

Avaliação do Ciclo de Vida

Cerâmica Vermelha

Ciclo de vida é o conjunto de todas as etapas necessárias para que um produto cumpra sua função na cadeia de produtividade.

Sua análise permite a quantificação das emissões ambientais e o impacto ambiental de um produto, sistema, ou processo.



Objetivos

Selecionar um material da construção civil para analisar seu processo produtivo, suas principais características e propriedades, suas classificações ou subdivisões, relações com a construção civil e a arquitetura, bem como a.

Avaliação do Ciclo de Vida, coletando informações sobre as entradas e saídas deste ciclo e os impactos ocasionados.



Fonte: Eurotechdobrasil.com.br

Conceito

Do grego “kéramos” (terra queimada ou argila queimada).

São pedras artificiais obtidas pela moldagem, secagem e queima de argilas ou de misturas contendo argilas, o que lhe garante grande durabilidade. As cerâmicas são isolantes elétricos e térmicos, duros, mas frágeis.

A Cerâmica Vermelha difere-se das outras pela sua coloração avermelhada.

São exemplos de materiais utilizados na indústria da construção civil feitos de cerâmica vermelha:

1. Tijolos Maciços;
2. Blocos furados (de vedação ou estrutural);
3. Tabelas;
4. Manilhas;
5. Blocos decorativos (Cobogó);
6. Telhas;
7. Utensílios e produtos artísticos.



Fonte: arqa.com

Cerâmica Vermelha

Histórico

A cerâmica é um dos materiais mais antigos do mundo ainda utilizados na construção civil. Devido à abundância da matéria prima, o barro, e sua facilidade de extração e fabricação além da durabilidade do material, a cerâmica foi amplamente utilizada na história da humanidade.

Quando observou-se que o barro endurecia ao ser submetido a elevadas temperaturas, surgiu a cerâmica que desde então é empregada para diversos fins.



Argilas

As argilas são constituídas por pequenas partículas de argilominerais: silicatos de alumínio hidratados, podendo conter partículas de outros minerais que não são argilominerais como, por exemplo: magnésio, potássio, lítio, quartzo, mica, pirita, hematita (ferro), calcita, dolomita e minerais alcalinos terrosos, além de matéria orgânica e sais solúveis.

Definição da ABNT: “As argilas são compostas por partículas coloidais de diâmetro inferior a 0.005mm, com alta plasticidade quando úmidas e que, quando secas, formam torrões dificilmente desagregáveis pela pressão dos dedos”.

Componentes Químicos	Funções
Óxido de silício (SiO ₂)	Reduz a plasticidade e o trincamento; diminui a retração e facilita a secagem; diminui a resistência mecânica, mas o pouco que funde no cozimento é que dá o vidrado endurecedor; forma, em geral, de 40% a 80% do total da matéria-prima.
Óxido de alumínio (Al ₂ O ₃)	De acordo com o tipo, aumenta ou diminui o ponto de fusão da argila; reduz a plasticidade e a resistência mecânica, mas diminui as deformações; aparece ordinariamente com teores de 10% a 40%.
Óxido de ferro (Fe ₂ O ₃)	Encontrado nas rochas ígneas, mistura-se com a caulinita e dá a cor vermelho ou amarelada da maioria das argilas; reduz a propriedade de ser refratária e seu teor não ultrapassa, usualmente, 7%.
Alcalis	Baixam o ponto de fusão e dão porosidade, facilitando a secagem e o cozimento; reduzem a plasticidade; o teor de álcalis é da ordem de 10%.
Sais solúveis	São perniciosos, pois provocam a eflorescência no material cerâmico.
Óxido de cálcio (CaO)	Tem geralmente um teor abaixo de 10%.
Óxido de magnésio (MgO)	Não ultrapassa 1%.
Água (H ₂ O)	Água de constituição (absorvida ou de inchamento): faz parte da estrutura das moléculas; Água de plasticidade: adere às superfícies das partículas coloidais; Água de capilaridade (livre ou de poros): preenche os poros e vazios.

Fonte: Souto, 2009



Fonte: ceramicasaojoaitu.com.br

Propriedades das Argilas

Plasticidade

É a propriedade que um sistema possui de se deformar quando sujeito à aplicação de uma força e de manter essa deformação quando a força é retirada.

Cerâmica Vermelha

Plasticidade

A plasticidade depende de:

- Tipo e porcentagem dos argilominerais;
- Índice de umidade;
- Tamanho da forma das partículas;
- Capacidade de troca de íons;
- Presença de outras substâncias.

Retração

Durante a secagem das argilas, ocorre a evaporação da água e a distância entre as partículas diminui, provocando uma retração. Esta retração é proporcional ao grau de umidade, à composição da argila e ao tamanho das partículas. Se a retração não for uniforme a peça poderá se deformar.

Para se evitar fissuras, torna-se necessário controlar a velocidade de evaporação a fim de que ela seja, no mínimo, da ordem de grandeza da velocidade de difusão da água do interior da peça a superfície. Para isto, a temperatura, a umidade e o fluxo de ar do ambiente devem ser controlados. Os fatores que aumentam a plasticidade, também aumentam a retração.

Efeitos do Calor Sobre as Argilas

A queima é um processo que ocorre em uma determinada temperatura por um período de tempo. Tanto a temperatura quanto o tempo, variam de acordo com finalidade da cerâmica.

Aquecendo a argila até 600°C ocorrem apenas transformações físicas no material como, por exemplo, perda de água.

A partir de 600°C, transformações químicas começam a ocorrer, em três estágios:

- Desidratação Química: perda de água de constituição do material e queima de matérias orgânicas.

- Oxidação: é a transformação dos carbonetos em óxidos através do processo de calcinação.

- Vitrificação: Formação de vidro que ocorre a partir de 950°C.

A quantidade de vidro formada em um artigo cerâmico determina sua qualidade, uma vez que o vidro aumenta a resistência e a dureza do material.

Efeitos do Calor Sobre as Argilas

A queima é um processo que ocorre em uma determinada temperatura por um período de tempo. Tanto a temperatura quanto o tempo, variam de acordo com finalidade da cerâmica.

Aquecendo a argila até 600°C ocorrem apenas transformações físicas no material como, por exemplo, perda de água.

A partir de 600°C, transformações químicas começam a ocorrer, em três estágios:

- Desidratação Química: perda de água de constituição do material e queima de matérias orgânicas.

- Oxidação: é a transformação dos carbonetos em óxidos através do processo de calcinação.

- Vitrificação: Formação de vidro que ocorre a partir de 950°C.

A quantidade de vidro formada em um artigo cerâmico determina sua qualidade, uma vez que o vidro aumenta a resistência e a dureza do material.

Cerâmica Vermelha

Propriedades da Cerâmica

Alta resistência à compressão (1-30 MPa)

Está relacionada às forças interatômicas e à quantidade de vidro formada.

Quanto mais homogênea e fina for a granulometria, mais resistente a cerâmica será, porém a resistência diminui com o aumento da porosidade.

Baixa resistência à tração na flexão

Microfissuras na superfície e na massa, poros internos e contornos de grãos amplificam a intensidade das cargas aplicadas e facilitam a propagação das tensões e das fissuras, ocasionando a fratura da peça.

Alta dureza e resistência ao desgaste

Essa propriedade depende da quantidade de vidro formado pela ação do calor.

- Péssimos condutores elétricos e térmicos
- Bom isolamento acústico

Absorção ou porosidade aparente

É a porcentagem de aumento de peso que a peça apresenta após 24 horas de imersão na água.

A quantidade de água que será absorvida depende compactação, dos constituintes, da queima etc.

Desagregação das cerâmicas

Material de grande durabilidade, apesar

de sofrerem degradações por:

1. Agentes físicos: umidade e vegetação.

- Apresentam uma boa resistência ao fogo (a resistência à compressão diminui quando a temperatura aumenta por causa das tensões diferenciais criadas pela dilatação desuniforme dos componentes)

2. Agentes químicos: sais internos (sulfatos, carbonatos) são dissolvidos pela umidade e podem recristalizar na superfície, dando as eflorescências (provocando má aparência, deslocamento e queda de revestimento).

3. "Agentes mecânicos": materiais cerâmicos têm baixa resistência à flexão, então devem ser usados em "compressão"; eles devem também apresentar uma certa resistência aos choques (para aguentar o transporte).

Produtos	Kg/m ³
Bloco Concreto Celular	500
Tijolo cerâmico furado	1200
Bloco de concreto vazado	1500
Tijolo cerâmico maciço	1800
Concreto armado	2500

Ciclo de Vida

Segundo a NBR ISO 14040 / 2009, a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é dada pela compilação dos fluxos de entradas e saídas e a avaliação dos impactos ambientais associados a um produto ao longo de seu Ciclo de Vida.

Cerâmica Vermelha

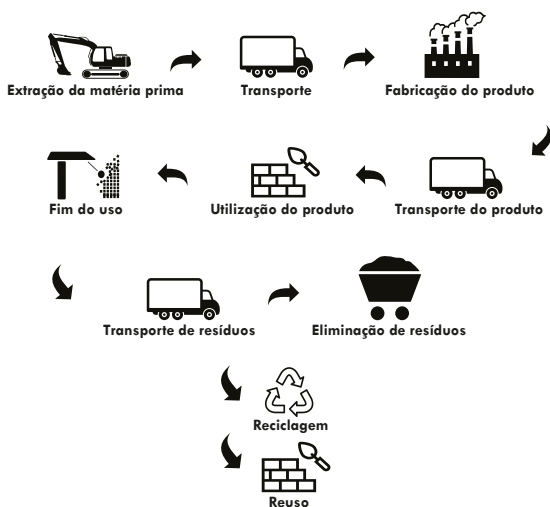
Ciclo de Vida



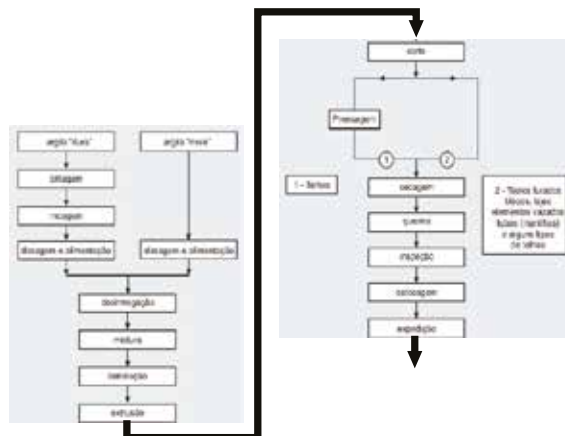
Reutilização: pode ter como finalidade prolongar a vida útil do produto visando à mesma finalidade para a qual foi elaborado, ou uma completamente nova.

Reciclagem: reaproveitamento do material, não do produto. Caso o material venha a constituir o mesmo produto, denomina-se reciclagem fechada, do contrário, reciclagem aberta.

Fluxograma Ciclo de Vida



Processo Produtivo



Fonte: Associação Brasileira de Cerâmica (ABC), adaptado pelo autor, 2011.

Etapas do Ciclo de Vida

1. Extração da matéria-prima (argila)

O termo argila designa uma rocha sedimentar, de textura terrosa, baixa granulometria ($<2\mu\text{m}$) que, geralmente, apresenta plasticidade quando umedecida com água. Os argilominerais são compostos por silicatos hidratados de alumínio e ferro, contendo ainda, não raramente, elementos alcalinos e alcalinos terrosos e outros minerais residuais, inclusive “matéria orgânica”

A extração de argila é feita a céu aberto utilizando retroescavadeiras ou equipamentos similares. Normalmente, a área de extração se encontra próxima à indústria já que a dificuldade da entrada de caminhões de grande porte na jazida inviabiliza o transporte.

Exploração em profundidades rasas, entre 3 e 4 m.

Cerâmica Vermelha

Etapas do Ciclo de Vida

2. Transporte

- O transporte da argila e da lenha até a indústria cerâmica, bem como dos produtos cerâmicos prontos para o uso, são realizados prioritariamente por meio de caminhões de pequeno e médio porte.

- O raio médio de ação quanto ao envio dos produtos está em 250 km, a partir do qual o transporte inviabiliza. Para as telhas, uma média de 500 km.

- São movimentadas em torno de 60 milhões de toneladas/ano de matéria-prima via terrestre (Brasil).



3. Extração da matéria-prima: Entradas

2m³ de argila = 1000 blocos 8 furos.

Para se extrair esta quantidade, o consumo em diesel da retroescavadeira é de cerca de 25 litros.

4. Extração da matéria-prima: Saídas

Para a extração de argila a céu aberto, a emissão de poluentes gerados pelas atividades extrativas é principalmente metano e pela queima do óleo diesel são os materiais particulados, o CO₂, o CO, o NO_x e o SO_x.

Emissões devido ao consumo de diesel

Poluente	NO _x (gNO _x /l diesel)	CO (gCO/l diesel)	CO ₂ (gCO ₂ /l diesel)	Particulados (gPM10 diesel)	SO ₂ (gSO ₂ /l diesel)
Fator de emissão	38,5	15,5	2466,2	5,8	0,8

Fonte: GOVER et al., 1996 in BAUEN, 1999

Poluente	NO _x	CO	CO ₂	Particulados	SO ₂
Emissões (kg)	0,96	0,39	61,65	0,15	0,02

Extração da argila - 1000 blocos = 37,2 Kg CH₄.

Etapas do Ciclo de Vida

Os principais impactos são:

- _ Alteração na paisagem;
- _ Supressão da vegetação;
- _ Modificação na estrutura do solo;
- _ Interferência sobre a fauna;
- _ Compactação do solo;
- _ Alteração nas calhas dos cursos d'água;
- _ Alteração no nível do lençol freático;
- _ Trepidação;
- _ Poluição sonora;
- _ Contaminação por óleos e graxas;
- _ Instabilidade de margens e taludes;
- _ Erosão e assoreamento dos rios;
- _ Geração de resíduos sólidos;
- _ Alteração no tráfego.

Cerâmica Vermelha

Etapas do Ciclo de Vida

Os impactos ambientais decorrentes da extração da argila podem se dar ou ocorrer em nível local ou regional, dependendo do porte do empreendimento, de sua localização, das características ambientais e sociais do entorno e das características da jazida e da tecnologia de lavra e tratamento utilizado.

Algumas medidas mitigadoras e de reaproveitamento das áreas exploradas:

- _ Reflorestamento, com possibilidade de uso como lenha para a própria indústria cerâmica;
- _ Utilização da área para a piscicultura;
- _ Proteção das APPs e definição de um programa de recuperação ambiental com espécies nativas, quando degradadas;
- _ Preparação de viveiros de mudas;
- _ Remodelamento topográfico.

5. Transporte: Entradas e Saídas

Considera-se o diesel como o principal combustível para este tipo de transporte, num raio de atuação de 30 Km. As emissões de gases de efeito estufa originados de seus transportes incluem dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênios (NO_x), metano (CH₄) e componentes orgânicos voláteis não metano.

	NO _x	CH ₄	NM VOC	CO	N ₂ O	CO ₂
Valor médio (g/Km)	0,67	0,01	0,24	0,61	0,014	319
Transp. Argila (g/30 Km)	20,1	0,3	7,2	18,3	0,42	9.570
Transp. Lenha (g/30 Km)	20,1	0,3	7,2	18,3	0,42	9.570
TOTAL	40,2	0,6	14,4	36,6	0,84	19.140

Fonte: SEYE, elaborado pelo autor, 2003

OBS.: A base de dados considera um consumo de 7,5 L / Km. Porém, considerando os modelos dos caminhões e as características das rodovias onde tal transporte acontece, o consumo médio gira em torno de 3 a 4 L / Km, ou seja, teremos praticamente o dobro das emissões levantadas e calculadas.



Fonte: blogs.estadao.com.br

6. Estoque da matéria-prima

Normalmente é feito a céu aberto, podendo estarem em lotes separados, conforme as características da matéria-prima, ou intercaladas de modo a se fazer uma prévia mistura de argilas gordas e magras.

Este material fica em descanso por um período de 3 a 6 meses, de modo que ocorra a estabilidade nas reações físico-químicas, além de contribuir para desagregar os torrões de argila.

Cerâmica Vermelha

Etapas do Ciclo de Vida



7. Tratamento da matéria-prima

Britagem: Usada quando a matéria-prima encontra-se seca e dura. Sua função é quebrar a argila.

Moagem: Transforma os grânulos maiores em menores, de forma a homogeneizar a granulometria.

Dosagem e Alimentação: Realizada por um caixão alimentador. Sua função é controlar a quantidade de matéria-prima a ser processada pelos maquinários subsequentes.

Desintegração: Consiste em triturar torrões provenientes da alimentação, aumentando a homogeneidade da massa.

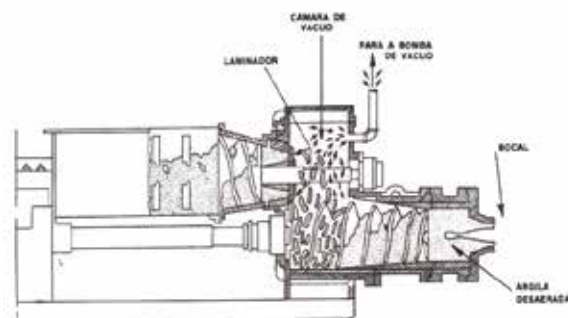
Mistura: Tem por função homogeneizar a matéria-prima. É uma etapa importante, uma vez que permite atribuir à argila características semelhantes, o que evitará deformações ou variações de textura, cor e resistência. O equipamento, através de movimentos circulares, permite a quebra de

torrões e a homogeneização da massa juntamente com a água misturada para a obtenção da plasticidade correta. O material preparado fica estocado protegido das intempéries para alimentar as próximas etapas do processo produtivo.

Laminador: O equipamento composto de dois cilindros é responsável pela compactação e melhor homogeneização da massa de argila, tornando-a menos porosa. Isso é importante uma vez que garante maior densidade aos agregados formados, facilitando a posterior extrusão.

8. Moldagem

Extrusão: No processo de extrusão, a massa é introduzida na extrusora e através da aplicação de uma pressão adequada é forçada por meio de uma abertura devidamente modelada (de maneira a reproduzir a seção transversal do revestimento). A extrusora é dotada de uma câmara a vácuo para facilitar a desaeração da massa, desta sai uma fita contínua, a qual é cortada em função do tamanho especificado do revestimento.



Fonte: OLIVEIRA, 2011.

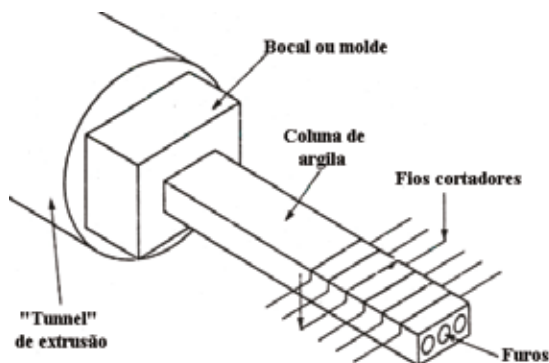
9. Corte

Assim que sai do extrusor, o corpo cerâmico apresenta-se unido, sendo então cortado nos tamanhos desejados.

Cerâmica Vermelha

Etapas do Ciclo de Vida

9. Corte



Fonte: OLIVEIRA, 2011.

10. Prensagem

Para a fabricação de telhas, os elementos extrusados e cortados em formato favorável são prensados em prensa dotada de matrizes que comprimem os elementos cortados dando forma final ao produto.

11. Secagem

Ela é feita em galpão coberto, contendo prateleiras fixas ou móveis, ou ainda empilhados no chão, a fim de perderem a maior parte da unidade. Permanecem aí por um período de até seis semanas. São também utilizadas, por algumas empresas, estufas para este fim, aproveitando o calor residual dos fornos, quando do seu resfriamento. O material permanece na estufa em torno de um a dois dias. A umidade final desejada, dependendo do produto, é da ordem de 3 a 4%, ocorrendo uma contração que pode variar de 4 a 10%.

12. Queima

O material proveniente da secagem é carregado no forno. Os fornos utilizam como fonte de energia a lenha, a serragem, os rejeitos de madeira, o óleo ou carvão mineral. Nos fornos, as peças são calcinadas em altas temperaturas, que através de transformações físico-químicas, altera as propriedades mecânicas, cor e dimensões da peça. A temperatura de queima é da ordem de 750 a 900°C para tijolos, e de 900 a 950°C para telhas. Vários são os tipos de fornos.



13. Inspeção

Após a retirada do forno, as peças são observadas visualmente quanto a trincas, quebras, excessivamente queimadas, sendo assim descartadas. As peças que estiverem com os aspectos dentro dos padrões exigidos pela ABNT são liberadas para comercialização.

14. Estocagem

O armazenamento é feito normalmente em áreas cobertas, permanecendo aí até a retirada dos produtos para a expedição.

Cerâmica Vermelha

Etapas do Ciclo de Vida

15. Expedição/Transporte do produto cerâmico

O envio do produto final até o mercado consumidor é feito essencialmente por rodovias através de caminhões, utilizando veículos próprios ou fretados.

16. Processo Produtivo: Entradas

A energia utilizada é de dois tipos: energia elétrica, principalmente para moagem, movimentação e queima, e energia térmica, para preparação de matérias-primas, secagem e queima das peças.

A queima é a principal consumidora de energia térmica, com aproximadamente 50% do total.

forno cedan = 0,5 m³ de lenha por milheiro
fornos intermitentes = 3 m³ de lenha.

Balço energético nacional do setor cerâmico (%)

IDENTIFICAÇÃO	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Lenha	59,1	59,1	55,7	57	55,2	54,5	55,1	53,1	52,3	49,1
Óleo Combustível	21,2	19,3	20,1	19,6	19	19,6	17,8	15,3	13,1	11,5
Eleticidade	6,3	6,4	6,9	6,9	7,7	7,8	7,9	7,6	7,7	7,5
Outras	13,4	15,2	17,3	16,5	18,1	18,1	19,2	24	27	31,9
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

FONTE: Ministério de Minas e Energia - Secretaria de Energia eud ABC (2004)

17. Processo Produtivo: Entradas e Saídas

Diagrama de balanço de massa e energia na produção de 1000 blocos de 6 furos.



Fonte: GRIGOLETTI, 2001.

Planilha de quantificação de consumo energético e emissões do processo produtivo da cerâmica vermelha em relação a um milheiro de tijolos.

Contribuição	Unidade	Plantaio de Capim	Extração da argila	Transporte rodoviário	Produção de tijolo	Total
ENERGIA						
Energia	GJ	0,044	1,046	0,667	1,822	3,58
EMISSIONES PARA O AR						
CO ₂	Kg	24,02	61,65	38,28	269,20	393,15
N ₂ O	Kg	64,80	-	1,68*10 ³	0,08	64,88
CH ₄	Kg	0,29	37,20	1,20*10 ³	0,59	38,08
SO ₂	Kg	-	0,02	-	1,25	1,27
CO	Kg	0,33	0,39	7,32*10 ²	79,07	79,79
NO _x	Kg	0,26	0,96	8,04*10 ²	1,97	3,27
Particulados	Kg	0,065	0,15	2,88*10 ²	0,99	1,23
NH ₃	Kg	19,60	-	-	-	19,60

Fonte: SEYE, 2003.

Obs.: Neste inventário foi considerado a utilização do capim elefante como insumo energético.

Usos na Construção Civil

Fundações

Tijolos maciços usados em sapatas corridas de obras de pequeno porte. Tende ao desuso frente ao concreto.

Cerâmica Vermelha

Usos na Construção Civil

Estruturas

Da mesma forma que a pedra é usada em elementos a compressão, tendendo também ao desuso.

Vedações

Diferentes tipos de tijolos são usados como vedação, tanto em casas populares como em edifícios.

Coberturas

Muito utilizada na forma de telhas cerâmicas: francesa, romana, colonial.

Pisos

Muito utilizados como lajotas, ladrilhos ou mesmo cacos. Possui muitas variedades.

Aberturas

Não há utilização, salvo casos especiais.

Forros

Não há utilização

Revestimentos

Muito utilizado como ladrilhos, azulejos, cacos em áreas hidráulicas. Além de Lajotas e pastilhas fechadas.

Instalações Hidráulicas

Tubulações de esgoto, aparelhos sanitários, sumidouro.

Instalações Elétricas

Isoladores. Componentes de aparelhos.

Elementos Especiais

Elementos vazados. Tijolos refratários (resistentes ao calor).



Fonte: portal.anicer.com.br

Reuso

O reuso de tijolos inteiros só é possível se a argamassa para alvenaria tiver cal. Caso o cimento seja predominante, a ligação com o tijolo é muito forte, ocasionando a quebra da peça.



Cantina Villa Francioni - São Joaquim - SC
(Márcio Carneiro / Fernando Carneiro)
220mil tijolos

Cerâmica Vermelha

Reuso

Outra possibilidade de reuso seria o destino dentro do próprio canteiro de obras, evitando a necessidade de transporte: enchimento de valas e aterros sem necessidades de controle tecnológico mais rigoroso.



Gabião como barreira sonora
Fonte: SABESP, 2010

Reciclagem

A reciclagem das cerâmicas é limitada devido às características do material e suas propriedades. A diversidade da composição química das cerâmicas, por exemplo, diminui sua reciclabilidade. Outra fator que dificulta a reciclagem de materiais cerâmicos é modo como os resíduos são coletados: em forma de entulho, a separação torna-se mais complicada.

No entanto, os resíduos cerâmicos na construção civil podem ser reciclados para confecção de agregados que poderão ser utilizados no canteiro, ou não para enchimento de valas, reforço de bases de pavimentação, cascalhamento de estradas, aterro, contrapisos, argamassas, artefatos de concreto (blocos de vedação, meio fios, blocos intertravados, manilhas e esgoto).

A cerâmica deve passar pelo processo de britagem antes de ser reciclada. Há três casos em que esse material poderá passar

por esse processo:

1. Reformas
2. Demolição
3. Perdas na construção (em torno de 20% do material cerâmico utilizado é perdido).

De acordo com a resolução do CONAMA 307 de 2002, define-se:

“Resíduos da construção civil: são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha.”

Os resíduos cerâmicos recicláveis como agregados (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento) são classificados como Classe A:

“Classe A: deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos classe A de reservação de material para usos futuros.” (nova redação dada pela Resolução 448/12)



Fonte: SINDUSCON, 2012

Cerâmica Vermelha

Impacto Ambiental

A extração da argila como matéria prima causa alterações profundas na área onde foi retirada, provoca erosão e modifica a paisagem natural.

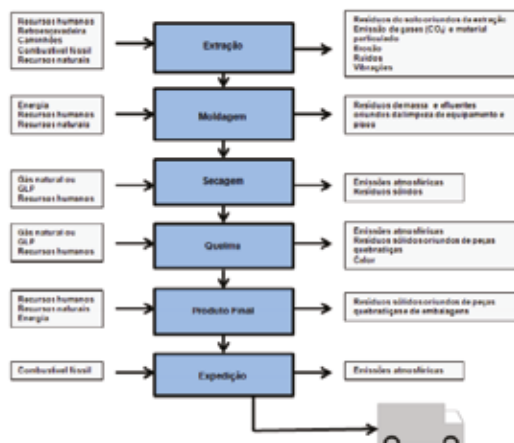
O processo produtivo das cerâmicas possui “alto potencial de poluição e utilização dos recursos naturais”.

Devido ao processo de queima da argila, a indústria cerâmica possui consumo energético elevado. Além disso, há emissão de gases liberados durante a secagem e queima e emissão de gases provenientes do transporte da matéria prima e do produto acabado.



Fonte: ceramicasaojoaoitu.com.br

O fluxograma a seguir apresenta o processo produtivo da cerâmica e os impactos associados a cada etapa.



Classificação

Disponibilidade	● ● ● ● ●
Durabilidade	● ● ● ● ●
Reciclabilidade	● ● ● ● ●
Biodegradabilidade	● ● ● ● ●
Economia	● ● ● ● ●

Referências:

FERREIRA, Ericson Romualdo Fonseca. Levantamento dos Fornos Utilizados nas Olarias do Vale do Assú/RN. 54 p. Bacharel (Monografia). Departamento de Ciências Exatas, Tecnológicas e Humanas. Curso de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, RN, 2012.

FIESC. Santa Catarina em Dados: 2010. Florianópolis, 2010.

GRIGOLETTI, Giane de Campos. Caracterização de Impactos Ambientais de Indústrias de Cerâmica Vermelha do Estado do Rio Grande do Sul. 154 p. Mestrado (Dissertação). Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, 2001.

MINEROPAR. Programa de Desenvolvimento da Indústria Mineral Paranaense. Curitiba, 2000.

OLIVEIRA, Fabson Emerson Marrocos de. Acompanhamento da Produção Industrial em Cerâmica da Microrregião do Vale do Assu: Estudo de Caso. 66 p. Bacharel (Monografia). Curso de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, RN, 2011.

SEYE, Omar. Análise de Ciclo de Vida Aplicada ao Processo Produtivo de Cerâmica Estrutural Tendo Como Insumo Energético Capim Elefante (Pennisetum Purpureum Schum). 148 p. Doutorado (Tese). Departamento de Sistemas Energéticos, Universidade Estadual de Campinas, SP, 2003.

SINDICER (Tocantins). Estudo de Atividade Empresarial: Cerâmica Vermelha. Palmas, 2004.

SOUTO, Flávio Augusto França. Avaliação das Características Físicas, Químicas e Mineralógicas da Matéria-prima Utilizada na Indústria de Cerâmica Vermelha nos Municípios de Macapá e Santana - AP. 103 p. Mestrado (Dissertação). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Paraná, PR, 2009.