

FRAGILIDADE E RISCOS SOCIOAMBIENTAIS EM ÁREAS DE ATERRO EM NOVA VENÉCIA – ES

Autores: Kécila Vitória da Costa Silva¹, Eduardo Baudson Duarte¹

¹Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Nova Venécia, Rodovia Miguel Curry Carneiro, 799, Santa Luzia – 29830-000 – Nova Venécia-ES, Brasil, kecilasilva@hotmail.com, eduardo.duarte@ifes.edu.br.

Resumo

A pesquisa objetivou diagnosticar a fragilidade ambiental e os riscos associados ao uso e ocupação de áreas de aterro no município de Nova Venécia - ES, baseada nas propriedades físico-químicas dos solos e aspectos socioambientais. As áreas estudadas foram o aterro controlado municipal e o bairro Padre Gianni, construído sobre um antigo lixão. Coletou-se amostras de solo em diferentes profundidades para a caracterização textural e mineralógica, além de análises laboratoriais de pH, Eh e condutividade elétrica, como também a fotointerpretação de mapas temáticos. Os resultados indicaram predominância de solos argilosos com presença significativa de resíduos sólidos e pH entre 6,6 e 7,5, superior aos valores naturais da região. O Eh médio foi de 187 mV e a condutividade elétrica atingiu até 131,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sugerindo processos de degradação ambiental. A ocupação urbana sobre áreas contaminadas e a proximidade de corpos hídricos agravam os riscos à saúde pública e ao meio ambiente. Dessa maneira faz-se necessário o monitoramento contínuo e uso de técnicas mais precisas, para orientar ações de remediação e políticas públicas de uso sustentável.

Palavras-chave: Aterro Controlado. Geologia Ambiental. Degradação Ambiental. Resíduos Sólidos.

Área do Conhecimento: Ciências Exatas e da Terra (Geociências).

Introdução

A crônica “O Lixo” de Luís Fernando Veríssimo (2002) critica de forma humorística a relação entre consumo e geração de resíduos, destacando que o lixo produzido reflete os hábitos sociais.

O crescimento populacional e os avanços tecnológicos ampliaram o consumo, intensificando a produção de resíduos e tornando sua destinação final um dos principais desafios ambientais (Lima, 2015). O manejo inadequado pode contaminar solo e águas, afetar a biodiversidade, comprometer a qualidade dos recursos hídricos (Gonçalves *et al.*, 2019) e liberar gases como o metano, agravando as mudanças climáticas. Para Gunther (1998), os riscos à saúde também decorrem da dispersão de contaminantes e da reutilização de áreas sem conhecimento prévio da contaminação, que pode persistir mesmo após o encerramento dos aterros.

Nesse contexto, a Lei Federal nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabelece a responsabilidade compartilhada entre governo, setor privado e sociedade, atribuindo ao cidadão papel central na gestão.

A motivação do estudo está em compreender tais impactos e, como justificativa, reforça-se a importância da avaliação ambiental de áreas de disposição de resíduos, visto que a falta de monitoramento pode comprometer a saúde pública e a qualidade ambiental mesmo em aterros desativados.

Metodologia

A pesquisa adotou uma abordagem multidisciplinar, unindo levantamentos de campo, análises laboratoriais e fotointerpretação. Inicialmente, realizou-se revisão bibliográfica e aquisição de dados secundários para caracterização da área. Em seguida, ocorreu o reconhecimento de campo, com definição de pontos de coleta via GPS Essentials, descrições de solo e registros fotográficos.

Foram coletadas amostras em cinco pontos, em duas profundidades (0–20 cm e 20–40 cm), seguindo adaptações do Manual da EMBRAPA TEIXEIRA *et al.*, (2017). No laboratório, as análises texturais envolveram destorroamento manual, peneiramento a seco em diferentes malhas, de 2,00 mm

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

(peneiramento grosso), e posteriormente com malhas de 1,20 mm, 0,45 mm e 0,075 mm e determinação da distribuição granulométrica (areia, silte e argila).

A análise mineralógica foi realizada com lupa binocular, após homogeneização e quarteamento das frações, incluindo teste magnético e descrição de propriedades físicas (forma, cor, brilho e grau de alteração) para identificação dos minerais. Nas análises físico-químicas, avaliou-se pH, Eh e condutividade elétrica em amostras preparadas em solução na proporção 1:10 (solo:água), com medições em equipamentos multiparâmetros digitais. Esses dados permitiram interpretar acidez, concentração de íons e grau de oxidação/redução dos solos.

Por fim, a fotointerpretação de imagens de satélite e mapas temáticos no QGis possibilitou compreender a dinâmica de uso do solo, proximidade de corpos hídricos, infraestrutura urbana e vulnerabilidade socioambiental. A integração desses métodos permitiu avaliar de forma abrangente a fragilidade ambiental da área estudada.

Resultados

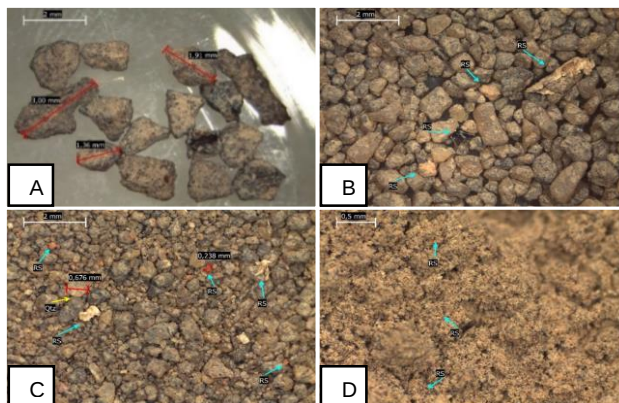
A área de estudo localizada no Bairro Padre Giane, inserido na área urbana do município de Nova Venécia, compreende regiões aplainadas, acima do vale fluvial do Rio Cricaré. Apresenta baixa variação altimétrica, em torno de 10 m. No aterro inativo, referentes a áreas de encostas de vales fluviais, destaca-se a proximidade com o Córrego Capitão, intensificando assim a sua fragilidade ambiental, onde apresenta contaminação por efluentes urbanos.

O aterro controlado localizado em Nova Venécia encontra-se na zona rural do município, também possui uma baixa variação altimétrica, em torno de 15 m. A cerca de 150 m do aterro controlado, encontra-se uma drenagem, cuja nascente é denominada córrego Cachoeirinha. Esse córrego alimenta o córrego Frigério, que é um afluente importante do rio Santa Joana (Canal, 2023).

Segundo Canal (2023), águas superficiais referentes ao Aterro Controlado apresentam indicações de contaminação microbiológica. Destaca-se a proximidade do aterro com áreas de drenagens, com distância mínima de 140 m. Canal (2023), ainda em seu trabalho, classificou o Índice de Qualidade de Resíduos em 5,15, apresentando condições inadequadas de funcionamento.

As análises textural e mineralógica indicaram a predominância de solos argilosos, sendo também identificadas frações silto-argilosas e areno-siltosas, com presença de quartzo, granada, magnetita e concreções ferruginosas, além de matéria orgânica em decomposição e principalmente a presença significativa de resíduos sólidos misturados ao solo, incluindo fragmentos de plásticos visíveis a olho nu e em lupa binocular, o que evidencia o descarte irregular e a degradação persistente. No bairro Padre Gianni, apresenta essencialmente plásticos e resíduos de construção civil, tais evidências, denotam um intenso processo de aterramento na área, sendo observados materiais como plásticos e resíduos de construção civil (RCC), em profundidades inferiores a 40 cm de profundidade (Figura 1).

Figura 1 – A) Minerais magnéticos segregados com auxílio de ímã magnético; B, C e D) - Identificação de variados tipos de resíduos sólidos (RS) em variadas frações granulométricas. Legenda: Qtz - quartzo.



Fonte: elaborado pelo próprio autor.

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

A composição geológica e pedológica também são fatores que influenciam na degradação ambiental em áreas de depósitos finais de resíduos. A permeabilidade e porosidade dos materiais geológicos desempenham um papel importante no controle da movimentação de contaminantes em superfície e subsuperfície. O material geológico atua como vias de fluxos preferenciais dos lixiviados e da pluma de contaminação, através de fraturas que facilitam ou dificultam o transporte do contaminante (Alao, 2024).

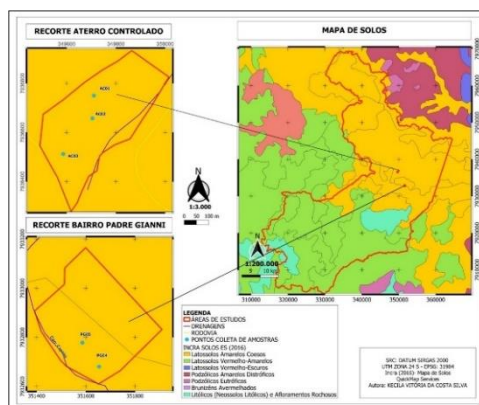
Observa-se na Figura 2 a predominância de latossolos coesos amarelos em ambas áreas de estudos. No aterro controlado, há predominância de Latossolo Amarelo Distrocoeso Típico + ARGILOSSOLO AMARELO Distrocoeso (LAdx3), enquanto no Aterro inativo no bairro Padre Giane há predomínio de Latossolo Amarelo Distrófico (LAdx1) na porção mais a NE, e Latossolo Amarelo Distrocoeso típico + ARGILOSSOLO VERMELHO Eutrófico + ARGILOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (LAdx7) na porção SW do aterro.

Nas análises físicas químicas, através dos ensaios de pH, realizados em ambas as áreas de estudo, notou-se em geral uma média de 6,8, conforme observado na Figura 3A, assim indicando um pH próximo a neutralidade.

Nota-se a presença de intensa matéria orgânica na área do aterro controlado. Para Iwai (2012), a presença de matéria orgânica pode ocasionar na formação de chorume ou lixiviado. Caracteriza-se por possuir um alto potencial de poluição, provenientes da decomposição anaeróbica da matéria orgânica contida nos resíduos sólidos aterrados. A presença de resíduos de construção civil a 20-40 cm de profundidade no solo em área do antigo aterro do Bairro Padre Gianni representa um fator relevante na avaliação da qualidade e das alterações físico-químicas da área.

Em relação a condutividade elétrica, nota-se na área de estudo (Figura 3B) que os níveis de condutividade elétrica apresentam uma média de 64,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$, estando assim dentro dos parâmetros ideais, não sendo constatado indícios de alteração do solo, sendo de 39,5 a 131,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ valores normativos para solos areno-argilosos. Destaca-se, no último ponto, localizado no Bairro Padre Giane valores maiores de condutividade elétrica, aumentando significativamente em maiores profundidades. De forma diferente, observa-se no primeiro ponto do Aterro Controlado valores menores de condutividade elétrica, diminuindo em profundidade.

Figura 2 – Mapa pedológico da área de estudo.



Fonte: elaborado pelo próprio autor.

Compreende-se os valores obtidos nas análises de potencial de oxidação-redução apresentam, em média, 187 mV, considerando todos os pontos. Dessa forma, entende-se que ambos os locais encontram-se moderadamente redutores, com suaves variações em profundidade.

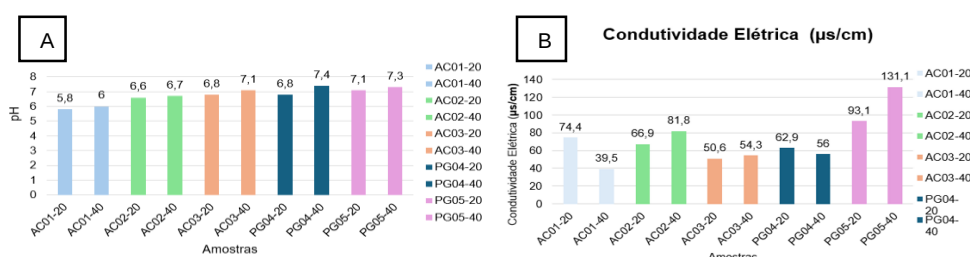
Observa-se uma tendência de diminuição dos valores de Eh, conforme aumenta a idade dos locais analisados. O aterro controlado, por ser mais recente, apresenta os maiores valores de Eh, indicando condições mais próximas a oxidação. Em contrapartida, o Padre Gianni, por ser mais antigo, apresenta os menores valores de Eh, o que sugere um ambiente mais redutor.

Através de uma caracterização social, segundo dados do Censo 2010, o bairro Padre Gianni está representado pelo setor censitário de número 320390805000079. O setor abrange uma área de aproximadamente 0,63 km², onde residem 560 moradores, em 228 domicílios particulares. A área inclui parte do bairro Padre Gianni, como também parte do bairro Aeroporto (IBGE, 2022).

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

Levando em consideração a Lei nº 12.255, de 15 de junho de 2010 (Brasil, 2010), o salário mínimo vigente no ano de 2010 era de R\$ 510,00. Identifica-se que a maioria da população residente no setor, cerca de 175 pessoas, ou seja, mais de 40% do total, vive com até 1 salário mínimo per capita mensais, enquanto quase 10% afirmam não apresentar renda nominal mensal, indicando assim um perfil majoritariamente de baixa renda, e outros 50% dos moradores possuem renda entre 2 a 10 salários mínimos per capita.

Figura 3 – A) Dados de pH das áreas de estudo; B) Gráfico de condutividade elétrica das amostras analisadas. Legenda: AC – aterro controlado; PG: bairro Padre Gianni.



Fonte: elaborado pelo próprio autor.

Discussão

Áreas de aterros são susceptíveis a diversas fragilidades ambientais, nos quais podem comprometer a estabilidade e o equilíbrio do meio ambiente. Destacam-se como fatores variantes o clima, localização, topografia, uso e ocupação do solo, presença de drenagens e aspectos físico-químicos da área.

O clima é um importante fator que deve ser estudado e compreendido para uma boa gestão adequada dos resíduos. Segundo dados pluviométricos do município de Nova Venécia (ANA, 2013), a região apresenta maior incidência de chuvas no período de outubro a março, favorecendo o aumento da geração de lixiviados e degradação ambiental.

A topografia e a geomorfologia do aterro influenciam diretamente na degradação ambiental. Em áreas de encostas mais íngremes podem acelerar o escoamento superficial, diminuindo a infiltração, além de fazer com que os lixiviados se dispersem por uma área com maior escoamento superficial.

A classificação da fragilidade ambiental das áreas estudadas foi realizada com base nos critérios da ABNT NBR 13.896 (1997), que estabelece padrões para a instalação de aterros de resíduos não perigosos visando à minimização de impactos ambientais. Ambos os locais apresentam fragilidades relacionadas à proximidade de córregos e rodovias, fatores que ampliam os riscos de contaminação e dispersão de poluentes. No entanto, diferenciam-se quanto à relação com a área urbana: o aterro sanitário encontra-se a aproximadamente 2,4 km de distância, enquanto no aterro inativo inseriu-se o bairro residencial, o que aumenta significativamente sua vulnerabilidade socioambiental.

Segundo Alao (2024), fatores climáticos, como padrões de precipitação, desempenham papel fundamental na contaminação ambiental, visto que a água da chuva transporta contaminantes dissolvidos e em suspensão na superfície e em camadas mais profundas do solo, formando plumas de contaminação. Já em períodos de seca, a ausência de diluição intensifica a concentração de poluentes.

O bairro Padre Gianni, instalado sobre um antigo lixão e posteriormente convertido em área residencial, apresenta vulnerabilidades socioeconômicas significativas. A população de baixa renda residente está mais exposta a riscos ambientais e de saúde, consequência direta da reutilização inadequada de áreas degradadas.

Os riscos à saúde também estão relacionados à emissão de gases. Segundo Brady & Weil (2016), a decomposição anaeróbica de resíduos orgânicos gera metano, gás explosivo que pode migrar para áreas habitadas em solos mais permeáveis. Essa condição é preocupante no bairro Padre Gianni, tornando a ocupação urbana mais vulnerável. Além disso, a mistura de matéria orgânica com substâncias tóxicas pode comprometer a qualidade do solo, afetando fauna, vegetação e fertilidade (Alao, 2024).

A caracterização pedológica indicou a presença de Latossolos e Argissolos, ambos com baixa fertilidade natural. Segundo a EMBRAPA (2021), os Latossolos distróficos, predominantes na região, são ácidos (pH 4,0 a 5,5) e de baixa fertilidade, enquanto os Argissolos apresentam acúmulo de argila

no horizonte B textural, favorecendo retenção de água, mas também aumentando riscos de erosão. Gomes (2001) complementa que tais solos, por sua coesão e baixa permeabilidade, favorecem o escoamento superficial, potencializando a mobilidade de contaminantes.

A análise do pH reforçou a influência antrópica nos solos estudados. Embora os Latossolos naturais sejam ácidos (EMBRAPA, 2021), os valores observados variaram entre 6,6 e 7,5, evidenciando alteração por resíduos e materiais de construção. Conforme estudos de França (2007) apontam que lixiviados de aterros com mais de 16 anos apresentam pH próximo a esses valores, indicando possível infiltração de chorume maduro nos solos estudados.

Foram também identificados resíduos de construção civil (RCD), como cerâmica e concreto. Segundo Lasso *et al.*, (2013), tais resíduos possuem caráter alcalino e podem elevar o pH do solo devido à presença de cimento, cal e calcário, o que explica parcialmente os valores observados.

Os resultados de condutividade elétrica (CE) evidenciaram alterações. Em condições naturais, Latossolos não impactados apresentam CE inferior a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Rowe, 2007; EMBRAPA, 2006). Contudo, nos solos analisados, os valores chegaram a 131,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$, indicando acúmulo de sais solúveis relacionados à degradação ambiental e possível contaminação química.

O potencial redox (Eh) também se mostrou um indicador relevante. De acordo com Mattila (2024), solos saudáveis apresentam Eh entre +350 e +500 mV, enquanto valores inferiores indicam acúmulo de matéria orgânica degradável. Nos solos estudados, observou-se Eh médio de 187 mV, revelando ambiente mais redutor, especialmente no bairro Padre Gianni, compatível com o histórico de deposição de resíduos. Ainda segundo Tano *et al.*, (2020), a variabilidade do Eh reflete as condições de umidade, teor de sais e matéria orgânica, confirmando a vulnerabilidade ambiental observada.

Conclusão

O estudo permitiu diagnosticar a fragilidade ambiental de áreas de disposição de resíduos em Nova Venécia – ES, destacando diferenças entre o aterro controlado e o bairro Padre Gianni. Os resultados mostraram que, embora ambos estejam associados a solos semelhantes, o bairro apresenta maior degradação devido ao tempo de disposição de resíduos e à posterior ocupação urbana. Foram identificados resíduos antrópicos persistentes, além de alterações nos parâmetros físico-químicos que indicam risco de contaminação. Conclui-se que o bairro Padre Gianni é a área mais crítica, exigindo monitoramento contínuo, aplicação de métodos geofísicos e ações de gestão ambiental que garantam segurança, saúde pública e uso sustentável do espaço.

Referências

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13896:1997 — Aterros de resíduos não perigosos — Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

ALAO, J. O. The Factors Influencing the Landfill Leachate Plume Contaminants in Soils, Surface and Groundwater and Associated Health Risks: A Geophysical and Geochemical View. Public Health and Environment, v. 1, n. 1, 2024.

ANA, Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. 2013. Disponível em <https://metadados.snirh.gov.br>. Acesso em: 08 de abr. 2025.

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. The nature and properties of soils. Global edition. 15. ed. Harlow: Pearson Education, 2016.

BRASIL. Lei nº. 12.255, de 15 de junho de 2010. Dispõe sobre o salário-mínimo a partir de 1º de janeiro de 2010; revoga a Lei nº. 11.944, de 28 de maio de 2009. Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília, DF, ano 147, n. 113, p. 1, 16 jun. 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12255.htm. Acesso em: 21 ago. 2025.

BRASIL. Lei nº. 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da

A Ciência do **NANO** e seu impacto transformador no **MACRO**

República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2 jan. 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em 02 dez. 2024.

CANAL, Danielle Campostrini. Diagnóstico da degradação ambiental na área do aterro controlado de Nova Venécia-ES. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia) – Instituto Federal do Espírito Santo, Nova Venécia, 2023. Disponível em: <<https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/3297>>. Acesso em: 27 mar. 2025.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Indicadores físicos e químicos de qualidade de solo de interesse agrícola. Jaguariúna: Embrapa, 2006.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Correção da acidez do solo. Embrapa Arroz e Feijão, 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/arroz/producao/sistema-de-cultivo/arroz-irrigado-na-regiao-tropical/correcao-do-solo-e-adubacao/correcao-da-acidez-do-solo>>. Acesso em: 28 abr. 2025.

FRANÇA, M. L. S. et al. Estudo dos impactos ambientais gerados pelo chorume do aterro controlado em Morretes-PR. 2007.

GONÇALVES, G. et al. Transição Dos Lixões Para Aterros Sanitários e Seu Potencial Impacto Nas Mudanças Climáticas. ASSEMAE - Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento, 2019.

GOMES, F. S. Estudo da erodibilidade e parâmetros geotécnicos de um solo em processo erosivo. . Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2001.

GÜNTHER, W R. Contaminação ambiental por disposição inadequada de resíduos industriais contendo metais pesados: estudo de caso. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 1998.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2022. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/indicadores.html?localidade=BR>. Acesso em 23 jan. 2025.

IWAI, Cristiano Kenji. Avaliação da qualidade das águas subterrâneas e do solo em áreas de disposição final de resíduos sólidos urbanos em municípios de pequeno porte: aterro sanitário em valas. 2012. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

LASSO, P. R. O., VAZ, C. M. P., BERNARDI, A. C. D. C., OLIVEIRA, C. R. D., & BACCHI, O. O. S. Avaliação do uso de resíduos de construção e demolição reciclados como corretivo da acidez do solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 37, 1659-1668, 2013.

LIMA, A. N. Análise do monitoramento da contaminação ambiental do solo do aterro de resíduos sólidos urbanos encerrado de Seropédica (Doctoral dissertation). 2015.

MATTILA, Tuomas J. Redox potential as a soil health indicator—how does it compare to microbial activity and soil structure?. Plant and Soil, v. 494, n. 1, p. 617-625, 2024.

ROWE J. E. et al. Diagnóstico ambiental da área do aterro sanitário do Município de Cascavel. 2007.

TANO, B. F. et al. Spatial and temporal variability of soil redox potential, pH and electrical conductivity across a toposequence in the Savanna of West Africa. Agronomy, 10(11), 1787. 2020.

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.

VERÍSSIMO, L. F. O analista de Bagé. RJ: Objetiva. 2002.