

VOÇOROCAMENTO EM RIO TINTO-PB: CAUSAS, CONSEQUÊNCIAS E ESTRATÉGIAS DE MITIGAÇÃO A PARTIR DOS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Daniela Rodrigues dos Santos ¹
Luiz Eduardo Cavalcante Martins ²
Eduardo de Melo Rodrigues Cunha ³
Maria Júlia Souza Pontes ⁴

INTRODUÇÃO

A relação entre o ser humano e a natureza é complexa e fundamental para o desenvolvimento de estratégias de sustentabilidade. Ao longo da história, a humanidade alterou o ambiente natural por meio de atividades como agricultura, urbanização e industrialização, o que influenciou nossa cultura, economia e saúde. Schmidt (1976) destaca a dialética entre humanos e natureza, afirmando que, ao transformar o ambiente, o ser humano também é moldado por essas mudanças.

O local de estudo localiza-se no município de Rio Tinto–PB, cuja localização corresponde a latitude de 06° 48' 11" S e uma longitude de 35° 04' 50" W, com uma altitude de 11 metros e uma área geográfica de 506,5 km², segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Neste referido município foi identificada uma formação erosiva de grande intensidade, classificada como Voçoroca.

A urbanização, por exemplo, pode impactar o clima local, a biodiversidade e a qualidade de vida. Portanto, é crucial adotar uma abordagem sustentável para a ocupação dos espaços, considerando a capacidade dos ecossistemas e promovendo um equilíbrio entre desenvolvimento humano e preservação ambiental.

¹ Graduanda do Curso de Geografia da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, daniela.santos2@academico.ufpb.br;

² Graduando do Curso de Geografia da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, luiz.cavalcante@academico.ufpb.br

³ Graduando do Curso de Geografia da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, eduardo.melo.rodrigues.cunha@gmail.com

⁴ Graduanda do Curso de Geografia da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, souzajullia64@gmail.com;

Diante dos desafios ambientais, a colaboração entre governos e setores privados é essencial. A Agenda 2030 da ONU, com seus 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), estabelece metas globais para eliminar a pobreza, proteger o planeta e promover um futuro sustentável até 2030. Esses objetivos requerem a cooperação global para garantir um mundo melhor para as próximas gerações.

Figura 01: Quadro das ODS



Fonte: Estratégia ODS

METODOLOGIA

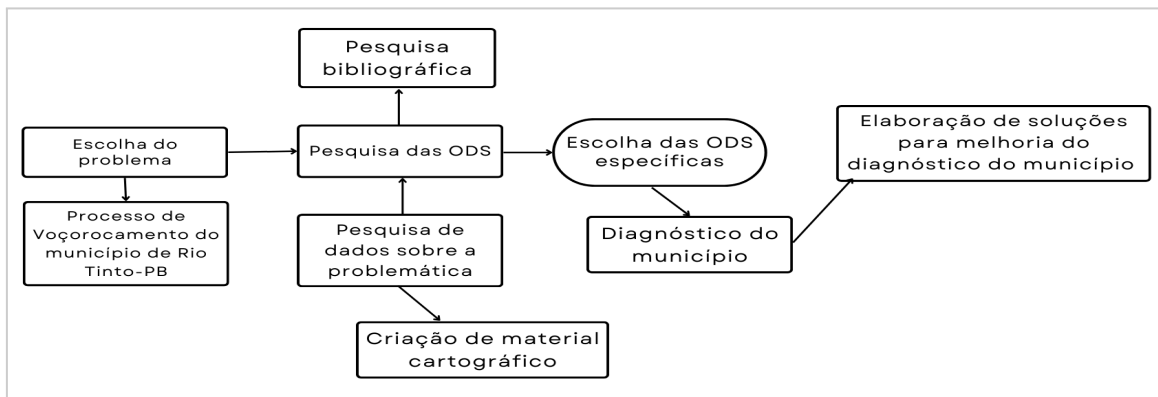
O presente estudo foi conduzido a partir de uma pesquisa de campo realizada no município de Rio Tinto–PB, complementada por uma análise bibliográfica e coleta de dados relacionados às características físicas e ambientais da área impactada pela voçoroca. Durante a pesquisa, foram pesquisados indicadores socioeconômicos e ambientais do município, entre eles o Índice de Desenvolvimento Sustentável e Cidadania (IDSC-BR), com o objetivo de avaliar o grau de comprometimento das gestões municipais em relação às questões ambientais.

A abordagem metodológica permitiu compreender a gravidade do problema ambiental no local, integrando análises que consideraram tanto os aspectos físicos, como erosão do solo e degradação da vegetação, quanto os impactos sociais e econômicos gerados pela degradação ambiental. Dessa forma, o estudo traçou um panorama da vulnerabilidade ambiental e socioeconômica da região.

As soluções propostas no estudo foram fundamentadas nas diretrizes estabelecidas pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com ênfase em metas relacionadas à urbanização sustentável, mitigação de desastres naturais e recuperação de áreas degradadas. Especificamente, foram consideradas medidas de manejo ambiental e ações de prevenção e controle da erosão, além de iniciativas

voltadas para a sensibilização da comunidade e o fortalecimento de políticas públicas focadas na sustentabilidade e resiliência ambiental.

Figura 02: Fluxograma da metodologia



Fonte: Os Autores (2024)

REFERENCIAL TEÓRICO

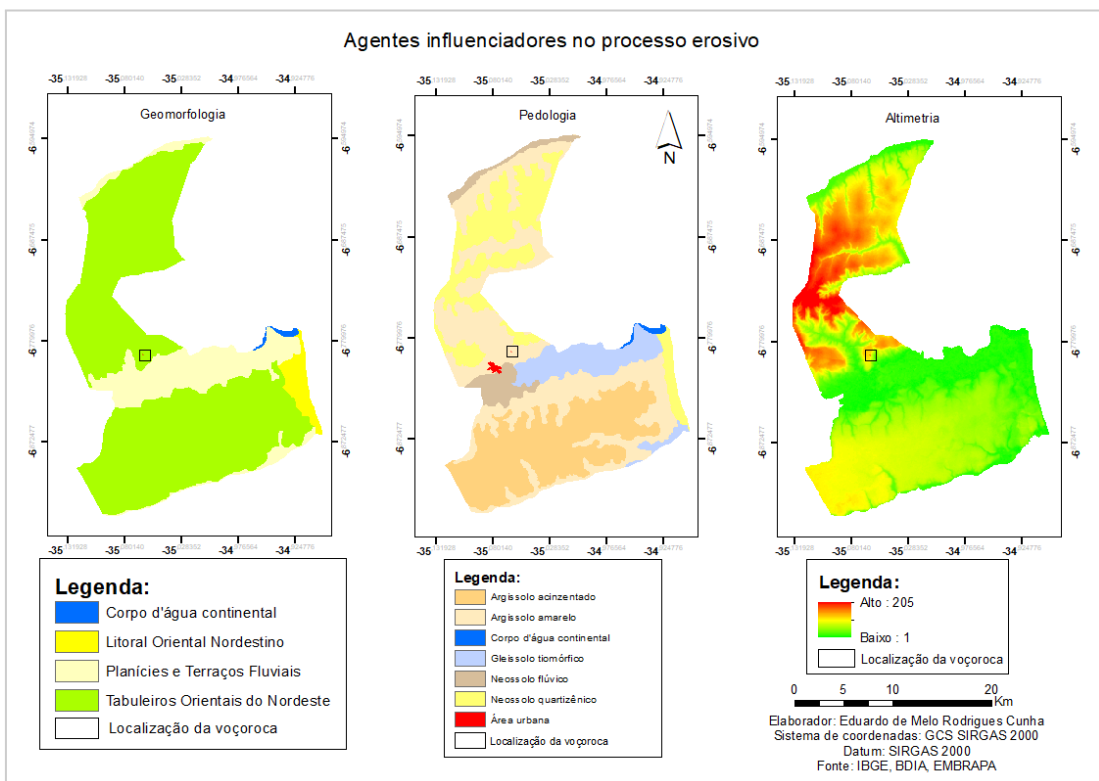
A voçoroca é um fenômeno de erosão severa que ocorre principalmente em áreas onde o solo foi degradado e a vegetação original removida, tornando-o vulnerável ao escoamento superficial das águas pluviais (Schumm, 1977). Este processo é amplificado pela falta de cobertura vegetal, um fenômeno comum em regiões de uso intensivo do solo, como na agricultura e na urbanização desordenada (Santos & Mota, 2008). Quando a voçoroca atinge o lençol freático, seu crescimento se expande lateralmente, intensificando o impacto na área circundante (Lima, 2013).

A formação de voçorocas é influenciada por diversos fatores interligados. Em Rio Tinto–PB, o problema é exacerbado pela geomorfologia dos tabuleiros orientais do nordeste e pela pedologia do argissolo amarelo (Barros, 2011). Os tabuleiros orientais, caracterizados por áreas elevadas e inclinações acentuadas, facilitam a movimentação da água e o aumento da erosão (Silva, 2010). A pedologia, que estuda a formação e a distribuição dos solos, revela que o argissolo amarelo, com alta erodibilidade e baixa coesão, é particularmente suscetível à desagregação em condições de chuvas intensas (Santos et al., 2013).

A interação desses fatores — geomorfológicos, pedológicos e altimétricos — cria condições ideais para o surgimento e expansão de voçorocas, como mostra a figura 03. Em Rio Tinto–PB, a presença de voçorocas nas áreas altas do município é um problema grave, que representa uma ameaça crescente para a comunidade local.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU fornecem um marco importante para mitigar os efeitos desse fenômeno. O ODS 11 visa tornar as cidades e assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis, enquanto o ODS 15 busca a proteção da vida terrestre e a restauração de ecossistemas degradados. Para alinhar as estratégias de mitigação com esses objetivos, é necessário realizar um diagnóstico detalhado da área afetada, considerando características do solo, topografia, vegetação e padrões de precipitação.

Figura 03: Fatores físicos que influenciam a dinâmica erosiva em Rio Tinto–PB



Fonte: Os autores, 2024.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O diagnóstico realizado em Rio Tinto–PB revelou uma situação de degradação ambiental, com a voçoroca crescendo significativamente ao longo dos anos. Em julho de 2015, a voçoroca abrangia uma área de 93 metros de comprimento; em agosto de 2017, essa extensão aumentou para 110 metros, e em julho de 2019, alcançou 131 metros, conforme ilustrado nas imagens de satélite (fig. 04).

Figura 04: Evolução do tamanho da voçoroca (2011/2019)



Fonte: Google Earth, 2024.

Essa expansão contínua representa uma ameaça iminente para a comunidade local, que corre o risco de ser diretamente afetada pela erosão. Além dos impactos físicos, como a perda de solo e o risco de desmoronamento, a voçoroca também compromete a qualidade da água, contaminando o lençol freático com sedimentos e poluentes.

A análise dos índices de desenvolvimento sustentável do município, com base no Índice de Desenvolvimento Sustentável e Cidadania (IDSC-BR), destacou que Rio Tinto apresenta uma pontuação geral de 38,50 em uma escala de 100, posicionando-se na 5.218^a posição entre os 5.570 municípios brasileiros. Isso indica um nível de desenvolvimento sustentável significativamente baixo, refletindo a falta de prioridade dada pela gestão local às questões ambientais e de planejamento urbano.

A tabela apresentada demonstra uma correlação entre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e as necessidades específicas de Rio Tinto no enfrentamento da problemática da voçoroca. Esta correlação enfatiza a necessidade urgente de um planejamento urbano inclusivo, que considere tanto as demandas sociais quanto ambientais da comunidade. Entre as ações destacadas, encontram-se medidas preventivas de mitigação, essenciais para conter a expansão da voçoroca e minimizar seus impactos. A recuperação ambiental também é um ponto crucial, visando restaurar áreas degradadas e promover a resiliência dos ecossistemas locais.

A educação em comunidade é essencial, capacitando os residentes com conhecimentos e práticas sustentáveis que possam ser aplicados no cotidiano, aprimorando a compreensão da relevância da conservação do meio ambiente e incentivando a participação ativa na implementação das medidas propostas.

Além disso, a mobilização de recursos financeiros, técnicos e humanos é fundamental para a execução eficaz dessas iniciativas.

Integrar essas ações com os ODS não apenas garante uma abordagem sustentável, mas também alinha os esforços locais com os objetivos globais de proteção ambiental e desenvolvimento sustentável.

Dessa forma, a implementação coordenada dessas estratégias permitirá a Rio Tinto enfrentar de maneira eficaz os desafios impostos pela voçoroca, promovendo um desenvolvimento urbano mais seguro e sustentável para as gerações presentes e futuras.

Tabela 01: Relação às ODS e as problemáticas do município

ODS:	CORRELAÇÃO:
Objetivo 11: Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis	A gestão da Voçoroca de Rio Tinto exige um planejamento urbano inclusivo e sustentável, envolvendo a comunidade local nas decisões e implementações das medidas de controle da erosão. A participação ativa da população é fundamental para garantir que as soluções sejam adequadas às necessidades locais e promovam um ambiente seguro e resiliente.
Meta 11.3: aumentar a urbanização inclusiva e sustentável, e a capacidade para o planejamento e a gestão participativa, integrada e sustentável dos assentamentos humanos.	
Meta 11.5: reduzir significativamente o número de mortes e o número de pessoas afetadas por catástrofes, incluindo desastres relacionados à água, focando em proteger os pobres e os vulneráveis.	A Voçoroca representa uma ameaça direta à vida e ao bem-estar dos moradores de Rio Tinto. Implementar medidas preventivas e de mitigação pode reduzir o risco de desastres, proteger as pessoas vulneráveis e minimizar as perdas econômicas diretas associadas a deslizamentos de terra e enchentes.
Meta 11.6: reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades, prestando especial atenção à qualidade do ar, gestão de resíduos municipais e outros.	A recuperação da área afetada pela Voçoroca contribuirá para a redução do impacto ambiental negativo, promovendo a restauração do solo e a melhoria da gestão dos resíduos, além de melhorar potencialmente a qualidade do ar através da replantação de vegetação nativa.
Meta 11.b: aumentar o número de cidades e assentamentos humanos adotando e implementando políticas e planos integrados para a inclusão, eficiência dos recursos, mitigação e adaptação à mudança do clima, resiliência a desastres; e desenvolver e implementar o gerenciamento holístico do risco de desastres.	Desenvolver e implementar um plano de ação integrado para Rio Tinto, que aborde a contenção e recuperação da Voçoroca, contribui para aumentar a resiliência da cidade a desastres, integrando práticas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas.
Objetivo 13: Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos	A degradação dos objetivos 13: Tomar Medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos no solo e a formação da Voçoroca são exacerbadas pelas mudanças climáticas, como

	chuvas intensas e irregulares. Medidas urgentes para estabilizar a área e restaurar a vegetação local podem ajudar a combater os efeitos das mudanças climáticas e reduzir a vulnerabilidade da região a futuros eventos climáticos extremos.
Objetivo 15: Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres.	A Voçoroca em Rio Tinto é um exemplo claro de degradação do solo que precisa ser combatida. Iniciativas para restaurar a área afetada ajudarão a recuperar o solo degradado e a combater a desertificação, promovendo a resiliência do ecossistema local.
Meta 15.3: combater a desertificação e restaurar a terra e o solo degradado, incluindo terrenos afetados pela desertificação, secas e inundações.	
Meta 15.a: mobilizar e aumentar os recursos financeiros para a conservação e o uso sustentável da biodiversidade e dos ecossistemas.	A recuperação da Voçoroca e a proteção do solo em Rio Tinto exigem investimentos significativos. Mobilizar recursos financeiros para essas ações é crucial para garantir a conservação e o uso sustentável dos ecossistemas terrestres na região.
Meta 15.b: mobilizar recursos para financiar o manejo florestal sustentável e proporcionar incentivos aos países em desenvolvimento para promover o manejo florestal sustentável, incluindo a conservação e o reflorestamento.	A recuperação da vegetação nativa e o reflorestamento das áreas afetadas pela Voçoroca são medidas essenciais. A mobilização de recursos para essas atividades ajudará a promover o manejo florestal sustentável e a restaurar a saúde do ecossistema local.

Fonte: Os Autores (2024)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As voçorocas são processos erosivos naturais, que podem ocasionar sérios danos a áreas urbanas, como desmoronamento de casas em seu entorno, perda de áreas agricultáveis, degradação do solo. A partir do momento no qual estas feições erosivas são notadas, o poder público deve agir, a fim de conter o agravamento deste problema, no geral, esta problemática só toma proporções midiáticas quando começa afetar a população em seu entorno, como foi o caso do local de estudo.

Mediante a isto, soluções fazem-se necessárias, para conter o agravamento e recuperar a área degradada da voçoroca, diversas soluções são necessárias. Entre as técnicas mais difundidas para resolver e amenizar esses casos, destacam-se:

Reflorestamento: O reflorestamento consiste na implantação de espécies arbóreas e gramíneas pré-existentes nas margens da voçoroca. Essa prática visa melhorar a interceptação da água da chuva no solo, promovendo a infiltração e a fixação do solo, além de reduzir a erosão.

As raízes das plantas ajudam a consolidar o solo, diminuindo a velocidade do escoamento superficial da água da chuva e evitando a formação de novas voçorocas. É essencial escolher espécies nativas da região para garantir a adaptação e o sucesso do reflorestamento, além de contribuir para a recuperação da biodiversidade local.

Tapetes verdes: Tapetes verdes são materiais utilizados para controlar a erosão do solo e promover a revegetação de áreas degradadas. Comumente feitos de fibras de coco, palha ou outros materiais biodegradáveis, esses tapetes são posicionados em formato de malha e trançados.

Entre os espaços da malha, são colocadas sementes de gramíneas, que germinam e formam uma cobertura vegetal protetora. Esses tapetes ajudam a estabilizar o solo e a prevenir o escoamento superficial da água, permitindo que a vegetação se estabeleça e cresça. Além disso, os tapetes verdes também promovem a retenção de umidade no solo, criando um microambiente favorável para o desenvolvimento das plantas.

Sistema de drenagem: A implementação de sistemas de drenagem adequados é fundamental em áreas urbanas, onde as construções civis tendem a impermeabilizar o solo, ocasionando grandes fluxos de água nos corredores urbanos. Sem um sistema de drenagem eficiente, a água da chuva pode causar erosão significativa e contribuir para a formação de voçorocas. Sistemas de drenagem, como canaletas, bueiros, valetas e redes de escoamento, ajudam a direcionar a água da chuva de maneira controlada, evitando que ela se acumule e cause danos ao solo.

Palavras-chave: Voçoroca, Erosão, Sustentabilidade, Gestão Ambiental, Reflorestamento.

REFERÊNCIAS

BARROS, F. M. **Altimetria e Erosão: Influências no Relevo e na Dinâmica de Solos.** *Geografia e Pesquisa*, v. 12, n. 1, p. 75-89, 2011.

DSC - BR Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades – Brasil. Disponível em <<https://idsc.cidadessustentaveis.org.br/profiles/2512903/>>. Acesso em: 28 jul. 2024.

Home. (2020, July 24). Estratégia ODS. <https://www.estrategiaods.org.br/>

IBGE. (n.d.). Gov.br. Retrieved August 26, 2024, from <https://www.ibge.gov.br/>

LIMA, J. M. **Voçorocas e Impactos Ambientais: Análise e Soluções.** São Paulo: Editora Ambiental, 2013.

SANTOS, E. L.; MOTA, L. M. **Erosão e Solos: Estudos e Aplicações.** Brasília: Editora Universitária, 2008.

SANTOS, R. J. dos; SILVA, A. R.; OLIVEIRA, M. T. **Argissolos Amarelos e sua Erodibilidade.** *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 37, n. 2, p. 341-355, 2013.

SCHMIDT, A. **El Concepto de Naturaleza en Marx.** Espanha: Siglo Veintiuno Editores S.A, 1976.

SCHUMM, S. A. **Geomorphology and the Changing Environment.** New York: Harper & Row, 1977.

SILVA, J. A. Geomorfologia dos Tabuleiros Costeiros do Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geografia*, v. 5, n. 2, p. 123-145, 2010.