

**Estudo do conforto térmico de protótipos construídos a partir de tijolos de solo cimento com vidro plano na cidade de Palmas/TO – Análise do desempenho do bloco de solo-cimento considerando variações na quantidade de resíduo de vidro.**

**Paulo dos Santos Batista<sup>1</sup>, Adriano dos Guimaraes de Carvalho<sup>2</sup>, Trajano Machado Gontijo Neto<sup>3</sup>, Abimael Ribeiro Martins<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Prof. Dr. Coordenação de ciências matemáticas e naturais – Campus Palmas - IFTO. E-mail: [pmatista@ifto.edu.br](mailto:pmatista@ifto.edu.br)

<sup>2</sup>Prof. Me. Coordenação de engenharia Civil – Campus Palmas - IFTO. E-mail: [agcarvalho@ifto.edu.br](mailto:agcarvalho@ifto.edu.br)

<sup>3</sup>Bacharelado de Engenharia Civil – Campus Palmas – IFTO. Bolsistas do CNPq. E-mail: [trajanogontijo@gmail.com](mailto:trajanogontijo@gmail.com)

<sup>4</sup>Bacharelado de Engenharia Civil – Campus Palmas – IFTO. Bolsistas do CNPq. E-mail: [abimael.rib@gmail.com](mailto:abimael.rib@gmail.com)

**Resumo:** Este trabalho avaliou um comparativo de esforço mecânico e absorção de água de blocos prensados de mistura pulverulenta e umedecida de solo arenoso, cimento e vidro. Para a avaliação do tijolo, será investigada a relação entre teor de vidro introduzido e o seu desempenho em ensaios de compressão do material, bem como a sua capacidade de absorção de água. O emprego do vidro triturado, proveniente de vidro plano não retornável garante a reciclagem deste material na cidade de Palmas/TO, diminuindo a pressão sobre a extração de matéria prima *in natura* e também evitando o descarte inadequado destes vidros em aterros sanitários. Com isto, busca-se a viabilização de um novo produto para a construção civil, com características mais sustentáveis.

**Palavras-chave:** Construção, ecológico, resíduo, solo-cimento, sustentabilidade, tijolo, vidro

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a temática ambiental tem ganhado maior visibilidade e importância nas nossas práticas cotidianas, e influenciado de forma gradual e definitiva nossa percepção sobre ação sobre o ambiente. Paralelamente, a utilização dos recursos naturais de forma inadequada, resultado da atividade antrópica tem ocasionado uma série de problemas ambientais, como aumento da temperatura da Terra, elevação do nível dos oceanos, enchentes e proliferação de diferentes vetores transmissores inúmeras doenças (Almeida,2000).

Buscando contribuir para a minimização do impacto ambiental gerado pela ação das práticas humana, diferentes grupos organizados têm buscado apresentar soluções que possam contribuir de forma significativa para o aprimoramento dos processos que impactam negativamente o ambiente, e que são desenvolvidos atualmente. Assim, campanhas de minimização de resíduos, e reutilização de materiais fazem parte no centro dessas preocupações.

Nessa perspectiva, este estudo busca contribuir tanto na minimização de resíduos gerados pela ação do homem como na sua reutilização. Para isso, busca desenvolver novos materiais que poderão ser aplicados na Construção Civil (CC). Logo, procura contribuir na formulação de

soluções que podem minimizar a pressão sobre o consumo e extração de matérias primas utilizada pela indústria da CC e também sobre toda a sua cadeia produtiva, empregando resíduos sólidos resultantes do descarte de vidros planos da cidade de Palmas/TO, na formulação de materiais cerâmicos, compostos por uma mistura de Vidro, solo e cimento. Ao mesmo tempo, a obtenção desses novos materiais, por princípio mais amigáveis ao ambiente, também implicam em uma relação energética mais favorável a produção desses materiais com relação aos materiais tradicionais. Comparativamente os materiais tradicionais produzidos necessitam de uma grande quantidade de energia térmica para a sua produção, que infelizmente, na nossa região devido ao baixo grau tecnológico empregado nos processos industriais, se traduz em queima de biomassa.

Assim, esse projeto almeja a produção de materiais cerâmicos com baixo nível de energia incorporada no seu processo para utilização na construção civil. Ainda, tem como foco a produção de novos materiais capazes de suprir a demanda local sobre esse tipo de produto utilizado nas construções em geral e também, a partir da formação de recursos humanos qualificados, contribuir para o avanço tecnológico da região.

## **2 METODOLOGIA**

Os materiais empregados nesses estudos foram adquiridos por meio de doação. O material a ser estudado da resistência mecânica do bloco de alvenaria obtido a partir da incorporação do resíduo vidro plano oriundo de descarte da CC.

O vidro plano foi coletado, com o auxílio de uma caixa d'água de 500L. O processo de secagem foi realizado pela ação direta dos raios solares em uma instalação coberta no campus do instituto. Após a secagem do material, o mesmo foi conduzido a um triturador de partículas estilo faca de motor 3 CV, rotação sentido anti-horário de 3600 RPM, para gerar o pó.

O solo e a areia empregados na produção do tijolo foi comprado, sendo o mesmo que se encontra em empregados nos produtos comerciais. Este solo possui baixa plasticidade e apresenta-se extremamente arenoso. A areia empregada nos estudos foi recolhida na sede da Ideal Construtora em uma pilha do mesmo material. Os materiais foram recolhidos e estocados separadamente recolhidos aproximadamente 150Kg do material que foram acondicionados em um recipiente de polietileno com tampa usados exclusivamente para essa finalidade. A este solo, foi misturado o cimento, que com a presença de água agiu como aglomerante hidráulico. O cimento

empregado para a realização dos ensaios foi empregado o CP-II-32 RS com Pozolanas fabricado pela Votorantim S/A, devido as suas propriedades de ser resistente ao íon sulfato.

Os materiais sólidos foram pesados em uma balança da marca marte, modelo AC 10K, Série 264786. A mistura dos materiais foi realizada em betoneira com capacidade de 400 litros, com motor elétrico da marca Pavitest. Os materiais foram adicionados separadamente e homogeneizados pela agitação da hélice acionada pelo motor. Após 5 minutos homogeneização dos pós foi introduzida a água na mistura e a homogeneização continuará por mais 2 minutos. Após isso, foi obtida a mistura que foi utilizada na produção dos tijolos.

Os tijolos foram obtidos por moldagem em prensa hidráulica na qual permite um controle sistemático da carga a ser aplicada para a moldagem dos blocos compostos de vidro plano, com solo arenoso, cimento e água. Após obtenção da plasticidade desejada a massa foi acondicionada em moldes de (25,0 X 12,5X 7,5 cm), seguindo a NBR-10833. Os diferentes tijolos receberão cura úmida e posteriormente cura ao tempo, e a sua estabilidade dimensional estimada. As misturas empregadas na produção dos corpos de prova foram, de aproximadamente 7,5% de vidro em relação a massa de saibro.

Em uma betoneira de 400 litros foram adicionados os materiais na proporção de 1 lata de saibro de 18 litros de saibro, para 1/2 lata de cimento CP-II-32RS com Pozolanas, para 1/6 lata de vidro e 1 litro de água, foram feitos três traços seguindo essa proporção. A mistura foi posta em rotação durante 5 minutos, com a betoneira em uma posição de aproximadamente 30°. Após esse tempo, os tijolos foram obtidos em prensa hidráulica, utilizando-se um molde de metal para produção do tijolo. Todos os tijolos foram produzidos individualmente, e o tempo necessário para a confecção de um tijolo na prensa foi de 10 segundos. Após a prensagem, os tijolos foram organizados em palhetes de madeira, ficando por durante 24 horas. A fim desse tempo os tijolos foram imersos em uma cuba com água, e deixados em imersão. Os tijolos foram retirados da imersão após não serem observados desprendimentos de bolhas (ar) dos mesmos, quando imersos. Após isso, os tijolos foram retirados da água e colocados a sombra em um galpão ventilado para secagem. Após 10 dias, esses tijolos foram transportados para o Laboratório de Ensaios Especiais do curso de Engenharia Civil do Instituto Federal do Tocantins.

Após 28 dias do processo de produção dos tijolos, foi realizado o ensaio de resistência mecânica dos tijolos com vidro. Os ensaios foram realizados nos Tijolos, cujas dimensões eram de

(25,0 X 12,5 X 7,5) cm. Para realização dos ensaios foram retiradas as saliências presentes nos blocos com a finalidade de se obter uma superfície totalmente plana, ao bloco foi colocada uma pasta de cimento, uniforme de aproximadamente 1cm com a finalidade de distribuir de forma igual a força aplicada na superfície do tijolo com vidro nos ensaios mecânicos. Para os ensaios, foi utilizada uma máquina universal de ensaios modelo - 10.000, micro processada, da marca EMIC, equipada com uma célula de carga de 3 toneladas.

Os tijolos após 28 dias foram avaliados a sua absorção de água, a fim de se verificar o atendimento às normas da ABNT. O ensaio de absorção de água foi conduzido levando o tijolo a estufa a 105° durante 24 horas, pesando a massa após esse tempo e foram levados ao tanque para a emersão e após 24 horas foram retirados e novamente suas massas foram medidas. Todos os resultados obtidos foram comparados com blocos produzidos sem a adição de resíduos.

### **3 REVISÃO BIBLIOGRAFICA**

De acordo com FERRARI e JORGE (2010), em sua forma pura, o vidro é um óxido metálico supre esfriado transparente, de elevada dureza, essencialmente inerte e biologicamente inativo, que pode ser fabricado com superfícies muito lisas e impermeáveis. Essas propriedades desejáveis conduzem a um grande número de aplicações, distinguindo-se de outros materiais por várias características, tais como baixa porosidade, absorvidade, dilatação e condutibilidade térmica, suportando pressões de 5.800 a 10.800 kg/cm<sup>2</sup>.

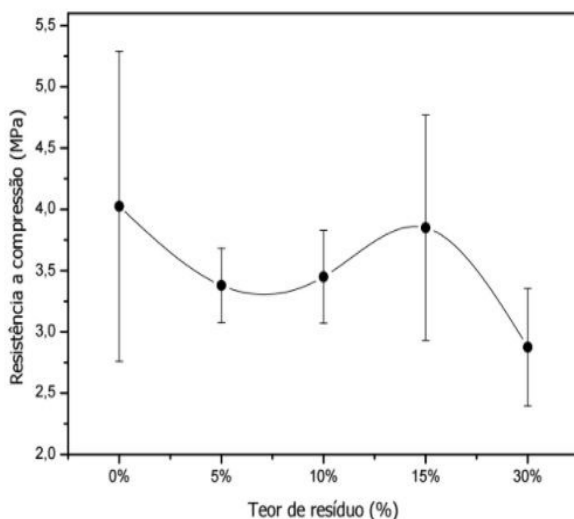
Segundo DYER E DHIR(2001), sendo o vidro um material amorfo e contendo uma grande quantidade de silício e cálcio, torna o material, em teoria, pozolânico.

O vidro, é um material inorgânico, cortante, transparente e líquido, que encontra-se super-resfriado, constituído basicamente de sílica. Sua cor pode ser alterada pela introdução de outros óxidos na sua composição (CEBRACE, 2014). É uma substância estável quimicamente, sem ordenação atômica de longo alcance e por isso é amorfo (SHACKELFORD, 2008). É obtido por aquecimento do óxido de silício (SiO<sub>2</sub>) a altas temperaturas, e portanto, sua produção emprega grandes quantidades de energia (BABISK,2009). Em condições de descarte, altamente inapropriado, estima-se que o tempo para decomposição é indeterminado (SANEP, 2008). Seu processo de reciclagem envolve trituração mecânica, promovendo a diminuição das partículas e aplicação de energia para conformação em novos produtos. Suas partículas, quando moídas

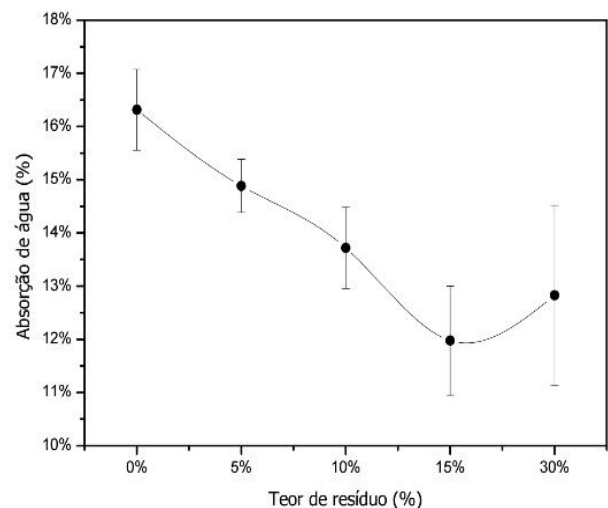
apresentam características ácidas e, portanto, podem reagir com álcalis, sendo um importante agente pozolânico em materiais que empreguem cimento na sua constituição. A introdução de material pozolânico, quando em quantidade adequada, garante um aumento do desempenho mecânico de materiais cimentícios em ensaios de compressão (BAUER, 2008).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Segundo a NBR 10836/94 e 8492/12 os blocos de solo cimento devem apresentar resistência média superior a 2 Mpa no qual pode-se observar (Figura 1-(a)) que os blocos tiveram resistência superior denominada na norma e com o desvio padrão variando dentro deste limite.



(a)



(b)

Figura 1-(a) Resistência mecânica média a compressão média dos tijolos solo-cimento com adição de vidro plano.(b) Absorção Média dos tijolos solo-cimento com adição de lodo úmido

Os blocos também devem apresentar absorção máxima de 22%, onde pode-se observar (Figura 1-(b)) que estão muito abaixo pelo denominado pela norma.

Observa-se que analisando o pior cenário do material ainda não é comprometido, mediante a norma(NBR 8492), essas variações podem acontecer por apresentar um traço menos homogêneo, esse fator pode ser corrigido por uma melhoria na qualidade dos serviços e apresentar um trabalho com maior automação de serviço possível ( SHACKELFORD, 2008).

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Pode-se observar que o novo bloco solo-cimento com resíduos de vidro plano apresenta uma resistência e absorção dentro da especificada pelas normais NBR 10836/94 e 8492/12. E por utilizar esse material impede o descarte desse resíduo na natureza ajudando a impedir a poluição da mesma. Mostrando que além de ser um tijolo ecológico pode ainda ser sustentável. A possibilidade de emprego deste material no mercado vislumbra a continuação da pesquisa em ingressar esse material em outras frentes de mercado, tendo que os resultados apresentados são sumariamente satisfatórios para fomentar a presença do resíduo em materiais semelhantes a esses, já que ao ser comparado com o material que já é produzido e fornecido ao mercado, esse material desenvolvido mostra resultados que podem justificar a comercialização aumentando a qualidade do mesmo.

## **6 REFERÊNCIAS**

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738/2003 – Moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos ou prismáticos de concreto. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9776/1987 - Agregados – determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco de Chapman. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9937/1997 - Agregados – determinação da absorção e da massa específica de agregado graúdo, respectivamente. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.



ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 248/2001 – Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM-ISSO 3310- 1/1997 – Peneiras de ensaio - Requisitos técnicos e verificação - Parte 1 - Peneiras de ensaio com tela de tecido metálico. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 46/2001 – Agregados – Determinação do material fino que passa através da peneira 75um por lavagem. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

Almeida W. M, (2000) Utilização de escória de cobre como adição e como agregado miúdo para concreto.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução no 307, de 05 de julho de 2002. Disponível em [www.mma.gov.br/port/conama/legipesq.cfm?tipo=3&numero=307&ano=&texto=>](http://www.mma.gov.br/port/conama/legipesq.cfm?tipo=3&numero=307&ano=&texto=>). Acesso em: 03 jun. 2010

BABISK, Michelle Pereira. Desenvolvimento de vidros sodo-cálcicos a partir de resíduos de rochas ornamentais. 2009. Tese de Doutorado. Instituto Militar de Engenharia.

CEBRACE. 2014. O Vidro, <http://www.cebrace.com.br/v2/vidro>

CEMPRE – Consórcio Empresarial para a Reciclagem. Disponível em: . Acesso em: 19/06/2011.

SANTOS, A. R. Vidro – Tecnologias para reciclagem. Disponível em: . Acesso em: 20/01/2010.

SHACKELFORD, J. F. 2008. Introdução à Ciência dos Materiais Para Engenheiros. Trad. Daniel Vieira. São Paulo: Pearson.6.ed, p 145.