

ISSN 2237-9223
versão eletrônica

REVISTA BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA

EDIÇÃO ESPECIAL DOS ANAIS DO

XXVI CONGRESSO NACIONAL DE

CRIMIN@LÍSTICA

IX CONGRESSO INTERNACIONAL DE PERÍCIA CRIMINAL E
XXVI EXPOSIÇÃO DE TECNOLOGIAS APLICADAS À CRIMINALÍSTICA

Volume 12

Número 3

2023

17 A 20 DE MAIO DE 2022 - EXPO DOM PEDRO - CAMPINAS-SP

LOCAL DE CRIME - NÃO ULTRAPASSE - LOCAL DE CRIME - NÃO ULTRAPASSE

Banco de Solos Forense para a Baixada Fluminense/ RJ: Levantamento das Variáveis pH e Densidade para Diferenciação em Solos

C.C. Canuto ^{a,c,*}, J.A Matos ^{b,c}, C.S. Silveira ^c, W.C. da Cruz ^b, C.S. Máues ^d

^a Secretaria de Polícia Civil do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (RJ), Brasil

^b Delegacia de Homicídios da Baixada Fluminense, Polícia Civil do Estado do Rio de Janeiro (RJ), Brasil

^c Universidade Federal Fluminense, Instituto de Química, Programa de Pós-Graduação em Geoquímica,
Departamento de Geoquímica, Niterói, RJ, Brasil

^d Departamento Geral de Polícia Técnica Científica, Polícia Civil do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (RJ), Brasil

*Endereço de e-mail para correspondência: claudianecanuto@pcivil.rj.gov.br. Tel.: +55-21- 97459-6726

Keywords: Solo, pH, Densidade, Forense, Baixada Fluminense

1. INTRODUÇÃO

Os solos podem constituir evidências que conectam uma pessoa ou objeto a um determinado local devido a sua capacidade de onipresença e transferência. Perfis físicos, químicos, mineralógicos, de DNA e outros dados digitais possibilita caracterizar (fingerprint) aspectos que promovem uma singularidade a um solo de uma região específica, permitindo assim geolocalizar sua origem, mesmo ocorrida a sua transferência [1]. Sendo muito providencial para a identificação de um local de crime, como por exemplo, em casos de encontro de cadáver, onde a sua morte ocorreu em local distinto, ou na configuração de presença de objetos e/ou pessoas num local de crime.

Na atualidade, a análise forense de solo envolve tanto a comparação entre duas amostras, quanto com base em algum banco de dados que possa fornecer informações sobre esses fingerprints. A combinação das análises geológicas forenses e o uso da SIG, tem se apresentado com um grande potencial em pesquisas ao redor do mundo. Cada vez mais países investem em bancos de fingerprint georreferenciados capazes de conectar um vestígio geológico a uma localização geográfica [2-5].

A Baixada Fluminense, pertencente à região metropolitana do Estado do Rio de Janeiro, se apresenta

como uma das regiões mais violentas, tanto do Estado quanto do País [6]. Sua característica de quantidades altas de ocorrência de homicídios, relacionada à sua grande cobertura de solo motivou uma parceria entre a Universidade Federal Fluminense e a Delegacia de Homicídios da Baixada Fluminense na construção de um banco de dados georreferenciado de fingerprints de solo da região. Parte da pesquisa envolve a investigação da eficiência de marcadores orgânicos e inorgânicos, e entre esses marcadores avaliados estão o pH, pelo sua capacidade de influência e indicar diversas propriedades do solo, e a Densidade das Partículas (Densidade Real) que são capazes de indicar presuntivamente os minerais.

Assim esse artigo apresenta os resultados preliminares das análises de pH e densidade real das amostras coletadas para o banco de solo na região da Baixada Fluminense.

2. MATERIAIS E MÉTODO

Foram coletadas 44 amostras compostas de solo superficial (0-10cm), de acordo com procedimentos definido por [7], distribuídas em 5 municípios da Baixada Fluminense (Figura 1). As amostras foram tratadas e analisadas para diferentes marcadores, entre eles a densidade real e o pH em água e KCl (Teixeira et

al., 2017) (Figura 2). Para densidade e pH as amostras foram todas feitas em triplicata. Os valores de ΔpH foram calculados posteriormente.

Os dados foram submetidos a análises estatísticas para avaliar sua capacidade de variabilidade entre os solos e multivariadas para avaliar sua participação na variabilidade, comparado com outros marcadores.

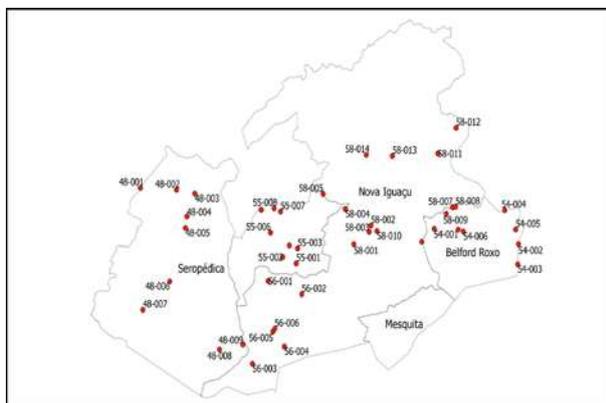


Figura 1. Mapa amostral de coletas efetuadas para o banco de solos forense da Baixada Fluminense

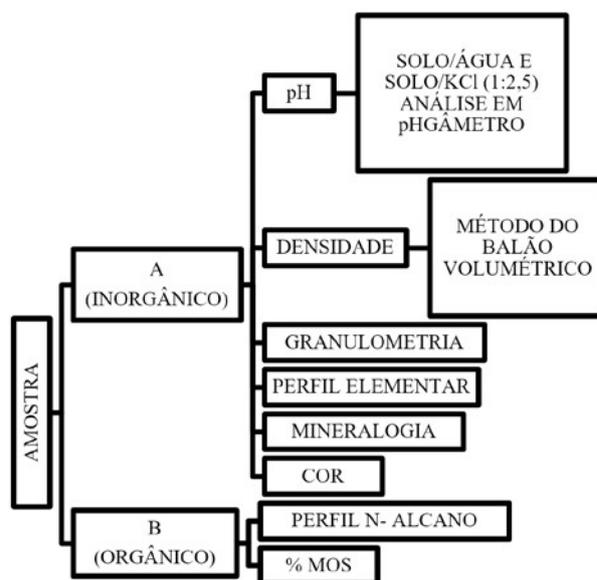


Figura 2. Descrição esquemática da metodologia de preparo e análise dos solos adotada .

n=44	Densidade (g/cm ³)	CV Triplícatas (%)	pH H ₂ O	CV Triplícatas (%)	pH KCl	CV Triplícatas (%)	ΔpH
Média	2,63	1,31	7,16	0,84	6,76	0,72	-0,40
DP	0,11		1,19		1,38		
Máximo	2,87	4,24	8,99	2,48	8,86	1,81	0,30
Mínimo	2,34	0,07	3,96	0,16	3,70	0,16	-1,23
CV	4,07		16,64		20,43		81,59

CV – coeficiente de variação, DP- desvio padrão

Tabela 1. Valores das variáveis pH e Densidade dos solos superficiais (n=44) na Baixada Fluminense

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As amostras foram coletadas, em maioria, em áreas de característica urbana, isto é, com presença de moradia e circulação de pessoas próxima. Os valores médios das variáveis, e suas triplicatas, são apresentados na Tabela 1.

A densidade apresentou um valor médio de 2,63 g/cm³, com amplitude de 2,34 a 2,87 g/cm³. Esse valor médio é condizente com a densidade de partículas de minerais como quartz, feldspatos e silicatos – que possuem densidade média, na literatura, entorno de 2,65 g/cm³ [8]. Os valores menores de densidade podem estar associados a presença maior de MOS, e os valores maiores a presença maior de óxidos de ferro no solo; já que ambos – MOS e Óxidos de ferro, possuem esta propriedade junto a densidade [8].

Tanto o pH em água, quanto o em KCl apresentaram amplitude alta (~ 4 a 8) e média de 7,16 e 6,76 respectivamente. No pH em água das amostras, os valores apresentaram a classificação entre extremamen-

te ácido e moderadamente alcalino, segundo a SIB-CS [9]; com amédia de pH sendo classificada como praticamente neutro. Esses valores foram diverso do observado por [10] que achou valores médios na faixa de moderadamente ácido para solos superficiais da região metropolitana do RJ; mas dentro do encontrado no trabalho de [11], que apresentou valor médio de 6,8 (praticamente neutro em sedimentos da Baixada Fluminense).

Considerando a afirmação de [12], que afirma que mais de 84% dos solos do Brasil possuem pH ácidos, os solos amostrados se apresentam na contra mão. Os autores acreditam que os valores elevados de pH podem estar relacionados a possível ausência de Al³⁺ e/ou solos com muita presença de cálcio ou cal (solo calcário), que por sua vez é bem característico em áreas urbanas devido a influência de construções.

Com os valores de pH em cada amostra, o ΔpH foi calculado e apresentou uma média de -0,40, com amplitude de 0,30 a -1,23. O ΔpH permite avaliar a

magnitude e o perfil do balanço de cargas do solo: Se o ΔpH tem valor negativo, predominam as cargas negativas (retenção de cargas positivas), e se tem valor positivo, predominam as cargas positivas [13]. Saber desse balanço permite caracterizar o solo e prever um importante fator: a capacidade de reter íons contaminantes, que podem ser importantes numa avaliação de crime ambiental, por exemplo. O fato de existir uma predominância de cargas negativas dos solos analisados indica a maior presença do mineral Caulinita e de matéria orgânica (MOS), como descrito por [14]; sugerindo que esses solos possuem a capacidade também de reter cátions, como o Ca^{+2} , em sua superfície.

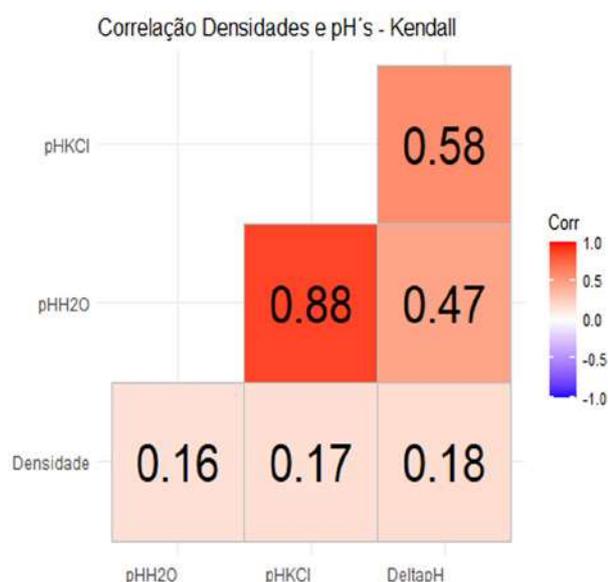


Figura 3. Correlação de Kendall entre as variáveis pH e Densidade das amostras coletadas para o banco de solos forense da Baixada Fluminense.

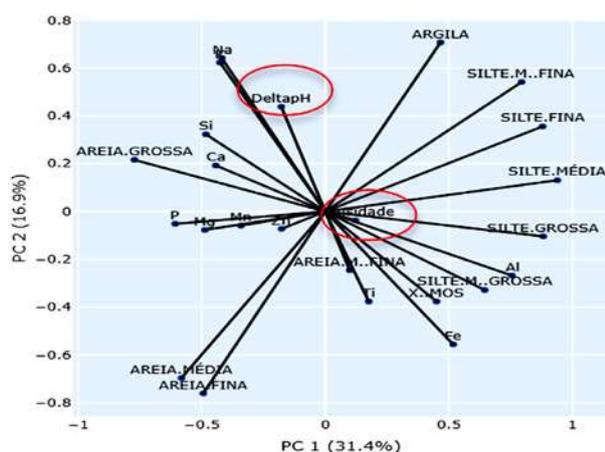


Figura 4. Análise dos principais componentes (PCA) das variáveis já analisadas nas amostras coletadas para o banco de solos forense da Baixada Fluminense.

Os valores de CV das variáveis foram baixos, com exceção do ΔpH . Não sendo consideradas, os pH e a densidade, boas variáveis discriminadoras entre solos para essa região. Observou-se que a alta correlação de Kendall entre as variáveis de pH (Figura 3), aliadas

ao CV das mesmas, elegeram o ΔpH como a variável mais apropriada para a análise multivariada. E a baixa correlação entre pH e densidade foi o fato que elegeu a densidade para se juntar as análises multivariadas. Na análise multivariada é possível observar a baixa influência da componente densidade (Figura 4), confirmando sua não habilitação inicial como marcador forense de discriminação de solos. O ΔpH por sua vez, além de ser uma componente com influência entre as variáveis analisadas no conjunto de amostras, apresentou agrupamento com íons – como esperado pelo descrito na literatura (Figura 5).

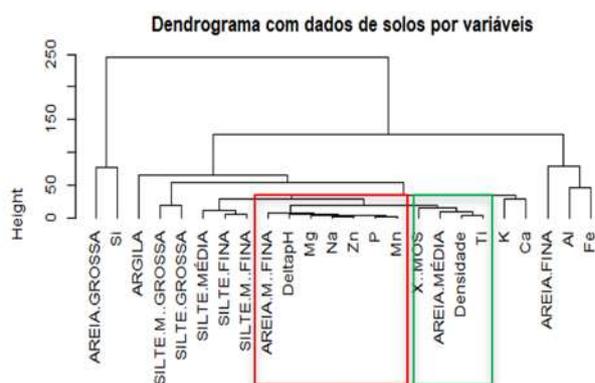


Figura 5. Dendrograma das variáveis já analisadas nas amostras coletadas para o banco de solos forense da Baixada Fluminense

4. CONCLUSÕES

- 1 - Das variáveis de pH apresentadas para discriminação entre solos, o ΔpH é a que apresenta maior variação entre as amostras;
- 2- A densidade apresenta baixa correlação com as variáveis de pH e pouca variação entre as amostras;
- 3- Quando comparado a outras variáveis, a densidade ainda não se apresentou como uma componente influenciável na discriminação do solo, diferente do ΔpH .

AGRADECIMENTOS

À FAPERJ, SEPOL, DHBF e DGHPP pelo apoio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] L.A., DAWSON; S., HILLIER. Measurement of soil characteristics for forensic applications. Surface and Interface Analysis: An International Journal devoted to the development and application of techniques for the analysis of surfaces, interfaces and thin films, v. 42, n. 5, p. 363-377, (2010).

- [2] K., PYE; S.J., BLOTT. Development of a searchable major and trace element database for use in forensic soil comparisons. *Science & Justice*, v. 49, n. 3, p. 170-181, (2009).
- [3] A. et al, GUEDES. Characterization of soils from the Algarve region (Portugal): a multidisciplinary approach for forensic applications. *Science & Justice*, v. 51, n. 2, p. 77-82, (2011).
- [4] A., PACHECO. Caracterização de solos da região de Lisboa para aplicação forense. Dissertação de mestrado. Faculdade de Ciências. Universidade do Porto. (2017)
- [5] P.R, M.S., MENCHACA; R.C., GRAHAM; T., YOUNGLOVE. Developing and Testing a Soil Property Database for Forensic Applications in Southern California. *Journal of Forensic Science* 63 (4), 1043-1052, (2018).
- [6] D. et al, Cerqueira. Atlas da Violência 2020: políticas públicas e retratos dos municípios brasileiros. Brasília, DF: IPEA; (2020)
- [7] S.A. et al, TESTONI. Validation of a Standard Operating Procedure (SOP) for forensic soils investigation in Brazil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 43, (2019).
- [8] M. E. S, Marques; B. T., Lima; J.R.M., Oliveira; L., Antoniutti Netto; M. S. S, Almeida. Caracterização Geotécnica De Um Depósito De Solo Compressível De Itaguaí, Rio de Janeiro. In: Congresso Luso-Brasileiro De Geotecnia, 4., Coimbra, Portugal. Anais... Coimbra, (2008).
- [9] S., Embrapa. Sistema brasileiro de classificação de solos. Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro, (2013).
- [10] M. F. et al, DA SILVA. Levantamento dos níveis de acidez e de alguns macronutrientes a partir da análise química de solos do Estado do Rio de Janeiro. In: Embrapa Solos-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 1.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 4.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 6.; REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 11., Águas de Lindóia. Solo suelo 96. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, (1996).
- [11] M.G., Spannenberg. Caracterização Geotécnica de um Depósito de Argila Mole da Baixada Fluminense - Rio de Janeiro: PUC, Departamento de Engenharia Civil, (2003).
- [12] F.C.S., AMARAL; N.R., PEREIRA; W, CARVALHO JÚNIOR. Principais limitações dos solos do Brasil. Disponível em: Acesso em 18. set. (2002).
- [13] E. B., Luchese; L. O. B., Favero; E, Lenzi. Fundamentos da química do solo 2ª. ed., Freitas Bastos Editora: Rio de Janeiro, (2001).
- [14] V. F., MELO; C. R. G. R., SCHAEFER; L. E. F., FONTES; A. C., CHAGAS; J. B., LEMOS JÚNIOR; R. P., ANDRADE. Caracterização física, química e mineralógica de solos da colônia agrícola do Apiaú (Roraima, Amazônia), sob diferentes usos e após queima. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 30, p. 1039-1050, (2006).