



## PROCESSOS DE FABRICAÇÃO: UMA ANÁLISE DA PRODUÇÃO DA CERÂMICA VERMELHA EM UMA EMPRESA DA CIDADE DE CATALÃO/GO

SILVA, Lays Capingote Serafim da<sup>1</sup>; MAIA, Francinaldo Oliveira<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Engenharia de Produção, Universidade Federal de Goiás, laysengenharia7@gmail.com

<sup>2</sup> Engenharia de Produção, Universidade Federal de Goiás, francinaldoufg@gmail.com

**Resumo:** Baseando-se na importância do conhecimento de um Engenheiro de Produção sobre as etapas de produção de um produto, levantando seu material, estrutura e comportamento, o presente estudo tem como objetivo, analisar o processo de fabricação da cerâmica vermelha, um material muito utilizado na engenharia, e assim, levantar as principais características encontradas no processo e também na empresa em estudo, possibilitando a proposta de melhorias. Desta forma, o estudo foi realizado em uma empresa de Cerâmica da cidade de Catalão, Goiás. Para atender o objetivo, as metodologias de pesquisa empregadas foram à pesquisa bibliográfica e o estudo de caso.

**Palavras-chave:** Processos de fabricação, Cerâmica, Catalão.

## MANUFACTURING PROCESSES: AN ANALYSIS OF PRODUCTION OF RED CERAMICS IN A COMPANY TOWN CATALÃO/GO

**Abstract:** Based on the importance of knowledge of a Production Engineer on a product production steps, raising their material, structure and behavior, this study aims to analyze the manufacturing process of the ceramic, a material widely used in engineering, and thus raise the key features found in the process and also in the company under study, allowing the proposed improvements. Thus, the study was conducted in a ceramics company in the city of Catalão, Goiás. To meet the goal, the research methodologies used were the literature and the case study.

**Keywords:** Manufacturing processes, Ceramics, Catalão.

## 1. Introdução

Segundo Padilha (2007), os materiais têm desempenhado um papel determinante na história da humanidade. Nas últimas décadas foi possível estabelecer relações quantitativas entre suas composições, estruturas e propriedades.

De acordo com Callister (1991), os materiais sólidos podem ser agrupados em: materiais metálicos, cerâmicos e materiais poliméricos. Esta classificação é baseada na forma em que os átomos estão organizados e nas ligações químicas predominantes em cada grupo.

Como metais têm-se as ligas que são combinações de elementos metálicos. Os metais possuem excelente condutividade elétrica e de calor, além da aparência ilustrosa. São fortes, mas deformáveis e muito usados em aplicações estruturais.

Os materiais cerâmicos são compostos que contém elementos metálicos e também não metálicos, são fracos condutores de eletricidade e calor, são duros, mas ao mesmo tempo muito frágeis, pois são quebradiços e são mais resistentes a altas temperaturas e a ambientes agressivos do que metais e os polímeros.

Os polímeros, em geral, são compostos orgânicos que são plásticos ou borrachas, são feitos de carbono, hidrogênio e outros elementos não metálicos, eles possuem baixa densidade e são muito flexíveis.

Sem dúvida estes materiais são muito importantes para a engenharia, o engenheiro ao longo de sua formação estuda os materiais porque ao projetar terão sempre de estar conscientes das suas propriedades e dos problemas que esses materiais originam. O que também é importante no contexto de formação e conhecimento é com relação ao processo de fabricação que esse material vai passar.

Diante deste contexto e da consciência que um engenheiro deve distinguir os materiais, e ter conhecimento da estrutura e principalmente do seu comportamento, o presente trabalho tem como objetivo descrever o processo de fabricação de um deles; o processo de fabricação da cerâmica, que como dito acima, é um material muito utilizado na engenharia. A produção cerâmica é feita, em sua maioria, no Brasil por empresas de pequeno e médio porte. Este estudo foi realizado na Cerâmica Catalão, que é uma empresa familiar de médio porte, situada na cidade de Catalão, Goiás.

## **2. Referencial teórico**

### **2.1. A indústria cerâmica**

Segundo dados do Sebrae (2005), a indústria cerâmica desempenhou um importante papel na economia do país, com participação estimada em 7,3% no PIB (Produto Interno Bruto).

De acordo com Souza (2003), a produção de materiais cerâmicos marcou, de certa forma, o início da engenharia de materiais, pois revelou ao homem que era possível se obter um material com propriedades bem diferentes daqueles disponíveis na natureza. Partindo de vasos e pequenos utensílios domésticos, há mais de dez mil anos, diversos tipos de materiais cerâmicos foram sendo produzidos ao longo da história.

Somente no ano de 2011 o mercado de cerâmicas faturou, cerca de R\$ 18 bilhões de reais, valor este que representa aproximadamente 4,8% do total da indústria da construção civil e segundo Puga e Borça (2011), até 2014 serão investidos cerca de 140 bilhões no setor de infraestrutura energética e de construção (Copa do Mundo e Olimpíadas), que demandarão produtos das indústrias de cerâmicas, reforçando, em conjunto com a construção civil, o crescimento do setor cerâmico no Brasil.

Este é um tipo de negócio que está em alta no país, pois o Brasil tem experimentado um grande crescimento econômico, com amplo desenvolvimento por todas as regiões, trazendo consigo um desenvolvimento da indústria da construção civil e, por consequência, a indústria cerâmica.

Diante dessa informação o presente trabalho concentra-se apenas no processo de fabricação da cerâmica vermelha, onde são obtidos os tijolos e telhas vendidas na cidade de Catalão e região.

### **2.2. Materiais cerâmicos**

O termo cerâmico é derivado do grego “keramos”, que significa “terra queimada” e é usado para designar materiais inorgânicos, obtidos a partir de compostos não metálicos e solidificados por processo de queima (OLIVEIRA, 2008).

Conforme Callister (1991), as cerâmicas são compostas de elementos metálicos e não metálicos, são frequentemente óxidos, nitretos e carbetos. A larga faixa de materiais que caem dentro desta classificação inclui cerâmicas que são compostas de minerais de argilas, cimento e vidro. Estes materiais são tipicamente isolantes à passagem de eletricidade e de calor, e são mais resistentes a altas temperaturas e ambientes rudes do que metais e polímeros. Com relação ao comportamento mecânico, cerâmicas são duras, mas muito frágeis.

De acordo Oliveira (2008), dentre as várias matérias-primas utilizadas em sua composição a principal é a argila, material natural, terroso e fino, que ao ser misturado com a água adquire plasticidade e pode ser moldado de acordo com o produto pretendido.

Para Padilha (2007), a argila foi o primeiro material industrial inorgânico a adquirir propriedades completamente novas como resultado de uma operação intencional realizada por seres humanos. Esta operação foi a “queima” (sinterização) que tornou possível a obtenção de potes, panelas e outros utensílios cerâmicos, com enorme impacto na vida e nos hábitos do homem.

Além das argilas existem outros materiais cerâmicos que, misturados a elas, produzem as chamadas massas ou pastas cerâmicas, cada qual com características específicas, como os anti-plásticos, que reduzem o encolhimento das argilas quando secam, ou os fundentes, que abaixam a temperatura de vitrificação da massa. Além destes materiais, podemos adicionar à massa outros ingredientes como quartzo, feldspato, caulim, talco, dolomita, carbonato de cálcio e bentonita (OLIVEIRA, 2008).

Segundo Callister (1991), até 40 anos atrás, os materiais mais importantes nesta classe eram denominados “cerâmicas tradicionais”, aquelas para as quais a matéria prima básica é a argila; produtos considerados como cerâmicas tradicionais são louça, porcelana, tijolos, telhas, ladrilhos, azulejos, manilhas e, em adição, vidros e cerâmicas de alta temperatura. Ultimamente, significativos progressos têm sido feitos no entendimento do caráter fundamental destes materiais e dos fenômenos que ocorrem neles que são responsáveis pelas suas únicas propriedades. Consequentemente, uma nova geração destes materiais foi desenvolvida e o termo “cerâmica” tem sido usado com um significado muito mais amplo.

### **2.3. Processo de formação das peças**

#### ***Prensagem***

A prensagem geralmente trabalha com teores de umidade variando entre 5 e 15%. A mistura granulada é colocada em um molde e em seguida compactada por um ou dois êmbolos, sob pressões da ordem de dezenas de Mpa. A prensagem limita-se, portanto, à fabricação de peças com pouca complexidade geométrica, tais como pisos, ladrilhos, refratários, e até mesmo pequenos isoladores elétricos. Um dos pontos críticos desse método são os gradientes de pressão que surgem no interior da peça durante a prensagem. Esses gradientes, mostrados na figura 2, acarretam uma densidade não uniforme na peça compactada, podendo resultar em empenamentos ou trincas (SOUZA, 2003).

## ***Extrusão***

O método de extrusão consiste em forçar uma pasta cerâmica relativamente rígida, a passar por um bocal, a fim de que esta defina continuamente a seção transversal da mesma. Deste modo forma-se uma peça contínua a ser cortada, ainda úmida, no comprimento desejado. Evidentemente, este método se aplica apenas à produção de peças com perfil constante (SOUZA, 2003).

Nesta atividade, a massa plástica é colocada numa extrusora, também conhecida como maromba, onde é compactada e forçada por um pistão ou eixo helicoidal, através de bocal com determinado formato. Como resultado obtém-se uma coluna extrudada, com seção transversal e com o formato e dimensões desejadas. Em seguida essa coluna é cortada, obtendo-se desse modo peças como tijolos vazados, blocos, tubos e outros produtos de formato regular, como no caso de alguns tipos de isoladores elétricos. A extrusão pode ser uma etapa intermediária do processo de formação, seguindo-se, após corte da coluna extrudada, a prensagem como é o caso para a maioria das telhas, ou o torneamento, como para os isoladores elétricos, xícaras e pratos, entre outros (OLIVEIRA, 2008).

### **2.4. Processo de secagem**

Segundo Souza (2003) A secagem de uma peça moldada consiste na remoção do líquido, geralmente água. Trata-se de uma etapa decisiva, na qual a retração volumétrica que ocorre simultaneamente à perda de água requer uma série de cuidados para evitar que ainda nesta etapa apareçam trincas irreversíveis nas peças moldadas.

Com relação a Oliveira (2008) o calor de secagem é fornecido principalmente por queimadores a gás natural, atingindo temperaturas de 170°C. É importante para a redução do consumo energético que a secagem seja rápida, eficiente e de baixo desperdício, controlando as taxas de aquecimento, circulação de ar, temperatura e umidade. A secagem pode ser realizada em dois tipos de secadores, verticais ou horizontais.

### **2.5. Processo de queima**

O processo de queima ocorre em seguida à secagem e à esmaltação, sendo que a primeira tem o papel de reduzir a umidade, prevenindo o excesso de água na peça e as consequentes trincas provocadas pelo surgimento de bolhas de vapor. Desta forma, após a redução da umidade e o recebimento da camada de esmalte, as peças são encaminhadas para fornos contínuos ou intermitentes e submetidas a um tratamento térmico entre 800°C e 1700°C. A operação atua em

três fases, que são: aquecimento da temperatura ambiente até a temperatura desejada; patamar durante certo tempo na temperatura especificada e resfriamento até temperaturas inferiores a 200°C (OLIVEIRA, 2008).

### **3. Metodologia**

Os métodos de pesquisa adotados foram à pesquisa bibliográfica e o estudo de caso. A escolha pela pesquisa bibliográfica deve-se a necessidade de se obter informações a respeito do tema a ser estudado e a escolha pelo estudo de caso deve-se ao objetivo da realização do trabalho, sendo a análise da empresa Cerâmica Catalão, para com isso, propor melhorias para o processo e gestão.

O presente estudo é desenvolvido em três etapas. Na primeira etapa, foram realizadas cinco visitas técnicas na fábrica em estudo. Em seguida, foram identificados os fatores que precisavam de melhorias, e por fim, é proposta para os gestores a nova configuração.

### **4. O estudo de caso**

#### **4.1. Descrição da empresa**

A empresa analisada é a Cerâmica Catalão e produz telhas e tijolos para a construção civil. A empresa possui 105 funcionários divididos em RH (Recursos Humanos), linha de produção, laboratório, financeiro, oficina, segurança do trabalho, logística e distribuição.

#### **4.2. O processo produtivo**

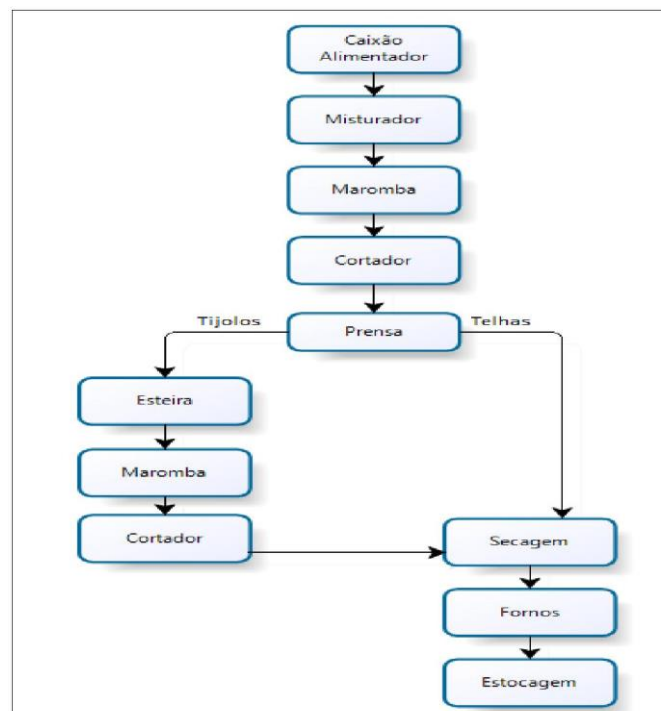
##### *Telhas e tijolos*

- Processo de carregamento da matéria prima (Caixão alimentador): Retira-se a matéria prima do estoque e leva-se ao processo produtivo, para que seja passada para o próximo processo.
- Processo de preparo da argila (Homogeneizadora, Laminador e Misturador): A argila passa por um processo de hidratação.
- Processo de pré-molde (Maromba): É realizado uma pré-moldagem da argila para que ela possa ser cortada no tamanho ideal.

- Processo de tiragem (Cortador): A massa de argila obtida no processo anterior é cortada em tiras adequadas no tamanho da telha.
- Processo de prensa (Prensa)
- Processo de coleta das telhas (Esteira): Os operários coletam as telhas já moldadas e as armazenam-nas em estantes.
- Processo de secagem (Secador): É necessário que as telhas passem por um processo de secagem antes de irem para as fornalhas, para as telhas não trincarem.
- Processo de queima (Fornos): As telhas são submetidas a altas temperaturas em fornos, para que criem resistência com o “cozimento” do produto.

O processo produtivo dos tijolos é idêntico ao da linha de telhas, contudo, a partir dos restos da operação da Prensa, é alimentada uma nova moldagem, que dá à argila o formato de tijolo. A armazenagem, secagem e queima dos tijolos é realizada juntamente com as telhas. A Figura 1, a seguir, ilustra as etapas dos processos descritos.

Figura 1 – Etapas da fabricação de telhas e tijolos



Fonte: Autoria própria

### 4.3. Alocação dos recursos humanos

- Número de envolvidos em cada operação

Tabela 1 – Tabela modelo para ser usada no artigo submetido

<b>Processo</b>	<b>Nº de funcionários</b>
Carregamento	6
Prensa de telhas	30
Prensa de tijolos	6
Queima	9
Enforma	17
Desenforma	12

Fonte: Aatoria própria

- Produção diária

Tabela 2 – Produção diária

<b>Produto/Matéria Prima</b>	<b>Qtd. Diária</b>
<b>Argila</b>	40 toneladas
<b>Telhas</b>	56 mil
<b>Tijolos</b>	13,3 mil

Fonte: Aatoria própria

## 5. Resultados e discussões

Foram analisadas melhorias a curto e longo prazo para a Cerâmica Catalão, dentre elas estão:

- 1) Mudar o processo de controle de qualidade atual para um novo modelo. Invés de implantar um sistema de controle por amostragem avaliado por um especialista, utilizar um sistema onde um funcionário inspeciona todas as telhas que saem do processo produtivo. No sistema atual, ao se detectar um lote defeituoso é feito descarte completo do mesmo, contudo sabe-se que dentro de um lote defeituoso existem produtos de qualidade, o novo sistema evitaria o desperdício de telhas boas e permitiria que o controle de qualidade fosse feito por um funcionário menos qualificado e conseqüentemente uma mão-de-obra mais barata, além de garantir que o funcionário especialista trabalhe em outros processos relacionados à garantia da qualidade interna no processo produtivo. Vale ressaltar que esta medida pode ser considerada paliativa, ao passo que em longo prazo, estima-se que os custos sobreponham as receitas deste processo.
- 2) Uma melhoria ideal seria a construção de outro forno para o cozimento das telhas, visto que uma das maiores causas de desperdícios é a abertura do forno antes do

tempo certo. Com a construção de outro forno não haverá necessidade da abertura dos fornos antes do tempo para atender a demanda, portanto, a empresa terá mais produtividade e menos custos com desperdício de matéria-prima. A viabilidade desta medida se comprova pelo custo-benefício de outro forno. Atualmente a construção de um forno requer em torno de meio milhão de reais com todas as despesas pagas, o tempo de construção é entre cinco e seis meses, este forno produzirá cerca de 55 mil telhas por cozimento e terá um lucro estimado de 100 mil reais por mês, sendo assim a partir do sexto mês a empresa já começaria a sentir os lucros e haveria uma queda nos desperdícios.

- 3) Outra medida permanente que deveria ser adotada pela empresa é a abertura no tempo certo dos fornos, mesmo tendo um funcionário para inspecionar cada telha e ter sido construído outro forno. Se não houver um controle rígido da abertura, os desperdícios serão ainda maiores.
- 4) Há ainda uma medida interessante, uma tentativa de conquistar um novo mercado. Investir em uma máquina que transformaria todo material

## **6. Considerações finais**

Durante a pesquisa puderam ser identificados alguns pontos de melhoria viáveis para o processo produtivo, contudo encontrou-se muita resistência por parte do proprietário-dirigente que demonstra desinteresse por essas melhorias. Acredita-se que as explicações para essa relutância sejam devido à empresa possuir alguns pontos característicos de pequenas empresas.

Ao adotar um horizonte temporal de curto prazo, o proprietário da Cerâmica Catalão abre mão de melhorias que seriam lucrativas no futuro em prol de um falso aumento na produção total, já que, como já explicado anteriormente, o aumento na produção causou sérios problemas de desperdício na produção.

Ante isso foi possível concluir que existem inúmeras outras variáveis que podem influenciar no processo decisório de uma empresa além de tão somente Produtividade, como fatores pessoais que influenciados pelo psicológico do proprietário-dirigente vão ter muito mais impacto do que os próprios dados quantitativos a ele apresentados.

A engenharia de produção juntamente com o conhecimento teórico sobre processos de fabricação é bastante importante para as empresas deste segmento, pois é através deste

conhecimento que diversas empresas conseguem se sobressair e tornam-se mais competitivas no mercado. Desta forma eles utilizam o conhecimento de processos de fabricação para estudar o comportamento dos materiais, suas características e com isso sabem exatamente como trabalhar com as misturas, velocidade de queima e a temperatura adequada para fabricação dos produtos, obtendo com isso produtos de qualidade e evitando desperdícios de matérias-primas, gerando retornos econômicos positivos.

### **Referências bibliográficas**

CALLISTER, W. D. **Ciência e Engenharia dos Materiais: Uma introdução** 5º ed. Rio de Janeiro. 1991.

OLIVEIRA, M, C. **Guia Técnico Ambiental da Indústria de Cerâmica Branca e de Revestimento**. FIESP, 2008.

PADILHA, A. F. **Materiais de Engenharia – Microestrutura e propriedades**.

Editora Hemus, 2007. 352 p.

SOUZA, J. V. **Estudo e Desenvolvimento de Alternativas para o aproveitamento de Resíduo das Indústrias de Revestimentos Cerâmicos**. São Paulo. 2003.

PUGA, F.P.; BORÇA JR, G. **Perspectiva de investimentos em infraestrutura 2011-2014: Visão do Desenvolvimento**. Rio de Janeiro: BNDES, nº 92, 2011.