Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v3,
2022/03

ISSN 2178-6925

ESTUDO DA CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA DAS CINZAS DO EUCALIPTO PARA VIABILIDADE NA SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO CIMENTO PORTLAND EM ARGAMASSAS

STUDY OF MINERALOGICAL CHARACTERIZATION OF EUCALYPTUS ASH FOR VIABILITY IN PARTIAL REPLACEMENT OF PORTLAND CEMENT IN MORTARS

João Pedro Noleto Barbosa

Mestrando PPGCFA, Universidade Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: jpnoletobarbosa@gmail.com

Daniel Ramos de Souza

Mestrando PPGCFA, Universidade Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: engdanielramos@hotmail.com

Raquel Marchesan

Profª.Drª, Universidade Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: raquelmarchesan@mail.uft.edu.br

Priscila Bezerra de Souza

Profª.Drª, Universidade Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: priscilauft@mail.uft.edu.br

Recebido 05/03/2022. Aceito 18/03/2022

Resumo

O uso de cinzas volantes, sílica ativa, escória ou outros materiais com potencial para adição mineral no cimento Portland, seja como pozolana ou filler, surgem como alternativas para problemáticas ambientais relacionadas a produção do cimento, pois, possibilita reduzir significativamente o consumo do cimento decorrente das substituições em porcentagens consideráveis. Dessa forma, o estudo tem por objetivo pesquisar a caracterização mineralógica da cinza do Eucalipto, por meio do

ISSN 2178-6925

ensaio do Difatograma de Raio X (DRX), como material com potencial para adição mineral ao cimento Portland. Diante do exposto, a pesquisa encontrou um picos acentuados no DRX, apresentando-se assim um material em fase cristalina. Dessa forma, essa cinza não pode ser utilizado como pozolana na substituição parcial do cimento Portland. Portanto, embora a cinza não seja adequada para uso como pozolana, a mesma pode ser utilizada como adição mineral, efeito filler, ao cimento.

Palavras-chaves: cimento Portand, caracterização mineralógica, DRX.

Abstract

The use of fly ash, silica fume, slag or other materials with potential for mineral addition in Portland cement, either as pozzolan or filler, emerge as alternatives to environmental problems related to cement production, as it makes it possible to significantly reduce cement consumption resulting from of substitutions in considerable percentages. Thus, the study aims to investigate the mineralogical characterization of Eucalyptus ash, through the X-Ray Diffactogram (XRD) test, as a material with potential for mineral addition to Portland cement. Given the above, the research found sharp peaks in the XRD, thus presenting a material in crystalline phase. Thus, this ash cannot be used as a pozzolan in the partial replacement of Portland cement. Therefore, although the ash is not suitable for use as a pozzolan, it can be used as a mineral addition, filler effect, to cement.

Keywords: Portland cement, mineralogica characterization, DRX.

1. Introdução

No Brasil intensificou-se nas últimas décadas pesquisas que buscavam destacar a eficiência de produtos sustentáveis e sua contribuição para a minimização dos danos causados ao meio ambiente (CARRICO, 2020). Em sua maior parte, essas pesquisas indicam resultados positivos e se mostram até mesmo superior, em sua maioria, frente aos produtos convencionais. Os resíduos gerados a partir da indústria da construção civil pode ter diversas destinações desde a pavimentação de ruas, em serviços de drenagem, confecção de

ISSN 2178-6925

argamassas e concretos sem perdas significativas de suas propriedades mecânicas.

Para o processo de criação de um novo material, a matéria-prima passa por um processo mecanizado, onde são gerados uma menor quantidade de resíduos. Contudo, quanto menor a quantidade de resíduos gerados, maior será a eficiência do produto reciclado (BARBOSA, 2018).

As possibilidades são diversas, para destinação e aplicação de resíduos advindos da construção civil, conforme cita Teodoro (2011, p. 26): “o papel, o vidro, o plástico e o metal, pois são estes que podem voltar ao estado original e ser transformados novamente num produto igual em todas as suas características”. Esses materiais encontram-se em sua grande maioria em entulhos das construções, enfatizando assim a importância de pesquisas e aplicações em produtos que busquem a conservação dos recursos naturais.

O emprego do filler nos compósitos cimentícios vem sendo amplamente estudado principalmente devido a função de preenchimento deste material na matriz cimentícia (SILVA e BRITO, 2015). É determinada por ser um adição mineral não-reativa devido não possuir atividade química, contudo, o diâmetro igual ou inferior a granulonometria do que o do cimento Portland, promove uma reação descrita como efeito fíler. Cordeiro (2006), relata que a sua ação é determinada por meio de um efeito físico de empacotamento granulométrico, visto que possibilita o preenchimento dos espaços vazios entre as partículas do aglomerante (cimento), agregando um aumento na compacidade da pasta e, em decorrência, redução dos poros.

Para uma adição possuir o efeito fíler, a mesma deve apresentar uma granulometria próxima ou menor que a do cimento. Adotando porcentagens de substituição inferior aos 15% em relação a massa do cimento, desta forma, são atribuídas melhores propriedades de trabalhabilidade, permeabilidade, massa especifica e entre outros (SOARES, 2010).

A partir dessa perspectiva, o estudo busca avaliar o potencial da cinza de lenha de eucalipto como adição mineral ao cimento com ênfase na caracterização

ISSN 2178-6925

mineralógica. Partindo do objetivo central, o estudo visa coletar a cinza de lenha de eucalipto proveniente de fornos de secagem de grãos em Gurupi, Tocantins e, na sequencia caracterizar a cinza de lenha de eucalipto quanto à sua características mineralógicas.

2. Revisão Bibliográfica

O desenvolvimento sustentável e o crescimento econômico reverberam conceitos distintos. Um dos marcos fundamentais para o avanço das atividades humanas, foi a Revolução Industrial, advento este que apresentava sinais de ser imparável, desencadeando uma série de avanços que perpetuam até hoje, contudo, em meio a toda essas transformações, a ideia de progresso e conservação dos recursos naturais pareciam caminhar em lados opostos, o que intensificou uma gama de problemas ambientais, atingindo até mesmo a escassez de alguns materiais. “O crescimento econômico que a maioria das partes do planeta teve, principalmente depois da ‘revolução industrial’, foi predatória, pois esgota os recursos naturais e deixa muitos resíduos poluentes para o meio ambiente.” (PISANI, 2008. P 30).

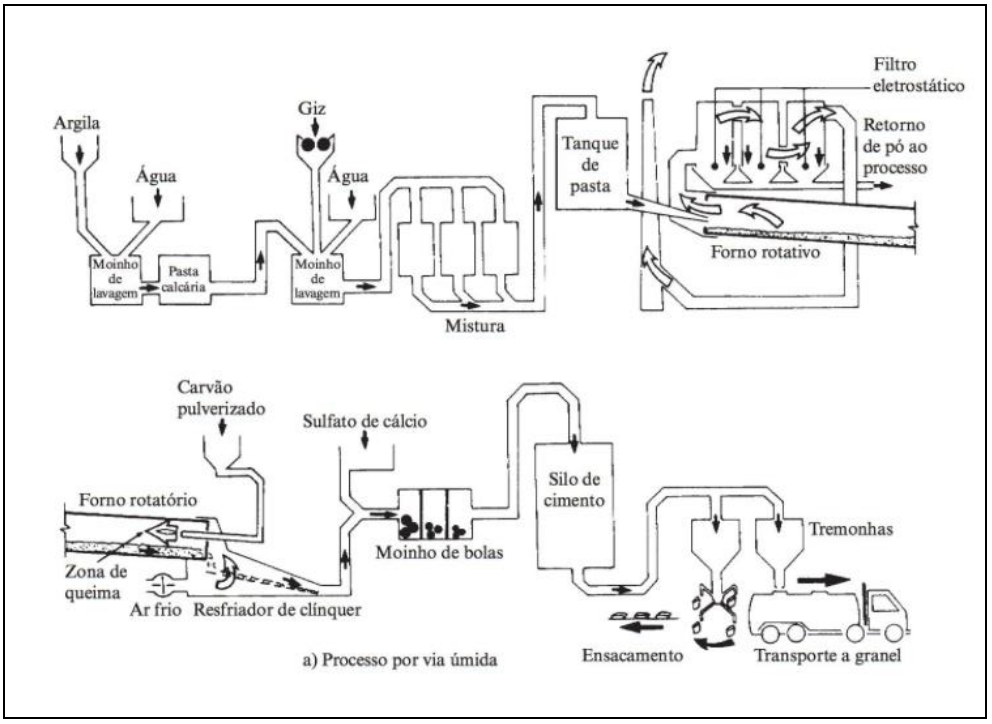
Com o crescimento industrial, o setor da construção civil também desenvolveu-se, apresentando novos materiais, métodos construtivo, conceitos inovadores além da capacidade de construir mais rápido e com melhor qualidade. Contudo, esse crescimento gerou uma variedade de danos, tendo uma maior exploração dos recursos naturais para produção dos materiais, geração de resíduos sólidos e ainda a degradação do meio ambiente decorrente de projetos que desconsideraram os impactos no meio.

O consumo mundial de cimento Portland demanda anualmente a ordem de 3,6 bilhões de toneladas/ano, o consumo desse aglomerante deverá aumentar 2,5 vezes até 2050 (BARBALHO, 2020). O Brasil é o 7° maior produtor de cimento mundial, tendo em 2018 um consumo desse material no país superior a 44 milhões de toneladas. (SNIC, 2018).

ISSN 2178-6925

O cimento é produzido por um material principal, o clínquer, que é produzido por meio da britagem de dois minerais básicos: o calcário e a argila. A produção do clínquer requer sofisticação no processo de produção, onde deve-se “moer a matéria-prima, misturá-la aproximadamente, e queimá-la em forno rotativo a uma temperatura de 1400°C, quando o material sofre a sintetização e funde, parcialmente, formando bolas” (NEVILLE, 1982.p 2). Esses materiais empelotados são bolas de clínquer, e para a confecção de qualquer tipo de cimento é fundamental adicionar aproximadamente 3% de gesso ao clínquer, esse componente serve para retardar a pega e deixar o material utilizável (RAMOS, 2011). As demais fases constituem na adições de outros compósitos que o clínquer receberá, junto ao moinho que produz o pó de cimento como chega no mercado. Esse procedimento é destacado na Figura 1.

Figura 1- Fluxograma da fabricação do cimento



Fonte: Neville, Brooks (2013)

O cimento Portland não é isento de problemas. Devido a sua grande utilidade, gerou-se vultuosos números, tendo como na fabricação de cimento

ISSN 2178-6925

Portland um consumo previsto de 11x1018 J de energia anualmente, aproximadamente 2–3% do uso de toda a energia primaria do planeta. (JUENGER et al., 2011). Além disso, a produção de cimento Portland desencadeia a liberação de aproximadamente 0,86 t de dióxido de carbono para cada fração de tonelada do cimento produzida, resultando aproximadamente em 5% das emissões de CO2 liberada pelo homem na natureza, se tornando uma grave problemática (DAMTOFT et al., 2008).

O emprego do filler nos compósitos cimentícios vem sendo amplamente estudado principalmente devido a função de preenchimento deste material na matriz cimentícia (SILVA e BRITO, 2015). É determinada por ser um adição mineral não-reativa devido não possuir atividade química, contudo, o diâmetro igual ou inferior a granulonometria do que o do cimento Portland, promove uma reação descrita como efeito fíler. Cordeiro (2006), relata que a sua ação é determinada por meio de um efeito físico de empacotamento granulométrico, visto que possibilita o preenchimento dos espaços vazios entre as partículas do aglomerante (cimento), agregando um aumento na compacidade da pasta e, em decorrência, redução dos poros.

Diferentes técnicas de caracterização de materiais estão sendo utilizadas para um maior conhecimento das ações dos materiais, tais como cimentos, argamassas e suas adições minerais (escória, pozolanas em geral).

Pesquisadores realizam diversas análises em pastas com a finalidade de monitorar as atividades mineralógicas junto ao cimento, em diferentes idades de cura (FILHO, 2017; PILAR, 2016; FARIAS, 2021; SOUZA, 2018; FRAGA, 2020).

O compartilhamento da radiação X e dos elétrons da matéria por onde ela passa em sua maioria resulta em retroespalhamento. Quando os raios X são retroespalhados no interior de um cristal bem ordenado, geram interferências (tanto construtivas como destrutivas) entre os raios retroespalhados, isso ocorre pelo fato das distâncias entre os centros de retroespalhamentos serem de ordem semelhantes de magnitude do comprimento de onda da radiação, tendo como

ISSN 2178-6925

resultado decorrente deste efeito é a difração (OLIVEIRA, 2004; RODRIGUES, 2012).

Segundo Torres (2019), é conferida a avaliação da estrutura cristalina do material, analisando a reatividade da pozolana pela distinção entre as fases amorfas e cristalinas da sílica, visto que uma maior reatividade é garantida aos materiais que possuem uma maior quantidade de sílica amorfa. Com o DRX se torna possível determinar os produtos hidratados de pastas de cimento e detalhar as fases vítreas e cristalinas pelo refinamento (NAKANISHI, 2013; QUARCIONI et al., 2015).

3. Metodologia

Para análises mineralógicas das cinzas, a mesma foi passado pela peneira 200# (0,074mm), utilizando as peneiras e o agitador mecânico do Instituto Federal do Tocantins (IFTO) e, posteriormente foram usadas as peneiras do Laboratório de Tecnologias da Madeira II da UFT. Ao final, o material apresentava características de cor cinza escura, muito próxima do preto e, pulverulento.

Após ser beneficiada e peneirada, a cinza foi reservada em sacos plásticos tipo zíper. Parte desse material, 20,0g, foi enviado ao Centro Regional para o Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (CRTI/UFG), para realização de ensaios de caracterização mineralógica da cinza.

Para o ensaio de caracterização mineralógica da cinza do eucalipto, foi realizado por meio da Difratometria de Raios X, que busca avaliar o teor de fase cristalina do material, e foi realizada em um difratômetro Bruker D8 Discover. Utilizou-se radiação monocromática de um tubo com anodo de cobre acoplado a um monocromador Johansson para K α1 operando em 40kV e 40mA, configuração Bragg-Brentano θ-2θ, detector unidimensional Lynxeye®, intervalo de 2θ de 3º a

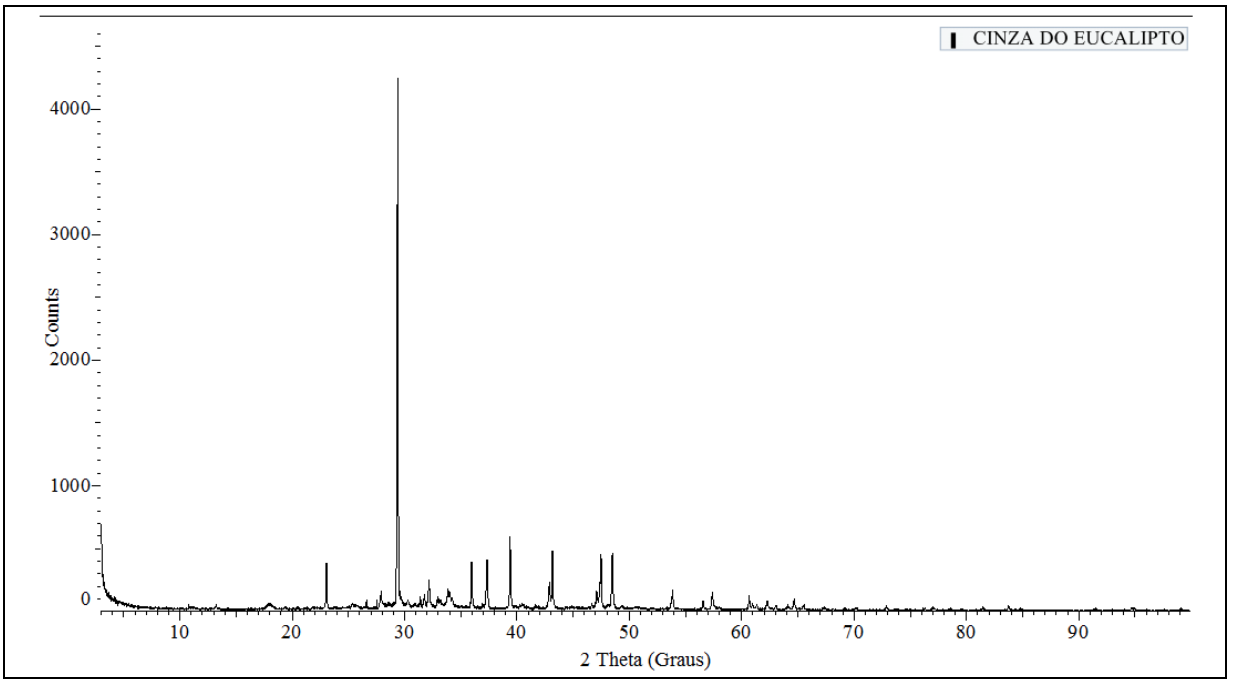
ISSN 2178-6925

100º, com passo de 0,01º. As amostras foram mantidas em rotação de 15 rpm durante a medida.

4. Resultados e Discussão

A caracterização mineralógica das Cinzas do Eucalipto, foram apresentadas em laudo, pelo laboratório do CRTI/UFG. O ensaio realizado foi a Difratometria de Raios X (DRX) e, obteve o seguinte difratograma da amostra da C.E, conforme apresentado na figura 2.

Figura 2: Resultado DRX das Cinzas do Eucalipto



Fonte: Próprio autor (2021)

Esse ensaio auxilia para a avaliação da reatividade da cinza, na medida em que é possível avaliar se há predominância de fase amorfa ou cristalina. Quanto mais amorfa, maior o potencial pozolânico. Materiais amorfos caracterizam-se pela predominância de curvas mais suaves, com ausência de picos, portanto, fica

ISSN 2178-6925

evidente o elevado grau de fase cristalina da cinza aqui estudada, apontando para uma baixa atividade pozolânica.

5. Conclusão

Portanto, segundo os dados do Difratometria de Raios X (DRX), fica evidente a maior parte de picos acentuados no DRX, apresentando-se assim um material em fase cristalina. Essa cinza, portanto, não pode ser utilizado como pozolana na substituição parcial do cimento Portland, atribuindo assim a sua finalidade como adição mineral ao cimento.

Dessa forma, conclui-se que os resultados obtidos indicam que as cinzas do eucalipto apresenta um baixo potencial pozolânico, dessa forma, indica-se a realização de ensaios complementares como análise química, mineralógica, microestrutural e estudos no estado endurecido das cinzas, para estudos mecânicos e de durabilidade e, consequentemente para análise da sua substituição ao cimento Portland.

Referências

_____. **NBR 16605:** Cimento Portland e outros materiais em pó-Determinação da massa específica. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

_____. **NBR 5752:** Determinação do índice de desempenho com o cimento Portland aos 28 dias. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

_____. **NBR 7215:** Cimento Portland–Determinação da Resistência à Compressão de Corpos de Prova Cilíndricos. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

_____. **NBR 16697:** Cimento Portland – Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

_____. **NBR 7214:** Areia normal para ensaio de cimento - Especificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ISSN 2178-6925

_____. **NBR 9778:** Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

_____. **NBR 12653:** Materiais pozolânicos — Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

CROW, James Mitchell. **The concrete conundrum**. Chemistry World, v. 5, n. 3, p. 62-66, 2008.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto**, 6 ed, Porto Alegre, Bookman Editora, 2016.

NEVILLE, Adam M. **Tecnologia do concreto**. Bookman Editora, 2013.

BARBOSA, Uende et al. reutilização do concreto como contribuição para a sustentabilidade na construção civil. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro–Unipac ISSN**, v. 2178, p. 6925, 2018.

TEODORO, Nuno Filipe Godinho. **Contribuição para a Sustentabilidade na Construção Civil**: Reciclagem e Reutilização de Materiais. Universidade Técnica de Lisboa, 2011.

SILVA, P.r. da; BRITO, J. de. Experimental study of the porosity and microstructure of selfcompacting concrete (SCC) with binary and ternary mixes of fly ash and limestone filler. **Construction And Building Materials**, [s.l.], v. 86, p.101-112, jul. 2015. Elsevier BV.

NAKANISHI, Erika Yukari. **Cinza residual da queima de biomassa do capim elefante (Pennisetum purpureum) como material pozolânico substituto do cimento Portland**. 2013. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Produtividade Animal) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2013. doi:10.11606/D.74.2013.tde-07102013-094322.

ISSN 2178-6925

CARRICO, César Augusto Nunes; DA SILVA, Helenton Carlos. Desenvolvimento sustentável da construção civil a partir do controle de resíduos sólidos. **Revista TechnoEng-ISSN 2178-3586**, v. 1, 2020.

CORDEIRO, Guilherme Chagas. **Utilização de Cinzas Ultrafinas do Bagaço de Cana-de-Açúcar e da Casca de Arroz como Aditivos Minerais em Concreto**.2006. 445 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro,2006.

SOARES, M. M. N. S**. Influência das condições de queima nas características físico – químicas das cinzas do bagaço de cana- de- açúcar**. 2010. 115 f. Tese (Mestrado em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais. 2010.

FILHO, Gobbi A. et al. Atividade pozolânica de adições minerais para cimento portland (Parte ii): índice de atividade pozolânica com cimento portland (IAP), difração de raios-x (DRX) e termogravimetria (TG/DTG). **Rev. Mater**, v. 22, 2017.

PILAR, Ronaldo et al. Avaliação de pastas de cimento Portland contendo cinza pesada moída. **Matéria (Rio de Janeiro)**, v. 21, n. 1, p. 92-104, 2016.

FARIAS, GUSTAVO TOLÊDO. **Influência do grau de maturação de folhas de bambu na produção de cinzas pozolânicas e seus efeitos na hidratação e resistência à compressão de pastas de cimento**. Monografia (Graduação em Engenharia Civil), 2021. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

FRAGA, Yuri Sotero Bomfim et al. Efeito da ultrasonicação da sílica ativa e da nanossílica coloidal em pastas de cimento. **Matéria (Rio de Janeiro)**, v. 25, n. 4, 2020.

OLIVEIRA, Carlos Augusto. **Comportamento físico e avaliação microestrutural de argamassas produzidas a partir da mistura exaurida gerada na indústria de magnésio metálico**. Dissertação, UFMG, 2004.

RODRIGUES, Michelle Santos **Avaliação de cinzas de palha de cana-de-açúcar e sua utilização como adição mineral em matrizes cimentícias.** 2012. 173 f. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas. Camplinas, 2012.

ISSN 2178-6925

TORRES, Sara Martins. **Aplicação da difração de raios x na análise do potencial pozolânico da cinza do bagaço da cana-de-açúcar para adição ao cimento Portland**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019.

PISANI, M. A. J. **Ciclo de vida das edificações: uma abordagem sustentável**. IN Seminário Meio Ambiente: O que será do amanhã? Organização Turguenev Roberto de Oliveira. São Paulo: Centro Universitário de Belas Artes de São Paulo,2008.

BARBALHO, Enéas de Andrade; SILVA, Eugênia Fonseca da; RÊGO, João Henrique da Silva. Estudo da proporção de argila calcinada e filer calcário no cimento LC3 para diferentes teores de substituição. **Matéria (Rio de Janeiro)**, v. 25, n. 1, 2020.

RAMOS, J. **Reciclando Cinzas: Estudo de Viabilidade para Produção de Blocos para Construção Civil a partir da Cinza Volante Residual de um Reator de Leito Fluidizado**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura). Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. 2011.

DAMTOFT, J. S. et al. Sustainable development and climate change initiatives. **Cement and Concrete Research**, v. 38, n. 2, p. 115–127, 2008.

QUARCIONI, V. A. et al. Indirect and direct Chapelle's methods for the determination of lime consumption in pozzolanic materials. Rev. IBRACON de Estruturas e Materiais. São Paulo, v. 8, n. 1, p. 1-7. 2015.