



Química Total Elementar do Solo de Duas Topossequências e sua Relação com o Relevo e Uso da Terra

Viviane Capoane⁽¹⁾; Danilo Rheineimer dos Santos⁽²⁾; Tatiana Mora Kuplich⁽³⁾; Ivan Renato Cardoso Krolow⁽⁴⁾; Luis Fernando Flenik Costa⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Bolsista no Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais (CRS-INPE), Av. Roraima nº 1000, Cidade Universitária, Camobi, Santa Maria – RS, 97105-970, capoane@gmail.com; ⁽²⁾ Professor no Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM); ⁽³⁾ Tecnologista Sênior no CRS-INPE; ⁽⁴⁾ Pós-doutorando no Departamento de Solos da UFSM; ⁽⁵⁾ Bolsista no CRS-INPE.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi determinar os teores totais de elementos químicos em solos de duas topossequências (Tp1 e Tp2) e relacioná-los com o uso da terra e relevo. As topossequências localizam-se no município de Júlio de Castilhos/RS. Na Tp1 foram definidos quatro pontos de amostragem e na Tp2 cinco pontos. Em cada perfil foram coletadas amostras em 5 camadas (0-5, 5-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm). A determinação dos teores totais de elementos químicos foi realizada com um espectrômetro de Fluorescência de Raios-X e os resultados obtidos foram submetidos à análise por componentes principais (CPs). Foram identificados 37 elementos químicos e quantificados 36. Na Tp1 a CP1 explicou 57,8% da variação e a CP2 15,2%. As, Cu, Fe, Ga, K, Na, Sc, Th, Ti, V e Zn apresentaram contribuição média de 4,3±0,3. Na CP2 os elementos que mais contribuíram foram o P, Ca e S, média de 14,9±0,9. Na Tp2 a CP1 explicou 55% da variação e a CP2 14,7%. Os elementos que mais contribuíram para a variação foram semelhantes aos da Tp1. Al, As, Ce, Co, Fe, Ga, Pb, Rb, Sc, Th, V e Zn, apresentaram contribuição média de 4,4±0,3. Para a CP2, os elementos que mais contribuíram para a diferenciação foram o Ba e o Zr, com 11 e 13,6%. Os teores totais variaram de acordo com a posição na encosta (ambiente de perda e deposição de material) e com o grau da influência antrópica (adição de fertilizante, manejo do solo e drenagem da área úmida).

Palavras-chave: Geoquímica do Solo, Fluorescência de Raios-X, Espectroscopia.

INTRODUÇÃO

As propriedades do solo são intrinsecamente variáveis na natureza, principalmente devido a fatores pedogenéticos a exemplo do material parental, clima, topografia, organismos e fluxos de matéria e energia ao longo do tempo (Helmke, 2000). Também, sua heterogeneidade está fortemente atrelada à gestão da terra pelos agricultores (Giller et al., 2006; Wei et al., 2008).

O reconhecimento de padrões espaciais e o conhecimento da composição química do solo podem auxiliar na avaliação de sua qualidade bem como a qualidade do ambiente, pois a mineralogia do solo constitui-se numa base útil para avaliar as propriedades funcionais inerentes do solo (Kabata-Pendias &

Mukherjee, 2007), como por exemplo, a quantidade e intensidade de nutrientes, pH e capacidade de tamponamento, capacidade de troca de cátions e ânions, estabilidade de agregados, proteção do carbono no solo e dispersão e resistência à erosão.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi determinar os teores totais de elementos químicos em solos de duas topossequências e relacionar estes dados com o uso da terra, relevo e drenagem de áreas úmidas.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

As topossequências estudadas estão inseridas em uma bacia hidrográfica predominantemente agrícola localizada no Município de Júlio de Castilhos (**Figura 1**). O clima da região é o subtropical medianamente úmido com variação longitudinal das temperaturas (Rossato, 2011). A geologia é composta de um arenito de origem fluvial pertencente a Formação Tupanciretã, estando estratigraficamente acima da Formação Serra Geral. O relevo é constituído por colinas suave onduladas e as classes de solo encontradas são Argissolo e Gleissolo.

Caracterização das topossequências

Na topossequência 1 (Tp1) foram definidos quatro pontos de amostragem de solo e na topossequência 2 (Tp2) cinco pontos. Na Tp1 a amplitude entre os pontos é de 11 metros e o comprimento de rampa entre o Tp1-1 ao Tp1-4 é de 120 metros. Os usos da terra nos pontos amostrados são: lavoura (Tp1-1, Tp1-2 e Tp1-3) e área úmida em pousio (Tp1-4). Entre os pontos de coleta Tp1-3 e Tp1-4 há três drenos canalizados.

Na Tp2 a amplitude entre os pontos é de 11 metros e a distância entre o ponto da meia encosta (Tp2-1) até a baixada (Tp2-3) é de 100 metros. Nessa topossequência foram coletadas amostras de solo em dois pontos na área úmida. Também, optou-se por incluir um ponto na meia encosta (Tp2-5) na vertente da sequência, pois o mesmo está inserido em área de campo nativo e poderia indicar o comportamento dos elementos químicos no perfil do solo quando não há revolvimento ou adição de fertilizantes pelo agricultor. Os usos da terra nos pontos amostrados são: lavoura (Tp2-1 e Tp2-2), área úmida (Tp2-3 e Tp2-4) e campo nativo (Tp2-5). Tanto a área de campo nativo, quanto à úmida, são utilizadas para o pastejo do gado durante todo o ano.



Coleta de solo

A coleta das amostras de solo foi realizada no mês de agosto de 2013. Em cada perfil foram coletadas amostras de cinco camadas (0-5 (a), 5-10 (b), 10-20 (c), 20-40 (d), 40-60 (e) cm), totalizando 45 amostras. Após a coleta, as amostras foram colocadas em sacos plásticos, acondicionadas em caixas e transportadas até o laboratório, onde foram secas em estufa de circulação forçada de ar à $\pm 50^\circ\text{C}$, maceradas, peneiradas em malha de $53\ \mu\text{m}$ (silte e argila) e, moídas ($\leq 50\ \mu\text{m}$) em moinho de batelada (IKA M20).

Preparo das amostras e determinações

As medições dos teores totais de elementos químicos nas amostras de solo foram feitas no Laboratório de Materiais Inorgânicos do Departamento de Química da UFSM, utilizando um espectrômetro sequencial de fluorescência de raios-X (FRX) por comprimento de onda, modelo *Bruker S8 Tiger*.

As amostras de solo foram preparadas utilizando o método *Geoquant*[®]. O pacote *Geoquant* determina o teor de 27 elementos até sub-ppm na amostra original sendo eles: U; Th; Pb; Ce; La; Ba; Cs; Sb; Sn; Mo; Nb; Zr; Y; Sr; Rb; As; Ga; Zn; Cu; Ni; Co; Cr; V; Sc; Fe₂O₃; TiO₂ e MnO. A rotina automática *Quantxpress* (de flúor a urânio) foi utilizada com a opção *Best Detection* sob vácuo para a quantificação dos demais elementos químicos. A análise dos espectros e quantificação dos teores de metais, metalóides e ametais foi realizada manualmente usando o programa *SPECTRA^{Plus}* com o método de calibração *Elemental* e *Oxides* com o padrão *Geoquant*. As rotinas *SPECTRA^{Plus}* foram realizadas na matriz e a correção de interferência interelemento, com seleção automática de linha.

Análise dos dados

Os teores (g kg^{-1} e mg kg^{-1}) de elementos químicos obtidos em laboratório foram tratados com base em Log_{10} buscando-se a linearização dos dados. Posteriormente os mesmos foram submetidos análise por componentes principais (CPs). A análise, padronização e plotagem dos dados foram realizadas com base na interpretação matemática e critérios definidos pelo programa estatístico PAST (Hammer et al., 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelo método *Geoquant* todos os elementos foram quantificados, a exceção do Mo que ficou abaixo do limite de detecção do aparelho. Pela rotina *geoexpress* também foram quantificados o Si, Al, K, Ca, Mg, Na, P, S, Br e o Cl.

Na topossequência 1, dos 36 elementos químicos quantificados, 26 correlacionaram-se positivamente e foram responsáveis por 57,8% da variação dos dados na CP1. Na CP2 foram dispostos 10 escores que acumularam 15,2% da variação dos dados. Em três CPs agrupou-se 81,8% da variação dos dados levantados. Na terceira e quarta componente, não plotadas foram acumulados 8,7 e 3,7% e, os demais escores foram dispostos em mais 15 componentes. O agrupamento de elementos químicos

deu-se em função do local de coleta (posição na encosta) e uso da terra (lavoura e área úmida). Devido principalmente às diferenças nos teores de K e Na, verifica-se que os pontos Tp1-1, Tp1-2 e Tp1-3 estão mais correlacionados entre si do que o Tp1-4, que apresentou os maiores teores desses elementos em todo o perfil comparativamente aos demais pontos da topossequência (**Figura 2**).

Na topossequência 2 dos 36 elementos químicos quantificados, 31 correlacionaram-se positivamente e foram responsáveis por 55% da variação dos dados. Na CP2 foram dispostos 5 escores que acumularam 14,7% da variação dos dados. Em três CPs agrupou-se 79,2% da variação dos dados levantados. Na terceira e quarta componente, não plotadas, foram acumulados 9,6 e 5%, e os demais escores foram dispostos em mais 20 componentes com 15,8%. Nessa topossequência os elementos que mais contribuíram para a variação da CPs foram semelhantes às encontradas para a Tp1, exceção do K que apresentou comportamento inverso. O agrupamento dos dados também ocorreu em função dos locais de coleta (posição na encosta) e usos da terra (lavoura, área úmida e campo nativo).

CONCLUSÕES

A técnica de FRX forneceu a impressão digital química do solo, o que possibilita a inferência das propriedades funcionais (químicas e físicas) que são de interesse na gestão agrícola e ambiental.

Os teores totais de elementos químicos variaram de acordo com a posição na encosta - ambiente de perda e deposição de material e, com o grau da influência antrópica - adição de fertilizante, manejo do solo e drenagem da área úmida.

REFERÊNCIAS

- Giller KE, Rowe EC, De Ridder N, Van Keulen H. Resource use dynamics and interactions in the tropics: scaling up in space and time. *Agricultural Systems*, 2006;88:8-27.
- Hammer O, Harper DA, Ryan PD. PAST - Paleontological Statistics. 2013.
- Helmke PA. The chemical composition of soils. In: Sumner ME, editor. *Handbook of Soil Science*. CRC Press, Boca Raton, FL, 2000. p. B3-B24.
- Kabata-Pendias A, Mukherjee Ab. *Trace Elements from Soil to Human*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. 2007.
- Rossato MS. Os climas do Rio Grande do Sul: variabilidade, tendências e tipologia. [tese]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2011.
- Wei J-B, Xiao D-N, Zeng H, Fu Y-K. Spatial variability of soil properties in relation to land use and topography in a typical small watershed of the black soil region, northeastern China. *Environmental Geology*, 2008;53:1663-1672.

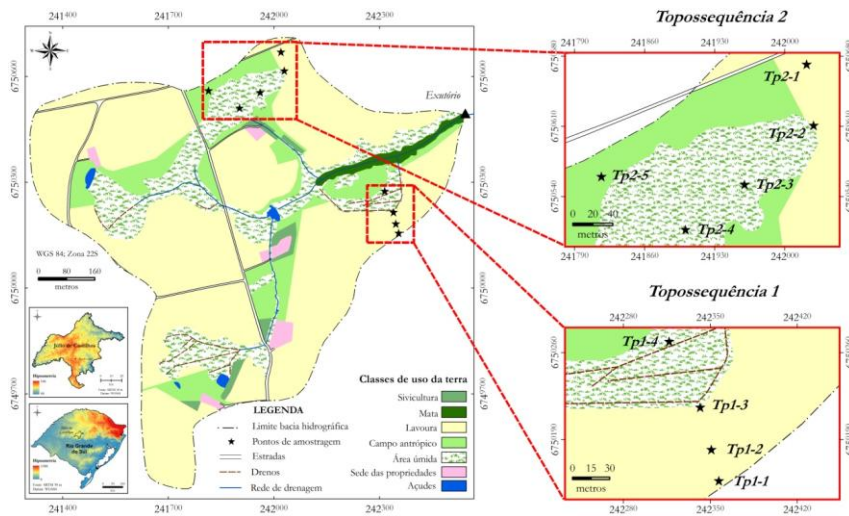


Figura 1. Localização dos pontos de amostragem de solo nas topossequências, Júlio de Castilhos, Rio Grande do Sul.

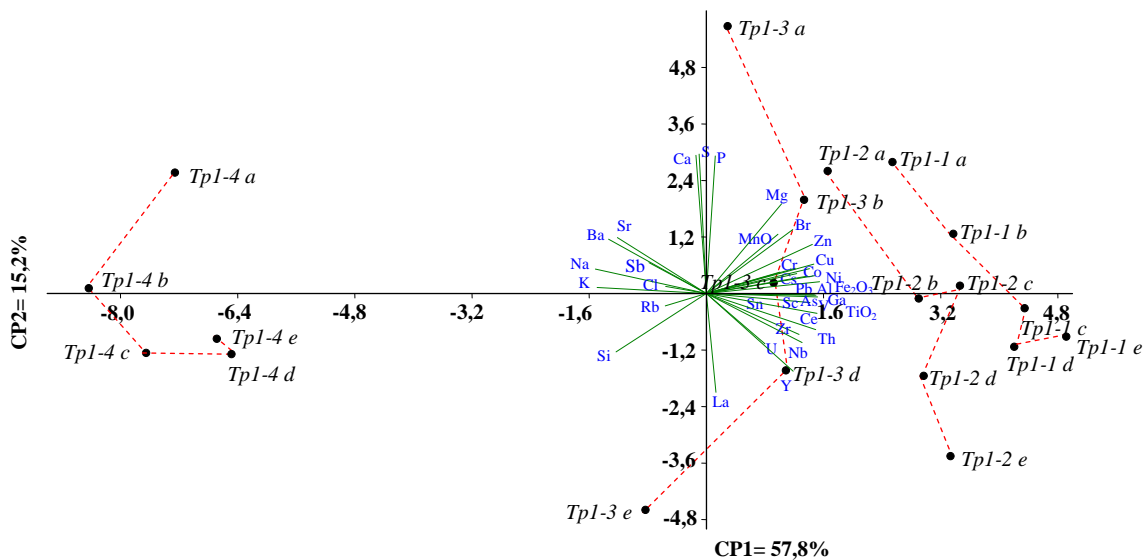


Figura 2. Dispersão dos escores das duas primeiras componentes das amostras de solo da topossequência 1.

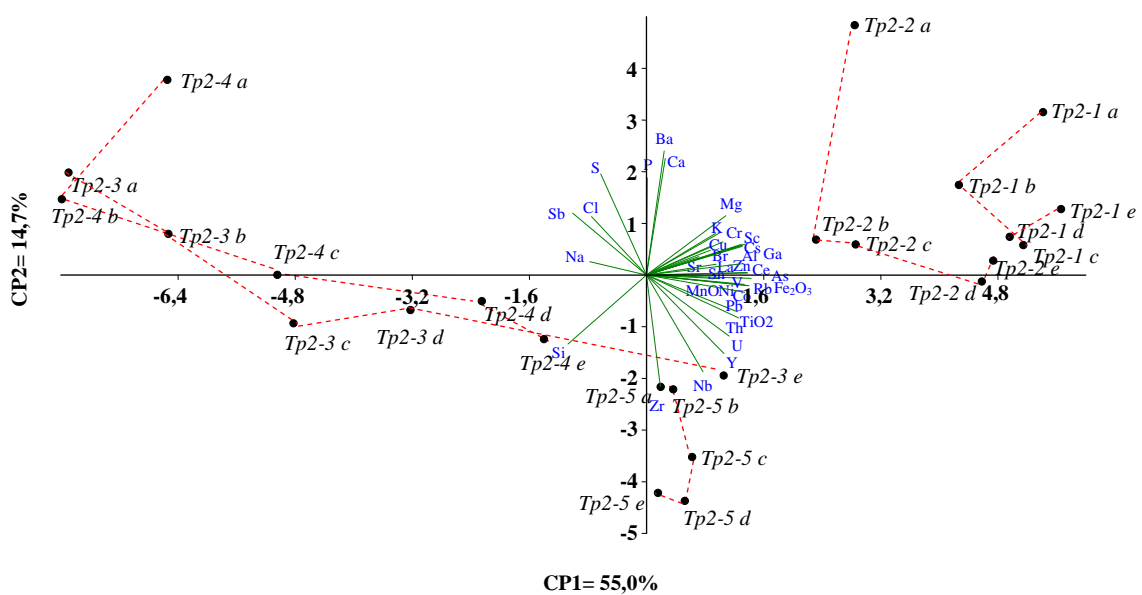


Figura 3. Dispersão dos escores das duas primeiras componentes das amostras de solo da topossequência 2.