

ESCÓRIA DE ACIARIA LD E LAMA ABRASIVA COMO ADITIVO PARA CIMENTO

Cleiton Cabral Martins¹
Iracema Cravinho Mozelli²
Poliana do Carmo Jorge³
Carlos Eduardo Couto Conegundes⁴

1 INTRODUÇÃO

Atualmente o cimento é um material bastante utilizado na construção civil, encontrar meios de torná-lo mais sustentável é uma questão importante. Tornar as cidades e comunidades mais sustentáveis, inclusivas, seguras e resilientes é uma das pautas abordadas na agenda 2030 da ONU (2022), a meta 11: cidades e comunidades sustentáveis em sua subdivisão 11.6 possui como objetivo reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades, o que inclui prestar atenção especial à qualidade do ar, gestão de resíduos municipais entre outros. Como tornar uma cidade mais sustentável? Será que utilizar materiais locais que seriam descartados ou não teriam destinação poderia contribuir?

A gestão da política nacional de resíduos sólidos regida pela lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010 coopera para atender esta meta, a utilização de materiais locais que seriam descartados pode ser uma alternativa viável para contribuir com o desenvolvimento das cidades e a preservação do meio ambiente. Nesta ótica a escória de aciaria tem potencial para cooperar na expansão deste objetivo.

De acordo com Santos (2018) com a adição da escória de aciaria (LD) na produção do cimento Portland CP II E 32 as indústrias cimenteiras podem oferecer mais uma

¹ Graduandos do Curso de Engenharia Civil da Multivix Cachoeiro de Itapemirim-ES, cleitoncabralmartins@gmail.com;

² Graduandos do Curso de Engenharia Civil da Multivix Cachoeiro de Itapemirim-ES, iracemamozelli@gmail.com;

³ Graduandos do Curso de Engenharia Civil da Multivix Cachoeiro de Itapemirim-ES, polianac.jorge@gmail.com;

⁴ Professor orientador: Mestre em Engenharia Civil pela UENF. Graduação em Engenharia Civil. Multivix Cachoeiro de Itapemirim-ES, carlosconegundes@professor.multivix.edu.br Cachoeiro de Itapemirim-ES, novembro de 2022.

opção de destinação deste resíduo já que hoje ela é mais aplicada no Brasil entre obras rodoviárias, lastros ferrovia, concretos e argamassas, como agregado, fertilizante e corretivo de solo.

Cachoeiro de Itapemirim concentra o maior número de empresas de rochas ornamentais do Espírito Santo, sendo que o Espírito Santo é o maior explorador deste setor (ROCHA E SOUZA, 2010). Por este fato o estudo de como reciclar este material é viável para a região, possibilitando sua correta disposição e sua aplicação em produtos que possam beneficiar a população local. Ainda segundo Silva et al (2021) a lama abrasiva apesar de possuir composição variada é constituída basicamente por pó de pedra, cal, granalha, metais e água.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Conforme Gil (2022) este artigo é de pesquisa exploratória cujo propósito é promover uma maior familiaridade com o problema, em outras palavras, busca-se investigar a viabilidade da adição da escória de aciaria (LD) e a lama abrasiva como influenciador no ganho de resistência a compressão do concreto. Essa pesquisa será de caráter quantitativo pois de acordo com Appolinário (2011) este tipo de pesquisa investiga acontecimentos através de extensa revisão bibliográfica. E será de caráter qualitativo porque se caracteriza na interpretação dos dados encontrados (Matias, 2019). O processo de pesquisa se dará por extensa investigação com levantamento de revisão bibliográfica dos temas afins, dentre os quais estão, cimento, escória de aciaria (LD), normas e Lama abrasiva.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Cimento

O cimento portland é um clínquer moído que é obtido através da queima à temperatura de clínquerização da mistura íntima de calcário, argila ou outros materiais silicosos, alumina e materiais que contenham óxido de ferro. O calcário, alumina, óxido de ferro e a sílica são compostos que se combinam no forno formando uma série de produtos mais complexos e apesar de um pequeno resíduo de cal não combinada devido o

tempo não ser suficiente para a reação, é alcançado um equilíbrio químico em sua produção, porém não permanece durante o resfriamento, devido a velocidade afetar o grau de cristalização e a quantidade de material amorfo. Mesmo assim, é considerado em equilíbrio congelado, ou seja, admite-se que o cimento reproduza o equilíbrio existente na temperatura de clínquerização (BROOKS; NEVILLE, 2013).

Conforme Botelho e Marcheti (2015) o cimento é um aglomerante hidráulico ao se adicionar água, a mistura seca se transforma em uma mistura colante. Outra reação é a plasticidade permitindo que o material seja alocado em espaços apertados, formas e armaduras. Ainda segundo Brooks e Neville (2013) quando o cimento recebe água os silicatos e aluminatos se hidratam formando compostos hidratados que com o tempo produzem uma massa sólida e resistente. Os silicatos tricálcico (C_3S) e dicálcico (C_2S) são responsáveis pela resistência da pasta de cimento hidratada, não sendo compostos puros possuindo óxidos secundários na solução sólida o que tem efeitos significativo no arranjo atômico, nas propriedades hidráulicas e na forma dos cristais.

A norma 6118:2014 estabelece em seu item 5 os requisitos gerais de qualidade da estrutura e avaliação da conformidade do projeto, das quais deve ser atendida em suas subdivisões, capacidade resistente, desempenho de serviço e durabilidade. A resistência do concreto está normalmente ligada a ideia geral da qualidade do concreto através da estrutura da pasta do cimento. Embora em muitas situações práticas outras características podem ser mais importantes como por exemplo, durabilidade, impermeabilidade e estabilidade de volume (BROOKS; NEVILLE, 2013).

3.2 Escória de aciaria LD

A escória de aciaria LD é um subproduto gerado através da produção do aço por meio de conversores a oxigênio (RAPOSO, 2005). A escória de aciaria LD é resfriada ao ar livre levando à formação de um alto volume de fases cristalinas incorrendo em um baixo índice de vitrificação sem propriedades hidráulicas aparentes (SILVA et al, 2015).

Durante o processo de refino primário das escórias de aciaria transforma o ferro gusa em aço líquido para isto é realizada a oxidação do banho com a injeção de oxigênio no convertedor LD, desta forma o carbono contido no ferro gusa é removido juntamente com as impurezas. Existem ainda o processo secundário que vai depender da finalidade da qual o aço será utilizado, alguns exemplos de adições químicas são as ligas nobres como o Molibdênio (Mo), Cromo (Cr), Níquel (Ni) e Vanádio (V) (NASCIMENTO, 2020).

Uma grande dificuldade na utilização da escória de aciaria LD é a presença de óxido de magnésio (MgO) e óxido de cálcio (CaO). De acordo com SILVA et al (2015) a composição destes a escória apresenta riscos de expansão volumétrica quando em contato com água. Esta dificuldade pode ser estabilizada com baixo custo já que o óxido de magnésio (MgO) e o óxido de cálcio (CaO) juntamente com a capacidade da escória de retenção de umidade provoca variação volumétrica, em outras palavras se este material for submetido ao repouso e umidificado por tempo determinado poderá contribuir para estabilizá-lo (TOFFOLO, 2015).

Segundo Pacheco (2017), as características das escórias de aciaria LD depende da matéria-prima usada, a forma de resfriamento, o processo de produção, o revestimento do conversor, sua armazenagem e o tipo de aço que será produzido.

Gráfico 1: De acordo com dados retirados PACHECO (2017), as porcentagens da composição química das escórias aciaria LD no estado natural.



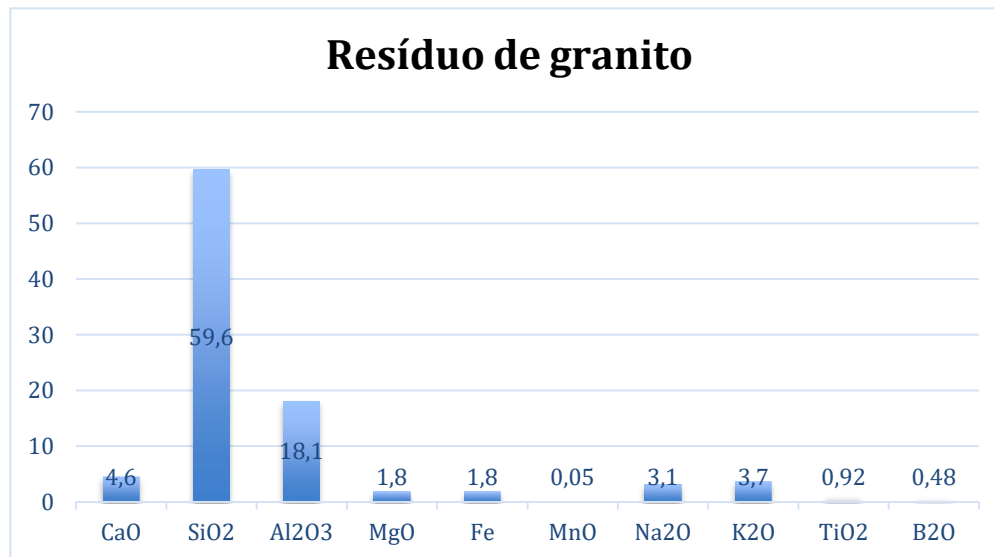
FONTE: Pacheco (2017)

3.3 Lama abrasiva

De acordo com Rocha e Souza (2010) a lama abrasiva formada por água, granalha, cal e rocha moída é o principal rejeito produzido na etapa de serragem de blocos de granitos. Enormes quantidades de resíduos sólidos são geradas através da atividade de extração e de beneficiamento de rochas e que acaba não possuindo uma destinação adequada senão o descarte na natureza. Sendo que o estado do Espírito Santo produz em torno de 4000 toneladas de rejeitos por mês. O município de Cachoeiro de Itapemirim é responsável por mais da metade dessas toneladas.

A lama abrasiva é formada basicamente de SiO_2 , Al_2O_3 , FeO_3 , CaO e TiO_2 , além de outros componentes (SILVA ET AL, 2021). Devido a quantidade de dióxido de silício (SiO_2) e o óxido de cálcio (CaO) seu uso é relevante para ajuste químico entre a escória de aciaria LD procurando viabilizar esta mistura no cimento.

Gráfico 1: De acordo com dados retirados Arrivabene et al (2012), as porcentagens da composição química do resíduo de granito.



FONTE: Arrivabene et al (2012)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa se propôs verificar a viabilidade da utilização da escória de aciaria LD e a lama abrasiva como aditivo para o cimento por meio de revisão bibliográfica, procurando comprovar sua condição de cooperação na construção de cidades mais sustentáveis, já que utilizar este tipo de cimento contribui para retirada destes resíduos sólidos do meio ambiente. Ainda de acordo com Santos (2018) ao se agregar a escória

de aciaria na produção de cimento toneladas deste resíduo poderão ser retiradas dos pátios siderúrgicos e terão uma destinação final adequada. Entretanto deve-se continuar os estudos para viabilidade do uso deste material a longo prazo pois a composição química da lama abrasiva e da escória de aciaria LD pode variar por diversos fatores.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**. Projeto de estruturas de concreto - procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

APPOLINÁRIO, FÁBIO. **Dicionário de Metodologia Científica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011. 295p.

ARCELLORMITTAL. **Cimento e Concreto**. Disponível em:<<https://brasil.arcelormittal.com/produtos-solucoes/coprodutos/aplicacoes/cimento-concreto>>. Acesso em 18 set. 2022

ARCELLORMITTAL. **Escória de Alto-Forno**. Disponível em:<<https://brasil.arcelormittal.com/produtos-solucoes/coprodutos/coprodutos/escoria-alto-forno>>. Acesso em 18 set. 2022

ARRIVABENE, LÚCIO F.; ET AL. **Viabilidade técnica da fabricação de cimento com mistura de escória de aciaria LD e resíduo de granito**. Disponível em:<<https://www.scielo.br/ij/rem/a/LXCWCF959ZNdTtWtpzW6FML/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em 07 nov. 2022

BOTELHO, Manoel H. Campos. **Concreto armado eu te amo: volume I** [livro eletrônico]. 5a ed. São Paulo: Blucher, 2019.

BOTELHO, Manoel H. Campos. **Concreto armado eu te amo: volume II**. 4a ed. São Paulo: Blucher, 2015.

BRASIL. LEI No 12305, DE 2 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**. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em 30 de out. 22.

FERNANDES, ALINE. **Norma comentada: abnt nbr 16697 – cimento portland – requisitos**. Disponível EM:<<https://www.mapadaobra.com.br/capitacao/nbr-16697/>> Acesso em 30 de out. 2022.

GIL, ANTÔNIO CARLOS. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 7a ed. São Paulo: Atlas, 2022.

MELO, TAINÁ VARELA DE. **Influência da escória de aciaria LD no desempenho de concretos com baixo consumo de cimento.** [recurso eletrônico].2020. 71f (dissertação para título de mestre em construção civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2020.

NASCIMENTO, PRISCILA DO. **Uso de agregados siderúrgicos granulado de alto forno e aciaria do tipo LD na produção de microrrevestimento asfáltico a frio.** [recurso eletrônico].117f (dissertação para título de mestre em engenharia civil) - Universidade federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2020.

ONU BRASIL. **Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11: Cidades e comunidades sustentáveis** tornar as cidades e comunidades mais inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis. Disponível em:< <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/11>>. Acesso em: 07 de nov. 2022.

NEVILLE, A. M.; BROOKS, J.J. **Tecnologia do concreto.** [livro eletrônico]. Tradutor Ruy ALBERTO CREMONINI. 2a ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

PACHECO, RONALDO FEU ROSA. **Estudo sobre a utilização das escórias de aciaria LD naturais ou modificadas para substituição parcial do cimento ou como adição ao clínquer.** [recurso eletrônico]. 2017. 297f (dissertação para título doutorado em ciências) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

RAPOSO, CARLOS OLYMPO LIMA. **Estudo experimental de compactação e expansão de uma escória de aciaria LD para uso em pavimentação.** [recurso eletrônico]. 2005. 163f (dissertação para título de mestre em engenharia civil) – Universidade federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2005.

ROCHA, CESAR H. B.; SOUSA, JOSÉ G. DE. **Análise ambiental do processo de extração e beneficiamento de rochas ornamentais com vistas a produção mais limpa:** Aplicação Cachoeiro de Itapemirim- ES. Disponível em:<<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2010/analise%20ambiental.pdf>>. Acesso em: 07 de nov. 2022.

SANTOS, RICARDO DOMINGOS DOS. **Utilização da Escória de Aciaria, gerada em fornos Conversores Linz- Donawitz (LD), como adição no cimento CP II E 32.** [recurso eletrônico]. 2018. 59 f. (dissertação para graduação em engenharia civil) - Centro Universitário de Formiga - UNIFOR, Formiga, 2018.

SILVA, ADRIEL MARTINS DA, et al. PANIAGUA, Cleiseano Emanuel da Silva (org.) **Análise da incorporação de lama abrasiva proveniente do corte de granito na produção de cerâmica vermelha.** Ponta Grossa: Atena, 2021. E-book. Disponível em:< Ebook - Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia na Engenharia Química 2Atena Editora>. Acesso em 08 nov. 2022

SILVA, SIDINEY NASCIMENTO, et al. **Aplicação de escória de aciaria LD à Fabricação de cimento Portland CP III.** 70º Congresso Anual da ABM – internacional e ao 15º ENEMET, 2015. Anais eletrônicos [...] Rio de janeiro: ABM.