

| Identificação da proposta | |
|---|--|
| Título do projeto de pesquisa: | AVALIAR A ADIÇÃO DE RESÍDUOS DE VIDRO, DE EMPRESA LOCAL, NO DESENVOLVIMENTO DE MASSAS PARA CERÂMICAS DE REVESTIMENTO |
| Grande área/área da CAPES: | Engenharias/Materiais não-metálicos |
| Grupo de Pesquisa vinculado ao projeto: | Sustentabilidade para Resíduos Sólidos |
| Linha de pesquisa do grupo de pesquisa vinculado ao projeto: | Materiais cerâmicos |
| Categoria do projeto: | () projeto em andamento, já cadastrado na PRPI () projeto não iniciado, mas aprovado previamente (X) projeto novo, ainda não avaliado. |
| Palavras-chave: | Desenvolvimento sustentável, resíduo de vidro, indústria farmacêutica, região do Cariri-CE. |

1. INTRODUÇÃO

Segundo a CEMPRES (Compromisso Empresarial para Reciclagem) ^[1], no Brasil, todos os produtos feitos com vidros correspondem em média a 3% dos resíduos urbanos. E somente as embalagens de vidro correspondem a 1%. As embalagens de vidro são usadas para bebidas, produtos alimentícios, medicamentos, perfumes, cosméticos e outros artigos. Garrafas, potes e frascos superam a metade da produção de vidro do Brasil. Usando em sua formulação areia, calcário, barrilha e feldspato. O vidro é durável, inerte e tem alta taxa de reaproveitamento nas residências. A metade dos recipientes de vidro fabricados no País é retornável ^[1].

Dados da CEMPRES ^[1], mostram que o Brasil produz em média 980 mil toneladas de embalagens de vidro por ano, usando cerca de 45% de matéria-prima reciclada na forma de cacos. Parte deles foi gerado como refugo nas fábricas e parte retornou por meio da coleta seletiva.

É possível observar que dados, como os anteriormente citados, mostra o crescente desenvolvimento das atividades industriais, ao mesmo tempo em que, as responsabiliza pelo aumento abundante de resíduos gerados e descartados na natureza, o que contribui negativamente para combater o desequilíbrio ambiental. Este fato tem pressionado as indústrias e os pesquisadores a se comprometerem com o meio ambiente, desafiando-os a buscarem meios alternativos e tecnologicamente viáveis para a reutilização destes rejeitos de forma econômica e sustentável.

Na região do Cariri – CE, em indústria local farmacêutica, uma grande quantidade de resíduos vítreos está sendo gerado das embalagens dos medicamentos, os quais são descartados na natureza e que podem se transformar em graves problemas urbanos com um gerenciamento oneroso e complexo. Entretanto, esses resíduos podem ser investigados para reciclagem e/ou reutilização, encontrando meios viáveis a sua aplicação, remetendo-os a possibilidade de serem utilizados nas indústrias de revestimento cerâmico.

Atualmente, revestimentos cerâmicos são produzidos com três camadas com composição química e propriedades físico-químicas distintas: o suporte cerâmico, o

engobe e o esmalte ^[2].

Os suportes cerâmicos são normalmente caracterizados por comparação a partir da elevada resistência mecânica. As matérias primas que compõem as massas podem ser agrupadas em plásticas e não plásticas. As matérias-primas plásticas são as argilas e caulim, que tem como finalidade conferir plasticidade à massa cerâmica e com isso, adequada resistência mecânica a verde e a seco. Dentre as matérias-primas não plásticas, o resíduo de vidro entra como um potencial substituto para matérias primas natural.

Engobes são formulados a partir de matérias-primas naturais, como argilas, quartzo e feldspato; e matérias-primas sintéticas, como as fritas cerâmicas, que consistem em um vidro produzido em um forno a elevadas temperaturas (em torno de 1500 °C) e posteriormente submetido a um choque térmico, formando partículas vítreas irregulares ^[3].

Em virtude do elevado custo para a produção de fritas cerâmicas e dos impactos ambientais decorrentes desse processo, tem-se despertado interesse na comunidade acadêmica sobre a valorização dos resíduos industriais vítreos, reutilizando-os, como novas matérias-primas cerâmicas, na produção de engobes ^[4,5,6,7], o que consiste numa alternativa provável a atenuar a degradação ambiental consecutiva das disposições condenáveis dos resíduos.

Nos últimos anos, a literatura tem-se enriquecido com pesquisas voltadas para a reciclagem de vidros (em substituição parcial ou total das fritas cerâmicas) na obtenção de engobes ^[8,9,10]. Neste caso, esse propósito provavelmente propiciará uma solução ambientalmente amigável tanto para os resíduos vítreos quanto para o processo de manufatura das fritas cerâmicas.

O esmalte para cerâmica é um revestimento liso e cristalino aplicado sobre a superfície. O esmalte forma uma superfície dura e não porosa, de fácil limpeza. Os esmaltes são geralmente feitos de pó de vidro combinado com óxidos coloridos de elementos como cobalto, cromo, manganês ou níquel, em suspensão em água. São aplicados nas superfícies cerâmicas por pulverização, com pincéis ou por banho.

Assim, esse projeto tem por objetivo apresentar um estudo exploratório o qual busca investigar métodos de reciclagem do vidro utilizando técnicas baratas e simples, de forma que o mesmo possa ser utilizado na composição global de todo processo de obtenção do revestimento cerâmico, implicando em diminuição dos impactos ambientais e melhorando o desenvolvimento científico e tecnológico.

2. OBJETIVOS

O desenvolvimento deste projeto tem como objetivo principal avaliar a empregabilidade sustentável do resíduo de vidro, gerado por indústria farmacêutica da região do cariri, como matéria-prima para produção de todas as partes (suporte, engobe e vidrado) que formam o revestimento cerâmico. Com isto, espera-se promover o desenvolvimento sustentável com ações que reduzam os danos causados ao meio ambiente, além de diversificar a oferta de produtos. Essa pesquisa é nova na região e visa possibilitar aos resíduos gerados e as indústrias que os geram, um desenvolvimento sustentável para tal.

Para atingir o objetivo principal, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Obter e beneficiar as matérias-primas (resíduos de vidros e argila), caracterizando-as quanto à sua natureza químico-mineralógica e estrutural, através das técnicas de caracterização por fluorescência de raios X (FRX) e por difração de raios X (DRX), respectivamente;
- Formular composições de suporte, engobes e vidrados de revestimentos cerâmicos a partir das matérias-primas disponíveis, obtendo-se as misturas e caracterizando-as por análise termogravimétrica (TGA);
- Obter corpos-de-prova, para cada formulação, seguindo o processo: conformação por prensagem, secagem a 110 °C e queima até 1200 °C.
- Caracterizar os corpos de prova desenvolvidos quanto às suas propriedades físico-mecânicas: retração linear de queima, absorção de água, porosidade aparente, massa específica aparente e determinação da carga de ruptura e módulo de resistência à flexão;
- Avaliar se possível, por meio da microscopia eletrônica de varredura (MEV), as características morfológicas da superfície de corpos-de-prova de todas as formulações e da superfície à fratura dos mesmos;
- Destacar as formulações mais viáveis para a produção do revestimento cerâmicos, a partir dos resultados obtidos, contribuindo assim para o aperfeiçoamento da literatura.
- Analisar os melhores métodos de aplicação do engobe e vidrado no suporte cerâmico e avaliar todas as propriedades físico-mecânicas obtidas.
- Publicação dos resultados.

3. METODOLOGIA

Os resíduos de vidro, já coletados previamente em projeto anterior, da empresa FARMACE do setor industrial farmacêutico da região do cariri-CE, foram provenientes do processo de descarte de ampolas, que se encontram jogados em locais impróprios e que muitas vezes, os gestores das indústrias não sabem como proceder no que diz respeito à finalidade que deverá ser dada a esse tipo de resíduo. Após a coleta dos resíduos, foram submetidos à trituração e peneiramento. A argila que será utilizada nesse trabalho foi gentilmente doada pela Cerâmica Gomes de Mattos, localizada na cidade de Crato – CE, a qual é extraída nas adjacências da própria olaria, sendo beneficiada e utilizada na obtenção de produtos cerâmicos de queima branca. A mesma foi coletada sob a forma de torrões, e submetida a um processo de cominuição através de um moinho martelo Servitech CT-058.

Cada matéria-prima, previamente moída, foi peneirada em peneira ABNT 200 (75 µm) para a realização das suas respectivas análises mineralógicas, onde foram submetidas às análises de fluorescência de raios X (FRX), o qual quantifica e qualifica os elementos químicos e os óxidos constituintes das amostras e também difração de raios X (DRX) é a mais indicada para a identificação das fases cristalinas presentes em materiais.

Os suportes, engobes e vidrados serão formulados mediante a composição química de algumas formulações usualmente comercializadas e também observadas na literatura. Através dos resultados da análise química, obtida por FRX, de cada matéria-prima, pode-se dosá-las para a obtenção dos mesmos, os quais serão feitos corpos de prova e analisados a partir de cinco formulações distintas.

Em seguida, as matérias-primas serão misturadas e homogeneizadas a seco em um

moinho de bolas por 30 minutos. Após essa etapa, as formulações serão peneiradas em ABNT 200 para a realização das análises termogravimétrica (TGA) e calorimetria diferencial de varredura (DSC).

A mistura obtida de cada formulação será umedecida e homogeneizada com 7% de água, em peso, e peneirada em peneira ABNT 30 (600 µm), conservando-a em saco plástico por vinte e quatro horas. Após essa etapa, serão feitos 15 corpos de prova pelo método de prensagem uniaxial.

Os corpos de prova serão submetidos ao processo de pesagem, medição e queima. Após etapa de queima, os mesmos serão submetidos às análises das propriedades físico-mecânicas e então avaliados dentro de normas pré-estabelecidas ABNT 13816 ^[11,12,13] para suas finalidades.

Serão feitas análises microestruturais, por Microscopia eletrônica de varredura, dos corpos de prova rompidos, para observar superfície de fratura.

4. PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES CIENTÍFICAS, TECNOLÓGICAS OU DE INOVAÇÃO DO PROJETO

Os principais resultados esperados podem ser avaliados em função das contribuições científicas e tecnológicas.

Contribuições Científicas:

- Formação de recursos humanos por meio de alunos de iniciação científica, os quais poderão auxiliar no desenvolvimento deste projeto com pesquisas correlatas ao tema proposto.
- Publicação e apresentação de trabalhos em eventos nacionais e internacionais.
- Publicação de artigos em periódicos nacionais e internacionais.

Contribuições Tecnológicas:

- Avaliar a sustentabilidade do uso de resíduos de vidros como principal matéria-prima não plástica para o desenvolvimento de cerâmicas de revestimento, encontrando um destino final tecnicamente viável para o resíduo.
- O projeto é inovador na região, visto que não foram encontrados estudos locais referentes ao assunto, além do que, comprovando a viabilidade da reutilização dos resíduos a que se propõe o projeto, isso será disseminado e provavelmente poderá ser usado por alguma indústria local que possa ter interesse.
- Buscar-se-á desenvolver, com um caráter sustentável, suportes, engobes e vidrados para cerâmicas de revestimento com a adição de resíduos de vidro, com a finalidade de convergir a tecnologia aos parâmetros ambientais, econômicos e sociais, consistindo em uma alternativa que venha a somar às metodologias de mitigação de impactos ambientais arrolados à geração destes resíduos, bem como na redução dos custos para a obtenção do produto final contribuindo para o aperfeiçoamento da literatura sobre revestimentos cerâmicos.

5. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DO PROJETO

| MÊS | ATIVIDADE |
|------------|--|
| 1-2 | Revisão bibliográfica para determinar a formulação das massas |
| 3-7 | Preparação das formulações e confecção dos corpos de prova para suporte |
| 8-10 | Coleta dos dados físico-mecânicos e análise dos dados |
| 11 | Conclusões |
| 12 | Confecção de relatório e artigos técnico-científicos |
| 13-16 | Preparação das formulações e confecção dos corpos de prova para vidrado |
| 17-18 | Coleta dos dados físico-mecânicos e análise dos dados |
| 19-22 | Preparar corpos de prova com os resultados mais adequados dos suportes, engobes e vidrados, analisados em etapas anteriores, estudando a melhor forma de aplicação dos engobes e vidrados sobre o suporte cerâmico |
| 23 | Análise dos dados físico-Mecânicos |
| 24 | Confecção de relatório e artigos técnico-científicos |

REFERÊNCIAS

- [1] CEMPRE – Compromisso Empresarial Para Reciclagem. **Artigos e Publicações:** Fichas Técnicas: Vidro. Disponível em: <<http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/6/vidro>>. Acesso em: 30 abr. 2018.
- [2] DAL BÓ, M. et al. Efeito das propriedades dos esmaltes e engobes sobre a curvatura de revestimentos cerâmicos. **Cerâmica**, [s.l.], v. 58, n. 345, p.118-125, mar. 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0366-69132012000100019>>. Acesso em: 16 abr. 2018.
- [3] DAL BÓ, Marcelo; BERNARDIN, Adriano Michael; HOTZA, Dachamir. Formulation of ceramic engobes with recycled glass using mixture design. **Journal Of Cleaner Production**, [s.l.], v. 69, p.243-249, abr. 2014. Elsevier BV. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.01.088>>. Acesso em: 28 abr. 2018.
- [4] VELHO, Pedro Luiz Troes; BERNARDIN, Adriano Michael. Reaproveitamento de Lodo de ETE para Produção Industrial de Engobes. **Cerâmica Industrial**, [s.l.], v. 16, n. 2, p.20-23, 2011. Disponível em: <<http://www.ceramicaindustrial.org.br>>. Acesso em: 25 abr. 2018.
- [5] NANDI, Vitor de Souza. **Produção de Frita para Engobe a Partir de Resíduos Sólidos Gerados em Estação de Tratamento de Efluentes**. 2013. 127 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/107311>>. Acesso em: 16 abr. 2018.
- [6] CARLOS, Elione Moura. **Obtenção e caracterização de engobes com adição de resíduos do mármore para revestimento cerâmico**. 2014. 94 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/22795?mode=full>>. Acesso em: 15 abr. 2018.
- [7] GARCIA, Gian et al. Estudo sobre a Viabilidade de Utilização do Resíduo Proveniente do Setor de Moagem em uma Formulação de Engobe Cerâmico. **Cerâmica Industrial**, [s.l.], v. 22, n. 2, p.20-24, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4322/cerind.2017.007>>. Acesso em: 17 abr. 2018.
- [8] DAL BÓ, Marcelo; BERNARDIN, Adriano Michael; HOTZA, Dachamir. Formulation of ceramic engobes with recycled glass using mixture design. **Journal Of Cleaner Production**, [s.l.], v. 69, p.243-249, abr. 2014. Elsevier BV. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.01.088>>. Acesso em: 28 abr. 2018.
- [9] CIPRIANO, Ana P. et al. ANÁLISE DA SUBSTITUIÇÃO PROPORCIONAL DE FRITA BRANCA POR VIDRO PLANO RECICLADO EM ENGOBES PARA REVESTIMENTO CERÂMICO. **Cerâmica Industrial**, [s.l.], v. 22, n. 4, p.22-26, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4322/cerind.2017.020>>. Acesso em: 25 abr. 2018.
- [10] CHUCH, Ana Elise et al. ANÁLISE DOS RESULTADOS DA INCLUSÃO DE VIDROS RECICLADOS NA PRODUÇÃO DE ENGOBE CERÂMICO: VIDRO DE POTES. **Cerâmica Industrial**, [s.l.], v. 22, n. 5-6, p.27-32, 2017. Editora Cubo Multimedia. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4322/cerind.2017.019>>. Acesso em: 17 abr. 2018.
- [11] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13816:** Placas cerâmicas para revestimento - Terminologia. Rio de Janeiro, 1997.
- [12] _____. **NBR 13817:** Placas cerâmicas para revestimento - Classificação. Rio de

Janeiro, 1997.

[13] _____. **NBR 13818**: Placas cerâmicas para revestimento – Especificação e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 1997.