

CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS URBANOS NO MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO (RJ)

Gabriela Sabatini Barros Sales ¹
Renata Florencio Da Silva ²
Lucas Moura Nascimento ³
Maria Luiza Felix Marque Kede ⁴

INTRODUÇÃO

O crescimento das cidades, especialmente impulsionado pela industrialização, destaca a necessidade de investigar a qualidade do solo em ambientes urbanos. A urbanização resulta em alterações físicas e químicas nos solos, decorrentes da ocupação desordenada e do manejo inadequado do solo. Essa negligência pode levar a riscos potenciais, pois a degradação do solo pode permanecer latente por um longo período.

Os solos urbanos como afirma Pedron (2004) são solos modificados pela ocupação humana e suas características podem diferir significativamente dos solos naturais. No ambiente urbano, o solo assume funções que o transformam, descaracterizando-o e modificando-o a ponto de suas características originais serem irreconhecíveis. Portanto, todos os solos urbanos são afetados, de alguma forma, pela intervenção humana (ROSSITER, 2007). As funções dos solos em meio urbano incluem suporte para obras civis, sustento da agricultura urbana, descarte de resíduos e produtos tóxicos e armazenamento de águas pluviais. Essas funções comprometem a qualidade do solo e a saúde pública (PUSKÁS e FARSANG 2009).

A contaminação do solo é caracterizada pela presença de substâncias que normalmente não estão presentes ou estão em concentrações reduzidas, podendo causar efeitos adversos à saúde humana e ao ambiente (RIBEIRO, 2013). De acordo com Fadigas (2002) a presença natural de metais tóxicos nos solos é determinada, principalmente, pelo tipo de material de origem do solo, pelos processos de formação, pela composição e proporção dos componentes da sua fase sólida. Os metais naturalmente ocorrem nos solos, mas a deposição inadequada de

¹Mestranda do Curso de Geografia da Universidade Estadual do Rio de Janeiro, gsabatiniibs@gmail.com;

²Mestranda do Curso de Geografia da Universidade Estadual do Rio de Janeiro, reflawer@yahoo.com.br;

³Graduando do Curso de Geografia da Universidade Estadual do Rio de Janeiro, lucasmoura_uerj21@outlook.com;

⁴Doutora, Universidade Estadual do Rio de Janeiro- FFP, mluizakede@gmail.com

resíduos urbanos, domiciliares e industriais, as áreas abandonadas de antigas indústrias, os lixões e as atividades industriais são alguns fatores que interferem no aumento da concentração desses metais.

Estudos realizados por Carvalho (2018), Oliveira (2019) e Milhome (2018), demonstram que os ambientes urbanos são mais suscetíveis à contaminação devido às diversas fontes de poluentes, especialmente metais provenientes de atividades humanas. Esses metais tóxicos, presentes em solos urbanos, podem causar uma série de problemas de saúde, afetando diversos sistemas do corpo humano.

Segundo Costa (2005) as características que identificam os metais tóxicos são baseadas em propriedades como sua densidade, o número atômico, o peso atômico, propriedades químicas e sua toxicidade. Um dos aspectos mais importantes que distingue metais tóxicos de outros poluentes tóxicos, além de sua não biodegradabilidade, é que sua toxicidade é grandemente controlada pelas propriedades físico-químicas. Um metal é denominado tóxico pela sua capacidade de formar sais, sulfetos e hidróxidos insolúveis em água, ser facilmente absorvido por organismos vivos e ser altamente nocivo para seres vivos, especialmente quando está na forma catiônica e ligado a cadeias carbônicas (HERRERO, 2017).

A área de estudo contempla o município de São Gonçalo que está localizado na região metropolitana da cidade do estado do Rio de Janeiro. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), censo de 2022, é a segunda cidade mais populosa do estado, estimada em 896.744 pessoas, estando atrás apenas da capital. O município é caracterizado pelo processo de urbanização de forma acelerada, resultando em transformações intensas quanto à elaboração de grandes vias de acesso municipais e estaduais em seu interior. Atualmente o município detém pequenas industriais, fábricas e produtores agrícolas espalhados pela cidade frutos de seu parque industrial que outrora foi considerado mais importante do Estado no século passado (PMSG).

Este estudo foi realizado na cidade de São Gonçalo, região metropolitana do Rio de Janeiro, e tem como objetivo caracterizar os solos e identificar áreas potencialmente contaminadas por chumbo e cádmio, avaliando os riscos à saúde da população.

METODOLOGIA

Para a coleta das amostras de solo foi utilizado o trado manual em três pontos, com aproximadamente 3 a 4 metros de distância entre eles, na profundidade de 0-20 cm para formar uma amostragem composta. No total foram coletadas 41 amostras de solo com

aproximadamente 1kg cada. No laboratório, as amostras são preparadas para as análises. Primeiramente, o solo coletado é colocado em tabuleiros e destorroado manualmente, deixados em local seco e ventilado até completar a dessecação. Em seguida, é feita a separação das frações, as amostras de solo. Dessa forma, o material mais grosso, calhau e o cascalho são descartados e as frações mais finas, areia, silte e argila, estão contidas em forma de terra fina seca ao ar (TFSA) para as demais análises físico-químicas. Através da análise granulométrica é realizada a separação das frações mais finas do solo em areia grossa, areia fina, silte e argila.

Para medir o pH, 10g da amostra é adicionado em um tubo tipo Falcon de 50g e 25 ml de água destilada, agitando por cerca de 60 segundos e deixado em repouso por 1 hora. Finalizado o tempo, o solo é agitado ligeiramente, pela última vez, sendo aferida a leitura do pH da suspensão com eletrodo de vidro combinado (Embrapa 2017), marca OneSense pH 2500

Para a digestão da amostra de solo foram pesados de 0,5 g, em triplicata, em tubos de quartzo apropriados para uso em micro-ondas, com capacidade para 100 mL. Depois se adicionou 9 mL de ácido nítrico (HNO_3 70% ultra puro Vetec) e 3 mL de ácido clorídrico (HCl 32% Vetec) e as amostras foram submetidas à irradiação do micro-ondas (Multiwave 3000 Anton Paar). Para as análises das concentrações dos metais no solo foi utilizado o ICP-OES modelo OPTIMA 3000 – Perkin-Elmer da EMBRAPA-Solos.

O fator de contaminação (FC) é utilizado para descrever a contaminação de uma dada substância tóxica em um determinado ambiente (HÅKANSON (1980). Para avaliação do fator de contaminação (FC) de metais será utilizado seguinte equação:

$$\text{FC} = \frac{\text{Concentração do metal no solo}}{\text{Valor de referência de metais (mg/kg)}}$$

Os valores de referência de qualidade (VRQ), também denominado background do solo, define a concentração de elementos que contém no solo naturalmente, que para o Pb e Cd serão utilizados os mesmos que Oliveira (2019) empregou em seu estudo realizado nos municípios de São Gonçalo, Niterói e Rio de Janeiro, cujo valor é de 16 e 0,20 mg/Kg¹, respectivamente.

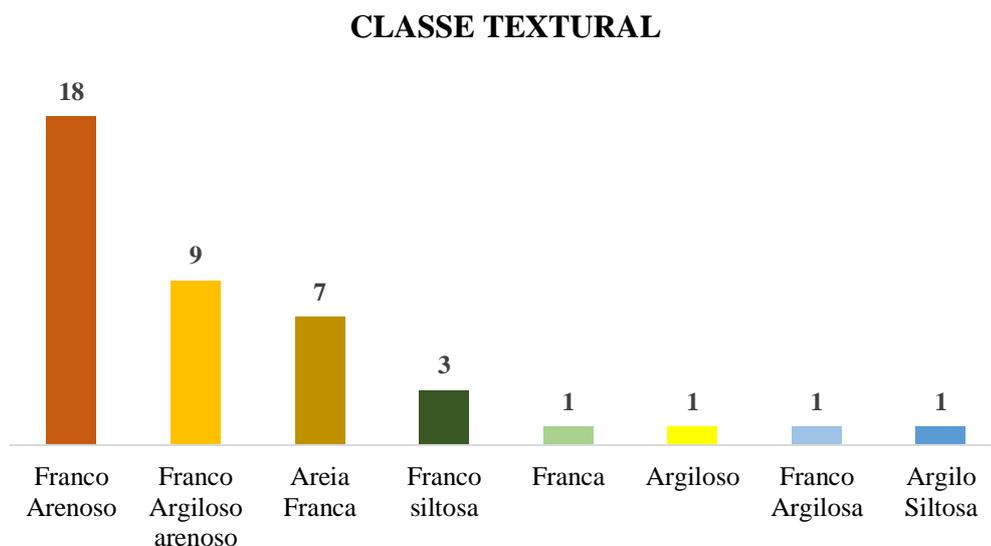
RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras de solo, como é possível observar na figura 1, apresentam em sua maioria características de franco arenoso, seguido de franco argiloso arenoso, areia franca, franco

siltosa, franca, argilo siltosa e argilosa. A maior predominância é da fração areia, seguido da argila.

Os solos arenosos a princípio possuem maior potencial de lixiviação de poluentes, por ser mais permeáveis, possuem baixa capacidade de reter água e nutrientes, além de baixo teor de matéria orgânica. Os solos com predominância da fração argila em geral possuem baixa permeabilidade e alta capacidade de reter água e nutrientes, o potencial de lixiviação de poluentes é baixa devido a sua dificuldade de percolação. Ou seja, pode-se dizer que as amostras de solo onde há predomínio da fração argila é também onde o chumbo apresenta menor mobilidade. Uma vez que as propriedades adsorptivas dependem da distribuição e do tamanho dos poros e da natureza da superfície sólida, espera-se maior ocorrência de adsorção nas menores frações granulométricas (Oliveira, 2015).

Figura 1: Número de amostras de solo separadas de acordo com classificação textural.



Fonte: Acervo do autor.

O pH é uma variável que afeta bastante o comportamento dos metais nos solos. O processo de adsorção, por exemplo, é influenciado pelo pH da solução. Oliveira (2015) analisa que a capacidade de troca catiônica cresce, de modo geral, com o aumento do pH do solo. Os solos ácidos tendem a apresentar maior mobilidade de metais tóxicos, porém a textura do solo vai influenciar juntamente com o pH, a mobilidade ou não desses metais.

Na tabela 1 pode ser observado as concentrações de chumbo e pH em água das amostras de solo. Neste trabalho não foram detectadas concentrações de cádmio nas amostras de solo.

Os valores obtidos na determinação do pH demonstram que 23 amostras são alcalinas e 18 são ácidas. Dos pontos onde há a maior concentração de chumbo, cinco são ácidos e quatro são alcalinos.

Os solos ácidos costumam ser pobre em nutrientes devido a intensa lixiviação, nesse caso, o chumbo em meio ácido pode ser lixiviado com mais facilidade a depender também da fração e de outras propriedades químicas e físicas do solo. Por outro lado, os solos alcalinos possuem elementos como o cálcio e o alumínio, que geram uma grande resistência a alteração do pH. Em solos com valores de pH mais elevado ocorre sua adsorção por óxidos e aluminossilicatos além de complexação pela matéria orgânica, o que faz com que sua solubilidade diminua (McBRIDE, 1994 apud DOMINGUES 2009).

Segundo a Resolução nº 420 do CONAMA (2009), a avaliação da qualidade de solo, quanto à presença de substâncias químicas, deve ser efetuada com base em Valores Orientadores de Referência de Qualidade, de Prevenção e de Investigação. Considerando os critérios estabelecidos pela Resolução, os resultados obtidos da concentração do elemento chumbo estão dentro dos limites estabelecidos para prevenção que é de 72 mg kg⁻¹, ou seja, não se considera que as áreas onde foram coletadas as amostras estejam contaminadas.

Tabela 1. Concentrações de chumbo e pH em água das amostras de solo.

Concentração de Pb e pH		
Pontos	(mg/Kg)	pH
1	11,03	5,45
2	23,88	8,44
3	12,15	4,12
4	8,88	5,03
5	3,30	8,09
6	1,00	7,20
7	4,82	8,31
8	2,31	8,46
9	6,49	5,50
10	7,67	7,61
11	7,09	4,00
12	2,76	5,66
13	3,67	8,23
14	4,48	7,49
15	1,94	8,63
16	4,48	8,68
17	3,67	7,29
18	4,12	7,10
19	3,71	6,72

20	11,81	8,32
21	2,85	3,54
22	7,37	7,53
23	5,07	7,52
24	2,62	6,26
25	6,05	7,27
26	2,67	7,40
27	4,60	8,08
28	15,88	7,45
29	8,35	6,38
30	7,69	7,90
31	4,35	6,47
32	50,0	6,18
33	4,96	6,68
34	16,21	5,37
35	5,84	4,93
36	2,79	6,10
37	6,11	7,95
38	4,68	6,58
39	4,46	8,04
40	13,45	6,60
41	1,45	7,74

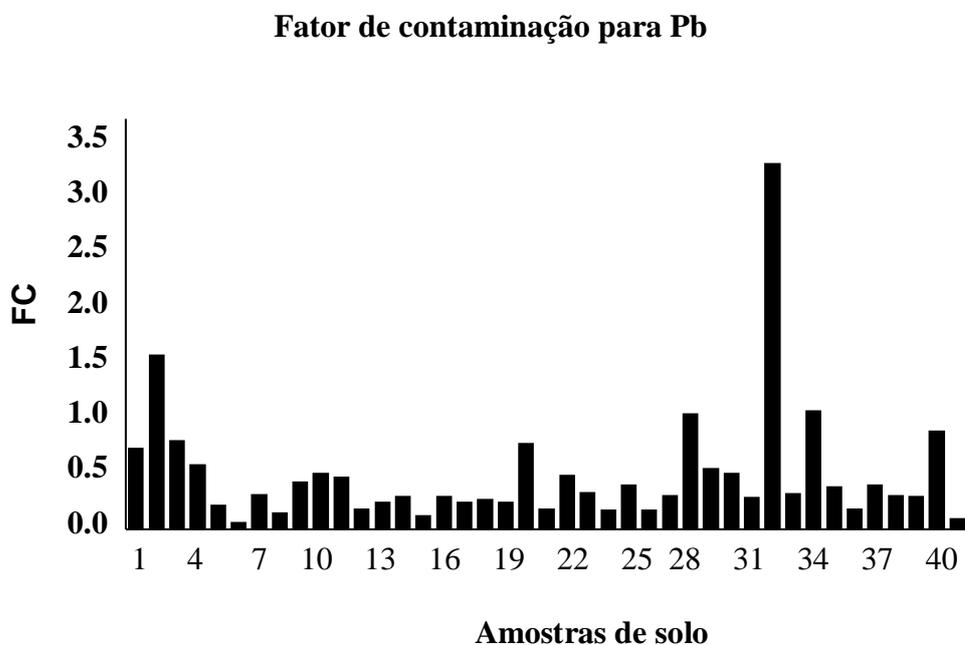
Fonte: acervo do autor.

Outra preocupação pertinente é que apesar das concentrações de metais estarem abaixo dos valores estabelecidos, os metais possuem efeito acumulativo nos organismos humanos, se esse metal se tornar disponível, pode provocar efeitos adversos na saúde humana.

Se tratando da presença do chumbo, pode-se observar que os pontos 32, 2, 34, 28, 40, 3, 20 e 1 apresentam respectivamente as maiores concentrações, acima de 10 mg/km, enquanto os pontos 6, 41, e 15, abaixo de 2,0 mg/km, apresentam as concentrações mais baixas. A maior concentração do chumbo está no ponto 32, trecho da RJ-106, assim como os pontos 1, 2, 3, e 28 são áreas adjacentes às rodovias.

Na figura 3 estão expostos o FC das amostras de solo. Com base na classificação de Hakanson (1980), a partir dos resultados obtidos para o Pb, pode-se relacionar que, a maioria dos pontos no nível 1, como baixa contaminação.

Figura 3: Fator de contaminação das amostras de solos coletadas no município de São Gonçalo (RJ).



As exceções são os pontos: 2, 28,34, que apresentam contaminação moderada, nível 2 e a amostra 32 apresenta significativa contaminação, nível 3 de acordo com a classificação. Ou seja, nesses pontos há uma concentração maior de chumbo que provém de alguma fonte que não é natural já que excedem o valor de background utilizado. No estudo de Oliveira (2019), realizado em São Gonçalo, Rio de Janeiro e Niterói, os solos foram classificados como contaminação moderada a considerável, de acordo com essa classificação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas amostras, não foram encontradas quantidades de cádmio, porém a concentração de chumbo foi bastante variável de 1 mg kg^{-1} , para o menor valor obtido, a 50 mg kg^{-1} , a maior concentração obtida. O fator de contaminação demonstra que três pontos apresentam moderada contaminação e todos os outros estão no nível 1, baixa contaminação.

Nota-se que o intenso tráfego de automóveis pode estar influenciando no aumento de chumbo em algumas áreas da cidade, já que, dos oito pontos com maiores valores, cinco são em rodovias. Ainda que, a princípio os números obtidos da concentração de chumbo estejam dentro dos valores de referência e prevenção do CONAMA é importante ressaltar que o chumbo

não possui nenhuma função fisiológica, esse metal possui efeito acumulativo nos organismos humanos, o perigo está na exposição e possível entrada do chumbo na cadeia alimentar.

A disponibilidade, mobilidade dos metais dependem de outros parâmetros do solo que não foram realizadas nessa pesquisa. É importante a análise de CTC, matéria orgânica, composição mineralógica, e outros, para saber de fato o comportamento dos metais tóxicos nos solos urbanos. A contaminação do solo é um dos graves problemas ambientais existentes nas áreas urbanas. No Brasil, faltam os estados, inclusive o Rio de Janeiro, divulgar os valores de referência de qualidade de solos relacionados a concentração de metais. O desconhecimento das áreas contaminadas gera problemas irremediáveis para a população. A falta de fiscalização e atualização de dados sobre áreas contaminadas dificulta a avaliação dos riscos ambientais e à saúde pública. Investigar a concentração de metais tóxicos nos solos é essencial para entender os riscos que eles representam para a população.

Palavras-chave: contaminação do solo; metais tóxicos; chumbo; solos urbanos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, G. N. **Avaliação do nível de contaminação do solo em áreas adjacentes a rodovia BR-040 no município de Juiz de Fora -MG.** Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora -MG, 2018.

PMSG. CIDADE. **Prefeitura de São Gonçalo.** Disponível em:><https://www.saogoncalo.rj.gov.br/sao-goncalo/>< Acesso em: 28/01/2023.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009. **Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.** Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, n. 249, 30/12/2009, p. 81-84.

COSTA, C. N. **Biodisponibilidade de metais pesados em solos do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-graduação em ciência do Solo.** Porto Alegre, 2005.

EMBRAPA. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Manual de métodos de análise do solo.** Rio de Janeiro, 2017.

HAKANSON L. **An ecological risk index for aquatic pollution control: A sedimentological approach.** Water Reserarch, v. 14, n.8, p. 975-1001,1980.

HERRERO, F. Z. **Análise De Metais Pesados em Solos de Pernambuco com Diferentes Atividades Antrópicas.** Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Energéticas e Nucleares.

Recife, PE Julho, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo brasileiro de 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

McBRIDE, M. B. **Environmental chemistry of soils**. New York: Oxford University Press, 406p., 1994.

MILHOME, M. A. L.; HOLANDA, J. W. B.; DE ARAÚJO NETO, J. R.; DO NASCIMENTO, R. F. **Diagnóstico da Contaminação do Solo por Metais Tóxicos Provenientes de Resíduos Sólidos Urbanos e a Influência da Matéria Orgânica**. Rev. Virtual Quim., 2018, 10 (1), 59-72, 2018.

OLIVEIRA, P. S. de. **Avaliação da qualidade geoambiental dos solos urbanos da região metropolitana do Rio de Janeiro – RJ – Brasil**. Tese (Doutorado em Dinâmica dos Oceanos e da Terra) – Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2019.

OLIVEIRA, Francysmary Sthéffany Dias. **Utilização de resíduos de construção e demolição reciclados na sorção de Pb 2+, Cd 2+, Cr 3+ e As 5+**. 2015. 95f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2015. PEDRON, F. A.; DALMOLIN, R. S. D.; AZEVEDO, A. C.; KAMINSKI, J. **Solos urbanos**. Ciência Rural, Pelotas, v. 34, n. 5, p. 1647-1653, 2004.

PUSKÁS, I. e FARSANG, A. 2009. **Diagnostic indicators for characterizing urban soils of Szegned, Hungary**. Geoderma, p 267-28.

RIBEIRO, M.A.C. **Contaminação do solo por metais pesados**. Faculdade de Engenharia do Ambiente. Lisboa, junho 2013. 214 p.

ROSSITER, D.G. **Classification of Urban and Industrial Soils in the World Reference Base for Soil Resources**. J Soils Sediments 7 (2) 96–100, 2007.

TEIXEIRA, P. C; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2017. 574 p