

Estudo da inserção de resíduos sólidos à massa cerâmica vermelha

Study of the insertion of solid wast to the red ceramic mass

Camila Taciane Rossi, Acadêmica do curso de Engenharia Civil, UNIJUI.

camilatacianerossi@hotmail.com

Lucas Carvalho Vier, Acadêmico do curso de Engenharia Civil, UNIJUI.

lucascarvalho051@gmail.com

Fernanda de Marco, Acadêmica do curso de Engenharia Civil

fernanda_demarco@hotmail.com

Andréia Balz, Acadêmica do curso de Engenharia Civil, UNIJUI.

bzandreaia@yahoo.com.br

Ederon Rafael Rogoski, Acadêmico do curso de Engenharia Civil

Eder.rogoski95@hotmail.com

Eder Claro Pedrozo, Professor do curso de Engenharia Civil, UNIJUI.

Eder_claropedrozo@yahoo.com.br

Resumo

Nos últimos anos, a procura por recursos naturais vem em crescente aumento, o que acaba ocasionando a diminuição da disponibilidade de matérias-primas. Concomitantemente a isso, são geradas grandes quantidades de rejeitos, sendo que a construção civil é uma das maiores geradoras, desde a extração de materiais nas jazidas, aos resíduos produzidos durante o processo de beneficiamento de produtos, nos canteiros de obras e também após anos de utilização das edificações, quando ocorre alguma demolição ou reforma. Com esta realidade, a busca por tecnologias que diminuam os impactos ambientais e econômicos são de suma importância para o setor da construção civil, visando a redução da utilização de matérias-primas e o reaproveitamento dos rejeitos. Assim, este trabalho tem por escopo estudar as principais alternativas apresentadas para a diminuição da utilização de argila, matéria-prima essencial para a fabricação de artefatos cerâmicos e os resíduos já incorporados que apresentaram resultados satisfatórios, tornando possível sua inserção na massa cerâmica vermelha. Os estudos mostraram a possibilidade da adição de resíduos de pó de basalto, pó de granito, da indústria do aço, resíduos cerâmicos, da indústria do papel, lama de ETE (estação de tratamento de esgoto, casca de arroz, cinza de carvão e cinza de aveloz.

Palavras-chave: Argila; Resíduo; Inserção.

Abstract

In recent years, the power of attorney for Natural Resources has been increasing, which leads to a decrease in the availability of raw materials. Concurrently, large quantities of rejects are generated, and civil construction is one of the largest generators, from the extraction of materials in the deposits, to the waste produced during the process of product processing, in the beds of Works and end after use of buildings, when some demolition or reform occurs. With this reality, a search for technologies that diminish the environmental and economic impacts are of paramount importance to the civil construction sector, aiming at a reduction in the use of raw materials and the reuse of the Rejects. Thus, this work has the scope to study as the main alternatives presented for the reduction of the use of clay, essential raw material for the manufacture of ceramic artifacts and the already incorporated residues that presented results Making it possible to insert it into the red ceramic mass. The studies showed the possibility of adding residues of basalt powder, granite powder, steel industry, ceramic waste, paper industry, ETE Sludge (sewage treatment plant, rice husk, charcoal ash and Aveloz ash.

Keywords: Clay; Residue; Insertion.

1. Introdução

Tudo aquilo que nos cerca um dia se tornará resíduo, seja aviões, automóveis, casas, móveis, entre outros. Ainda deve-se acrescentar a esse total os rejeitos produzidos durante o processo de extração de matérias-primas e na produção de bens de consumo. Desta forma, em qualquer sociedade, a quantidade de rejeitos gerados é superior a quantidade de bens consumidos. (ROCHA; JOHN, 2003).

Os materiais têm um papel fundamental no esquema economia-tecnologia-meio ambiente. Um material quando empregado em um produto final e que então é descartado passa por inúmeras fases. Estas fases são chamadas de ciclo dos materiais. (CALLISTER JR., 2013). A figura 1 representa o ciclo dos materiais.

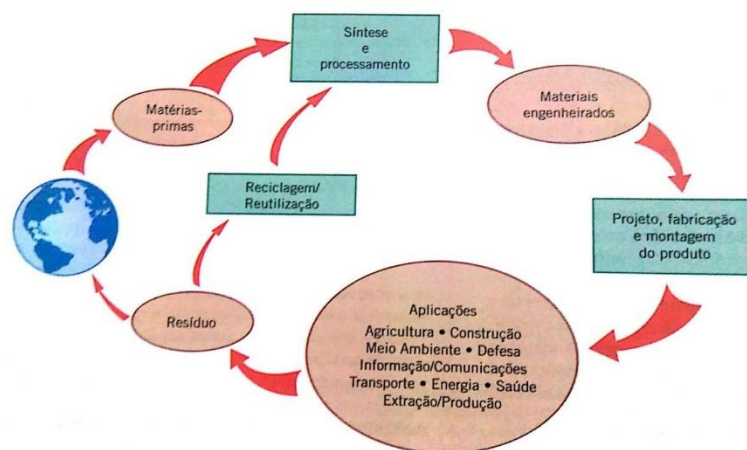


Figura 1: Representação esquemática do ciclo dos materiais. Fonte: Callister JR., 2013.

Mesmo reduzindo o volume de resíduos, eles sempre serão gerados durante o processo de produção até o pós-consumo. O desenvolvimento sustentável precisa de uma diminuição da utilização de matérias-primas naturais não-renováveis. A finalização do ciclo produtivo, fabricando novos produtos com a reciclagem de resíduos é uma alternativa indispensável (ROCHA; JOHN, 2003).

Ou seja, a reciclagem tem o desígnio de reintroduzir resíduos e detritos no ciclo de produção. E esta possui numerosas vantagens em relação a utilização dos recursos naturais no estado preservado, entre os quais estão a diminuição de matérias-primas extraídas, reduzindo a emissão de poluentes, diminuição do consumo de energia e melhorando, assim, a saúde e a segurança da população. A maior das vantagens é a preservação dos recursos naturais, dessa maneira prolongando a vida útil e retardando a degradação da paisagem, flora e fauna (MENEZES; NEVES; FERREIRA, 2002).

Isso comprova que o produto final deve ser planejado e projetado de forma que durante a sua vida útil, os impactos ambientais, por menores que sejam, devem ser minimizados. Além também, ao término da vida útil deve-se realizar uma previsão para a reciclagem do material e seus componentes e prever o descarte adequado do material para minimizar os impactos ambientais (CALLISTER JR., 2013).

A reciclagem é a busca por alternativas que conservem os recursos naturais do planeta, de forma que estes sejam consumidos em quantidades viáveis com a recuperação natural dos recursos e que a emissão de poluentes se encontrem em níveis aceitáveis (CALLISTER JR., 2013).

Um dos produtos que mais consomem matérias-primas é a cerâmica estrutural a base de argila, destacando-se os blocos, tijolos e telhas. Ainda há uma grande quantidade de jazidas de argilas no Brasil, entretanto, existem limitações para a extração de algumas reservas, sejam por estarem em unidades de preservação ambiental e/ou a indisponibilidade de outras pela ocupação do solo (COELHO, 2009).

Com os objetivos sustentáveis para reduzir o consumo de recursos naturais, diminuir os custos de realocação de rejeitos industriais e preservar fonte não-renováveis, as cerâmicas estruturais são as mais capazes de incorporar os resíduos sólidos devido as enormes quantidades de produtos finais produzidos (MENEZES; NEVES; FERREIRA, 2002).

O setor cerâmico tem uma grande vantagem na reciclagem de rejeitos industriais, uma vez que possuem um enorme volume de produção que possibilita o consumo de grandes quantidades de resíduos e com os parâmetros físico-químicas das matérias-primas e os aspectos do processo cerâmico fazem com que a indústria da cerâmica seja uma das melhores opções para realizar a reciclagem dos resíduos sólidos (WENDER; BALDO, 1998).

Além disso, é uma das pouquíssimas áreas que se tem benefícios com a incorporação de resíduos na sua matéria-prima, pois, assim, reduz a quantidade de matéria-prima utilizada, diminuição do consumo de energia, diversificação da oferta de matéria-prima e reduz os custos (WENDER; BALDO, 1998).

São vários os rejeitos industriais que podem ser absorvidos pelo setor oleiro, dentre os quais podem se destacar os resíduos energéticos, de mineração, metalúrgicos, da indústria do papel e celulose. Com o devido tratamento, quase todos os tipos de rejeitos industriais podem ser incorporados na formulação das cerâmicas (MENEZES; NEVES; FERREIRA, 2002).

Com isso, o presente trabalho tem como o objetivo de demonstrar as alternativas possíveis para a redução da utilização da matéria-prima argila, utilizada como principal componente para a confecção de tijolos, e resíduos já estudados que apresentaram resultados afirmativos.

O trabalho foi elaborado, primeiramente, através da revisão bibliográfica de vários trabalhos elaborados que estudaram a viabilidade da inserção de resíduos sólidos, para posteriormente criar uma tabela com os resultados encontrados afirmativos, com as diferentes características de cada material.

2. A indústria da cerâmica vermelha no Brasil

A cerâmica tem seu berço na cultura indígena no Brasil. Estudiosos afirmam que a primeira cerâmica encontrada foi por volta de 5.000 anos atrás, na Ilha de Marajó – PA. O índio, que ali morava, desenvolveu uma cerâmica de valor, que deixou provas da superação das fases mais primitivas da Idade do Bronze e da Pedra (CRUZ, 2012).

Os índios dominaram a técnica do barro muito antes da chegada dos portugueses no território brasileiro. Dessa forma, os colonizadores trouxeram todas as estruturas necessárias e concentraram a mão-de-obra, assim deu-se início as primeiras olarias brasileiras (ANFACER, 2017).

Com a instalações das olarias em colégios, engenhos e fazendas jesuítas, o rudimentar processo passou por várias modificações, onde eram fabricados telhas, tijolos e louças de barro para o consumo diário. Quando foi introduzido o uso de rodadeiras e o torno a técnica de produção passou a apresentar mais simetria e perfeição nos acabamentos (ANFACER, 2017).

Quando Tomé de Sousa chegou ao Brasil em 1549, houve o aumento na produção dos materiais para a construção e desenvolvimento das cidades mais planejadas. Com a formação da vila, que viria a ser a cidade de São Paulo, em 1575, acelerou o desenvolvimento mais intenso da atividade cerâmica, sendo as olarias consideradas o marco inicial da indústria paulistana. Nestas, o processo ainda ocorria de forma artesanal, com pequenos estabelecimentos, os quais comercializavam seus produtos localmente (SEBRAE, 2008).

O maior avanço da indústria da cerâmica nacional ocorreu por volta de 1960, com a implantação de políticas públicas de habitação, como o Banco Nacional de Habitação e o Sistema Financeiro da Habitação. Em 1970, ocorreu um grande aumento na Construção Civil o que acabou resultando uma crescente expansão da indústria cerâmica, provocando a adição de processos de inovação e o lançamento de novas linhas de produção, estendendo e diversificando o setor (APL-SE, 2008).

A indústria da cerâmica brasileira apresenta uma enorme deficiência em indicadores de desempenho e dados estatísticos, ferramentas indispensáveis para melhor a competitividade e desempenho do setor. Algumas associações do setor mostram números estatísticos significativos. O setor cerâmico representa 90% das alvenarias e coberturas construídas no país, 4,8% das indústrias da construção civil, 6.903 fábricas que consistem em um setor com um faturamento anual de R\$ 18 milhões e geram, por volta 293 mil empregos diretos e quase 1 milhão de empregos indiretos (ANICER, 2009).

O setor cerâmico é amplo e heterogêneo, é dividido em subsetores de acordo com as propriedades, área de utilização e mat (ABDI, 2016). Conforme o Ministério de Minas e Energia cerca de 70% dos produtos fabricados são blocos e tijolos e os 30% restantes são telhas, de um total de 84,8 bilhões de peças confeccionadas (BRASIL, 2011).

A maior parte das cerâmicas vermelhas produzidas vem de pequenas e médias empresas. E estas estão espelhadas por quase todas as regiões do país e encontram-se em regiões onde existem matérias-primas disponíveis e mercados consumidores (SEBRAE, 2015). A figura 2 ilustra a distribuição da produção na cerâmica vermelha no país.

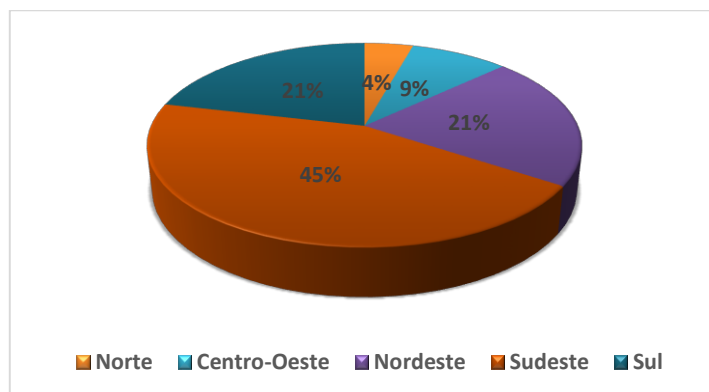


Figura 2: Produção nacional da cerâmica vermelha por região. Fonte: SEBRAE, 2015.

As maiores concentrações de indústrias estão nas regiões Sul e Sudeste, devido a maior densidade demográfica, maior atividade industrial e agropecuária, melhor distribuição de renda, melhor infraestrutura, além da facilidade de encontrar matérias-primas, centros de pesquisas, energia, escolas técnicas e universidades (BRASIL, 2016).

Em 2009 foram produzidas cerca de 76 bilhões de peças cerâmicas, com consumo médio per capita de 384 peça/habitante (pç/hab), distribuído pelas cinco regiões do Brasil (ANICER, 2009).

Ainda em 2009, a produtividade do setor cerâmico foi de 15,8 mil peças/operário/mês, podendo variar de acordo com a região. Isso demonstra que o segmento cerâmico precisa urgentemente de modernização, comparado a produção dos países desenvolvidos (CRUZ, 2012).

3. A cerâmica vermelha estrutural

A principal característica da cerâmica vermelha estrutural é a cor avermelhada que seus produtos apresentam, além, também das características da natureza de seus componentes, texturais e técnico-econômica (MOTA; ZANARDO; CABRAL, 2001).

Os produtos estruturais de argila são todos aqueles que apresentam integridade estrutural. Também são esses os produtos mais antigos da cerâmica vermelha, sendo utilizados ao longo de toda a história da humanidade por possuírem uma alta resistência a compressão e baixa permeabilidade (CALLISTER JR., 2013). As principais vantagens encontradas nos materiais cerâmicos são a resistência e dureza, baixo peso, boa resistência ao calor e ao desgaste, propriedades isolantes e atrito reduzido (SMITH; HASHEMI, 2012). A cerâmica vermelha estrutural é uma atividade primordial, pois possibilita a construção civil, obras das mais simples as mais sofisticadas e complexas (BUSTAMANTE; BRESSIANI, 2000).

Mais de 50% dos produtos fabricados são cerâmicas vermelhas estruturais, que são os tijolos de construção e acabamentos, azulejos, pisos, tijolos para pavimentação, telhas, tubulações e ladrilhos (CALLISTER JR., 2013).

Conforme Bustamante e Bressiani (2000), o setor cerâmico é distribuído por todo o território brasileiro em micro e pequenas empresas. E estas consomem cerca de 60 milhões de toneladas de matéria-prima por ano.

Os produtos cerâmicos variam conforme as matérias-primas utilizadas, o tipo de queima e o tipo de produto desejado. Além de serem confeccionadas em altas temperaturas para ocorrer a sintetização das propriedades (CALLISTER JR., 2013).

4. Resíduos sólidos

Os resíduos sólidos têm as mais variadas origens, praticamente, todas as atividades humanas e de qualquer natureza, portanto produzem, também, os mais variados materiais. Com o crescimento da industrialização, o aumento populacional e do seu poder aquisitivo, a fabricação de enormes volumes dos rejeitos vem em crescente aceleração (CRUZ, 2012).

Em 2010 foi aprovada a Lei nº 12.305/10, que instaurou a Política Nacional de Resíduos sólidos (PNRS). Esta lei prevê a redução da produção dos rejeitos e prevenção, e tem como principal proposta a prática de consumir sustentavelmente e um conjunto de medidas que permitem o crescimento da reciclagem e reutilização dos rejeitos sólidos e também, encaminha-los de forma ambientalmente correta, quando for possível (BRASIL, 2017).

Os custos com a atual prática de gestão de rejeitos são primordiais para que seja realizado uma avaliação do custo benefício e técnico da reciclagem, e, é claro, do interessa da indústria em desenvolver novas tecnologias e alternativas em reciclagem (JOHN; ÂNGULO, 2003).

Em vários países, a aplicação de resíduos industriais utilizados como matéria-prima alternativa não é nenhuma novidade. O esgotamento das reservas de matérias-primas confiáveis, aumento do volume de rejeitos sólidos e a necessidade de voltar a equilibrar os prejuízos causados pelas altas do petróleo, que prejudicam os recursos naturais, impõe riscos à saúde humana e ocupam espaço, são as principais razões que levaram os países a buscarem novas alternativas (MENEZES; NEVES; FERREIRA, 2002).

A construção civil, sendo uma das maiores produtoras de resíduos, está fazendo um grande esforço para consumir os mesmos, no entanto a maior parte dos rejeitos não pode ser utilizado no estado que se encontra, ou seja, o rejeito precisa passar por algum tipo de tratamento, que também pode gerar um novo resíduo (LOPES, 2005).

O setor cerâmico tem um grande potencial em incorporar os rejeitos sólidos, principalmente, adicionando-os a massa cerâmica, de maneira que não afete as propriedades dos produtos confeccionados, pois é um material de composição química heterogênea (CRUZ, 2012).

As principais vantagens com a adição dos rejeitos sólidos a massa cerâmica são: menor extração de matéria-prima, assim, aumentando a vida útil das jazidas, inertização e reciclagem dos resíduos que são poluentes e de difícil eliminação e com isso, a redução de custos (MARGIGLI *et al.*, 1997 apud CRUZ, 2012).

Quando incorporados, os rejeitos podem ocasionar efeitos positivo nas propriedades dos artefatos cerâmicos acabados, no entanto, também pode apresentar piores em determinados aspectos. Estes efeitos podem ocorrer em todas as fases do processo de produção da cerâmica e serem notadas, principalmente, quando o produto está finalizado, como: a absorção a água, retração linear, resistência mecânica e porosidade (MARGIGLI *et al.*, 1997 apud CRUZ, 2012).

5. Incorporação de resíduos sólidos na massa cerâmica vermelha

A reutilização e reciclagem de rejeitos proveniente das mais diversas áreas e processos industriais, como uma nova alternativa de matérias-primas para a cerâmica, é o objetivo de muitas pesquisas, que procuram alguma solução que possa conciliar vários aspectos, como o impacto ambiental de reciclagem, tipo e quantidade de rejeito, tecnologia e processos de utilização, custo/benefício econômico e custo na disposição (MENEZES, NEVES; FERREIRA, 2002).

A incorporação de resíduos de sólidos galvânicos na massa cerâmica vermelha estrutural é uma excelente alternativa para a inertização do rejeito. Com a adição de até 2% do rejeito lavado apresentou que as propriedades técnicas não foram alternadas (BALATON; GONÇALVES; FERRER, 2002).

Quando o chamote, rejeito da própria indústria da cerâmica, foi adicionado a massa argilosa apresentou aptidão nos testes físicos e mecânicos. Também ajuda a produzir uma matéria-prima de melhor qualidade (Ripoli Filho, 1996). Os mesmos resultados foram obtidos por Betini (2007).

Lopes (2005) adicionou resíduo de pó de fumo e a cinza do pó de fumo a três amostras de solos argilosos de jazidas de morro. Os resultados obtidos apresentaram a viabilidade da incorporação do resíduo do pó de fumo quanto o da cinza do pó de fumo.

Outro estudo apresentou a viabilidade da adição de resíduos de pedreiras de granito, diabásico e riodacito. Sendo, que o granito apresentou o melhor desempenho. A melhor combinação dos parâmetros alcançados foi com a incorporação de 10% de resíduo de granito (KRINDGES, 2016).

O resíduo sólido da construção civil (RCC) mostrou-se viável ao incorporar 30% a massa cerâmica, sem ocasionar grandes perdas de propriedades essenciais aos produtos cerâmicos (SILVA, 2007).

Com a incorporação de 30% de filler, proveniente da britagem do basalto para a obtenção de brita, as características dos produtos cerâmicos quase não foram alteradas, mostrando-se um ótimo material de enchimento (REBMANN, COELHO; SALVETTI, 2001).

A Tabela 1 mostra as principais características e propriedades avaliadas e procuradas quando incorporado um resíduo a massa argilosa da cerâmica.

Tabela 1: Características e propriedades de tijolos adquiridos a partir de formulações com a incorporação de resíduos

Características Cerâmicas	Tipo de Resíduo								
	Pó de Basalto	Pó de Granito	Indústria do aço	Resíduos Cerâmicos	Indústria de Papel	Lama de ETE	Casca de Arroz	Cinza de Carvão	Cinza de Aveloz
Teor de resíduo (%)	10 a 30	20 a 50	20	80	1 a 50	20 a 40	6 a 10	5 a 10	0 a 15
Técnica de moldagem	Extrusão	Prensagem	Extrusão	Manual	Extrusão	Extrusão	Extrusão	Extrusão	Prensados
Resistência à flexão após secagem (Mpa)	-	2 a 6	-	-	-	-	-	-	-
Retração de secagem (%)	8 a 10	0 a 2	-	-	-	-	-	-	-
Temperatura de queima (°C)	900 a 1000	800 a 1000	830	550 a 620	1050	950 a 1050	800 a 900	850 a 1050	950 a 1050
Absorção de água (%)	10 a 15	7 a 22	16 a 8	5 a 18	10 a 26	38 a 40	17 a 23	14 a 26	14 a 17
Retração de queima (%)	1 a 2	0 a 2	< 1	< 1	14 a 22	5 a 6	0, 1	0,3	2 a 10
Resistência à flexão após queima (Mpa)	-	2 a 14	8 a 12	-	-	2 a 4	5 a 8	5 a 11	8 a 18

Tabela 1: Características e propriedades de tijolos adquiridos a partir de formulações com a incorporação de resíduos. Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

Como podemos observar na tabela 1, a quantidade de rejeitos incorporados as formulações são muito dependentes do tipo de resíduo que é utilizado, variando valores inferiores a 10% a valores em torno de 80%. Também é possível notar que os resíduos advêm das mais variadas atividades industriais.

Também é possível verificar que quanto maior a porosidade (absorção da água) menor é a resistência a flexão do produto, sendo um fator muito importante e decisivo para o êxito do produto em qualquer aplicação na construção civil.

6. Considerações finais

Com o presente trabalho pode-se concluir que a indústria da cerâmica vermelha, em especial a da cerâmica vermelha estrutural, têm uma elevada capacidade de absorver os mais diversos resíduos industriais e urbanos, em virtude do seu grande volume de produção e estar espalhadas por todas as regiões brasileiras.

Contudo, é uma prática pouco utilizada, é necessária uma conscientização maior por parte dos empresários da indústria oleira sobre a grande potencialidade da utilização de resíduos como matérias-primas alternativas para a cerâmica, além de diminuir a quantidade de argila extraída, e assim, aumenta a vida útil das jazidas. Além de diminuir a necessidade de buscar jazidas novas e os encargos para conseguir a liberação de novas jazidas.

Referências

- ANFACER. Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos. **História da cerâmica**. Disponível em: <<http://www.anfacer.org.br/historia-ceramica>>. Acesso em 24 mar. 2017. Disponível em: <<http://www.anfacer.org.br/historia-ceramica>>. Acesso em 24 mar. 2017.
- ANICER. Associação Nacional da Indústria da Cerâmica Vermelha. **Dados do setor**. 2009. Disponível em: <<http://portal.anicer.com.br/>>. Acesso em 25 mar. 2017.
- APL-SE. Núcleo Estadual de Arranjos Produtivos Locais. **Plano de desenvolvimento do arranjo produtivo de cerâmica vermelha sergipana**. 2008. Disponível em:

<[BALATON, V. T.; GONÇALVES, P. S.; FERRER, L. M. N. **Incorporação de resíduos sólidos galvânicos em massas de cerâmica vermelha**. Revista Cerâmica Industrial, 2002.](https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwi9hqP7yvbSAhVEfpAKHe4FCbgQFggtMAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.neapl.sedotec.se.gov.br%2Fmodules%2Fwdownloads%2Fvisit.php%3Fcid%3D1%26lid%3D31&usg=AFQjCNG5ba-gPHkR1ZWDjYd7dlVciwgZeA&sig2=WpM9qL3F2S8rwSd7WI9Tng&bvm=bv.150729734,d.Y2I.>. Acesso em: 27 de mar. 2017</p></div><div data-bbox=)

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Perspectiva mineral: avançar e melhorar na organização e modernização do APLs de base mineral**. 2011. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/1138775/1732823/Perspectiva+Mineral+N%C2%B0+5+Avan%C3%A7ar+e+melhorar+na+organiza%C3%A7%C3%A3o+e+moderniza%C3%A7%C3%A3o+dos+APLs+de+base+mineral/e31b6490-6b70-44b8-b6a1-3a8d0cfe082b.jsessionid=75C95D74E2B95812524FE37489D7D6EE.srv154>>. Acesso em 27 mar. 2017.

_____. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Sumário Mineral**. Brasília: DNPM, 2016. 135p.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Política nacional de resíduos sólidos**. 2017. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solido>>. Acesso em 29 abr. 2017.

BUSTAMANTE, C. M.; BRESSIANI, J. C. **A indústria cerâmica brasileira**. São Paulo: Revista Cerâmica Industrial, 2000. v. 5, n. 3, p. 31-36.

CALLISTER JR., W. D. **Ciência e engenharias de materiais: uma introdução**. Rio de Janeiro: LTC, 2013. 817p.

COELHO, J. M. **Relatório técnico 32: perfil da argila**. Ministério de Minas e Energia. Brasília: MME, 2009. 30p.

CRUZ, F. J. R. **Utilização da cinza de aveloz de fornos cerâmicos para a produção de tijolos e telhas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Pernambuco. Caruaru, 2012. 76p.

JOHH, V. M.; ÂNGULO, S. C. **Metodologia para desenvolvimento de reciclagem de resíduos**. In: Utilização de resíduos na construção habitacional. Porto Alegre: ANTAC, 2003. Cap. 2, p. 9-71.

KRINDGES, I. **Avaliação da incorporação de pós de rochas e da temperatura de síntetização no desempenho e microestrutura de cerâmicas vermelhas**. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Materiais) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009. 110 p.

LOPES, D. C. **Estudo da viabilidade de adição de resíduos de pó de fumo à massa cerâmica**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2005. 94p.

MENEZES, R. R.; NEVES, H. S.; FERREIRA, G de A. **O estado da arte sobre o uso de resíduos como matérias-primas cerâmicas alternativas.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 6, n. 2, p. 303-313, 2002.

MOTA, J. F. M.; ZANARDO, A.; CABRAL, M. J. **As matérias-primas cerâmicas. Parte I:** o perfil das principais indústrias cerâmicas e seus produtos. São Paulo: Revista da Cerâmica Industrial. 2001. v. 6, p. 29-30.

REBMANN, M. S.; COELHO, H. P. T.; SALVETTI, A. R. **Efeito da adição de filler de basalto em massa cerâmica vermelha.** In: Congresso Brasileiro de Cerâmica, v. 45, Florianópolis, 2001.

RIPOLI FILHO, F. **A utilização do rejeito industrial cerâmico – chamote – como fator de qualidade na fabricação de elementos cerâmicos:** um estudo experimental. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1996. 101p.

ROCHA, J.C.; JOHN, V. M. **Introdução.** In: Utilização de resíduos na construção habitacional. Porto Alegre: ANTAC, 2003. Cap. 1, p. 5-7.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Cerâmica vermelha:** estudo de mercado. 2008. Disponível em: <<http://www.sebraemercados.com.br/wp-content/uploads/2015/09/ESTUDO-CERAMICA-VERMELHA.pdf>>. Acesso em: 25 de mar. 2017.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Construção civil:** boletim de inteligência. 2015. Disponível em: <[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/b877f9b38e787b32594c8b6e5c39b244/\\$File/5846.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/b877f9b38e787b32594c8b6e5c39b244/$File/5846.pdf)>. Acesso em: 25 mar. 2017.

SILVA, J. E. **Desenvolvimento de cerâmica vermelha utilizando rejeitos da construção civil.** Dissertação (Mestrado em Engenharia dos Materiais) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2007. 74 p.

SMITH, W. F.; HASHEMI, J. **Fundamentos de engenharia e ciência dos materiais.** Porto Alegre: AMGH Editora Ltda, 2012. 712p.

WENDER, A. A.; BALDO, B. B. **O potencial da utilização de um resíduo argiloso na fabricação de revestimento cerâmico – Parte II.** Revista Cerâmica Industrial, v. 3, p. 34-36. São Paulo, 1998.