

IMPACTOS DOS EXTREMOS CLIMÁTICOS E A IMPORTÂNCIA DO SANEAMENTO BÁSICO: Um estudo com futuros engenheiros e arquitetos

Julia Lanes Novais Ferreira¹
Bianca Gaigher Uzais²
Yasmin Mourão Coelho³
Dayane Gonçalves Ferreira⁴
Marianna Franca de Jesus⁵
Hernani Ciro Santana⁶

Educação Ambiental (artes e meio ambiente)

Resumo

Os desastres relacionados a extremos climáticos têm se intensificado globalmente, evidenciando a vulnerabilidade das infraestruturas urbanas, especialmente em países como o Brasil, que figura entre os dez mais afetados. Este estudo, realizado com 38 estudantes dos cursos de Engenharia Civil e Ambiental e Arquitetura e Urbanismo da Universidade Vale do Rio Doce (UNIVALE), buscou avaliar a percepção sobre a relação entre saneamento básico e eventos climáticos extremos. Utilizando uma abordagem quali-quantitativa, os dados foram coletados por meio de um questionário semiestruturado. Os resultados indicaram que, embora os alunos reconheçam a importância do saneamento básico e da resiliência urbana, seu conhecimento técnico sobre esses temas é superficial. Isso é preocupante, dada a relevância dessas áreas na mitigação dos impactos dos desastres naturais. Além disso, os participantes identificaram a inadequação das infraestruturas urbanas, como drenagem e saneamento, como um dos principais fatores que aumentam a vulnerabilidade das comunidades frente a eventos climáticos extremos, como enchentes. O estudo também destaca a necessidade de uma revisão curricular nos cursos de engenharia e arquitetura, enfatizando a inclusão de conteúdos práticos sobre planejamento urbano sustentável e gestão de riscos. Além disso, é essencial que esses futuros profissionais sejam capacitados para atuar como agentes de mudança, promovendo soluções inovadoras e sustentáveis para melhorar a resiliência das cidades, especialmente em áreas mais vulneráveis. Este trabalho sublinha a importância de uma abordagem educativa mais integrada e prática, além de políticas públicas eficazes, para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas e garantir um desenvolvimento urbano mais sustentável e resiliente.

Palavras-chave: Perspectiva discente; Mudanças climáticas; Resiliência urbana; Planejamento urbano sustentável; Educação ambiental.

¹ Graduanda na Universidade Vale do Rio Doce; Engenharia Civil e Ambiental; julia.ferreira@univale.br

² Graduanda na Universidade Vale do Rio Doce; Biomedicina; bianca.uzais@univale.br

³ Graduanda na Universidade Vale do Rio Doce; Medicina; yasmin.coelho@univale.br

⁴ Prof. na Universidade Vale do Rio Doce; Engenharia Civil e Ambiental; dayane.ferreira@univale.br

⁵ Prof. na Universidade Vale do Rio Doce; Engenharia Civil e Ambiental; marianna.franca@univale.br

⁶ Prof. na Universidade Vale do Rio Doce; Engenharia Civil e Ambiental; hernani.santana@univale.br

INTRODUÇÃO

Os desastres relacionados a extremos climáticos têm se tornado cada vez mais frequentes e devastadores, evidenciando a crescente vulnerabilidade global às mudanças climáticas. De acordo com o relatório da *International Disaster Database* (EM-DAT) de 2023, foram registrados 399 desastres naturais que resultaram em 86.473 mortes e impactaram 93,1 milhões de pessoas em todo o mundo. O Brasil se destacou negativamente, figurando entre os dez países com maior incidência desses eventos, o que ressalta a gravidade da situação climática no país e a necessidade urgente de ações mitigatórias e adaptativas (CRED, 2023).

O aumento da frequência e intensidade desses desastres está diretamente ligado às mudanças climáticas, que são amplificadas pelas atividades humanas, especialmente nos centros urbanos. As cidades, ao crescerem de maneira descontrolada para suprir a demanda populacional, acabam por contribuir significativamente para a degradação ambiental. A urbanização rápida e desordenada está associada ao aumento da emissão de Gases de Efeito Estufa (GEEs), principalmente o dióxido de carbono (CO₂), à impermeabilização do solo e à diminuição das áreas verdes, fatores que não só exacerbam os efeitos de desastres naturais como também criam vulnerabilidades urbanas (SETO *et al.*, 2021).

Neste contexto, a infraestrutura urbana desempenha um papel ambivalente: ela é simultaneamente uma das principais causadoras das mudanças climáticas e uma de suas maiores vítimas. As cidades são epicentros de consumo de recursos naturais e de geração de resíduos, e suas infraestruturas frequentemente não são projetadas para enfrentar os desafios impostos pelos eventos climáticos extremos, como chuvas torrenciais e secas prolongadas. Como resultado, desastres que já aconteceriam naturalmente se tornam ainda mais devastadores devido às intervenções humanas, que agravam a severidade e a frequência desses eventos (UNDRR, 2022).

O caso recente do Rio Grande do Sul ilustra de forma trágica essa realidade. Chuvas intensas provocaram inundações que ceifaram vidas e destruíram comunidades inteiras, um cenário já previsto em estudos anteriores. A pesquisa de Debortoli (2017) já havia identificado a vulnerabilidade da região a enchentes e alagamentos, destacando a falta de ações preventivas eficazes. Mesmo com o conhecimento desses riscos, as medidas para mitigação e adaptação foram insuficientes, resultando em perdas significativas (DEBORTOLI *et al.*, 2017).

Esse cenário evidencia a necessidade urgente de uma abordagem proativa para enfrentar os

desafios ambientais, com ênfase na resiliência das infraestruturas urbanas.

No Brasil, a educação ambiental, promovida por leis nacionais, visa formar cidadãos conscientes, preparados para integrar a sustentabilidade no planejamento urbano e na gestão das cidades. Profissionais das áreas de Engenharia Civil, Engenharia Ambiental, Arquitetura e Urbanismo desempenham um papel crucial na criação de cidades resilientes. Esses profissionais não apenas devem projetar estruturas capazes de resistir a eventos climáticos extremos, mas também devem adotar práticas que minimizem as causas subjacentes, como a emissão de GEEs e a degradação ambiental (BRASIL, 2012).

Além disso, o saneamento básico é uma componente essencial da infraestrutura urbana, com impacto direto na resiliência das comunidades. A ausência de sistemas de saneamento adequados, como drenagem eficiente e gestão de resíduos sólidos, agrava a vulnerabilidade das populações, especialmente durante eventos climáticos extremos. A falta de drenagem adequada pode intensificar o risco de inundações, enquanto a má gestão dos resíduos sólidos contribui para a degradação do solo, que, sob condições climáticas adversas, pode levar a problemas ambientais mais graves, como a lixiviação (WHO, 2022).

Diante da relevância de uma infraestrutura urbana bem planejada e gerida para mitigar os impactos dos extremos climáticos, este estudo busca avaliar a percepção dos alunos dos cursos de Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Civil e Engenharia Ambiental da Universidade Vale do Rio Doce (UNIVALE) sobre a correlação entre saneamento básico e eventos climáticos extremos. Além disso, o estudo visa analisar se esses futuros profissionais compreendem a importância de suas áreas de atuação na construção de cidades mais resilientes e sustentáveis.

METODOLOGIA

Este estudo adotou uma abordagem de pesquisa quali-quantitativa, conduzida na Universidade Vale do Rio Doce (UNIVALE), localizada em Governador Valadares, Minas Gerais. O foco foi explorar as percepções dos estudantes dos cursos de Engenharia Civil e Ambiental e Arquitetura e Urbanismo sobre a relação entre saneamento básico e extremos climáticos. A metodologia escolhida reflete a necessidade de capturar tanto a profundidade das opiniões individuais quanto padrões mais amplos nas respostas coletadas. A pesquisa envolveu a participação voluntária de 38 estudantes, garantindo que a adesão ao estudo fosse genuína e livre de qualquer obrigatoriedade. A voluntariedade é um aspecto importante, pois assegura que

os dados coletados reflitam o interesse real e as percepções autênticas dos alunos sobre o tema.

Contudo, essa característica também resultou em alguns desafios, como a obtenção de um número limitado de respostas, o que limita a representatividade dos resultados para a totalidade dos alunos dos cursos envolvidos. A coleta de dados foi realizada por meio de um questionário semiestruturado, elaborado e distribuído através da plataforma Google Forms. Essa escolha foi motivada pela praticidade e acessibilidade da ferramenta, permitindo que os participantes respondessem às perguntas de forma remota, no horário que lhes fosse mais conveniente. O questionário foi dividido em quatro seções, totalizando 16 perguntas que abrangiam desde aspectos sociodemográficos até questões específicas sobre saneamento básico e mudanças climáticas.

A divulgação do questionário ocorreu de maneira digital, por meio dos grupos de comunicação formados pelos estudantes de cada curso e período. Essa estratégia de divulgação visou maximizar a participação, embora tenha encontrado limitações, como a saturação de informações em grupos virtuais, o que pode ter contribuído para o baixo índice de respostas.

Durante o processo de análise dos dados, tornou-se evidente a importância de tratar os resultados com cautela. O número relativamente pequeno de participantes impede a generalização das conclusões para todos os estudantes dos cursos em questão. No entanto, os dados obtidos oferecem *insights* valiosos sobre as percepções dos alunos que participaram do estudo, possibilitando uma compreensão inicial das visões e preocupações desses futuros profissionais em relação ao saneamento e aos desafios climáticos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa contou com a participação de 38 estudantes dos cursos de Engenharia Civil e Ambiental e Arquitetura e Urbanismo da UNIVALE. A análise sociodemográfica revelou que 68,4% dos participantes estavam na faixa etária de 18 a 24 anos, seguidos por 13,5% na faixa etária de 39 a 45 anos. O gênero masculino foi predominante, representando 65,8% dos respondentes. Em termos de curso, a Engenharia Civil e Ambiental foi a mais bem representada, com o quinto período sendo o mais participativo, contabilizando 28,9% dos respondentes. Esses dados fornecem um contexto importante para a interpretação das percepções dos estudantes, uma vez que fatores como idade, gênero e curso podem influenciar suas opiniões sobre questões

relacionadas ao saneamento básico e à vulnerabilidade climática.

A maioria dos participantes residia em áreas urbanas, com apenas três estudantes vindo de zonas rurais (fig. 1). Este aspecto é relevante, pois a vivência em ambientes urbanos ou rurais pode moldar a forma como os indivíduos percebem e se relacionam com o meio ambiente. Estudos como o de Oliveira (2018) destacam que moradores urbanos tendem a ser mais distantes e desintegrados de seu espaço natural, criando o que se denomina “ecossistema artificial”, o que pode impactar sua percepção sobre sustentabilidade e infraestrutura urbana.

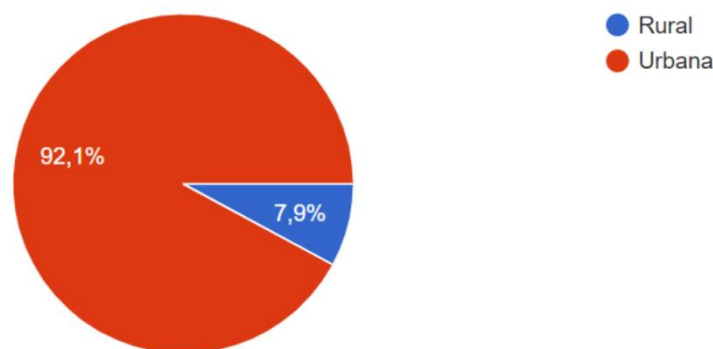


Figura 01: Porcentagem de alunos em áreas urbanas e rurais.

As questões subsequentes do questionário focaram na percepção dos estudantes sobre o saneamento básico, setor considerado fundamental para a resiliência das cidades frente aos desafios climáticos. Quando solicitados a avaliar seu conhecimento sobre o tema em uma escala de 1 a 5, a maioria dos participantes escolheu entre os três primeiros níveis, indicando um conhecimento superficial. Este dado é preocupante, considerando que o saneamento básico afeta diretamente diversas áreas da engenharia e urbanismo, influenciando desde a prevenção de doenças até a mitigação dos impactos de desastres naturais.

Apesar do conhecimento limitado, 86,8% dos respondentes atribuíram ao saneamento básico o mais alto nível de importância na prevenção de doenças. Esse reconhecimento reflete uma compreensão básica, mas crucial, da interligação entre infraestrutura de saneamento e saúde pública, alinhando-se com as evidências da literatura que destacam o saneamento como um componente essencial da resiliência comunitária (WHO, 2022).

Ao questionar os estudantes sobre os principais desafios do saneamento básico no Brasil, as respostas dissertativas revelaram uma preocupação significativa com a falta de infraestrutura,

especialmente em áreas de baixa renda. Muitos estudantes associaram o saneamento principalmente ao esgoto sanitário, similar ao que foi observado no estudo sobre a percepção ambiental de moradores do bairro “Nova Parnamirim” em Parnamirim/RN, onde o esgoto é frequentemente visto como o principal problema (CUNHA; CANAN, 2015). Essa percepção é corroborada pelos dados do Censo 2022 do IBGE, que indicam que o esgotamento sanitário é a área mais deficiente quando comparado ao abastecimento de água e à destinação correta de lixo (IBGE, 2022).

A análise mais detalhada dos dados do mesmo censo mostra que regiões com menor número de habitantes e populações mais marginalizadas (como pretos e indígenas) têm menor infraestrutura de saneamento. Esse cenário justifica as preocupações expressas pelos estudantes e reforça a necessidade de políticas públicas voltadas para a melhoria da infraestrutura em áreas carentes, como forma de reduzir a vulnerabilidade dessas comunidades frente aos extremos climáticos.(NARZETTI; MARQUES, 2021)

As perguntas finais do questionário abordaram diretamente as preocupações dos estudantes em relação aos extremos climáticos. Mais da metade dos participantes indicou o mais alto nível de preocupação (fig. 2), o que não é surpreendente considerando o contexto local. Governador Valadares é uma região que enfrenta frequentemente grandes vazões de água e enchentes, problemas que foram exacerbados pelo rompimento da barragem de Mariana em 2015. O desastre, que continua a influenciar a dinâmica ambiental da região, favorece o aumento das enchentes, como evidenciado pela enchente de 2020, que afetou cerca de 50 mil valadarenses, causando deslocamentos e problemas de saúde significativos (CHAVES; ASSIS; FURBINO, 2023).

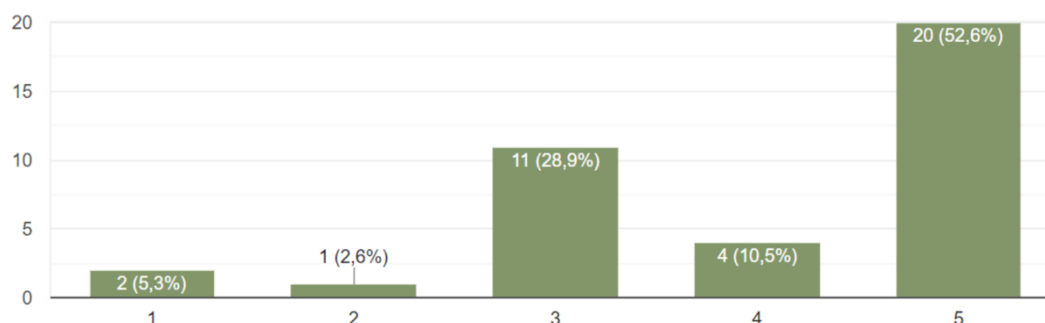


Figura 02: Nível de preocupação quanto a extremos climáticos dos entrevistados.

A resposta dos discentes, que em sua maioria reconhecem a importância de suas áreas de estudo para a mitigação dos impactos de eventos climáticos, é alentadora. Essa percepção positiva destaca o potencial desses futuros profissionais como agentes de mudança na construção de uma infraestrutura urbana mais resiliente e sustentável.

Os resultados indicam uma conscientização crescente entre os estudantes sobre a importância do saneamento básico e da infraestrutura urbana na mitigação dos efeitos dos extremos climáticos. No entanto, o conhecimento técnico ainda é limitado, o que aponta para a necessidade de uma maior ênfase em conteúdos relacionados às mudanças climáticas, saneamento e planejamento urbano sustentável nos currículos dos cursos de engenharia e arquitetura.

Embora a amostra limitada não permita generalizações para toda a população de estudantes desses cursos, os *insights* obtidos são valiosos para orientar futuras ações educacionais e políticas públicas. A formação de profissionais mais bem preparados e informados é essencial para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas e para a construção de cidades mais resilientes (BRASIL, 2016).

Além disso, a importância de incluir a comunidade no planejamento urbano e nas decisões sobre infraestrutura é evidente. O envolvimento ativo de diferentes setores da sociedade, aliado a uma educação ambiental sólida, pode contribuir para a criação de políticas públicas mais eficazes e para a construção de um ambiente urbano capaz de resistir e se adaptar às novas realidades climáticas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desta pesquisa destacam uma lacuna preocupante no conhecimento técnico dos estudantes de Engenharia Civil, Engenharia Ambiental e Arquitetura e Urbanismo sobre saneamento básico e mitigação de impactos climáticos. Apesar de reconhecerem a importância do saneamento para a saúde pública e a resiliência urbana, o conhecimento atual é insuficiente para enfrentar os desafios complexos que se aproximam. As infraestruturas urbanas, especialmente em cidades vulneráveis como Governador Valadares, são inadequadas e descuidadas. Urge revisar os currículos para incluir temas relacionados a saneamento, planejamento urbano sustentável e gestão de riscos climáticos. A formação de profissionais com uma visão integrada e a promoção de soluções inovadoras são essenciais para construir cidades

mais resilientes e preparadas para mudanças climáticas.

AGRADECIMENTOS

Dedicamos nossos sinceros agradecimentos aos entrevistados e ao apoio da Univale e dos cursos de Engenharia Civil e Ambiental e Arquitetura e Urbanismo, pelo incentivo e apoio no desenvolvimento de pesquisas e na divulgação científica.

REFERÊNCIAS

ALCOFORADO, M. J. et al. **Estudos sobre cidades e alterações climáticas**. Lisboa: Centro de Estudos Geográficos, 2008. 108 p.

APOLLARO, C.; ALVIM, A. Estratégias e desafios do planejamento urbano para a adaptação de cidades frente à mudança climática. *Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade*, v. 13, n. 6, 2017. DOI: 10.22292/mas.v13i6.663. Disponível em: <https://www.revistasuninter.com/revistameioambiente/index.php/meioAmbiente/article/view/663>. Acesso em: 24 ago. 2024.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília: Presidência da República do Brasil, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 26 ago. 2024.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente. Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima: Volume II: Estratégias Setoriais e Temáticas**. Portaria MMA n.º 150 de 10 de maio de 2016. Brasília: MMA, 2016. 295 p. ISBN: 978-85-7738-272-9.

CRED. **EM-DAT: The International Disaster Database**. Bruxelas: Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, 2023. Disponível em: <https://www.emdat.be/>. Acesso em: 14 maio 2024.

CUNHA, M. C. B.; CANNAN, B. Percepção ambiental de moradores do bairro Nova Parnamirim em Parnamirim/RN a sobre saneamento básico. *Holos*, v. 1, p. 133-143, 2015.

DE FARIAS, A. S.; MARCON, J. P.; SCHMITT, D. P.; SIEBENEICHLER, K. M. Infraestrutura urbana sustentável: conceitos e aplicações sob a perspectiva do arquiteto e urbanista. *Cadernos de Arquitetura e Urbanismo*, v. 2, n. 36, p. 164-205, 2018.

DEBORTOLI, N. S. et al. Climatic and environmental disasters in Brazil: Historical events and their impacts. *Natural Hazards*, v. 86, n. 2, p. 783-802, 2017. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11069-017-2736-2>. Acesso em: 26 ago. 2024.

DONATTI, C. I. et al. Global hotspots of climate-related disasters. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, v. 108, p. 104488, 2024. DOI: 10.1016/j.ijdrr.2024.104488.

EBI, K. L. et al. Extreme weather and climate change: population health and health system implications. *Annual Review of Public Health*, v. 42, n. 1, p. 293-315, 2021.

IBGE. **Censo Demográfico 2022: características dos domicílios**. Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3106/cd_2022_domicilios.pdf. Acesso em: 05 set. 2024.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Mudanças climáticas e adaptação nas cidades: uma análise de políticas públicas**. Brasília: IPEA, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9184/1/Mudan%C3%A7as%20clim%C3%A1ticas.pdf>. Acesso em: 11 out. 2024.

MEEROW, S.; NEWELL, J. P.; STULTS, M. Defining urban resilience: A review. *Landscape and Urban Planning*, v. 147, p. 38-49, 2016.

NARZETTI, D. A.; MARQUES, R. C. Access to Water and Sanitation Services in Brazilian Vulnerable Areas: the role of regulation and recent institutional reform. *Water*, v. 13, n. 6, p. 787, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3390/w13060787>.

OLIVEIRA, F. A. A percepção climática no município de Campinas, SP: confronto entre o morador urbano e o rural. *Geosul*, v. 22, n. 43, p. 77-102, 2007.

PEREIRA, L. S.; NEGREIROS, I.; LEONETTI LOPES, K.; ABIKO, A. As cidades resilientes: desafios frente às enchentes urbanas. In: **ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022. Porto Alegre**. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 1-14. DOI: 10.46421/entac.v19i1.2237. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/view/2237>.

PINHEIRO, B. et al. Cidades Resilientes: A minha cidade está preparada? - Análise do município de Três Rios/RJ segundo parâmetros da UNISDR. *Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*, v. 19, p. 1-13, 2022. DOI: 10.46421/entac.v19i1.2235. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/view/2235>.

RODRIGUES, M. L. et al. A percepção ambiental como instrumento de apoio na gestão e na formulação de políticas públicas ambientais. *Saúde e Sociedade*, v. 21, p. 96-110, 2012.

SETO, K. C. et al. Human Settlements, Infrastructure, and Spatial Planning. In: **Climate Change 2021: Mitigation of Climate Change**. Genebra: IPCC, 2021. Disponível em: <https://escholarship.org/content/qt7kz997d2/qt7kz997d2.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2024.

SIEBERT, C. Resiliência urbana: planejando as cidades para conviver com fenômenos climáticos extremos. *VI Encontro Nacional da Anppas*, 2012.

SOUZA, M. S. Meio ambiente urbano e saneamento básico. *Mercator*, v. 1, n. 1, 2002.

UNDRR. **Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction**. Genebra: United Nations Office for Disaster Risk Reduction, 2022. Disponível em: <https://www.undrr.org/publication/global-assessment-report-disaster-risk-reduction-2022>. Acesso em: 26 ago. 2024.

WHO. **Water, Sanitation and Hygiene (WASH) and Climate Change**. Genebra: World Health Organization, 2022. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>. Acesso em: 26 ago. 2024.