

## **AVALIAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO DE BLOCOS CERÂMICOS POR MEIO DO CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO**

FABÍOLA KACZAM<sup>1</sup>, RAFAEL VIEIRA DOS SANTOS<sup>2</sup>; JOSÉ AIRTON AZEVEDO DOS SANTOS<sup>3</sup>, EDNA POSSAN<sup>4</sup>; CARLA ADRIANA PIZARRO SCHMIDT<sup>5\*</sup>

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

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

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

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

<sup>5</sup>Dra. 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:** O controle de processo é importante para as indústrias a ponto da qualidade ser descrita por alguns autores como inversamente proporcional à variabilidade, dessa forma a busca por padronização e redução na variabilidade dos processos produtivos deve ser a meta das indústrias que pretendem alcançar a excelência em termos de qualidade total. O objetivo deste estudo foi a avaliação de atributos físico de Blocos Cerâmicos fabricados por uma indústria, por meio da construção de gráficos de controle estatístico de processo por variáveis. Foram amostrados 130 Blocos Cerâmicos nos quais foram coletadas as medidas de peso, espessura, diâmetro do furos, largura, comprimento e altura, a seguir construiu-se gráficos de controle e após a análise percebeu-se que todos os itens avaliados estiveram sob controle dentro do processo estudado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Controle de Qualidade, Engenharia de Processos, Cerâmica Vermelha

### **EVALUATION OF CERAMIC BLOCKS PRODUCTION PROCESS THROUGH OF STATISTICAL CONTROL PROCESS**

**ABSTRACT:** The process control is important for industries to quality point is described by some authors as inversely proportional to the variability, thus the search for standardization and reduction in variability of production processes should be the goal of the industries that aim to achieve excellence in terms total quality. The aim of this study was to evaluate the physical attributes of Ceramic blocks manufactured by industry, by building statistical process control graphs for variables. Were sampled 130 Ceramic Blocks in which it was collected measurements of weight, thickness, hole diameter, width, length and height, then built up control charts and after analysis it was observed that all items have been under control within the studied process.

**KEYWORDS:** Quality Control, Process Engineering, Red Ceramic

### **INTRODUÇÃO**

O Bloco Cerâmico é um dos componentes básicos da construção de alvenaria, seja ela de vedação ou estrutural. A produção se dá, essencialmente, por meio do tratamento e conformação da argila. Em geral, as peças produzidas possuem a forma de paralelepípedo, de coloração avermelhada, com furos ao longo do seu comprimento. Os Blocos de Vedação são aqueles destinados à execução de paredes que suportarão o peso próprio e pequenas cargas de ocupação (armários, pias, lavatórios) e geralmente são utilizados com os furos na posição horizontal (Anicer, 2002).

A produção cerâmica é feita, em sua maioria, por empresas de pequeno e médio porte, de capital nacional (Nunes & Resende, 2013). Estas empresas empenham-se em apresentar produção para atender a demanda do mercado. Entretanto, muitas delas, não atendem os critérios de qualidade estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO).

Sendo assim, para auxiliar o setor industrial, o Sindicato das Indústrias Cerâmicas (SINDICER), a Associação Brasileira de Cerâmica (ABC), o Centro Cerâmico do Brasil (CCB), dentre outras instituições, têm realizado esforços a fim de mobilizar do setor, incentivando o desenvolvimento de pesquisas tecnológicas, visando a certificação de seus produtos por meio de procedimentos estabelecidos pelo Programa Setorial de Qualidade de Blocos Cerâmicos PSQ-BC, (Anicer, 2010).

A qualidade e o desempenho<sup>1</sup> das alvenarias, afeta diretamente os subsistemas dos edifícios como: estruturas, instalações, esquadrias, revestimentos e impermeabilização. Além disso, tem influência na vida útil, nos custos de execução e manutenção das edificações.

Devido à importância da qualidade da produção cerâmica para a Construção Civil, o objetivo deste estudo foi o de acompanhar e investigar o processo de produção de Bloco Cerâmico de Vedação, fabricado por uma indústria da Região Oeste do Estado do Paraná, por meio da construção de Gráficos Estatísticos de Controle do Peso, Espessura, Diâmetro (dos furos) e Dimensões Geométricas Efetivas (Largura, Altura e Comprimento), com vistas a conhecer os valores médios e os limites inferiores e superiores que a indústria tem alcançado ao longo de sua produção para esses atributos do produto.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O produto escolhido para realização dos testes foi o Bloco Cerâmico de Vedação de 6 furos redondos, com as respectivas dimensões: Largura (90 mm), Altura (140 mm) e Comprimento (240 mm). Os dados coletados para análise foram o peso em Kg por meio do uso de uma balança e as medidas de Diâmetro dos Furos, Espessura, Comprimento, Altura e Largura em mm com auxílio de um paquímetro. Os valores foram registrados em uma Planilha Eletrônica Microsoft® Excel.

De acordo com Ryan (2011) a amostragem mínima necessária para construção de Gráficos de Controle é de 100 peças, sendo que o uso de valores médios é o mais indicado por quase sempre obedecerem aos pressupostos de normalidade dos dados, pois de acordo com o teorema central do limite a média de uma amostra de  $n$  elementos de uma população tende a distribuição normal.

Para atender a essas necessidades, bem como a norma NBR15270-1:2005 da ABNT (ABNT, 2005), optou-se por coletar 13 peças a cada lote de produção de 20.000 unidades, o mesmo foi realizado ao longo da produção de 10 lotes, totalizando 130 peças. Os valores médios foram obtidos com base nas 10 repetições do processo pelos dados de uma peça de cada lote, escolhida aleatoriamente, objetivando ao final ter a representação da média geral do processo produtivo da empresa. O pressuposto da normalidade foi avaliado antes da construção dos gráficos conforme sugere Ryan (2011), com auxílio do *software* Gretl por meio do teste de Doornik-Hansen.

A seguir prosseguiu-se com a construção dos gráficos de controle e obtenção dos valores médios e limites superiores e inferiores de produção com auxílio do *software* Action Stat® 3.0. Os valores obtidos nos gráficos foram sempre que possível comparados com os valores padrão descrito para esse produto pela norma NBR15270-1:2005 da ABNT (ABNT, 2005), ou com valores obtidos em outros estudos presentes na literatura científica.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

De acordo com os resultados apresentados na Figura 1 as médias dos dados de todos os seis atributos dos 130 Blocos Cerâmicos avaliados, apresentaram distribuição aproximada à normal, atendendo ao pressuposto e possibilitando a construção de Gráficos de Controle para todas as seis variáveis acompanhadas ao longo do processo produtivo dos 10 lotes.

Na sequência os gráficos de controle foram construídos para todas as seis variáveis acompanhadas e podem ser visualizados nas Figuras 2 a 7.

Ao observar os Gráficos de Controle construídos notou-se que tanto a média quanto os desvios padrão calculados para cada uma das 13 médias resultantes de 10 repetições do processo para todos os atributos do produto acompanhados estiveram sob controle não saindo dos limites estabelecidos pelos cálculos realizados. Isso nos leva a concluir que o processo estudado está isento de causas especiais,

---

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

com base nos gráficos de média, que também não apresentam grande variabilidade de acordo com os gráficos de desvio padrão.

Costa, Eprecht & Carpinetti (2012), explicam que os limites de especificação não podem ser confundidos com os limites naturais do processo ou mesmo com os valores indicados como Limites Superiores e Inferiores de Controle, apresentados na Tabela 1. O autor explica, ainda, que mesmo processos sob controle, que não apresentam pontos fora das linhas do gráfico, podem não ser capazes e que processos capazes podem não estar sob controle, tendo em vista que para saber se o processo está atendendo os limites de especificação uma análise de capacidade deve ser realizada.

Mesmo não podendo afirmar sobre a capacidade do processo, ao comparar os valores médios obtidos para as dimensões efetivas de Comprimento, Altura e Largura e seus limites (Figura 5, 6 e 7 respectivamente), é possível verificar que estes valores obedecem ao limite de tolerância especificado pela norma NBR15.270-1:2005 da ABNT (ABNT, 2005), que indica um limite de 3 mm para valores médios.

A medida nomeada como “Espessura” refere-se a medida das Paredes Externas dos Blocos Cerâmicos, a norma NBR 15.270-1 estabelece que o valor mínimo para as mesmas é de 7 mm. Ao observar a Figura 4, é possível verificar que este atributo, assim como o Comprimento, a Altura e a Largura, também está sob controle. A Tabela 1, mostra que o Limite Inferior de Controle (LIC) é de 7,727 mm, no Histograma da Espessura (Figura 1), também é possível verificar que não há valores inferiores a 7 mm. Sendo assim, pode-se dizer a exigência mínima estabelecida pela norma, é atendida

Figura 1 – Histogramas de distribuição dos valores obtidos nas 13 médias, resultantes das 10 repetições do processo de produção da empresa para os seis atributos dos Bloco Cerâmico acompanhados.

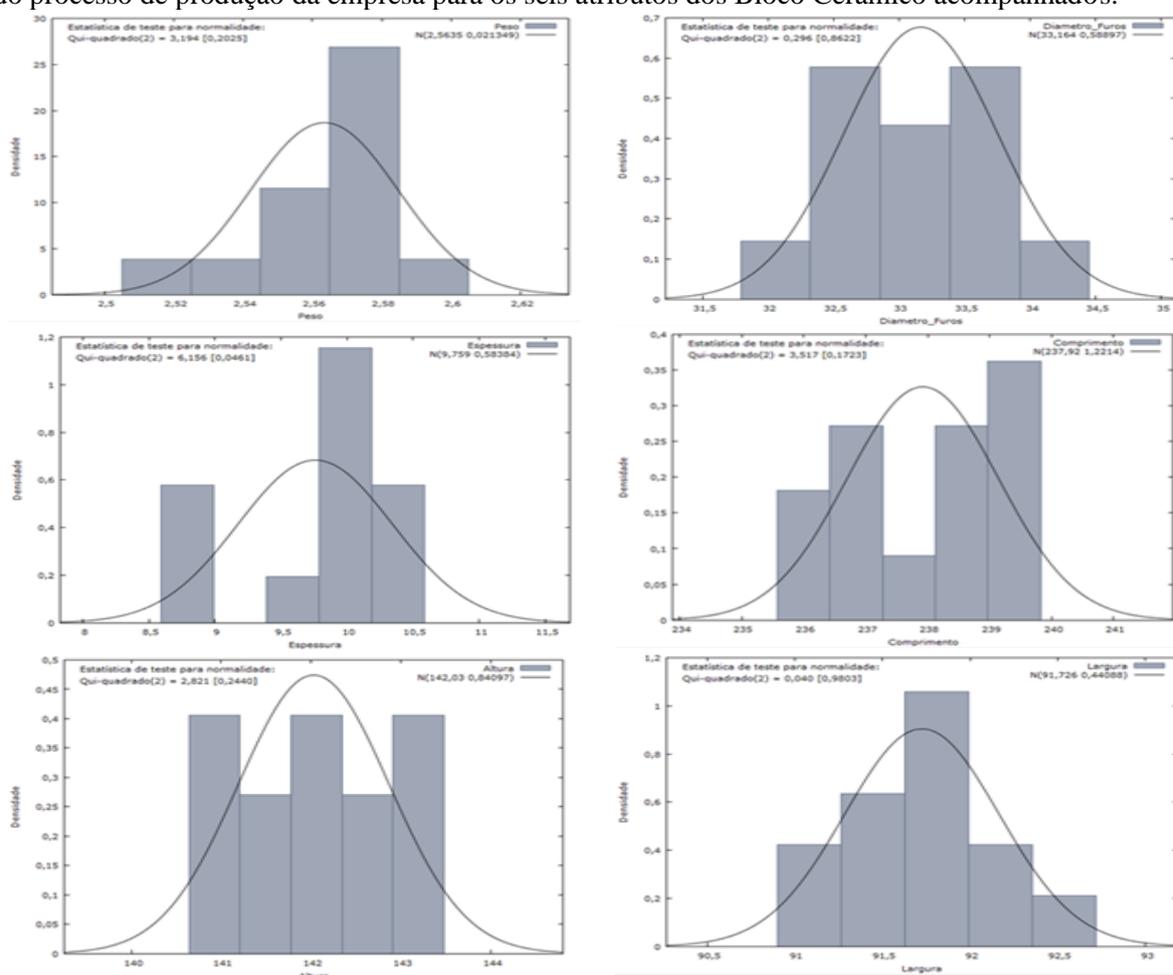


Figura 2 – Gráficos de controle de média e do Desvio Padrão do Peso dos Blocos Cerâmicos.

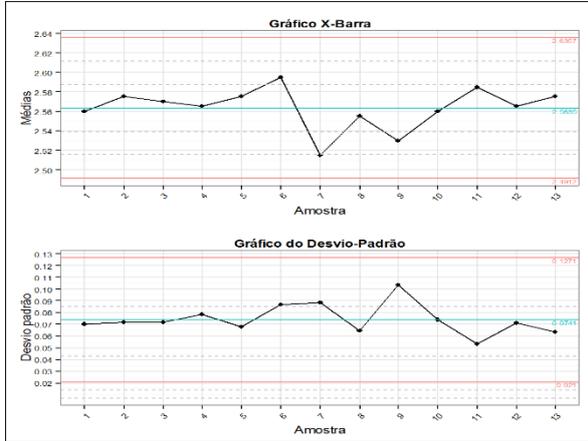


Figura 3 – Gráficos de controle de média e do Desvio Padrão do Diâmetro dos Blocos Cerâmicos.

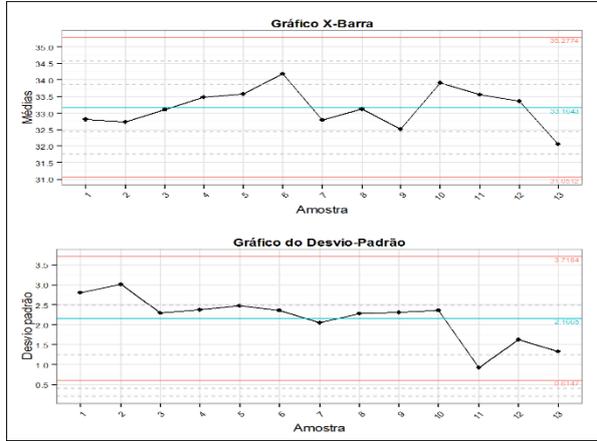


Figura 4 – Gráficos de Controle de Média e do Desvio Padrão da Espessura dos Blocos Cerâmicos.

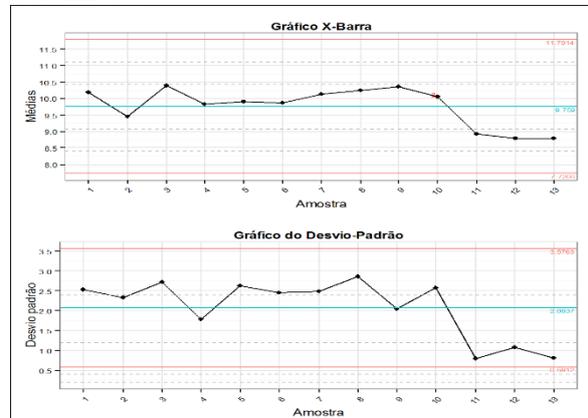


Figura 5 – Gráficos de Controle de Média e do Desvio Padrão do Comprimento dos Blocos Cerâmicos.

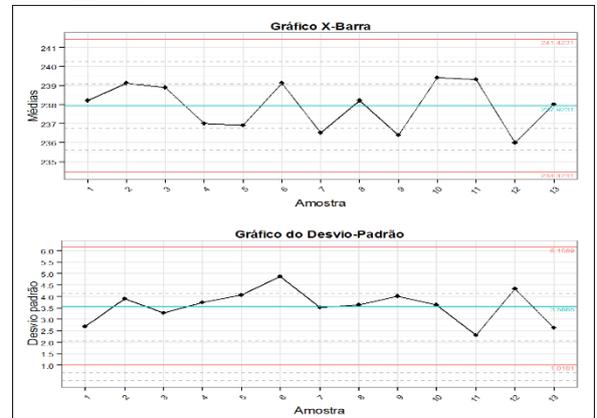


Figura 6 – Gráficos de Controle de Média e do Desvio Padrão da Altura dos Blocos Cerâmicos.

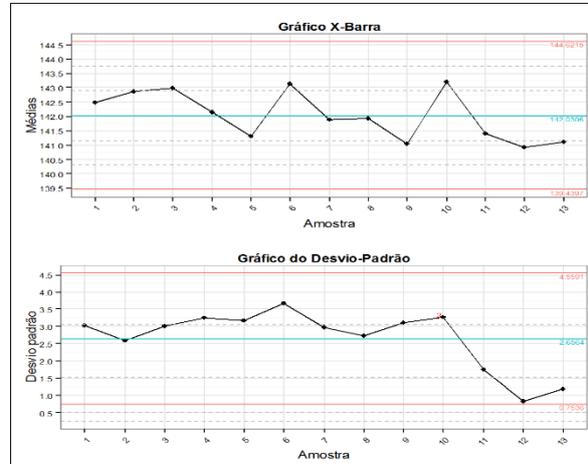
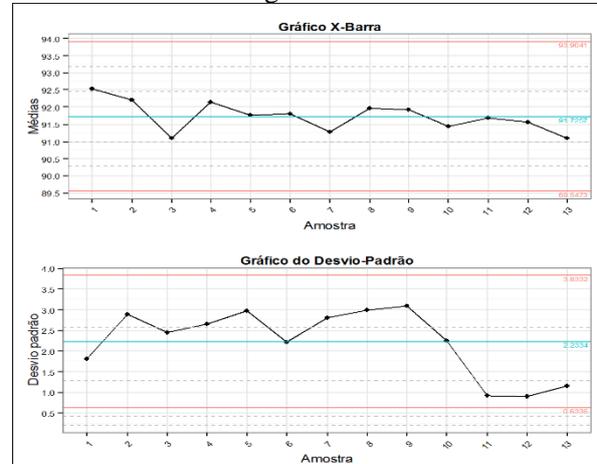


Figura 7 – Gráficos de Controle de Média e do Desvio Padrão da Largura dos Blocos Cerâmicos.



Neste trabalho, também foram analisadas as medidas do Peso e do Diâmetro dos Furos dos Blocos Cerâmicos, a fim de complementar a análise das peças produzidas pela indústria. No entanto, estas medidas

ainda não foram padronizadas pelas entidades competentes tais como, a ABNT e o INMETRO. Mesmo assim, é possível observar, nas Figuras 2 e 3, que tanto o Peso das peças, como Diâmetro estão sob controle.

Tabela 1 – Valores dos dados calculados pelo *software* Action Stat para a média e os limites de controle do processo da empresa para o gráfico de Média (X-Barra) e para o Desvio Padrão do Processo.

<b>Valores Obtidos para o Gráfico X-Barra para os Atributos Acompanhados</b>						
	<b>Peso</b>	<b>Diâmetro</b>	<b>Espessura</b>	<b>Comprimento</b>	<b>Altura</b>	<b>Largura</b>
Limite Superior	2,636	35,277	11,791	241,423	144,622	93,904
Linha de centro	2,563	33,164	9,759	237,923	142,031	91,726
Limite Inferior	2,491	31,051	7,727	234,423	139,440	89,547
<b>Valores Obtidos para o Gráfico do Desvio-Padrão para os Atributos Acompanhados</b>						
	<b>Peso</b>	<b>Diâmetro</b>	<b>Espessura</b>	<b>Comprimento</b>	<b>Altura</b>	<b>Largura</b>
Limite Superior	0,127	3,718	3,576	6,159	4,559	3,833
Linha de centro	0,074	2,167	2,084	3,588	2,656	2,233
Limite Inferior	0,021	0,615	0,591	1,018	0,754	0,634

A variabilidade dos resultados obtidos pode ser verificada nos gráficos de desvio padrão, observou-se que nenhum ponto desse gráfico saiu fora dos limites de controle demonstrando que a variabilidade, assim como a média também esteve sob controle. Para as medidas de diâmetro, espessura, largura e altura observou-se que os gráficos de controle dos desvios ultrapassaram a linha de dois desvios em pelo menos um ponto indicando que para esses itens citados uma maior variabilidade foi observada.

## CONCLUSÃO

Com base nos valores de Limite Inferior de Controle (LIC) e Limite Superior de Controle (LSC) encontrados, percebeu-se que todos os atributos analisados, em média, estiveram sob controle ao longo do processo produtivo e estiveram de acordo com os valores previstos pela norma.

Os gráficos de controle construídos para os valores de desvio padrão também estiveram sob controle indicando uma variabilidade baixa para o processo. Contudo, para confirmar a capacidade produtiva do processo, uma análise de capacidade do mesmo se faz necessária.

## 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.
- Anicer. Associação Nacional da Indústria Cerâmica. Manual de Bloco Cerâmico. Rio de Janeiro. 2002. Disponível em: <http://www.anicer.com.br/manuais/bloco.rtf>. Acesso em: 12 de junho de 2016.
- Anicer. Associação Nacional da Indústria Cerâmica. Texto Matriz: Programa Setorial da Qualidade – Blocos Cerâmicos. Rio de Janeiro. 2010. Disponível em: [www.anicer.com.br/images/psq/tmblocos2010rev1.pdf](http://www.anicer.com.br/images/psq/tmblocos2010rev1.pdf). Acesso em: 12 de junho de 2016.
- Costa, A. F. B.; Epprecht, E. K.; Carpinetti, L. C. R. Controle Estatístico de Qualidade. 2.ed., São Paulo: Atlas, 2012.
- 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](http://www.feam.br/images/stories/producao_sustentavel/GUIAS_TECNICOS_AMBIENTAIS/gui_a_ceramica.pdf). Acesso em: 12 de junho de 2016.
- Ryan, T. Estatística Moderna para Engenharia. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. 324p.