado Técnico 33: 1-4, 2005.

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

BUCCI, M. M. H. Silva. *et al.* Análise de metais, agrotóxicos, parâmetros físico-químicos e microbiológicos nas águas da Represa Dr. João Penido, Juiz de Fora, MG. **Rev. Ambient. Água**, vol.10, n.4, pp.804-824, 2015.

BORGES, T. K. S., *et al.* Influência de práticas conservacionistas na umidade do solo e no cultivo de milho (*Zea mays* L.) em semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 38, p.1862-1873, 2014.

CARNEIRO, M.A.C. *et al.* Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 33, n.1, p.147-157, 2009.

CASTRO, S. S.; XAVIER, L. S.; BARBALHO, M. G. S. Atlas geoambiental das nascentes dos rios Araguaia e Araguainha: condicionantes dos processos erosivos lineares. Goiânia: Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Goiás, 75p, 2004.

COHEN, M.; REY, F. Dynamiques végétales et érosion hydrique sur les marnes les Alpes francaises du Sud. **Géomorphologie** : relief, processus. Environnement, v. 1, p. 31-44. 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Mapa de solos do Brasil.** Escala 1:5.000.000. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5ª ed. Rio de Janeiro, 2018.

FUSHIMI, M. *et al.* Vulnerabilidade ambiental e aplicação de técnicas de contenção aos processos erosivos lineares em áreas rurais do município de Presidente Prudente-SP. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 14, p. 343–356, 2013.

GOMIDE, P. H. O. *et al.* Atributos físicos, químicos e biológicos do solo em ambientes de voçorocas no município de lavras – MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 2, n. 35, p.577-567, 2011.

GUERRA, A. J. T., SILVA, A. S., BOTELHO, R. G. M. Erosão e Conservação dos Solos. 6 ed. **Editora Bertrand Brasil**, p.339, 2005.

IDEMA. **Perfil do seu município**. [S.l.], 2010. Disponível em:<<http://www.idema.rn.gov.br/>>. Acesso em: 7 ser. 2019.

NASCIMENTO, A. R. V. J do. **Atributos Físicos e Químicos de Áreas Degradadas pela Mineração de Scheeita na Região Tropical Semiárida**. 2015. 92 f. Dissertação (Mestrado) – Pós Graduação em Engenharia Sanitária, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

OLIVEIRA, Flávio P. De. *et al.* Fatores relacionados à suscetibilidade da erosão em entressulcos sob condições de uso e manejo do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [s.l.], v. 16, n. 4, p.337-346, abr. 2012

SÁ, C. A. Mapeamento de declividade voltado para o controle de processos erosivos em sítios florestais. *In*: SÁ, Clebson Alves. **Mapeamento da declividade voltado para o controle de processos erosivos em sítios florestais**. 2001. Monografia (Geoprocessamento) - Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2001.

SAMANI, K. M. *et al.* Effect of land-use changes on chemical and physical properties of soil in western Iran (Zagros oak forests). **Journal of Forestry Research**. V.30, p. 1-11, 2018.

SILVEIRA, H. L. F. *et al.* Avaliação multicriterial no mapeamento da suscetibilidade de deslizamentos de terra. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 38, n. 6, p. 973-82, 2014

TEIXEIRA, P. C. *et al.* **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa Solos, 2017. 574 p.