

ANÁLISE DA CAPACIDADE DO PROCESSO PRODUTIVO: VERIFICAÇÃO DA CONFORMIDADE DAS DIMENSÕES GEOMÉTRICAS DE BLOCOS CERÂMICOS

FABÍOLA KACZAM¹, RAFAEL VIEIRA DOS SANTOS²; JOSÉ AIRTON AZEVEDO DOS SANTOS³, EDNA POSSAN⁴; CARLA ADRIANA PIZARRO SCHMIDT^{5*}

¹Graduanda em Engenharia de Produção, UTFPR, Medianeira-PR, fabiola.eng.prod.utfpr@gmail.com

²Graduando em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, UTFPR, Medianeira-PR, rvsfara@gmail.com

³Professor Dr. Engenharia Elétrica, UTFPR, Medianeira-PR, airton@utfpr.edu.br

⁴Dra. em Engenharia, UNILA, Foz do Iguaçu, edna.possan@unila.edu.br

⁵Dra. em Agronomia, Profa. Titular DAPRO, UTFPR, Medianeira-PR, carlaschmidt@utfpr.edu.br

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016
29 de agosto a 1 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

RESUMO: Este artigo apresenta o estudo de um processo de produção de Blocos Cerâmicos, a fim de analisar a capacidade do processo produtivo de uma olaria localizada na Região Oeste do Estado do Paraná, no que se refere à conformidade (ou não conformidade) das dimensões geométricas dos produtos finais, com a norma NBR 15270-1:2005 da ABNT. Para isto, os valores das dimensões (Largura, Altura e Comprimento) foram submetidos à análise de capacidade por meio do Método Kernel. Logo após, foram descritos alguns dos resultados obtidos e formulou-se o Diagrama de Ishikawa apontando as possíveis causas dos problemas encontrados. Ao final foram relatadas algumas sugestões de melhoria para o controle do processo, assim como, para a qualidade do mesmo.

PALAVRAS-CHAVE: Cerâmica Vermelha, Tijolos Vazados, Capacidade, Controle, Qualidade.

ANALYSIS OF PRODUCTION PROCESS CAPACITY: VERIFICATION OF CERAMIC BLOCKS GEOMETRIC CONFORMITY DIMENSIONS

ABSTRACT: This paper presents the study of a Ceramic Blocks production process in order to analyze the capacity of a Ceramic Blocks' Factory production process, located in the West Region of State of Paraná, with regard to compliance (or noncompliance) of the final products geometric dimensions, according with NBR 15270-1:2005 standard from ABNT. For this, the dimension values (width, height and length) were submitted to capacity analysis, through the Kernel Method. Soon after, there were described some of the results and formulated the Ishikawa Diagram, which indicated the possible causes of the encountered problems. At the end, there were reported some improvement suggestions for the process control, as well as for the quality of itself.

KEYWORDS: Red Ceramic, Hollow Bricks, Capacity, Control, Quality.

INTRODUÇÃO

Os Blocos Cerâmicos integram o setor dos minerais não metálicos da Indústria da Transformação Mineral, fazendo parte do conjunto de cadeias produtivas que compõem o Complexo da Construção Civil (Brasil, 2015). A produção cerâmica é feita, em sua maioria, por empresas de pequeno e médio porte, de capital nacional (Nunes & Resende, 2013). Contudo, o consumo é realizado, essencialmente por empresas construtoras de grande porte (IBGE, 2013). A fabricação adequada desses produtos representa um desafio constante para a indústria cerâmica que é dependente de um amplo desenvolvimento e controle tecnológico no processo produtivo, principalmente por causa das diversas variáveis presentes, além da complexidade na difusão das normas técnicas. A inspeção da qualidade é fundamental para garantir que os Blocos Cerâmicos atendam às exigências fixadas na norma NBR 15270-1:2005 da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). Trata-se de uma atividade de controle que tem como objetivo, determinar se os produtos estão de acordo com as especificações.

Segundo Carpinetti (2012), um produto é de qualidade se apresenta o desempenho¹ esperado a um preço acessível ao consumidor e, um nível de conformidade adequado ao projeto de concepção, a um custo admissível pela indústria. Devida à variabilidade das características que podem atribuir qualidade a um produto, a construção civil define a conformidade com as especificações técnicas, essencial para a aquisição dos Blocos.

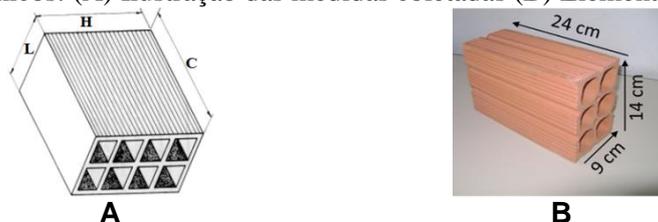
Neste contexto, o objetivo deste estudo foi o de verificar a capacidade do processo produtivo de uma indústria da Região Oeste do Estado do Paraná, em fabricar Blocos Cerâmicos, com dimensões geométricas de acordo com os limites de tolerância definidos pela norma vigente (NBR 15270-1:2005). As causas dos problemas foram identificadas, oportunizando a indicação de melhoria no processo produtivo.

MATERIAIS E MÉTODOS

A empresa estudada possui cinco fornos de produção em batelada, com capacidade unitária para 20.000 unidades. De cada forno foram coletadas 13 peças, de acordo com o que solicita a norma NBR15270-1:2005 da ABNT (ABNT, 2005). Para melhorar a amostragem foram realizadas duas repetições do processo (lotes consecutivos), totalizando 26 Blocos Cerâmicos de cada um dos 5 fornos, totalizando 130 peças. A escolha foi aleatória, com o objetivo de obter uma amostra homogênea dos produtos destinados à comercialização. Os dados coletados correspondem às dimensões dos Blocos Cerâmicos, conforme a Figura 1 – A, sendo: Comprimento (C), Altura (H) e Largura (L).

O registro dos valores foi realizado, em milímetros, por meio da Planilha Eletrônica Microsoft® Excel, para posterior avaliação da conformidade dos Blocos Cerâmicos, com base nos limites de tolerância definidos pela NBR 15270-1:2005 da ABNT (ABNT, 2005). A Figura 1 – B ilustra o Bloco Cerâmico de 6 furos redondos, objeto do presente estudo, com as respectivas dimensões: Largura (9 cm), Altura (14 cm) e Comprimento (24 cm).

Figura 1. Blocos Cerâmicos: (A) Ilustração das medidas coletadas (B) Elemento Avaliado



Utilizando as ferramentas do *Software* Action Stat 3.0, foram realizadas as análises descritivas e de capacidade do processo (Portal Action, 2016). Os três valores das dimensões foram submetidos à análise de performance ou capacidade conforme descrito por Costa et al., (2012). Utilizou-se como Valor Alvo, a medida normal das dimensões dos Blocos Cerâmicos (90 x 140 x 240 mm) e tolerâncias de 5 mm para valores individuais e 3 mm para valores médios, conforme recomendada a norma NBR 15270-1:2005 da ABNT (ABNT, 2005). Os dados coletados foram avaliados por meio do Método Kernel, pois não seguiram uma distribuição normal, sendo que todas as análises foram realizadas por meio de testes não paramétricos, a fim de comparar, o Valor Alvo, o Limite Inferior de Especificação (LIE) e o Limite Superior de Especificação (LSE), desejados para os produtos avaliados. Ao final, uma reunião foi realizada para construir o Diagrama de Ishikawa, a fim de mapear as possíveis causas das falhas encontradas nas dimensões estudadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valor médio encontrado para as 130 medições de Comprimento (C) foi de 237,92 mm, com um desvio padrão de 3,67 mm. Considerando que a tolerância para valor médio é de 3 mm, a média dos Blocos avaliados ficou dentro do limite de tolerância prescrito pela norma (NBR 15270-1:2005).

¹ Segundo a NBR 15575: 2013, Desempenho é “comportamento em uso”.

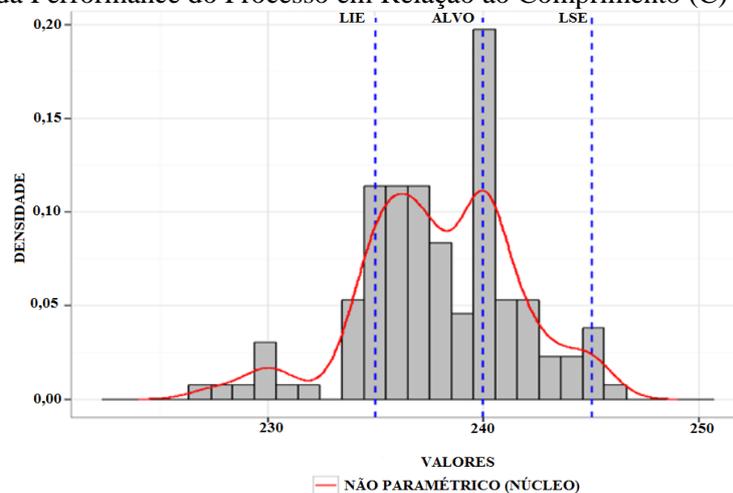
Costa et al. (2012), explicam que para um processo ser capaz toda a distribuição dos dados deve estar dentro dos limites de especificação apresentados como LIE e LSE no gráfico da Figura 2.

Ao analisar o Comprimento (C), utilizando o limite de tolerância individual de 5 mm, observou-se que a maioria dos Blocos Cerâmicos avaliados foi encontrado no Valor Alvo (Figura 2), ou seja, o processo está relativamente centrado. No entanto, muitos produtos ficaram abaixo do Limite Inferior desejável, fazendo com que o processo saísse da faixa dos limites de especificação. Percebeu-se que essa dimensão do produto precisa ser trabalhada, para se concentrar mais próxima ao Valor Alvo (240 mm) e, para tanto, o Comprimento (C) dos Blocos Cerâmicos precisa ser aumentado.

De acordo com Costa et al. (2012), um processo incapaz produz itens que não atendem às especificações, mesmo quando o processo está sob controle. Desta maneira, qualquer causa especial que possa ocorrer, possivelmente, irá resultar em problemas maiores, devido ao fato do processo não ser capaz. Dessa forma, a análise de capacidade do processo resultou em índice PpK de 0,24, inferior ao valor 1,33 desejável para indicar um processo capaz para a dimensão do comprimento dos Blocos Cerâmicos. Isto significa que, o processo não é capaz para esse item avaliado. Evidencia-se assim, a importância de avaliar o processo como um todo, pois apenas com base na média e na tolerância prevista para o valor médio, nenhum problema seria identificado no processo.

O processo não ser capaz, não significa que não esteja sob controle, até mesmo processos fora de controle podem ser capazes, não existe uma relação entre a capacidade de um processo e o estudo dos seus limites de controle, pois não há relação direta entre estabilidade e capacidade (Costa et al., 2012).

Figura 2. Gráfico da Performance do Processo em Relação ao Comprimento (C) dos Blocos Cerâmicos



O valor médio encontrado para a Largura (L) dos 130 Blocos Cerâmicos avaliados foi de 91,73 mm com um desvio padrão de 2,29 mm, dessa forma a Largura Média não ultrapassou o limite de 3 mm permitidos pela norma. Também foi possível verificar, conforme ilustra o gráfico da Figura 3, que a maioria dos produtos medidos apresentou Largura (L) superior ao Valor Alvo de 90 mm e, que o pico de medidas ocorreu em valor superior ao mesmo. Isso indica que a Largura (L) dos Blocos Cerâmicos está maior do que deveria e muito próxima do Limite Superior desejado.

O índice PpK para essa dimensão analisada foi de 0,49, tendo sido maior que o índice obtido para o Comprimento (C), mas não foi o suficiente para indicar um processo capaz. Novamente cabe destacar, que pela análise simples da média parecia estar tudo certo em relação à Largura dos produtos, mas uma análise mais profunda indicou que existe problema, bem como o direcionamento do problema. O cálculo da média da Altura (H) dos Blocos Cerâmicos indicou um valor de 142,03 mm apresentando um desvio padrão de 2,77 mm. Outra vez, foi possível observar que o valor médio não ultrapassou os 3 mm previstos na norma para avaliação de valores médios.

No estudo da capacidade do processo para a Altura (H) dos Blocos Cerâmicos observou-se, também, um direcionamento das alturas para valores superiores ao Valor Alvo de 140 mm, chegando a

ultrapassar o valor máximo previsto pela norma. Novamente, o pico de valores apareceu acima do Valor Alvo, indicando que muitos produtos estão sendo fabricados com dimensões superiores ao mesmo, como ilustra o gráfico da Figura 4.

Figura 3. Gráfico da Performance do Processo em Relação à Largura (L) dos Blocos Cerâmicos

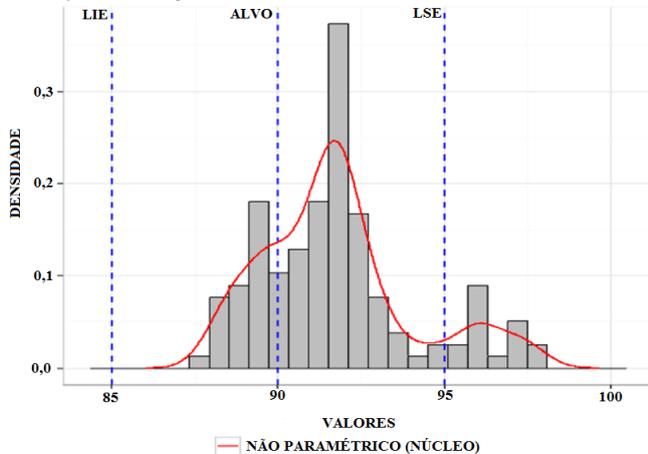
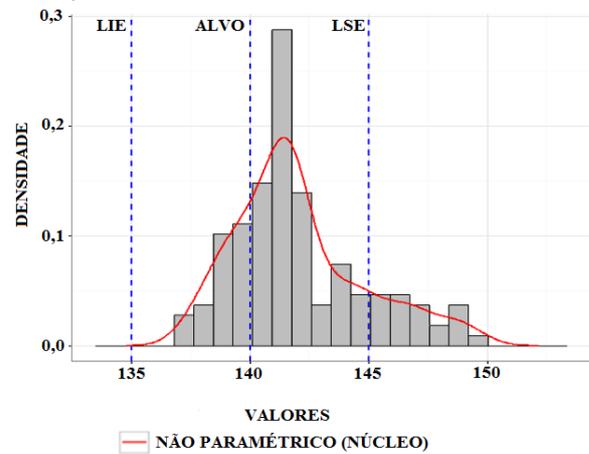


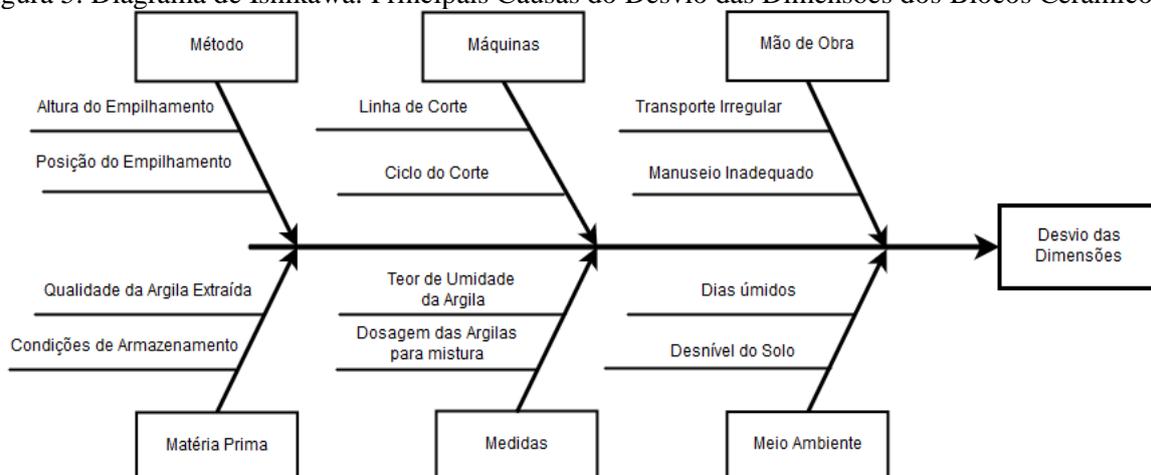
Figura 4. Gráfico da Performance do Processo em Relação à Altura (H) dos Blocos Cerâmicos



O índice PpK calculado para o processo com base na dimensão da Altura (H) dos Blocos Cerâmicos foi de 0,37, indicando novamente, que o processo não está capaz de manter a altura do Bloco Cerâmico adequada. Desta maneira, precisa ser avaliada a possibilidade de melhorias, encontrando-se formas de reduzir a dimensão média dos produtos fabricados.

Após identificar as distorções das dimensões dos Blocos Cerâmicos, com o auxílio do Diagrama de Ishikawa, foram elencadas as possíveis causas das mesmas, como ilustra a Figura 5. Segundo Daychoum (2007), o Diagrama de Ishikawa, também conhecido como Espinha de Peixe, é uma das ferramentas utilizadas para análise eficiente da conformidade ou não conformidade de um processo. Esta análise permite que sejam identificadas as possíveis causas de um problema, a fim de formular sugestões para a melhoria da qualidade do processo.

Figura 5. Diagrama de Ishikawa: Principais Causas do Desvio das Dimensões dos Blocos Cerâmicos



Mediante acompanhamento das etapas que compõem o processo produtivo, foi possível constatar que: (a) Parte da argila extraída é armazenada a céu aberto. Em dias de chuva, os montes de argila são cobertos por lona, no entanto, o armazenamento nestas condições pode, mesmo assim, contribuir para o aumento considerável do teor de umidade; (b) O preparo da matéria prima não segue um padrão específico. A dosagem dos diferentes tipos de argila (necessários para a formação da liga, da

argila em processo) é empírica, assim como, a quantidade de água adicionada à argila durante o processo; (c) Não é realizada a manutenção preventiva das Máquinas; (d) Os Blocos Cerâmicos, ao serem retirados da linha de corte, estão suscetíveis a alterações em seu formato, isto porque, ainda estão úmidos, portanto, maleáveis.

O empilhamento dos Blocos é horizontal, em vagonetas de ferro, sem rodas, com bandejas de madeira (para facilitar a secagem, durante o período de permanência nas estufas). São formadas duas fileiras em cada uma das quatro bandejas das vagonetas. Acima de cada uma das fileiras, é acondicionada mais uma fileira de Blocos. Devido ao manuseio inadequado dos operários, muitas vezes, os Blocos são amassados, o que faz com que, a largura e altura aumentem, enquanto o comprimento diminui. Isto ocorre, devido ao descuido em relação à proximidade lado a lado entre os Blocos de uma mesma fileira, assim como, em relação à proximidade entre uma fileira e outra; (d) O transporte das vagonetas é realizado por meio de empilhadeira e, também é, muitas vezes, negligente. Assim, contribui para a causa de danos aos produtos.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos revelam a importância da análise individual dos produtos, pois, neste caso, o estudo dos valores médios oculta distorções das dimensões dos blocos. Verificou-se, por meio de análises dos valores médios, que os 130 blocos (2 lotes de 13 unidades, de cada um dos 5 fornos) atenderam às especificações normativas. No entanto, notou-se, que algumas unidades apresentaram grandes variações dimensionais (tanto acima, quanto abaixo do Valor Alvo), estando não conformes pela norma vigente, indicando que o processo deve ser melhorado neste aspecto.

Ao identificar as causas dos problemas por meio do Diagrama Ishikawa, foi possível verificar a necessidade de implantação de um programa de controle de qualidade a fim de auxiliar na verificação da qualidade da matéria-prima, definição procedimentos padrões do processo, inserção de programas de treinamento para os funcionários e inspeção do produto final.

A avaliação da capacidade do processo mostrou-se muito útil para a indústria em estudo, pois indicou o direcionamento que a empresa precisa tomar, forneceu uma análise completa dos dados e possibilitou a identificação clara de pontos para avanço, tendo como fim específico à melhoria da qualidade dos produtos finais fabricados.

REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Componentes cerâmicos. Parte 1: Blocos Cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos. - NBR 15270-1:2005.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Desempenho de Edifícios Habitacionais NBR 15575 - Partes 1:2013.
- Brasil. Ministério de Minas e Energia. Anuário Estatístico do Setor de Transformação de Não Metálicos. Brasília: MME / Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, 2015.
- Carpinetti, L. C. R. Gestão da Qualidade. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- Costa, A. F. B.; Epprecht, E. K.; Carpinetti, L. C. R. Controle Estatístico de Qualidade. 2.ed., São Paulo: Atlas, 2012.
- Daychoum, M. 40 Ferramentas e Técnicas de Gerenciamento. Rio de Janeiro: Brasport, 2007.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Anual da Indústria da Construção. 2013. v.23. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/54/paic_2013_v23.pdf. Acesso em: 22 de maio de 2016.
- Portal Action. Manual da ferramenta Action sobre Método do núcleo (Kernel). Disponível em: <http://www.portalaction.com.br/manual-ferramentas-da-qualidade/indice-de-perf-nao-parametrica-para-medicao-do-diametro-de-um>. Acesso em: 29 jun 2016.
- Nunes, A. C. N.; Resende, S. S. Guia Técnico Ambiental da Indústria de Cerâmica Vermelha. Belo Horizonte: Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (FIEMG) e Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais (FEAM), 2013. Disponível: http://www.feam.br/images/stories/producao_sustentavel/GUIAS_TECNICOS_AMBIENTAIS/gui_a_ceramica.pdf. Acesso em: 22 de maio de 2016.