Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v6,2023/06
ISSN 2178-6925

USO DE CINZA DE ESTERCO BOVINO COMO SUBSTITUTO PARCIAL DE CIMENTO NO CONCRETO

USE OF BOVINE MANURE ASH AS A PARTIAL SUBSTITUTE FOR CEMENT IN CONCRETE

Vanessa da S. Neves

Acadêmica de Engenharia Civil pela faculdade IESC FAG – Guaraí - To

vanessasilvanevessnv@gmail.com

Guilherme Miranda de Sousa

Acadêmico de Engenharia Civil pela faculdade IESC FAG - Guaraí - To

guilhermemiranda@gmail.com

Recebimento 15/06/2023 Aceite 26/06/2023

Resumo

Segundo FAMILUSI, o uso de resíduos orgânicos como substituto parcial do cimento tem sido objeto de interesse em pesquisas recentes. Dentre esses resíduos, as cinzas de esterco bovino têm sido estudadas como material potencialmente viável para reduzir o impacto ambiental causado pela produção de cimento Portland. Estudos mostram que a utilização de cinzas de esterco bovino

em substituição parcial do cimento pode melhorar a resistência à compressão e a durabilidade do concreto, além de reduzir a quantidade de cimento necessária para atingir a mesma resistência mecânica.

Pesquisadores têm avaliado diferentes proporções de cinzas de esterco bovino em misturas de concreto, com resultados promissores. Em um estudo realizado por Xie et al. (2016), a utilização de cinzas de esterco bovino como substituto parcial do cimento em proporções de 10% e 15% levou a uma melhora na resistência à compressão e à tração do concreto. Já em outro estudo de Zhou et al. (2019), foram avaliadas diferentes proporções de cinzas de esterco bovino em misturas de concreto, e foi observado que a substituição de até 15% do cimento por cinzas de esterco bovino resultou em um aumento na resistência à compressão do concreto.

Outro ponto importante é que a utilização de cinzas de esterco bovino pode reduzir a quantidade de resíduos orgânicos descartados no meio ambiente, além de gerar uma alternativa econômica e sustentável para a produção de cimento. Além disso, a produção de cimento Portland é responsável por uma significativa emissão de gases de efeito estufa, e a utilização de cinzas de esterco bovino pode contribuir para a redução dessas emissões, (BRAGA et al. 2010).

Palavras-chave:
cinzas de esterco bovino, substituição parcial, cimento Portland, resistência à compressão, impacto ambiental.

Abstract

According to FAMILUSI, the use of organic waste as a partial substitute for cement has been an object of interest in recent research. Among these residues, bovine manure ashes have been studied as a potentially viable material to reduce the environmental impact caused by the production of Portland cement. Studies show that the use of bovine manure ash in partial replacement of cement can improve the compressive strength and durability of concrete, in addition to reducing the amount of cement needed to achieve the same mechanical strength.

Researchers have evaluated different proportions of bovine manure ash in concrete mixtures, with promising results. In a study carried out by Xie et al. (2016), the use of bovine manure ash as a partial substitute for cement in proportions of 10% and 15% led to an improvement in the compressive and tensile strength of concrete. In another study by Zhou et al. (2019), different proportions of bovine manure ash in concrete mixtures were evaluated, and it was observed that the replacement of up to 15% of cement by bovine manure ash resulted in an increase in the compressive strength of concrete.

Another important point is that the use of bovine manure ashes can reduce the amount of organic waste discarded in the environment, in addition to generating an economical and sustainable alternative for cement production. Furthermore, the production of Portland cement is responsible for a significant emission of greenhouse gases, and the use of bovine manure ashes can contribute to the reduction of these emissions, (BRAGA et al. 2010).

Keywords:
bovine manure ash, partial replacement, Portland cement, compressive strength, environmental impact.

1. Introdução

A indústria da construção civil é considerada vital para o desenvolvimento da economia mundial e, além de contribuir para a geração de empregos, também é responsável pela criação de produtos e serviços essenciais. O concreto é o elemento arquitetônico mais utilizado no mundo, ele pode ser encontrado em quase todos os projetos de construção (VIEIRA; NOGUEIRA, 2018).

Nos últimos anos, o setor industrial vem utilizando resíduos diversos para composição de materiais cimentícios. Estas alternativas trazem soluções para a redução dos impactos ambientais, custo elevado do produto final, características

mecânicas, dentre outras. Nesse sentido, esses materiais têm sido reaproveitados na construção civil, em forma de pasta, tijolos, argamassa de cimento e concreto.

Com potencial de matéria-prima renovável, contribuindo para a sustentabilidade ambiental, tendo em vista que o método convencional de fabricação do cimento gera uma grande emissão de CO^2. Beneficamente o uso das alternativas sustentáveis trazem funcionalidade de resistência igual ou superior ao material convencional e um custo mais baixo (BRAGA et al. 2010).

Conforme o SNIC (Sindicato Nacional da Industria de Cimento), o aumento do custo do cimento no país o tornou objeto de insatisfação para a maioria das populações de baixa renda. Portanto, é necessário buscar materiais cimentícios complementares como substitutos parciais do cimento.

Vários materiais estão sendo utilizados, dentre eles: esterco de vaca (FAMILUSI, 2016), cinza de casca de arroz (FÜHR, 2014), cinza volante (ROY, 2015) , escória granular de alto-forno (DAY, 2006), como substituto parcial do cimento Portland no concreto. Esses esforços ajudam a reduzir as emissões de dióxido de carbono durante o processo de produção de cimento e redução de preço durante o consumo a longo prazo do material citado (Walsh, 2019).

O esterco de gado é obtido a partir de excremento bovino e seco ao sol para formar um resíduo solido, sem umidade, riquíssimo em fibras e leve. Em muitas partes do Brasil e do mundo, esterco é ensacado e seco, muito usado como adubo na agriculta e combustível renovável, na construção civil o mesmo é aplicado como “reboco” juntamente como argilas (LIMA; HARRIS, 2018).

A queima deste material resulta em um resíduo pozolânico, que pode ser usado no cimento Portland para melhorar resistência e durabilidade. O material pozolânico quando moído em granulometria muito fina e em contato com água reage com hidróxido de cálcio assim aderindo propriedades cimentícias especificas (NBR 5736- 1991)

Familusi et al (2018) realizaram pesquisas sobre o uso de cinzas de esterco bovino como material pozolânico cimentício complementar em argamassa e concreto. Apresentando esse material como substituto parcial do cimento Portland,

em proporções que podem elevar a resistência ou fazer com que seja equivalente ao convencional.

Elementos estruturais de concreto armado tendem a apresentar diversos problemas de durabilidade à medida que se deterioram progressivamente devido às interações físico-químicas prejudiciais com o ambiente inserido. O ataque de cloretos e a carbonatação são alguns exemplos de degradação química que podem reduzir significativamente a vida útil do concreto (BATTAGIN, 2019).

Para redução destes problemas, quais métodos e produtos as indústrias estão usando para reduzir a aumento dessas patologias?

Por estes motivos apresenta-se o trabalho, para se obter melhorias com a utilização de produtos reaproveitáveis e métodos menos agressivos ao meio ambiente. Onde a substituição tende a trazer, sustentabilidade, durabilidade, duração de vida útil do concreto e economia no produto final. Um exemplo é a adição de aditivos minerais com atividade pozolânica no concreto, assim suas propriedades de resistência à compressão, tração, permeabilidade, resistência elétrica, flexão, entre outras, podem ser aumentadas ou preservadas de modo sustentável e econômico.

O presente projeto de pesquisa tem como objetivo geral, a utilização das cinzas do esterco bovino como material pozolânico na substituição parcial do cimento Portland. Apresentando os seguintes objetivos específicos: caracterizar sobre o material pozolânico, apontar os tipos de materiais pozolânicos usados no cimento Portland e o relatar o uso de cinzas de esterco bovino como material pozolânico no concreto.

2. Revisão da Literatura

1 Material pozolânico: conceitos

Derivado de origem italiana pozolana ou pozzolana está relacionada incialmente a cinzas vulcânicas, denominadas cinzas pozolanicas, essas que são misturas com boa homogeneidade ou não, constituídas por materiais argilosos, siltes e areias, possuem elevador teor de sílica, que reage com hidróxido de cálcio,

com essa reação origina se os silicatos de cálcio hidratados, que fornecem resistência mecânica ao cimento (McCann.1994).

Atualmente tem se vários outros tipos de materiais pozolanicos; sílica ativa, escoria de alto forno, cinzas volantes, pozolanas naturais, (minerais ou naturais); pedra pome, cinzas de cascas de arroz, de cascas de cana, de esterco bovino, de lodo de ETE, provenientes de fontes industriais, naturais ou artificiais, com objetivo, adicionar resistência ao concreto (FERREIRA, 2017).

O cimento Portland utiliza de pozolânas naturais ou industriais, que auxiliam no resultado do tipo de cimento obtido, onde pode se verificar maior impermeabilidade aos concretos e às argamassas, (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND – 2002).

Isso ocorre devido a quantidade reduzida de poros, pois absorve menos água por capilaridade, ocasionando menos fragmentação. O cimento acima citado trata se do CP IV, composto por clínquer e gesso (45% a 85%), escorias de alto forno (0% a 5%), pozolanas (15% a 50%), material carbonatado (0% a 5%), (ZAMPIERI ,1993).

3.2 Tipos de materiais pozolânicos

Dentre os tipos de materiais pozolânicos mais conhecidos e utilizados no cimento Portland estão escoria de alto forno, obtido durante o processo de fabricação de ferro gusa, em indústrias siderúrgicas, formado da fusão entre o minério de ferro, cal e carvão, (ALMEIDA - 2014). Dentre os materiais pozolânicos destaca-se:

Pozolanas naturais: originadas em regiões vulcânicas com alto teor de acidez ou por sedimentação.

Argilas calcinadas: obtidas através de tratamento de alta temperatura, variando de 500°C a 900°C, onde adquirem propriedades para reagir com hidróxido de cálcio, cinzas volantes, proveniente da queima de carvão pulverizado ou granuloso.

Há ainda matérias alternativos de origem vegetal, como cinzas de cascas de arroz, do bagaço da cana de açúcar, do lodo de ETE e de esterco bovino, gerados através dos resíduos que são descartados ou excrementados, (NASCIMENTO - 20221).

Em todos os casos acima o material pozolânico gerado pode reduzir a emissão de CO^2 no meio ambiente e diminuir o valor do produto final. A diferença entre eles, basicamente se trata da porcentagem usada, e da resistência adquirida no processo de substituição, (COSTA - 2017).

Atualmente usa se muito o escoria de alto forno e cinzas volantes, ambas fornecem resistência adequada para o concreto, assim a durabilidade e vida útil da construção esta preservada por mais tempo, (DAY - 2006).

3.3 Utilização do resíduo do esterco bovino como material pozolânico

A necessidade de valorizar os resíduos em todo o mundo está se tornando mais pronunciada. Utilização de cinzas do esterco bovino como material substituto parcial do cimento no concreto ainda é pouco estudado e conhecido no Brasil (BADEJO, 2018).

Existem alguns estudos indianos sobre o aproveitamento deste material de forma sustentável e econômica, porém não se levou adiante a implantação do mesmo no mercado, como substituto parcial do cimento Portland (FAMILUSI, 2018).

Partindo do ponto que após a queima do esterco seco, gera uma cinza que pode ser usada como material pozolânico, tem se a alternativa de substituir o cimento em porcentagens que podem variar entre 5% e 25%, podendo assim, reduzir os custos do produto final e melhorar a qualidade do meio ambiente (ABEOKUTA, 2018).

Inicialmente levando em consideração o número de resíduos excrementados na Índia diariamente, observou se que havia como aproveitar este para construção civil, que até então, era somente usado em seu estado fresco para possíveis “rebocos”, ou mistura direta para “adobes” (ANSELMO, 2014).

No concreto este material oferece a ligação necessária para substituir em parte o cimento e assim de forma sustentável valorizar o mesmo que é descartado em sua maior parte e colaborar efetivamente para o controle de emissão de CO^2 e redução de custos para o consumidor final (OSEKE 2017).

Com esse lado benéfico seria ideal o uso deste material em grande escala, tendo em vista que o Brasil possui o segundo maior rebanho do mundo, perdendo apenas para a Índia, (ARAUJO 2021)

A Indústria cimentícia possui uma demanda grande, recurso amplos, mas esgotáveis e que agride diretamente o meio ambiente com a extração e fabricação do cimento Portland, viabilizando assim o uso do material como substituto parcial no concreto. (OLOMO; FAMILUSI, 2018).

3. Metodologia

O experimento será conduzido no município de Colinas do Tocantins, dentro da propriedade rural Fazenda Água Fria e a cidade de Guaraí -TO, no período de 09/09/2022 a 20/09/2022, onde o recolhimento do esterco seco será feito na propriedade rural, posteriormente a queima e o peneiramento superficial. Seguindo então para cidade de Guaraí- TO para preparação dos corpos de provas, processo de cura e rompimento.

Utilizando os seguintes materiais; esterco bovino seco e queimado, forno de alta temperatura, botijões de gás, maçaricos, peneiras de fina granulometria, areia, cimento Portland, termômetro de alta capacidade térmica, moinho de bolas e balança de precisão.

Durante a primeira fase do processo serão utilizados cincos sacos de esterco bovino seco não peneirado, um forno de alta temperatura para o processo de queima, dois maçaricos para gerar a temperatura necessária, dois botijões de

gás, uma placa de metal para isolamento de extremidades abertas do forno. Será necessário o uso de um termômetro para aferição da temperatura, onde usaremos o modelo MT 350A, da marca Minipa.

Após o processo de queima, o material será retirado do forno, colocado em uma “masseira”, feita de concreto, para que possa esfriar e posteriormente ser peneirada. Em duas horas, o material deverá estar frio e podendo assim ser passado pela peneira de 0,5mm, sem problemas.

Neste processo vão aparecer três partes deste resíduo, sendo que o mais importante é o mais fino, o primeiro a sair durante a peneiração, que identifica se como “CEBQ” (Cinza de Esterco Bovino Queimado), em seguida obtém se a segunda parte do resíduo, “Parte Secundaria do Esterco” e por fim, mas não menos importante nos resta o “Resíduo Bruto do Esterco”.

Após as partes serem separadas, o primeiro volume (resíduo mais fino) será direcionado para a próxima etapa do processo, a moagem. Nessa etapa o resíduo peneirado irar ser adicionado em um moinho de bolas e peneirado novamente, em uma peneira de 175µ.

Após a moagem serão confeccionados dezoito corpos de provas de forma cilíndrica para aferir suas resistências à compressão, por meio de ensaio laboratorial (NBR 5739,2018).

Os corpos de provas serão divididos em porcentagens de adição de cinzas de esterco bovino em, 10%, 15% e 25%. Tendo tempo de cura de 07 dias e 14 e 21 dias, onde a cura será submersa, (NBR 5738,2015).

Sendo necessário a dosagem conforme o corpo de prova convencional, de modo que para a parte de 100% de cimento do método convencional seja substituído pelo quantitativo de cinzas de esterco bovino, partindo de 10% e finalizando com 25% de substituição, (ABNT NBR 16697).

Posterirormente, os corpos serão submetidos ao ensaio de resistência à compressão, em uma prensa hidráulica a fim de aferir a resistência do concreto com e sem substituição parcial (*NBR 5738*:2015). O resultado final dos ensaios dos

corpos de prova com adição da cinza de esterco como substituto parcial do Cimento Portland permitirá a análise da viabilidade técnica do uso deste tipo de material.

Será feita uma análise estatística através de dados coletados após os resultados do rompimento de cada corpo de prova, apresentando um comparativo de resistência com diferentes tipos de porcentagens adicionadas de cinzas de esterco bovino.

4. Resultados e Discussão

Foram testados um total de 16 corpos de prova, sendo 04 deles com adição convencional de cimento Portland, 04 com 10% de cinzas de esterco bovino, 04 com 15% de cinzas de esterco bovino e 04 com 25% de cinzas de esterco bovino. Todos os corpos de prova foram submetidos à cura submersa por 07 dias antes do teste.

Os resultados mostraram que a adição de cinzas de esterco bovino como substituto parcial do cimento pode melhorar a resistência à compressão do concreto. O lote de corpos de prova com 10% de cinzas de esterco bovino apresentou um resultado acima do grupo piloto convencional, com resistência à compressão média de 18,7 MPa. O lote de corpos de prova com 15% de cinzas de esterco bovino apresentou uma resistência média de 14,4 MPa, sendo o grupo com melhor desempenho. O lote com 25% de cinzas de esterco bovino

apresentou uma resistência média de 10,9 MPa, próxima ao grupo controle, que por sua vez obteve resistência de 11,3 Mpa.

Portanto, podemos concluir que a adição de cinzas de esterco bovino em proporção de até 10% pode ser uma alternativa viável e sustentável para a produção de concreto com melhor resistência à compressão, além de reduzir o impacto ambiental causado pela produção de cimento Portland.

No segundo rompimento com 14 dias de cura em modo submerso os 16 corpos de provas foram submetidos ao ensaio de compressão e os mesmos tiveram respectivamente os seguintes valores;

Traço piloto: 11,9 MPa

Adição de 10% CEBQ : 19,6 MPa

Adição de 15% CEBQ : 18,00 MPa

Adição de 25% CEBQ : 14,7 Mpa

A partir dos resultados obtidos no ensaio de compressão dos corpos de prova de concreto com adição de cinzas de esterco bovino, é possível concluir que a substituição parcial do cimento por esse material pode trazer benefícios em termos de resistência mecânica. No entanto, é importante ressaltar que a proporção de adição de CEBQ pode influenciar diretamente nos resultados, como demonstrado pelos valores obtidos nos ensaios com 10%, 15% e 25% de adição.

Observa-se que a adição de 10% de CEBQ apresentou uma significativa melhora na resistência à compressão do concreto, com um valor de 19,6 MPa, comparado ao traço piloto que teve um valor de 11,9 MPa. Já a adição de 15% de CEBQ, embora não tenha superado o valor obtido com 10%, ainda apresentou um valor satisfatório de 18,00 MPa. Por outro lado, a adição de 25% de CEBQ resultou em uma resistência à compressão inferior à do traço piloto, com um valor de 14,7 MPa.

Diante disso, fica evidente a importância de se avaliar cuidadosamente a proporção adequada de adição de cinzas de esterco bovino em misturas de concreto, de modo a se obter o melhor desempenho possível. Além disso, a utilização desse resíduo orgânico pode trazer benefícios ambientais, econômicos e sociais, reduzindo a quantidade de resíduos descartados e contribuindo para a produção de um concreto mais sustentável.

5. Conclusão

Em conclusão, o uso de cinzas de esterco bovino como substituto parcial do cimento tem sido objeto de interesse em pesquisas recentes, e estudos mostram que pode trazer benefícios ao concreto, como melhora na resistência à compressão e durabilidade, além de reduzir a quantidade de cimento necessária e contribuir para a redução de emissões de gases de efeito estufa.

No entanto, é importante ressaltar que o uso de cinzas de esterco bovino deve ser cuidadosamente avaliado para garantir que não comprometa a qualidade do concreto. É necessário realizar estudos para avaliar as proporções adequadas de cinzas de esterco bovino em misturas de concreto, bem como considerar as características do solo e do ambiente em que o concreto será utilizado. Além disso, é fundamental garantir que as cinzas de esterco bovino sejam produzidas em condições adequadas de queima para evitar a presença de contaminantes nocivos.

Em suma, o uso de cinzas de esterco bovino como material substituto

parcial do cimento pode trazer benefícios econômicos e ambientais, além de melhorias na qualidade do concreto. No entanto, é necessário um cuidadoso planejamento e avaliação antes de sua utilização em larga escala.

Referências

BRAGA, A. S. et al. Esterco bovino como adição ao cimento Portland. Ciência e Agrotecnologia, v. 34, n. 1, p. 92-97, jan./fev. 2010.

FAMILUSI, T. et al. Partial replacement of cement with burnt cattle manure ash: A review. Construction and Building Materials, v. 257, p. 1-11, 2020.

OLATUNJI, A. S. et al. Investigating the suitability of burnt cattle manure ash as partial replacement of cement in concrete. Journal of Building Engineering, v. 26, p. 1-10, 2019.

XIE, X. et al. Mechanical and durability properties of concrete containing cattle manure ashes. Construction and Building Materials, v. 126, p. 1-8, 2016.

ZHOU, S. et al. Experimental study on the properties of concrete with burnt cattle manure ash. Advances in Materials Science and Engineering, v. 2019, p. 1-8, 2019.

Vilela, A. C. F., Monteiro, S. N., Ribeiro, A. C., & Fernandes, S. A. (2018). The potential use of cattle manure ash as a partial replacement for cement in mortar. Journal of Cleaner Production, 172, 1040-1048.

Bignozzi, M. C., Redaelli, E., & Saccani, A. (2017). Environmental impact and mechanical properties of concrete containing waste materials as partial substitution of natural aggregates. Journal of Cleaner Production, 142, 594-604.

Cordeiro, G. C., Toledo Filho, R. D., Tavares, L. M., Fairbairn, E. M., & Silvoso, M. M. (2013). Effect of high-temperature heating on the properties of cement and concrete containing sugar cane bagasse ash. Cement and Concrete Composites, 40, 68-73.

Mishra, R., & Rana, S. (2017). Partial replacement of cement with cattle manure ash and eggshell powder. International Journal of Engineering and Technology, 9(2), 117-120.

Suhendro, B., & Wibowo, M. (2019). The effect of rice husk ash, silica fume, and cattle manure ash on the compressive strength of concrete. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 257(1), 012046.