



Artigo de Revisão

e-ISSN 2177-4560

DOI: 10.19180/2177-4560.v18n12024p60-69

Submetido em: 2 set. 2024

Aceito em: 03 nov. 2024

.....

A reciclagem de resíduos sólidos na construção civil

Recycling solid wastes in construction

Reciclaje de residuos sólidos en la construcción civil

Ana Beatriz Mascarenhas Pereira  <https://orcid.org/0000-0001-6557-365X>

Universidade Federal de Minas Gerais.

Mestre e Doutora em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável pela Universidade Federal de Minas Gerais.

E-mail: tizamascarenhas@gmail.com

Gisele Vidal Vimeiro  <https://orcid.org/0000-0003-1776-0447>

Fundação Oswaldo Cruz - Unidade Minas Gerais. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais.

Mestre e doutora em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais.

E-mail: giselevv@cefetmg.br

Samuel Rodrigues Castro  <https://orcid.org/0000-0003-4053-7040>

Universidade Federal de Juiz de Fora.

Doutor em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais – PPG SMARH/UFMG.

Professor adjunto do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Juiz de Fora.

E-mail: samuel.castro@ufjf.br

Bruno Henrique Lourenço Camargos  <https://orcid.org/0000-0002-2605-6534>

Universidade Estadual de Minas Gerais - Campus Divinópolis.

Mestre em Ciências da Engenharia Civil com ênfase em Engenharia e Construção pela Universidade Federal de Ouro Preto.

Professor na UEMG campus Divinópolis.

E-mail: bruno.camargos@uemg.br

Roberto Galéry  <https://orcid.org/0000-0003-0539-4590>

Universidade Federal de Minas Gerais.

Doutor pelo PPGEM-UFMG.

Professor do Departamento de Engenharia de Minas da UFMG.

E-mail: rgalery@demin.ufmg.br

Resumo: Os eventos climáticos extremos observados sobretudo no século XXI evidenciam a necessidade urgente de mudança de hábitos. Neste contexto, uma das práticas que necessita ser reavaliada está relacionada à geração e gestão de resíduos, que se tornou uma questão global fundamental. A redução do consumo, o reuso de itens e a reciclagem, ou seja, a coleta e processamento de materiais em novos produtos contribuem para a mitigação dos problemas causados pelas emissões de gases de efeito estufa e

minimizam os resultados prejudiciais do seu descarte seja em aterros sanitários seja de forma irregular. Na construção civil, a reciclagem de resíduos sólidos, por meio da logística reversa e responsabilidade compartilhada, é essencial. Esta prática auxilia o combate à poluição e o esgotamento de recursos naturais. O presente trabalho revisa experiências de reaproveitamento de resíduos plásticos para produção de elementos construtivos como tijolos, blocos e telhas a compósitos cimentícios.

Palavras-chave: Resíduos sólidos. Plástico. Tecnologias. Coprodutos. Sustentabilidade.

Abstract: Extreme weather events observed mainly in the 21st century highlight the urgent need to change habits. In this context, one of the practices that needs to be reassessed is related to waste generation and management, which has become a fundamental global issue. Reducing consumption, reusing items and recycling, that is, collecting and processing materials into new hazardous products to mitigate the problems caused by greenhouse gas emissions and minimize the harmful results of their disposal, whether in landfills or irregularly. In the construction industry, recycling solid waste, through reverse logistics and shared responsibility, is essential. This practice helps combat pollution and the depletion of natural resources. This paper reviews experiences of reusing plastic waste to produce construction elements such as bricks, blocks and tiles and cementitious compounds.

Keywords: Solid wastes. Plastic. Technologies. Co-products. Sustainability.

Resumen: Los fenómenos meteorológicos extremos observados especialmente en el siglo XXI ponen de relieve la urgente necesidad de cambiar los hábitos. En este contexto, una de las prácticas que es necesario reevaluar está relacionada con la generación y gestión de residuos, que se ha convertido en un tema global fundamental. Reducir el consumo, reutilizar artículos y reciclar, es decir, recolectar y procesar materiales para convertirlos en nuevos productos, contribuye a mitigar los problemas causados por las emisiones de gases de efecto invernadero y minimizar los resultados nocivos de su eliminación, ya sea en los vertederos de forma irregular. En la construcción civil, el reciclaje de residuos sólidos, mediante logística inversa y responsabilidad compartida, es fundamental. Esta práctica ayuda a combatir la contaminación y el agotamiento de los recursos naturales. El presente trabajo revisa experiencias de reutilización de residuos plásticos para producir elementos constructivos como ladrillos, bloques y tejas y compuestos cementosos.

Palabras clave: Residuos sólidos. Plástico. Tecnologías. Coprodutos. Sostenibilidad.

1 Introdução

Publicado em março de 2023, o Sexto Relatório de Avaliação (AR 6) do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), indicou que o aumento e a intensidade de eventos climáticos extremos estão diretamente relacionados com as atividades humanas. O documento também ressalta que, a despeito da existência de uma pequena janela de oportunidade para mitigar esses efeitos, as chances de garantir um futuro habitável tornam-se cada vez mais escassas. A logística reversa, considerando a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos materiais e a promoção de novos hábitos de lidar com os resíduos, contribui para melhorar a pegada de carbono, refletindo diretamente nos indicadores de sustentabilidade.

Em 2015, a Organização das Nações Unidas (ONU) lançou os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) cujas 169 metas estão relacionadas com questões ambientais, sociais e econômicas a serem implementadas até 2030. Neste sentido, a logística reversa, considerando a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos materiais e a promoção de novos hábitos de lidar com os resíduos, contribui para melhorar a pegada de carbono, refletindo diretamente nos indicadores de sustentabilidade, pois os resíduos sólidos urbanos também são responsáveis pelo lançamento de CO₂ na atmosfera.

Estima-se que em 2016 foram geradas 2,01 bilhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos, e espera-se que este número atinja 3,4 bilhões de toneladas até 2050. Globalmente, cerca de 37% dos resíduos

são descartados em algum tipo de aterro, 33% são despejados no meio ambiente, 19% são destinados e recuperados por meio de reciclagem e compostagem e 11% são incinerados (KAZA *et al.*, 2018, p.34).

Os resíduos plásticos tornaram-se um problema especialmente crítico em função serem extremamente danosos ao meio ambiente - aproximadamente dez mil produtos químicos estão relacionados aos plásticos, e pelo menos 2.400 são prejudiciais ao meio ambiente e à saúde humana. Desde a década de 1950, foram produzidas 8,3 bilhões de toneladas de plástico no mundo, das quais cerca de 79% acabaram em aterros ou foram descartadas no meio ambiente (GEYER; JAMBECK; LAW, 2017, n.p). Atualmente, segundo a *World Wide Fund for Nature*, a cada minuto um caminhão cheio de embalagens plásticas é despejado nos oceanos (WORLD WIDE FUND FOR NATURE, 2024).

O relatório da Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (ABREMA, 2023) aponta que cada brasileiro gerou, em média, 1,04 kg de resíduos sólidos urbanos por dia, totalizando mais de 77 milhões de toneladas no ano de 2022. No entanto, menos de 15% dos municípios do país contam com coleta seletiva porta a porta resultando, invariavelmente, em descarte ambientalmente inadequado.

Em relação ao plástico, Jambeck *et al.* (2015, p.769) apontam o Brasil como o 16º país que mais contribui para o vazamento desses resíduos no oceano. Da mesma forma, Alencar *et al.* (2023) estimam que 3,44 milhões de toneladas métricas de resíduos plásticos geradas no país tiveram o oceano como destino final.

Tendo em vista este fato e considerando que os recursos naturais estão cada vez mais limitados, a reciclagem e reaproveitamento de resíduos é cada vez mais urgente. A reutilização de resíduos sólidos urbanos, ou seja, o processo de transformação de materiais descartáveis em novos insumos e produtos vem ao encontro de práticas sustentáveis, diminuindo os danos ao meio ambiente e promovendo o desenvolvimento econômico. O presente trabalho procura, dessa maneira, apresentar uma revisão bibliográfica de algumas tecnologias desenvolvidas para utilização de plástico na fabricação de elementos da construção civil.

2 Procedimentos Metodológicos

Neste trabalho, conduziu-se uma revisão sistemática da literatura (RSL) por meio do método SREE (Systematic Review for Engineering and Experiments). Conforme observado por Galvão e Ricarte (2019) esse método demonstra eficácia quando conduzido de acordo com protocolos específicos, visando compreender e organizar um amplo conjunto de documentos, com destaque especial quando se evidencia eficácia ou não em um contexto específico. De acordo com Azevedo *et al.* (2022), para o método proposto (SREE), sugere-se a adequação da estruturação da RSL por meio da inclusão das etapas (1-3), a saber: 1. Planejamento da pesquisa; 2. Elaboração da pergunta de pesquisa; 3. Busca na literatura; 4. Seleção dos

artigos; 5. Extração dos dados (artigos); 6. Avaliação da qualidade metodológica; 7. Síntese dos dados (metanálise); 8. Redação e publicação dos resultados.

Para a seleção dos manuscritos e a construção do conhecimento desejado nesta pesquisa, adota-se o ProKnow-C (Knowledge Development Process - Constructivist) (AZEVEDO; ENSSLIN; JUNGLES, 2014) que envolve procedimentos para a escolha de artigos associados ao tema (AFONSO et al., 2012). A seleção da estratégia de pesquisa, incluindo a escolha das palavras-chave, representa o ponto inicial e é uma das etapas mais cruciais. Uma decisão inadequada nesse passo pode ter um impacto significativo em todo o desdobramento da pesquisa. Para evitar tais desvios, é imperativo realizar uma análise preliminar.

Assim, concentrando-se em textos acadêmicos, a busca utilizou termos como “uso de materiais recicláveis na construção civil” ou “uso de resíduos sólidos na construção civil”, tanto em português quanto em inglês. No entanto, grande parte dos textos identificados estão na língua inglesa, visto que se trata de um tema muito pouco explorado no Brasil. A investigação teve lugar em 10 de fevereiro de 2024 e abrange artigos de qualquer tipo publicados no período entre 2019 e 2024, encontrados nas bases de dados Science Direct, Scopus, Scielo ou Web of Science, todas elas indexadas no site da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, 2024). Além disso, os resultados da RSL são ordenados por relevância e atribuídos apenas às áreas subjetivas à Engenharia.

3 Discussão

3.1 Aplicações

A reciclagem de resíduos sólidos urbanos diminui os impactos ambientais por não empregar matéria prima extraída diretamente da natureza e possibilita a abertura de uma variedade de postos de trabalho. Em países como Índia, Gana, Quênia, dentre tantos outros, a reutilização de materiais como vidro moído e determinados tipos de plástico é largamente aplicada na produção de elementos da construção, desde blocos de pavimentação a telhas (PRADHA; SARANYA, 2023; TULASHIE et al., 2020).

O baixo índice de reciclagem dos dois materiais - vidro 21% e plásticos 9% em relação à produção de cada um (WANGECI, 2023; HARDER, 2018) - as tecnologias para aplicação na construção civil são ainda muito incipientes. No presente trabalho, pretende-se apresentar uma revisão literária acerca de experiências realizadas para o reaproveitamento de vidro moído e de alguns tipos de plástico, sobretudo aqueles contaminados e que não podem ser reciclados, em um compósito a ser empregado como material na produção de materiais da construção civil.

O artigo de Perea et al. (2022), *Cementless building materials made from recycled plastic and sand/glass: a review and road map for the future*, é também uma revisão da literatura sobre a tecnologia,

desafios, qualidade e propriedades do compósito plástico-areia, para uso como material na produção de elementos da construção.

Os autores destacam que as características das matérias-primas, como densidade, resistência e proporção, têm um impacto direto no resultado. Além disso, ressaltam a importância da limpeza e trituração da matéria-prima, que também influenciam o produto. Em suas experiências, alguns autores optaram por usar apenas plásticos "macios", como o polietileno de baixa densidade (PEBD) e o polipropileno (PP), enquanto outros utilizaram uma variedade de tipos, como polietileno de alta densidade (PEAD), politereftalato de etileno (PET), poliestireno (PS) e policloreto de vinila (PVC). Como já observado, fatores como presença de impurezas, dimensão das partículas e porcentagem também foram relevantes nos processos.

As pesquisas também abrangeram a utilização de diversos tipos de areia: natural (lavadas), provenientes de fundição ou vidro moído. Essas areias foram previamente classificadas por meio de análise de peneira, e suas proporções (em peso) variaram entre 10% e 85,7%.

A diversificação de processos empregados para a fabricação do material compósito foi também observada - compreendendo desde procedimentos bem rudimentares como a utilização de uma panela para derreter o plástico previamente triturado e, em seguida, adicionar a areia peneirada, até o uso de equipamentos como extrusora para fundir os resíduos.

Alguns experimentos destacaram as propriedades mecânicas dos produtos. De acordo com Perera et al. (2022), os tipos de plástico e as impurezas não afetaram a densidade ou a resistência do compósito. A resistência à compressão dos materiais produzidos assemelha-se à do concreto 20 ou 25 e é superior à dos típicos blocos de pavimentação feitos com areia de cimento Portland. Os autores enfatizam que, quanto maior a proporção de carga e ligante, maior é a resistência à compressão do compósito, chegando a 80% de carga. As matérias-primas e produtos do compósito plástico-areia utilizados por Perera et al. (2022) estão demonstrados na Figura 1.

Outro artigo considerado relevante para o tema, *Manufacturing of brick by waste plastic*, elaborado por Verma et al. (2022), consiste na descrição dos materiais e métodos utilizados na fabricação de tijolos a partir de plástico e areia lavada. No estudo foi utilizado polietileno de baixa densidade (LDPE), poliestireno (PS), polietileno de alta densidade (HDPE) e éter polifenileno (PPE) juntamente com areia nas proporções 1:1, 1:1.5, 1:3, por peso. O método usado consistiu em derreter o plástico em um recipiente e misturar a areia.

Após a secagem das amostras, foram conduzidos ensaios de compressão, absorção de água, efluorescência, dureza e solidez. Neste sentido foi constatado que a amostra com traço 1:1.5 tinha a maior resistência à compressão, bem como a menor absorção de água. Entretanto, não foram apresentados dados separados sobre os ensaios de efluorescência, dureza e solidez de cada amostra.

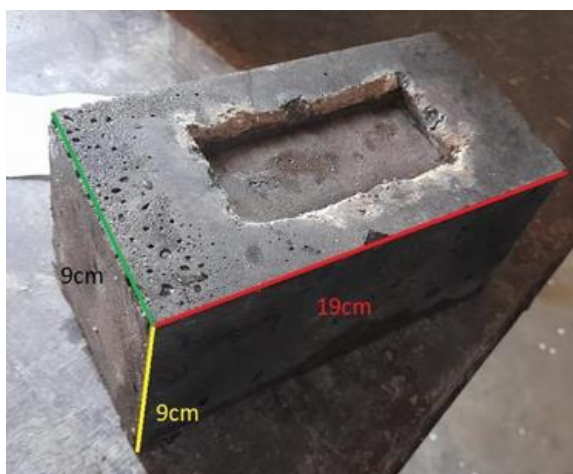
Figura 1. Matérias primas e produtos do compósito plástico-areia



Fonte: Perera *et al.*, 2022 (modificado pelos autores)

Quando comparados com tijolos feitos de barro, os autores constataram que a resistência dos tijolos feitos a partir da mistura de plástico e areia (Figura 2) é 40% superior; e, em relação à absorção de água, cerca de 98% inferior. Os autores também destacam que os tijolos de plástico são mais econômicos e muito mais leves que os tijolos tradicionais, além de serem uma alternativa para a reutilização de plásticos.

Figura 2. Tijolo feito de plástico-areia



Fonte: Verma *et al.*, 2022.

No trabalho de Chauhan *et al.* (2019) intitulado *Fabrication and testing of plastic sand brick*, bem similar ao anteriormente mencionado, utilizou plástico e areia em proporções diferentes para produção de

tijolos (Figura 3). No entanto, apenas o plástico tereftalato de polietileno (PET) foi utilizado, misturado à areia em proporções de 1:2, 1:3 e 1:4.

Para a fabricação dos tijolos, as garrafas foram cortadas em pedaços e colocados no tambor para derreter; quando a temperatura atingiu entre 180°C e 200°C, a areia foi adicionada. As misturas foram colocadas em moldes e o período de secagem foi de 24 horas.

Figura 3. Tijolo de plástico-areia após removê-lo do molde



Fonte: Chauhan *et al.*, 2019

Após esse período foram realizados ensaios de resistência à compressão, de absorção de água, eflorescência e resistência ao fogo. Os resultados revelaram que a resistência à compressão das amostras, independente do traço, é elevada se comparada aos tijolos de barro convencionais (considerando o mesmo tamanho e peso); a absorção de água é bastante inferior - entre 0,9% e 4,5%, enquanto os tijolos de argila é cerca de 15% a 20% do peso do tijolo.

Contudo, a resistência ao fogo é apontada pelos autores como ainda inconclusiva, mas inicialmente os tijolos poderiam ser utilizados para caixas d'água, tanques e obras onde se prevê a contenção de água.

3.2 Resultados

Os ensaios conduzidos pelos autores mencionados, identificados por meio da RSL, revelaram melhorias gerais nas propriedades dos produtos finais. Por exemplo, o compósito de vidro moído e plástico demonstrou resistência à compressão superior à dos blocos feitos com cimento Portland. No entanto, os autores alertam para sua suscetibilidade a danos ambientais causados pela radiação ultravioleta, bem como sua baixa resistência ao fogo.

Por outro lado, tanto Verma *et al.* (2022) quanto Chauhan *et al.* (2019) destacam que, além da resistência à compressão, os tijolos também se destacam por serem mais leves e terem percentuais significativamente menores de absorção de água em comparação com os tijolos tradicionais feitos de barro.

Uma observação interessante feita por Verma et al. (2022) refere-se à abundância de resíduos de plástico em todo o mundo, tornando a reciclagem uma necessidade urgente. Nesse sentido, apesar de os diversos tipos de resíduos sólidos serem extremamente poluentes, sua utilização como matéria-prima na construção civil é não apenas viável, mas também crucial.

4 Considerações finais

Em linhas gerais, o aumento contínuo do descarte de resíduos sólidos urbanos é um problema global. Além de afetar a saúde pública e o meio ambiente, esse cenário ressalta a necessidade urgente de soluções eficazes. No entanto, a reciclagem, embora vista como uma alternativa promissora, ainda é praticada de forma limitada. Neste trabalho, fez-se uma revisão sistemática da literatura a fim de identificar boas alternativas desenvolvidas para a utilização de plástico e vidro na fabricação de elementos da construção civil.

Fatores como a falta de cultura de reciclagem, políticas públicas inadequadas e fiscalização insuficiente contribuem para índices mínimos de reciclagem efetiva. Em um contexto de consumo crescente, com aumento na produção de embalagens, a quantidade de resíduos sólidos urbanos tende a se agravar.

A utilização de materiais como vidro moído e diversos tipos de plástico, amplamente disponíveis em todo o mundo, surge como uma alternativa sustentável em várias frentes. Além de reduzir a acumulação de resíduos em aterros e oceanos, essa prática minimiza as emissões de gases de efeito estufa e preserva os recursos naturais. Socialmente, ela cria novas oportunidades de emprego, enquanto economicamente contribui para um setor amplo e diversificado.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE. **Panorama 2023**: Parte 1. ABREMA, 2023. Disponível em: https://www.abrema.org.br/pdf/Panorama_2023_P1.pdf. Acesso em: 23, mai. 2024.
- AFONSO, Michele Hartmann Feyh; SOUZA, Juliane Vieira de; ENSSLIN, Sandra Rolim; ENSSLIN, Leonardo. Como construir conhecimento sobre o tema de pesquisa? Aplicação do processo ProKnow-C na busca de literatura sobre avaliação do desenvolvimento sustentável. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 5, n. 2, fev. 2012. DOI: 10.5773/rgsa.v5i2.424. Disponível em: <https://rgsa.openaccesspublications.org/rgsa/article/view/424> Acesso em: 21, mai. 2024.
- ALENCAR, Melanie Vianna; GIMENEZ, Bianca Gabani; SASAHARA, Camila; ELLIFF, Carla Isobel; VELIS, Costas A.; RODRIGUES, Letícia Stevanato; CONTI, Luis Americo; GONÇALVES-DIAS, Sylmara Lopes Francelino; CETRULO, Tiago Balieiro; SCRICH, Vitória Milanez; TURRA, Alexander. Advancing plastic pollution hotspotting at the subnational level: Brazil as a case study in the Global South. **Marine Pollution Bulletin**, v.194, Part B, set. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115382>.

Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X23008160> Acesso em: 25, mai. 2024.

AZEVEDO, Rogério Cabral; SOUZA, Eduarda Araújo de; DIAS, Eduardo Antônio Pinto; REIS, Elvys; GOMES, Henrique Comba; COELHO, Isabela. Systematic Review for Engineering and Experiments (SREE). In: **Notes from the Research Methodology Course**. Belo Horizonte, Brazil: 1st ed.; PPGEC/CEFET-MG, 2022.

AZEVEDO, Rogério Cabral; ENSSLIN, Leonardo; JUNGLES, Antônio Edésio. A review of risk management in construction: opportunities for improvement. **Modern Economy**, v. 5, n. 4, p. 367–383, 2014. DOI: 10.4236/me.2014.54036. Disponível em: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=44798> Acesso em: 21, mai. 2024.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. Acesso CAFE. Periódicos CAPES. Disponível em: <https://www-periodicos-capes-gov-br.ezl.periodicos.capes.gov.br/index.php>? Acesso em: 12, mai. 2024.

CHAUHAN, S. S.; KUMAR, Bhushan; SINGH, Prem Shankar; KHAN, Abuzaid; GOYAL, Hritik; GOYAL, Shivank. Fabrication and Testing of Plastic Sand Bricks. In: International Conference on Computational & Experimental Methods in Mechanical Engineering, 2, 2019, GL Bajaj Institute of Technology and Management, Greater Noida, India. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**. DOI 10.1088/1757-899X/691/1/012083. Disponível em: [Fabrication and Testing of Plastic Sand Bricks - IOPscience](#). Acesso em: 17, mar. 2024.

GALVÃO, Maria Cristiane Barbosa; RICARTE, Ivan Luiz Marques. Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. **Logeion: Filosofia da Informação**, 6 (1), 57-73, set, 2019. DOI: 10.21728/logcion.2019v6n1.p57-73. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/335831854_REVISAO_SISTEMATICA_DA_LITERATURA_CONCEITUACAO_PRODUCAO_E_PUBLICACAO Acesso em: 16, mar. 2024.

GEYER, Roland; JAMBECK, Jenna R.; LAW, Kara Lavender. Production, use, and fate of all plastics ever made. **Science Advances**, v.3, n.7, 2017. DOI: 10.1126/sciadv.1700782. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.1700782>. Acesso em: 29, ago. 2024.

INTERNATIONAL SOLID WASTE ASSOCIATION. **News**. ISWA, 2024. Disponível em: <https://www.iswa.org/news/?v=19d3326f3137>. Acesso em: 23, mai. 2024.

JAMBECK, Jenna R.; GEYER, Roland; WILCOX, Chris; SIEGLER, Theodore R.; PERRYMAN, Miriam; ANDRADY, Anthony; NARAYAN, Ramani; LAW, Kara Lavender. Plastic waste inputs from land into the ocean. **Science**, v.347, n. 6223, p.768-771, 2015. DOI:10.1126/science.1260352. Disponível em: https://www.science.org/doi/10.1126/science.1260352?adobe_mc=MCMID%3D20388081670879683890864716592250174146%7CMCORGID%3D242B6472541199F70A4C98A6%2540AdobeOrg%7CTS%3D1724950808. Acesso em: 29, ago. 2024.

KAZA, Silpa; YAO, Lisa; BHADA-TATA, Perinaz; VAN WOERDEN, Frank. What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050. **International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank**, 2018. Disponível em: <https://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/> Acesso em: 03, mar. 2024

PERERA, Jude Shalitha; MENDIS, Priyan; BADUGE, Shanaka Kristombu; HASHEMI, Mahak. Cementless building materials made from recycled plastic and sand/glass: a review and road map for the

future. **Electronic Journal of Structural Engineering**, v.22, n.3, p.56-63, out. 2022. DOI: <https://doi.org/10.56748/ejse.223773>. Disponível em: <https://ejsei.com/EJSE/article/view/377>. Acesso em: 20, mar. 2024.

PRADHA, S. Subha; SARANYA, K. Recycling plastic waste into construction materials for sustainability. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, v. 1210, 2023. DOI 10.1088/1755-1315/1210/1/012016. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1210/1/012016/pdf#:~:text=Various%20applications%20of%20the%20plastic,of%20reinforcement%20and%20infrastructure%20developments>. Acesso em: 21, mai. 2024.

TULASHIE, Samuel Kofi; BOADU, Enoch Kofi; KOTOKA, Francis; MENSAH, David. Plastic wastes to pavement blocks: a significant alternative way to reducing plastic wastes generation and accumulation in Ghana. *Construction and Building Materials*, v. 241, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2023.10076>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S245222362300010X>. Acesso em: 21, mai. 2024.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME. Why aren't we recycling more plastic? 2023. Disponível em: <https://stories.undp.org/why-arent-we-recycling-more-plastic#:~:text=Recycling%20rates%20vary%20by%20location,Some%2012%20percent%20is%20incinerated>. Acesso em: 24, mai. 2024.

VERMA, Anubhav; SRIVASTAVA, Abhay; RAY, Brijesh Kumar; YADAV, Deepak. Manufacturing of brick by waste plastic. **International Journal of Engineering Research in Mechanical and Civil Engineering (IJERMCE)**, v. 9, n. 6, jun. 2022. Disponível em: https://www.technoarete.org/common_abstract/pdf/IJERMCE/v9/i6/Ext_68459.pdf. Acesso em: 17, mar. 2024.

WANGECI, Maryam. **Building from plastic waste: opportunities and limitations in Kenya**. 2023. 159f. Monografia (Bacharelado em Arquitetura) - Department of Architecture and Interior Design, Kenyatta University, Nairobi, 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Maryam-Wangeci/publication/377850069_ARCHITECTURAL_THESIS-BUILDING_FROM_PLASTIC_WASTE OPPORTUNITIES AND LIMITATIONS IN KENYA/links/65bb1f031bed776ae31b142f/ARCHITECTURAL-THESIS-BUILDING-FROM-PLASTIC-WASTE- OPPORTUNITIES-AND-LIMITATIONS-IN-KENYA.pdf. Acesso em: 22, mai. 2024.

WORLD WIDE FUND FOR NATURE. **Ending plastic pollution**. Disponível em: <https://www.worldwildlife.org/stories/ending-plastic-pollution>. Acesso em: 23, jun. 2024.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG por meio de financiamento do projeto “Mineração Urbana – Aproveitamento de resíduos sólidos urbanos no desenvolvimento de coprodutos para emprego na construção civil” - Processo RED-00182-23 (Edital N° 012/2023 - Redes Estruturantes, de Pesquisa Científica ou de Desenvolvimento Tecnológico).