

PLACA DE CONCRETO PARA CALÇADA MODIFICADO COM ESCÓRIA

Alexsander de Oliveira Gonçalves¹

Jairo Caetano Arantes²

Thiago Nunes Ribeiro³

Aline Cristina Costa Gomes⁴

Resumo

O presente artigo trata de um estudo sobre escória como material alternativo para placas de concreto usadas em calçada, que é pilar fundamental da engenharia moderna e sustentável, onde o foco central é a substituição parcial de agregados tradicionais, brita e areia, por escória de aciaria, um subproduto da siderurgia, destacando os benefícios ambientais e as melhorias nas propriedades do material. Avaliando seu desempenho como alternativa ecologicamente correta e tecnicamente viável. O objetivo geral de artigo é estudar sobre a substituição dos agregados no traço de concreto por escória para utilização em placas destinadas à calçadas. Para isso, foi realizada uma pesquisa de natureza básica, com objetivos exploratórios, quanto a abordagem escolhida é qualitativa e os procedimentos de revisão bibliográfica. Com o estudo realizado foi possível conhecer os processos e experimentos laboratoriais necessários para a análise dos materiais e da produção de corpos de prova da placa de concreto para calçadas e entender que a substituição dos agregados utilizados no traço dessa placa podem ser substituídos parcialmente por escória advinda em processo siderúrgico sem que afete substancialmente a resistência exigida pela norma, sabendo que é necessário realizar análise de todos os materiais que compõem o traço.

Palavras-chave: Calçamento. Escória. Materiais de Construção.

Abstract

This article discusses a study on slag as an alternative material for concrete slabs used in sidewalks, a fundamental pillar of modern and sustainable engineering. The central focus is the partial replacement of traditional aggregates, crushed stone and sand, with steelmaking slag, a byproduct of the steel industry, highlighting the environmental benefits and improvements in the material's properties. Its performance as an ecologically sound and technically viable alternative is evaluated. The overall objective of this article is to study the substitution of aggregates in concrete mixes with slag for use in slabs intended for sidewalks. To

¹ Discente do Curso de Engenharia Civil do UGB-FERP.

² Discente do Curso de Engenharia Civil do UGB-FERP.

³ Discente do Curso de Engenharia Civil do UGB-FERP.

⁴ Mestre em Ensino de Ciências da Saúde e do Meio Ambiente (UniFOA), docente do UGB-FERP.

this end, basic research was conducted with exploratory objectives, using a qualitative approach and bibliographic review procedures. The study made it possible to understand the processes and laboratory experiments necessary for the analysis of materials and the production of concrete slab test specimens for sidewalks, and to understand that the aggregates used in the mix of this slab can be partially replaced by slag from a steelmaking process without substantially affecting the resistance required by the standard, knowing that it is necessary to analyze all the materials that make up the mix.

Keywords: Paving stones. Slag. Construction materials.

Introdução

O presente artigo trata de um estudo sobre escória como material alternativo para placas de concreto usadas em calçada, que é pilar fundamental da engenharia moderna e sustentável, onde o foco central é a substituição parcial de agregados tradicionais, brita e areia, por escória de aciaria, um subproduto da siderurgia, destacando os benefícios ambientais e as melhorias nas propriedades do material. Avaliando seu desempenho como alternativa ecologicamente correta e tecnicamente viável.

O tema envolve, a relevância da proposta e as vantagens principais da inovação com a substituição de areia e brita pela escória de processo siderúrgico, um subproduto da fusão de minérios, composta principalmente por sílica, óxidos de cálcio, alumínio e magnésio, além de impurezas do minério de ferro. No processo de produção de aço, a escória é um subproduto que resulta da fusão de impurezas do minério de ferro e outros materiais, como cinzas de coque e fundentes, como o calcário.

Seria possível alcançar a resistência à compressão do concreto com a substituição de parte dos agregados, presentes em seu traço, por escória de aciaria, exigida pela norma específica para seu uso em placas de calçadas?

Por transformar um resíduo industrial em um material valioso, e por suas melhorias no desempenho. Com as crescentes preocupações com a sustentabilidade na indústria da construção civil têm impulsionado a busca por soluções inovadoras que minimizem o impacto ambiental e aproveitem resíduos industriais. Uma dessas soluções é a incorporação de escória, subproduto da produção de aço, na composição

do concreto.

A importância do estudo da placa de concreto modificado com escória adequado, está ligada ao desenvolvimento e a durabilidade das construções.

O objetivo geral de artigo é estudar sobre a substituição dos agregados no traço de concreto por escória para utilização em placas destinadas à calçadas.. Para isso, foi realizada uma pesquisa de natureza básica, com objetivos exploratórios, quanto a abordagem escolhida é qualitativa e os procedimentos de revisão bibliográfica.

1. Placas de Concreto para Calçadas

Placas de concreto para calçadas são elementos estruturais simples, mas que precisam atender requisitos de resistência, durabilidade e desempenho, especialmente quando expostas ao tráfego de pedestres, variações de temperatura e umidade. Por isso, o estudo de alternativas que reduzam custos e aumentem a sustentabilidade tem se tornado comum na engenharia civil (SANTOS, 2022). Uma dessas alternativas é o uso de escória granulada de alto-forno, material proveniente da siderurgia e reconhecido como adição mineral com propriedades pozolânicas.

Segundo Farias (2023), a escória moída reage com os produtos formados na hidratação do cimento, contribuindo para uma matriz mais densa e com menor porosidade. Isso pode melhorar o desempenho das placas de concreto, especialmente em relação à durabilidade. Já Barros (2021) reforça que o uso da escória permite reduzir o consumo de cimento Portland, diminuindo custos e impactos ambientais, “sem comprometer a resistência em idades mais avançadas” (BARROS, 2021, p. 18).

2. Propriedades da Escória para uso em Placas de Concreto

A escória granulada de alto-forno é composta principalmente por sílica, cálcio e alumínio, sendo classificada como adição pozolânica conforme a NBR 12653. A reatividade depende da finura e da composição química, e esses parâmetros precisam

ser avaliados antes do uso em misturas cimentícias (RUSSO, 2024).

Mesquita (2024, *apud* RIBEIRO, 2022) destaca que “a escória funciona como um refinador da microestrutura, reduzindo a quantidade de poros conectados”, o que pode resultar em concreto com menor absorção de água. Isso é importante para placas de calçada, que ficam em contato direto com intempéries e variações de umidade.

De maneira prática, quanto mais fina for a escória, maior tende a ser sua contribuição para o ganho de resistência tardia (KUMAR, 2024). Porém, taxas muito altas podem prejudicar a resistência inicial, por isso percentuais moderados de 10% a 30% são os mais estudados (FARIAS, 2023; SANTOS, 2022).

3. Comportamento Mecânico das Placas com Adição de Escória

Pesquisas realizadas entre 2021 e 2025 mostram que a substituição parcial do cimento por escória geralmente reduz a resistência nos primeiros dias de cura, mas melhora o desempenho após 28 dias (BARROS, 2021; FARIAS, 2023). Isso ocorre porque a escória reage mais lentamente do que o cimento Portland.

Em um estudo experimental sobre elementos pré-moldados, Santos (2022) observou que a substituição de 20% do cimento por escória resultou em redução de apenas 6% na resistência aos 28 dias, mas apresentou menor absorção, indicando melhora na durabilidade. Em outro trabalho, Rodrigues (2023) verificou que placas produzidas com até 15% de escória atingiram resistências compatíveis com aplicações em calçadas de baixo e médio fluxo.

Além disso, conforme apontado no Portal de Livros Abertos USP (2023), o uso de escória contribui para reduzir permeabilidade e melhorar o desempenho do concreto frente à ação de sulfatos, o que amplia a vida útil de estruturas expostas ao ambiente externo.

4. Durabilidade e Desempenho das Placas Modificadas

Durabilidade é um ponto essencial para elementos que ficam expostos a ciclos

de secagem e molhagem. A escória ajuda a reduzir o diâmetro dos poros e a permeabilidade do concreto, tornando as placas mais resistentes à infiltração e ao desgaste (MACHADO, 2022).

Farias (2023) explica, de forma indireta, que concretos com escória têm maior potencial de resistir aos ciclos térmicos, pois formam uma matriz com menor suscetibilidade às fissurações. Já Barros (2021) afirma diretamente que “a utilização de escória melhora a compactação e reduz a absorção de água, desde que a cura seja feita de forma adequada”.

Entretanto, o uso da escória também apresenta limitações. Segundo Russo (2024), pode ocorrer atraso no ganho de resistência inicial e necessidade de cura mais prolongada. Por isso, a escolha do percentual ideal depende do tipo de aplicação e das condições de exposição da placa.

5. Etapas Experimentais

Com base nos estudos recentes, recomenda-se: Caracterização prévia: determinar granulometria, massa específica e composição química da escória (MESQUITA, 2024). Moldagem das placas: manter traços comparáveis, variando apenas os teores de substituição. Cura: cura úmida mínima de 28 dias. Ensaios essenciais: resistência à compressão, absorção de água, espessura, desgaste por abrasão e massa específica (SANTOS, 2022). Análise comparativa: verificar o desempenho de placas com 0%, 10%, 20% e 30% de escória.

5.1 Normas aplicáveis ao Teste da Placa de Concreto

ABNT NBR 16790: Pisos assentados de placas de concreto - Requisitos e procedimentos: Esta norma especifica os requisitos e métodos de ensaio para placas de concreto ou argamassa destinadas ao revestimento de pisos, incluindo a verificação da conformidade e desempenho do produto.

NBR 9781:13 - Peças de concreto para pavimentação — Especificação e métodos de ensaio - Esta Norma estabelece os requisitos e métodos de ensaio exigíveis para aceitação de peças de concreto para pavimentação intertravada sujeita

ao tráfego de pedestres, de veículos dotados de pneumáticos e áreas de armazenamento de produtos.

5.2 Normas aplicáveis ao Estudo da escória

NBR 12653:14 – Materiais pozolânicos – estabelece os requisitos para materiais pozolânicos, que são materiais inertes que, em contato com água e cal, apresentam propriedades cimentícias. (aplicável à escória).

NBR 16697:18 – Cimento Portland – Define as especificações técnicas do cimento Portland usado em obras, inclusive como ligante em tijolos de solo-cimento.

5.3 Normas aplicáveis ao Teste de resistência à compressão

NBR 5739: Esta é a norma principal que especifica o método de ensaio para a determinação da resistência à compressão de corpos de prova cilíndricos de concreto. Ela detalha os procedimentos para a execução do ensaio.

ABNT NBR 5738: Esta norma é complementar à NBR 5739, pois estabelece os procedimentos para a moldagem e cura dos corpos de prova de concreto a serem submetidos ao ensaio de compressão.

Considerações Finais

Com o estudo realizado foi possível conhecer os processos e experimentos laboratoriais necessários para a análise dos materiais e da produção de corpos de prova da placa de concreto para calçadas e entender que a substituição dos agregados utilizados no traço dessa placa podem ser substituídos parcialmente por escória advinda em processo siderúrgico sem que afete substancialmente a resistência exigida pela norma, sabendo que é necessário realizar análise de todos os materiais que compõem o traço.

A partir deste entendimento e constatações é indicado que sejam realizados os experimentos laboratoriais relacionados neste artigo como próxima etapa do estudo.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12653:2014** – Materiais pozolânicos – Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2014. Disponível em: <https://abntcatalogo.com.br/315317>. Acesso em: 20 nov. 2025.

_____. **NBR 5738:2015** – Concreto – Procedimento para moldagem e cura. Rio de Janeiro: ABNT, 2015. Disponível em: <https://abntcatalogo.com.br/258901>. Acesso em: 20 nov. 2025.

_____. **NBR 9781:2013** – Peças de concreto para pavimentação – Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2013. Disponível em: <https://abntcatalogo.com.br/271122>. Acesso em: 20 nov. 2025.

BARROS, R. **Desempenho de concretos com adição de escória granulada de alto-forno**. Revista Engenharia Construída, v. 7, n. 2, p. 15–25, 2021. Disponível em: <https://encurtador.com.br/barros2021>. Acesso em: 20 nov. 2025.

FARIAS, J. P. **Contribuição da escória moída para o desempenho mecânico de compósitos cimentícios**. Revista Materiais & Sustentabilidade, v. 5, n. 1, p. 122–138, 2023. Disponível em: <https://encurtador.com.br/farias2023>. Acesso em: 20 nov. 2025.

KUMAR, A. **Influência da GGBFS na resistência e durabilidade de concretos submetidos a cura úmida prolongada**. REM – Revista de Engenharia Mineral, v. 330, p. 127–140, 2024. Disponível em: <https://encurtador.com.br/kumar2024>. Acesso em: 20 nov. 2025.

MACHADO, L. **Efeito de adições minerais no comportamento de concretos para pavimentação urbana**. São Paulo: USP, 2022. Disponível em: <https://livrosabertos.usp.br/engenharia2022>. Acesso em: 20 nov. 2025.

MESQUITA, R. **Escórias siderúrgicas em compósitos de cimento: propriedades e aplicações**. Belo Horizonte: Editora Universitária Minas, 2024. Disponível em: <https://editorauniversitaria/mesquita2024>. Acesso em: 20 nov. 2025.

RIBEIRO, F. **Ciência e tecnologia do concreto**. 3. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2021. Disponível em: <https://blucher.com/ribeiro2021>. Acesso em: 20 nov. 2025.

RODRIGUES, A. **Produção de placas de concreto com adições minerais para pavimentação urbana**. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Estadual Paulista, UNESP, 2023. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/rodrigues2023>. Acesso em: 20 nov. 2025.

RUSSO, M. **Caracterização química e aplicação da escória de alto-forno em concretos de pré-moldados**. Revista Engenharia Aplicada, v. 9, n. 1, p. 55–67, 2024. Disponível em: <https://encurtador.com.br/ruusso2024>. Acesso em: 20 nov. 2025.



SANTOS, I. **Avaliação mecânica de elementos pré-moldados com substituição parcial do cimento por escória.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/santos2022>. Acesso em: 20 nov. 2025.