

a crescente demanda por tecnologia alternativa de construção. A construção civil é responsável por aproximadamente 5% do total de CO<sub>2</sub> emitido no planeta devido ao processo de fabricação do cimento Portland, altamente consumido em todo o mundo.

Alguns resíduos podem trabalhar como agente aglomerante (material fino) ou agregado miúdo (material mais granular), na preparação do concreto ou argamassa, sendo que sua adição pode trabalhar em benefício ou não ao desempenho final do produto.

Quando queimados, as cinzas de determinados resíduos possuem grande potencial energético possuindo composição predominante de dióxido de sílica (SiO<sub>2</sub>) e uma pequena porcentagem de carbono. Estes resíduos são principalmente encontrados em locais de atividades agrícolas industriais.

A principal propriedade de uma pozolana é a capacidade de reagir como o hidróxido de cálcio, liberado durante o processo de hidratação do cimento, formando compostos estáveis de poder aglomerante tais como os silicatos e aluminatos do cálcio hidratado (OLIVEIRA et al., 2004).

Com a extração do caldo da cana-de-açúcar, são gerado cerca de 30% de bagaço da cana moída. No Brasil, cerca de 95% deste bagaço são queimados em caldeiras para a obtenção de calor, gerando um volume de cinzas muito grande, e na maioria das vezes, não são dispostos no meio ambiente de forma correta, causando sérios problemas ambientais.

A partir de um estudo realizado em 2003 com as cinzas da casca de arroz que apresentaram quantidades superiores a 90% de sílica, viu-se a possibilidade e necessidade de se estudar novos resíduos oriundos da produção agrícola como novos aliados no melhoramento de produtos da construção civil. Embasando-se nisso, vê-se que a cinza do bagaço da cana-de-açúcar pode ter um potencial semelhante ao obtido pelas cinzas da cascas do arroz, sendo necessários, estudos mais aprofundados para a comprovação da hipótese.

Diante do exposto, torna-se muito importante o aprofundamento destes estudos a fim de avaliar o potencial da cinza do bagaço da cana-de-açúcar como agente pozolânico objetivando uma futura incorporação deste resíduo ao cimento Portland.

### **Revisão Bibliográfica**

Quando se substitui parte de cimento Portland por cinza volante, cada uma destas adições minerais atua de modo distinto, de acordo com sua granulometria e atividade química ou física (TORRES, 2013). No Brasil, o aditivo mais utilizado é a escória.

### O desenvolvimento das reações pozolânicas proporciona

a formação de compostos hidratados mais homogêneos e induz a uma diminuição nos teores de hidróxido de cálcio na solução dos poros do concreto, originando uma pasta mais densa e homogênea, substituindo poros grandes por menores, o que dificulta o ingresso e deslocamento de agentes agressivos no interior da pasta. Por efeito físico, as partículas pequenas propiciam um maior empacotamento com o cimento e diminuem o efeito parede da zona de transição, promovendo o aumento da resistência do concreto. A proporção para substituição do cimento por adições varia conforme o tipo de adição (TORRES, 2013).

Segundo a NBR 12653/1992 os materiais pozolânicos são classificados em três classes (Classe N, Classe C e Classe E), em função da sua origem, requisitos químicos e físicos. Os materiais pozolânicos da Classe N são as pozolanas naturais e artificiais que obedecem aos requisitos aplicáveis na NBR, como certos materiais vulcânicos de caráter petrográfico ácido, “cherts” silicosos, terras diatomáceas e argilas calcinadas. Os da Classe C são as cinzas volantes produzidas pela queima de carvão mineral em usinas termoelétricas, que obedecem também aos requisitos aplicáveis nesta NBR. Por último o material da Classe E é qualquer pozolana cujos requisitos diferem das classes anteriores, conforme estabelecido na mesma NBR.

Para geração de energia, as indústrias sacro-alcooleiras queimam o bagaço da cana-de-açúcar, o que gera um grande volume de cinzas (cerca de 30% do total do bagaço queimado). A aplicação das CBC como aditivo no cimento é aparentemente vantajosa, quando analisado pesquisas onde indicam que sua constituição química é de aproximadamente 80% de sílica ( $\text{SiO}_2$ ) além de álcalis e traços de óxido de ferro, alumínio cálcio e magnésio.

### A área de contato do sólido com o meio aquoso

é fundamental na taxa de reação e precipitação de produtos hidratados, ou seja, o aumento da área de superfície resulta em um aumento na velocidade de ganho de resistência mecânica. No entanto, a eficiência no aumento da finura

decrece devido ao fato de as partículas menores, de elevada área superficial, tenderem a aglomeração ainda no estado seco, exigindo energias de mistura elevada, incompatíveis com os equipamentos hoje existentes, ou o emprego de aditivos para aumentar a dispersão e, conseqüentemente, a superfície de reação. A finura é também importante no manuseio do aglomerante ainda no estado fresco: é ela quem dá coesão à pasta, controla fenômenos como exsudação das águas e garante a trabalhabilidade ao sistema, condições sem as quais o produto não pode ser facilmente empregado com os procedimentos usuais de construção (JOHN et al.,2003).

A qualidade das cinzas está diretamente relacionada ao modo correto de queima. Até atingir uma temperatura de 100°C a massa perde toda sua água e somente em torno de 350°C é iniciada a queima do material. Entre 400 e 500°C o material perde consideravelmente sua massa oxidando o carbono e tornando-se rica em sílica amorfa. Temperaturas superiores a 800°C cristalizam toda a sílica presente nas cinzas.

### **Material e Métodos**

As cinzas do bagaço da cana-de-açúcar (CBC) que serão utilizadas para a realização da pesquisa, são resíduos gerados na usina de açúcar de Jatiboca, em Urucânia, Minas Gerais.

O bagaço da cana-de-açúcar (BC) é queimado em mufla durante 3 horas, a 700°C e resfriado naturalmente. Após o resfriamento, a cinza é submetida a diferentes períodos de moagem em um moinho de bolas, para análise de suas características granulométricas.

Na produção da argamassa serão empregadas diferentes taxas de cinza na substituição parcial do cimento e analisado qual apresentou maior melhoria nos testes submetidos. O experimento contará com três níveis de adições: 15, 25 e 35%.

### **Considerações Finais**

Os resultados desta pesquisa serão expostos no 10º Simpósio de Produção Acadêmica (SIMPAC) em 2018, esperando apresentar em caráter científico um novo método capaz de ajudar no desenvolvimento de novas tecnologias sustentáveis.

### **Referências Bibliográficas**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12653: Materiais pozolânicos. Rio de Janeiro, 1992.

JOHN, V. M.; CINCOTTO, M. A.; SILVA, M. G. Cinzas e aglomerantes alternativos. Campinas. Editora UNICAMP, 2003. Cap. 6, pag. 145 – 190.

OLIVEIRA, M. P. et al. Estudo do caulim calcinado como material de substituição parcial do cimento Portland. Conferencia Brasileira de Materiais e Tecnologia Não-Convencionais: Habitação e infraestrutura de interesse social Brasil – NOCMAT 2004. Pirassununga. USP, 2004. 15p.

TORRES, Alan et al. Concreto de cimento Portland com adições minerais. Clube do concreto. PET Civil. UFJF, 2013. Disponível em: <<http://www.clubedoconcreto.com.br/2013/07/adicoes-minerais-ao-concreto-de-cimento.html>>. Acesso em: 25 out 2016.