



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ
INSTITUTO DE ENGENHARIA E GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
BACHARELADO INTERDISCIPLINAR**

**ESTUDO DE QUALIDADE DOS BLOCOS CERÂMICOS DO TIPO COMUM
PRODUZIDOS NA CIDADE DE SANTARÉM**

**Santarém – Pará
2017**

MARCOS ANDRÉ ALVES MOREIRA

**ESTUDO DE QUALIDADE DOS BLOCOS CERÂMICOS DO TIPO COMUM
PRODUZIDOS NA CIDADE DE SANTARÉM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Oeste do Pará, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Professor Msc. Thiago Augusto de Sousa Moreira.

**Santarém – Pará
2017**

TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho submetido ao corpo docente do curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Oeste do Pará, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Título: ESTUDO DE QUALIDADE DOS BLOCOS CERÂMICOS DO TIPO COMUM PRODUZIDOS NA CIDADE DE SANTARÉM

Acadêmico: **Marcos André Alves Moreira**

Examinada por:

Prof. Msc. Thiago Augusto de Sousa Moreira (Orientador)
Instituto de Engenharia e Geociências - UFOPA

Prof. Msc. Vicente Moreira Rodrigues (Membro da banca)
Instituto de Engenharia e Geociências - UFOPA

Prof. Eng. Luciano Colares Magalhães (Membro da banca)
Instituto de Engenharia e Geociências - UFOPA

Aprovado em: ____/____/____

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus por sempre está ao meu lado, me dando forças para vencer todas as barreiras no decorrer do curso e de minha vida.

Aos meus pais, José Angelo Moreira e Francimere Alves de Souza, por serem pais presentes em toda etapa da minha vida, onde incentivaram, apoiaram e cobraram no que diz respeito ao estudo, desde o primário à universidade, nunca deixando-me perder o foco e por serem meus provedores, me fornecendo todo o auxílio necessário para focar no estudo.

A minha irmã, Bruna Alves Moreira, uma pessoa que admiro muito por sua índole exemplar, não sendo apenas uma irmã, mas como também uma amiga. Além de ser uma das pessoas mais inteligentes que conheci em minha vida, e que independente de ser de uma área totalmente distinta me ajudou muito na elaboração deste trabalho.

Aos meus avós, Maria Senhora Alves e Francisco Alves, duas pessoas maravilhosas que sempre depositaram em mim sua confiança. A minha tia Francisca Alves, uma pessoa única, um exemplo de mulher, sempre me apoiou em tudo e que para mim, não é apenas uma tia, mas uma segunda mãe.

Ao Prof. Msc. Thiago Moreira, meu orientador, por ter acreditado em mim dando-me a oportunidade de elaborar este trabalho e por sempre está presente me auxiliando em todas as etapas deste trabalho.

Ao Prof. Bruno Balboni, da Engenharia Florestal, por ter me ajudado mesmo de que maneira rápida, com os conceitos básicos do software R, e RStudio, ferramenta que ainda não havia explorado, o que enriquecendo ainda mais este trabalho.

A todos os professores do Programa de Ciência e Tecnologia, pela a dedicação em seus ensinamentos.

Por fim, todos os meus amigos que estiveram ao meu lado em todos os momentos. Em especial meu amigo Allan Silva Azevedo, não só por ter me ajudado diretamente na elaboração deste trabalho, deixando de assistir ao jogo do seu São Paulo (time de várzea), para me ajudar na realização do ensaio de resistência a compressão em pleno sábado, mas como também por ser um amigo verdadeiro e que com toda certeza construímos uma amizade dentro do curso que se estenderá para toda a vida.

*Seja obcecado por soluções, não
por problemas.*

Donald J. Trump

RESUMO

A indústria de cerâmica vermelha no Brasil é constituída em sua maioria por micro e pequenas empresas com um sistema organizacional familiar, possuindo baixa capacidade de produção e baixa rentabilidade, onde se observa um entrave a inovações tecnológicas e ao desenvolvimento organizacional. Sabe-se, que muitos produtores desconhecem o uso de ensaios e controle tecnológico para avaliar seus materiais. Na prática, o que vem ocorrendo é a inexistência do controle de processo. Apesar disto, esses fabricantes conseguem vender os produtos no mercado, devido principalmente ao preço mais baixo, grande demanda e à falta de conhecimento técnico dos consumidores. Neste trabalho, objetivou-se adquirir resultados de ensaios conforme as normas técnicas, analisando e verificando se os blocos cerâmicos de vedação atendem ou não os requisitos mínimos de qualidade conforme estão descritos na ABNT NBR 15270-1:2005. Para isso, foi realizada uma pesquisa na região oeste paraense, especificamente na cidade de Santarém, com três empresas do setor oleiro-cerâmico para a coleta e análise das amostras. Os resultados dos ensaios realizados comprovam a baixa qualidade dos blocos produzidos e comercializados na cidade de Santarém, Pará. Com os objetivos atendidos, pretende-se oferecer uma fonte de pesquisa com informações técnicas sobre a qualidade de blocos cerâmicos na cidade de Santarém, alertando os consumidores sobre os cuidados na compra desse produto e informando aos fabricantes sobre as normas que devem ser utilizadas e os fatores que influenciam na produção e qualidade dos blocos.

Palavras-chave: Blocos cerâmicos. Controle tecnológico. Santarém.

ABSTRACT

The red ceramic industry in Brazil consists mostly of micro and small companies with a family organizational system, with low production capacity and low profitability, where there is an obstacle to technological innovations and organizational development. It's known that many producers are unaware of the use of testing and technological control to evaluate their materials. In practice, what has been happening is the lack of process control. Despite this, these manufacturers are able to sell the products on the market, mainly due to the lower price, high demand and the lack of technical knowledge of consumers. In this work, the objective was to acquire test results according to the technical standards, analyzing and verifying whether or not the ceramic blocks meet the minimum quality requirements as described in ABNT NBR 15270-1: 2005. For this, a survey was carried out in the western region of Pará, specifically in the city of Santarém, with three companies from the pottery sector for the collection and analysis of samples. The results of the tests carried out demonstrate the low quality of the blocks produced and marketed in the city of Santarém, Pará. The objectives of this study are to provide a research source with technical information on the quality of ceramic blocks in the city of Santarém, consumers about the care in the purchase of this product and informing the manufacturers about the standards that should be used and the factors that influence the production and quality of the blocks.

Key words: Ceramic blocks. Technological control. Santarém.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estimativa de Empresas qualificadas no PSQ até o ano de 2022.	23
Figura 2 - Secador natural sob lonas.	27
Figura 3 - Vista esquemática de um secador artificial.....	28
Figura 4 - Forno Abóboda.	29
Figura 5 - Forno Caipira.	30
Figura 6 - Forno Metálico.....	30
Figura 7 - Forno Vagão.	30
Figura 8 - Forno Holfmann.....	31
Figura 9 - Conjunto de fornos túneis.	32
Figura 10 - Amostras da Empresa A referente ao 1º e 2º lote.	34
Figura 11 - Amostras da Empresa B referente ao 1º e 2º lote.	34
Figura 12 - Amostras da Empresa C referente ao 1º e 2º lote.	34
Figura 13 - Capeamento dos blocos cerâmicos.	35
Figura 14 - Compressão axial de bloco de vedação.	35
Figura 15 - Blocos cerâmicos imersos em água por um período de 12h.....	36
Figura 16 - Montagem da EMIC DL30000N, seguido da ilustração do bloco antes e após o ensaio.	37
Figura 17 – Informações do fabricante e do produto.....	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Aceitação ou rejeição referente as características visuais.....	36
Tabela 2 - Aceitação ou rejeição referente a característica geométrica, física e mecânica.	37
Tabela 3 - Valores médios referente ao primeiro e segundo lote das empresas A, B e C.	42
Tabela 4 - Dados médios das empresas A, B e C.....	43

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Resultado do ensaio de resist. à comp. da empresa A, 1º e 2º lote.....	40
Gráfico 2 - Resultado do ensaio de resist. à comp. da empresa B, 1º e 2º lote.	40
Gráfico 3 - Resultado do ensaio de resist. à comp. da empresa C, 1º e 2º lote.	41
Gráfico 4 - Relação das empresas lote a lote.	42
Gráfico 5 - Relação das empresas A, B e C.....	43

LISTA DE ABREVIACES

ABCERAM	-	Associao Brasileira de Cermica
ABDI	-	Agencia Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABNT	-	Associao brasileira de normas tcnicas
AFEAL	-	Associao Nacional de fabricantes de esquadrias de alumnio
ANICER	-	Associao Nacional da Industria Cermica
APLs	-	Arranjos Produtivos Locais
CCB	-	Centro Cermico do Brasil
CM	-	Coordenao Modular
CNI	-	Confederao Nacional das Industrias
CP's	-	Corpos de Provas
FIEMG	-	Federao das Indstrias do Estado de Minas Gerais
INMETRO	-	Instituto Nacional de Metrologia Qualidade e Tecnologia
INT	-	Instituto Nacional de Tecnologia
IPT	-	Instituto de Pesquisas Tecnolgicas
ISO	-	International Organizations for Standardization
MME	-	Ministrio de Minas e Energias
NBR	-	Norma Brasileira Regulamentadora
PBQP-H	-	Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat
PSQ	-	Programa Setorial de Qualidade
SEBRAE	-	Servio Brasileiro de apoio s Micro e Pequenas Empresas
SENAI	-	Servio Nacional de Aprendizagem Industrial

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	15
2.1	Objetivo geral	15
2.2	Objetivos específicos	15
3	REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1	Sistema de Gestão de Qualidade ISO série 9000	16
3.2	Princípios da Qualidade	17
3.3	Normas Técnicas de Desempenho e de Coordenação Modular	19
3.3.1	Norma de Desempenho NBR 15270-1:2005	19
3.3.2	Coordenação Modular	21
3.4	Qualidade e Produtividade	22
3.5	Cerâmica no Brasil – Certificação	23
3.5.1	Importância, vantagens e benefícios da certificação	25
3.6	Fatores de interferência que prejudicam a qualidade dos produtos cerâmicos	25
3.6.1	Matéria-prima	26
3.6.2	Secagem	26
3.6.3	Queima	28
4	PROCEDIMENTO METODOLÓGICO	33
4.1	Preparação dos corpos-de-prova	33
4.1.1	Amostragem	33
4.1.2	Análise dimensional	34
4.1.3	Capeamento dos blocos	35
4.1.4	Saturação dos blocos	36
4.2	Aceitação e Rejeição	36
4.3	Execução do ensaio	37
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	38
5.1	Identificação	38
5.2	Características visuais	39
5.3	Características geométricas	39
5.4	Características mecânicas	39
5.5	Análise estatística	41
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	46
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

1 INTRODUÇÃO

A necessidade do homem de se proteger, buscar abrigo e sobreviver, remonta à pré-história. A segurança da moradia só tornou-se possível a partir do momento em que esse mesmo homem passa a utilizar materiais cerâmicos em construções e a se fixar em sua casa, sua terra e sua família.

Utilizados desde 4.000 A.C. pelo homem, os materiais cerâmicos se destacam pela sua durabilidade, além da abundância da matéria-prima (argila) utilizada. Não se sabe exatamente a época e o local de origem do primeiro tijolo. Possivelmente foram os romanos os primeiros a utilizar o produto na forma que conhecemos hoje, registrada através das ruínas desta civilização que dominava o processo de queima da argila.

Fabricados com argila e de cor avermelhada, maciços ou furados, os materiais cerâmicos, como os tijolos, hoje são amplamente usados na construção civil, em larga escala, e são conhecidos por sua alta resistência mecânica e durabilidade.

Para a Associação Brasileira de Cerâmica, materiais cerâmicos compreendem todos os materiais de emprego em engenharia ou produtos químicos inorgânicos que são utilizáveis geralmente pelo tratamento em temperaturas elevadas (ABIKO, 1988).

No Brasil, o uso de telhas cerâmicas e tijolos maciços ocorre desde o descobrimento. Inicialmente as telhas eram conformadas manualmente com mão-de-obra escrava, onde estas as moldavam nas suas pernas. Tal registro pode ser constatado através de antigas peças que apresentam a forma da estrutura óssea humana (BASTOS, 2003).

A indústria de cerâmica vermelha no Brasil é constituída em sua maioria por micro e pequenas empresas com um sistema organizacional familiar, possuindo baixa capacidade de produção e baixa rentabilidade, onde se observa um entrave a inovações tecnológicas e ao desenvolvimento organizacional.

Na busca de acompanhar a grande demanda de materiais observa-se o surgimento de novas fábricas produtoras de blocos cerâmicos. Entretanto, a abertura de novas fábricas, geralmente por pequenos empresários, ocorre, na maioria dos casos, sem o conhecimento adequado sobre o produto. Dessa forma, os produtores adotam, muitas vezes, traços sugeridos por pessoas não especializadas, produzindo blocos de qualidade inadequada, sem observância às normas técnicas pertinentes ao assunto e sem a presença de um profissional técnico na etapa de produção.

Ressalta-se, que muitos produtores desconhecem o uso de ensaios e controle tecnológico para avaliar seus materiais. Na prática, o que vem ocorrendo é a inexistência

do controle de processo. Apesar disto, esses fabricantes conseguem vender os produtos no mercado, devido principalmente ao preço mais baixo, grande demanda e à falta de conhecimento técnico dos consumidores.

Nos últimos anos, a indústria da construção civil tem passado por diversas mudanças para sobreviver em um mercado mais exigente e competitivo. O surgimento de exigências relacionadas à qualidade das obras levou as empresas de construção a implantarem Sistemas de Gestão da Qualidade e com isso, efetuarem parcerias com fornecedores mais qualificados que comercializam produtos em conformidade de materiais e componentes como blocos cerâmicos.

Trabalhar com qualidade tornou-se o fator mais significativo, conduzindo empresas nos mercados nacional e internacional ao êxito organizacional e ao crescimento. Pode-se dizer que nos últimos anos a qualidade tornou-se estratégia de empresas que tinham como objetivo principal o aumento da competitividade e até mesmo da sobrevivência no mercado.

A busca por certificação do tipo ISO 9000 e a implantação de sistemas de gestão de qualidade (SGQ), tornou-se comum por parte das empresas, que atualmente procuram produzir produtos com qualidade, visando a minimização de desperdício e o melhor aproveitamento das matérias-primas utilizadas.

Pichi (1993) afirma que a competição entre empresas aumenta e os consumidores, com mais opções, tornam-se cada vez mais exigentes com a qualidade do produto. Neste intenso movimento, crescem as atenções quanto à qualidade (que num conceito moderno encontra-se sempre associada à produtividade), apontada como fator decisivo da competitividade.

Assim, as empresas fornecedoras de materiais para construção necessitam acompanhar esta evolução, produzindo unidades que cumpram as normas e especificações do produto, visando sempre a satisfação do cliente.

Sabe-se, que já vem sendo realizadas pesquisas nesta área, envolvendo fornecedores da indústria ceramista local junto com institutos de pesquisa e/ou universidades, no intuito de solucionar problemas e aumentar o padrão de qualidade dos produtos finais das olarias, como é o caso dos estados de São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. No entanto, no estado do Pará ainda são poucas as pesquisas realizadas nesta área.

Desse modo, tornam-se necessárias pesquisas que avaliem a qualidade dos blocos cerâmicos disponíveis nos mercados, como os da cidade de Santarém, para a avaliação da

conformidade desse material e, a partir dessas informações, identificar a qualidade do setor de produção local de blocos cerâmicos.

Motivados pela demanda e pelos dados apresentados, é fundamental os estudos relacionados a esta área. Com trabalho, objetiva-se, adquirir resultados de ensaios conforme as normas técnicas, analisando e verificando se os blocos cerâmicos de vedação atendem ou não os requisitos mínimos de qualidade conforme estão descritos na ABNT NBR 15270-1:2005, que trata dos componentes cerâmicos, mais especificamente os blocos cerâmicos de vedação do tipo comum.

Com esses objetivos atendidos, pretende-se oferecer uma fonte de pesquisa com informações técnicas sobre a qualidade de blocos cerâmicos na Cidade de Santarém, alertando os consumidores sobre os cuidados na compra desse produto e informando aos fabricantes sobre as normas que devem ser utilizadas e os fatores que influenciam na produção e qualidade dos blocos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a qualidade dos blocos cerâmicos de vedação produzidos e comercializados na cidade de Santarém no estado do Pará.

2.2 Objetivos específicos

- Verificar se os blocos fabricados estão conforme as especificações da norma regulamentadora NBR 15270-1:2005;
- Determinar as características mecânicas dos blocos cerâmicos de vedação.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Sistema de Gestão de Qualidade ISO série 9000

Sistema de Gestão da Qualidade é, segundo Maranhão (2001), um conjunto de regras mínimas, implementado de forma adequada, com o objetivo de orientar cada parte da empresa para que execute de maneira correta e no tempo devido a sua tarefa, em harmonia com as outras, estando todas direcionadas para o objetivo comum da empresa: ser competitiva (ter qualidade com produtividade).

O grande erro da implementação da ISO série 9000 é fazer da certificação o maior objetivo. Na realidade, o objetivo principal da implementação do Sistema de Gestão da Qualidade deve ser a melhoria da qualidade e da competitividade, com consequente aumento da lucratividade, ou seja, a certificação deve ser utilizada como uma ferramenta para a melhoria do processo. Quando uma empresa resolve participar de um programa de implementação do Sistema de Gestão da Qualidade, a certificação deve ser a consequência e não o foco do projeto.

As normas ISO série 9000 foram criadas em 1987 e logo na sua primeira revisão, tornou-se a versão NBR ISO 9000:1994 que era constituída de uma série de cinco normas internacionais, sobre o gerenciamento e a garantia da qualidade, que compreendia a NBR ISO 9000 (Padrões da garantia e gerenciamento da qualidade para seleção e uso), NBR ISO 9001 (Modelo de sistemas de qualidade para garantia da qualidade em projeto, desenvolvimento, produção, instalação e serviços), NBR ISO 9002 (Modelo de sistemas de qualidade para garantia da qualidade em produção e instalações), NBR ISO 9003 (Modelo de sistemas para garantia da qualidade no teste e inspeção final) e NBR ISO 9004 (Gerência da qualidade e diretrizes dos elementos de sistema de qualidade).

No ano de 2000 a NBR ISO 9001 sofreu uma revisão na qual as Normas NBR ISO 9001, NBR ISO 9002 e NBR ISO 9003 foram convertidas para a NBR ISO 9001 funcionando como a única certificadora do sistema de gestão da qualidade.

A NBR ISO 9001:2000 é a norma que especifica os requisitos mínimos necessários para uma organização implementar um sistema de gestão da qualidade, visando melhorar sua competitividade. O objetivo principal dessa norma é atender os requisitos dos clientes com eficácia, ou seja, o foco é a satisfação do cliente.

Esta norma considera obrigatória a elaboração dos seguintes procedimentos:

- Manual da Qualidade (política da qualidade e objetivos da qualidade)
- Controle de documentos
- Controle de registros
- Auditoria interna
- Controle de produto não - conforme
- Ação corretiva
- Ação preventiva

Segundo Szyszka (2001) o certificado do tipo ISO 9000 pode ajudar a estabelecer as credenciais da organização como um parceiro sério para clientes potenciais, especialmente quando fornecedor e consumidor estão geograficamente distantes, como num contexto de exportação. Da mesma forma, milhares de empresas no contexto internacional têm buscado implementar as diretrizes da NBR ISO 9001:2000 a fim de aumentar a efetividade de suas operações. Nesse caso, têm utilizado a NBR ISO 9001:2000 como uma estrutura para contínuas melhorias em suas operações internas.

3.2 Princípios da Qualidade

Maranhão (2001) afirma que as empresas bem-sucedidas nada mais fazem que trabalhar com qualidade.

A ISO série 9000, estabelece oito princípios da qualidade. A ausência destes princípios pode criar sérias barreiras à competitividade.

1. Foco no Cliente

As empresas devem atender às necessidades atuais e futuras dos clientes, atingindo ou superando suas expectativas. Pode ser considerado como a base de tudo, uma vez que sem clientes, não há negócio.

2. Liderança

Os líderes estabelecem os objetivos e o rumo da empresa. É importante que criem um ambiente interno no qual as pessoas possam se tornar engajadas na obtenção dos objetivos. É fundamental no sucesso de uma equipe. Sem liderança, nenhum agrupamento se sustenta quando exposto a situações adversas.

3. Engajamento das pessoas

As pessoas, em todos os níveis, são a essência de uma organização. O efetivo engajamento dessas pessoas permite a utilização das suas habilidades para o benefício da empresa.

4. Abordagem de processos

Um resultado melhor é alcançado quando as atividades e os recursos são gerenciados como processos. Numa empresa do setor oleiro-cerâmico, por exemplo, cada fase do processo produtivo é definida como um processo, definido por uma entrada, uma transformação com agregação de valor e uma saída. A saída de um processo é a entrada para o processo seguinte.

5. Abordagem sistêmica para a gestão

É uma decorrência do princípio 4. Não basta ver cada atividade como um processo, é essencial que estes processos estejam integrados de forma perfeitamente harmônica.

6. Melhoria contínua

A melhoria deve ser um objetivo permanente, pois nada é tão bom que não possa ser melhorado. É possível e necessário melhorar por pelo menos dois motivos:

- As necessidades e expectativas dos clientes evoluem sempre. Se a empresa não melhorar o seu produto, o cliente ficará insatisfeito e deixará de ser fiel.
- A concorrência, muito provavelmente, estará trabalhando para nos superar ou manter a liderança.

7. Tomada de decisão baseada em fatos

As decisões devem ser tomadas baseadas na análise de dados e informações concretas. Você só consegue gerenciar aquilo que é medido, portanto, quantificar os processos é a melhor forma de eliminar a subjetividade das avaliações. Este princípio se refere basicamente aos indicadores da qualidade.

8. *Benefícios mútuos nas relações com os fornecedores*

As negociações com os fornecedores devem ser benéficas para ambas às partes. Um negócio no qual uma das partes (fornecedor ou cliente, aquele que for mais poderoso) estrangula a outra não é interessante. Neste tipo de negociação predatória, há uma solução, mas há também uma grande insatisfação da parte perdedora, que interrompe o relacionamento, ou, pelo menos, cria insatisfação e sentimento de revanche.

3.3 Normas Técnicas de Desempenho e de Coordenação Modular

As normas técnicas buscam introduzir padrões e quesitos que permitam mensurar o desempenho dos produtos cerâmicos em diversos aspectos. Desse modo, o que se pretende com essas normas é atestar e assegurar a qualidade e o desempenho do produto para o cliente.

No Brasil, o uso tradicional de produtos cerâmicos de baixa qualidade, motivado no passado pela falta de exigência dos construtores e consumidores, está rapidamente sendo superado. Projetistas, construtores e consumidores, agora cada vez mais alinhados a mercados globalizados e mais exigentes, demandam dos fabricantes produtos de maior qualidade, inclusive aderentes às normas técnicas.

3.3.1 Norma de Desempenho NBR 15270-1:2005

A ABNT NBR 15270-1 foi elaborada no Comitê de Construção Civil (ABNT/CB-02), pela Comissão de Estudo de Componentes Cerâmicos (CE-02:101.01).

Esta Norma, sob o título geral “Componentes Cerâmicos”, tem previsão de conter os itens abaixo.

- *ABNT NBR 15270-1: Componentes Cerâmicos – Parte 1: Componentes Cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos;*
- *ABNT NBR 15270-2: Componentes Cerâmicos – Parte 2: Componentes Cerâmicos para alvenaria estrutural – Terminologia e requisitos;*
- *ABNT NBR 15270-3: Componentes Cerâmicos – Parte 3: Blocos cerâmicos Métodos de ensaio;*

Esta norma cancela e substitui as ABNT NBR 7171:1992 e ABNT NBR 8042:1992, antigas normas que contemplavam a regulamentação de componentes cerâmicos.

- ***Requisitos gerais da NBR 15270-1:2005***

Atualmente, com a competitividade, globalização e exigências cada vez mais crescentes do mercado, a normalização é utilizada cada vez mais como um meio para se alcançar à redução de custo da produção e do produto final, mantendo ou melhorando sua qualidade.

- 1) *Fabricação*

O bloco cerâmico de vedação deve ser fabricado por conformação plástica de matéria-prima argilosa, contendo ou não aditivos, e queimados a elevadas temperaturas.

- 2) *Identificação*

O bloco cerâmico de vedação deve trazer, obrigatoriamente, gravado em uma das suas faces externas a identificação do fabricante e do bloco, em baixo relevo ou reentrância, com caracteres de no mínimo 5 mm de altura, sem que prejudique seu uso. Nesta inscrição deve constar no mínimo a identificação da empresa, e as dimensões de fabricação em centímetro, na sequencia largura (L), altura (H) e comprimento (C), na forma (L x H x C), podendo ser suprimida a inscrição da unidade de medida em centímetros.

- 3) *Unidade de comercialização*

Para fins de comercialização, a unidade a ser utilizada é o milheiro.

- 4) *Características visuais*

Em relação às características visuais os blocos cerâmicos de vedação não devem apresentar defeitos sistemáticos, tais como superfícies irregulares, quebras ou deformações que impeça o seu emprego na função especificada.

- 5) *Características geométricas*

Os blocos cerâmicos de vedação devem ser fabricados de forma a respeitar as características geométricas, sua forma deve possuir a de um prisma reto, sendo admitida uma variação máxima individualmente para cada face de até 5 mm. Admite-se a existência de flecha máxima de 3 mm, aceita-se a existência de desvio em relação ao esquadro de no máximo 3 mm por peça isolada. A espessura dos septos dos blocos cerâmicos de vedação deve ser de no mínimo 6 mm e a das paredes externas no mínimo 7 mm. Blocos que apresentem ranhuras, as medidas devem ser feitas no interior das destas.

6) *Características mecânicas*

As características mecânicas são determinadas pela resistência à compressão. Os blocos cerâmicos de vedação devem atingir o valor do requisito mínimo que a norma NBR 15270-1:2005 exige, \geq à 1,5 MPa para blocos com furos na horizontal, e para blocos usados com furos na vertical deve ser \geq à 3,0 MPa.

7) *Características físicas*

As características físicas dos blocos cerâmicos de vedação são definidas pela massa seca e índice de absorção d'água que segundo as determinações da NBR 15270-1:2005 devem estar entre 8% e 22%.

3.3.2 Coordenação Modular

A norma de Coordenação Modular (ABNT NBR 15873:2010 – Coordenação Modular para Edificações – Termos e Definições) pode trazer diversos benefícios para o setor da construção civil. Seu objetivo principal é modular uma medida padrão dos componentes e produtos, facilitando assim o uso desses produtos nas construções. Os sistemas e componentes teriam medidas padronizadas, de forma industrial e compatibilizados desde o projeto. Assim, busca-se reduzir os resíduos e evitar desperdício de materiais nas construções, o que conseqüentemente geraria economias significativas.

Um entrave para que essa medida se generalize no país é o fato de muitas empresas ainda não possuírem as medidas certas de seus produtos, inviabilizando, assim, a padronização. Estudo realizado pela ABDI em 2010 mostrou que somente os segmentos de painéis de gesso e blocos de concreto já estavam totalmente aderentes à norma e

praticando correntemente a CM em seus produtos. Na ocasião, a avaliação para o segmento de cerâmica vermelha foi de aderência/prática parcial, havendo necessidade de compatibilização.

Segundo a Anicer, esforços contínuos têm sido empreendidos pelo setor para atender integralmente, não somente à norma de CM, mas também à de desempenho e dos quesitos relativos à sustentabilidade. As grandes evoluções dos indicadores do PSQ atestam os ótimos resultados desses esforços.

Segundo Afeal (2010), a velocidade da implantação irá depender de diversas negociações, uma delas é que, chegará o momento que bancos como a Caixa Econômica Federal só irá financiar obras coordenadas modularmente. Portanto, não há um momento específico definido para termos a coordenação modular completamente estabelecida. É um processo com certa complexidade e adaptação gradual da indústria, assim como aconteceu com o PBQP-H.

3.4 Qualidade e Produtividade

Dado o aumento da concorrência no mercado de cerâmica, tornou-se cada vez mais necessário que as empresas do setor obtenham certificações e se adequem a normas de qualidade para que possam ter uma melhor posição no mercado.

Atualmente, o principal programa de certificação para empresas cerâmicas é o Programa Setorial de Qualidade (PSQ), do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H).

O PSQ, realizado pela Anicer, tem auxiliado muito as empresas a adquirirem essa certificação. Segundo o programa, um produto com a qualidade certificada permite:

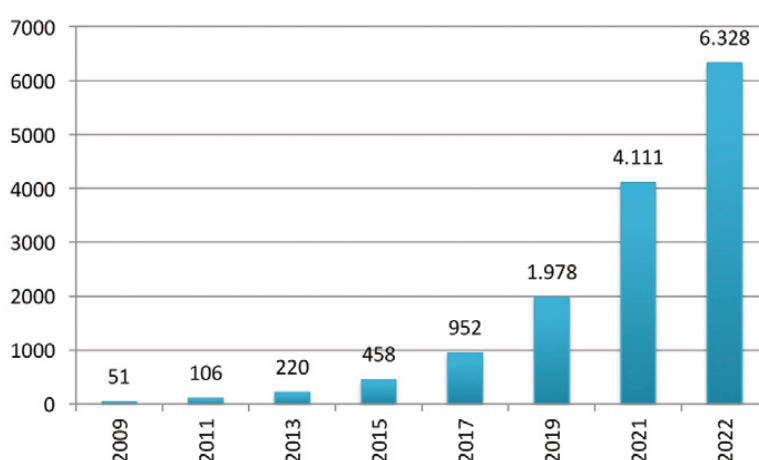
- 1) Modulação na construção;
- 2) Redução de perdas no processo produtivo;
- 3) Maior eficiência energética;
- 4) Maior durabilidade do produto e das construções;
- 5) Melhor aproveitamento da mão de obra;
- 6) Redução do volume de transporte para redistribuição de material.

De acordo com o MME (2011a), em 2010 o segmento de cerâmica teve um aumento de 70% de empresas qualificadas no PSQ de blocos cerâmicos e de 57% de

empresas qualificadas no programa de telhas cerâmicas. No entanto, é um número baixo comparado ao cenário de 6.900 empresas existentes no Brasil. Segundo Luís Lima, presidente da Anicer, entre 2009 e 2011 houve um aumento de 107% nas qualificações, totalizando 106 cerâmicas no Programa Setorial de Qualidade.

Dados mais recentes divulgado pela a Anicer, em 2013 o número de empresas qualificadas atingiu 220 empresas, atendendo as expectativas. Com esse ritmo de crescimento, espera-se que o setor esteja totalmente qualificado até o ano de 2022. A figura 1 detalha o ritmo de crescimento esperado para os próximos anos.

Figura 1 - Estimativa de Empresas qualificadas no PSQ até o ano de 2022.



Fonte: Anicer, 2013.

Contudo, é importante ressaltar que esse ritmo é lento por causa da força da concorrência interna e dos produtos substitutos.

3.5 Cerâmica no Brasil – Certificação

O Centro Cerâmico do Brasil (CCB) é um Organismo de Avaliação da Conformidade acreditado junto ao INMETRO, desde 1996, para a certificação de produtos (desde 1996) e de Sistema de Gestão da Qualidade (1998).

Desde a sua fundação em 1993, tem exercido papel fundamental no desenvolvimento tecnológico e da qualidade de produtos da indústria cerâmica brasileira. Seu escopo de atuação abrange a certificação de:

- 1) Placas cerâmicas para revestimentos;

- 2) Telhas Cerâmicas;
- 3) Blocos Cerâmicos;
- 4) Telhas de Concreto;
- 5) Argamassas de Rejuntamento;
- 6) Porcelanato e pastilhas de porcelana;
- 7) Sistema de Gestão da Qualidade.

Segundo o CCB, o procedimento de obtenção de uma certificação se inicia quando uma empresa solicita a certificação ao órgão por meio do envio de um formulário de solicitação, contendo informações sobre a empresa, seus processos de fabricação, catálogo, memoriais descritivos e normas técnicas aplicáveis. A partir desse documento, o CCB avalia a viabilidade de se emitir uma certificação e envia à empresa uma proposta técnica comercial.

Caso aceite a proposta e deseje continuar com o processo, a empresa então passará por uma auditoria na unidade fabril e realização de testes dentro da fábrica e em laboratório cadastrados de amostras dos produtos fabricados. Segundo Paschoal (2003), essa certificação ocorre segundo o modelo nº 05 da *International Organizations for Standardization* (ISO).

A certificação de um produto ou de um sistema de gestão da qualidade é um processo de avaliação da conformidade que consiste em atestar que um produto, processo, serviço ou profissional atende a requisitos mínimos pré-definidos em normas, especificação ou regulamentos técnicos, nacional ou internacional. Esta avaliação da conformidade significa afirmar que foi implementado um processo sistematizado, com regras pré-estabelecidas e devidamente acompanhado, que propicia um adequado grau de confiança, com o menor custo possível para a sociedade.

Existem dois tipos distintos de certificação: compulsória ou voluntária. É considerada compulsória quando o órgão regulador (INMETRO) estabelece que o produto possa oferecer algum risco a segurança do consumidor, ao meio ambiente ou um desempenho inadequado que cause prejuízo econômico a sociedade, como por exemplo, brinquedos, extintores de incêndio, fios e cabos elétricos entre outros. A certificação voluntária parte de uma decisão da empresa fabricante no intuito de agregar valor ao produto como, por exemplo, os revestimentos cerâmicos, blocos e telhas cerâmicas, blocos e telhas de concreto, ferramentas, rodas automotivas e etc.

3.5.1 Importância, vantagens e benefícios da certificação

A certificação é uma ferramenta fundamental para as organizações que desejam obter destaque no cenário nacional e internacional, pois há uma preocupação com a adequação a determinada norma, especificação ou regulamento. A certificação cria um diferencial competitivo frente aos concorrentes.

A certificação se configura como uma forma de colocar as coisas em seus devidos lugares de maneira sistêmica. Desta forma, ajuda as empresas a entenderem o que se passa internamente, como realmente funcionam e, de certa forma, orientam como devem tratar seus processos, suas não-conformidades e as ações que devem ser executadas para que estas não-conformidades não venham a ocorrer novamente. Também ajuda as empresas a desenvolverem um apreço maior por seus clientes, auxilia no desenvolvimento de lideranças e contribui muito para o envolvimento das pessoas.

A certificação implica em uma grande mudança cultural dentro da organização, sendo fundamental e necessário a participação das pessoas/colaboradores da empresa.

Resumidamente, os benefícios trazidos pelos processos da certificação são inúmeros, dentre eles, destacamos:

- Garantia que o produto ou o sistema atendem às normas vigentes no país;
- Condição essencial para exportação para diversos mercados;
- Redução das perdas no processo produtivo e melhoria de sua gestão;
- Mobilização de pessoas em torno de um objetivo comum;
- Oportunidade para alavancar a imagem da empresa;
- Diferenciação dos produtos em relação a seus concorrentes;
- Aumento da satisfação dos clientes;
- Maior credibilidade e competitividade dos produtos junto aos clientes;
- Diminuição de controles e avaliações por parte de seus clientes.

3.6 Fatores de interferência que prejudicam a qualidade dos produtos cerâmicos

O processo produtivo da indústria cerâmica, desde a extração da matéria-prima à estocagem devem ser executados de forma cuidadosa e atenciosa, apesar de ser um processo aparentemente simples, quaisquer más abordagens de um dos passos podem implicar na baixa qualidade do produto final.

Além do processo produtivo, a tecnologia empregada na indústria também tem um papel fundamental na qualidade do produto.

Podemos destacar três pontos que influenciam diretamente na qualidade do produto. O primeiro está ligado a matéria-prima (preparação da argila), o segundo e terceiro, ao processo, (secagem e queima).

3.6.1 Matéria-prima

É recomendado pela literatura que seja coletado uma pequena amostra para ensaio de resíduo, sendo que este ensaio deve contemplar a primeira e última carga, para verificar se houve alguma mudança significativa na extração. É muito mais fácil identificar um problema em campo do que após a secagem ou queima.

Além do ensaio de resíduo ou caracterização da argila, é importante que a argila passe por um período de descanso para melhorar os resultados na conformação do produto final. O armazenamento da argila implica diretamente com a qualidade da massa, é indicado que esse armazenamento seja feito de maneira sistemática, distribuindo em pequenos lotes cobertos com uma lona plástica para acelerar o processo de decomposição da matéria orgânica e sais solúveis. A matéria-prima deve ser armazenada em camadas para facilitar a mistura no momento de sua retirada das pilhas de estocagem.

A produção de uma boa massa cerâmica é um passo essencial para obtenção de um produto de alta qualidade, redução de perdas e conseqüentemente melhoria do desempenho ambiental do processo.

Uma massa bem preparada pode gerar grandes benefícios como (FIEMG, 2009):

- Mais de 35% de economia do consumo de energia;
- Acréscimo de 25% na produtividade;
- Redução de cerca de 40% dos índices de deformação;
- Melhor qualidade do produto final.

3.6.2 Secagem

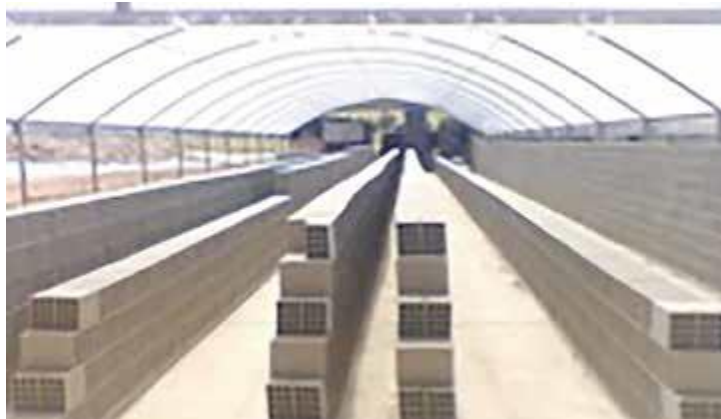
A secagem pode ser natural, procedida de forma lenta, sob a ação do tempo ou com as peças dispostas em posição horizontal em prateleiras cobertas, estabelecendo-se um processo natural mais controlado, porém ainda lento. Para aumentar a produção,

reduzir as perdas e melhorar a qualidade, é preciso adotar processos de secagem artificial. Os secadores podem ser dos tipos contínuo e estático. Secadores estáticos costumam ser de pequeno ou médio porte e são mais aplicados na fabricação de telhas, peças especiais ou de grande porte. Secadores contínuos são equipamentos de maior porte, nos quais os produtos ficam em movimento; envolvem alta complexidade de ajuste operacional, considerando-se a dificuldade de regulagem adequada dos pontos da curva de secagem (temperatura e umidade).

a) Secadores Naturais

A secagem natural pode ser realizada de diversas maneiras, porém, sempre dependente do fator climático, a figura 2 demonstra uma dessas maneiras de secagem natural, pode-se observar a maneira que os blocos cerâmicos são dispostos, recebendo a irradiação solar.

Figura 2 - Secador natural sob lonas.



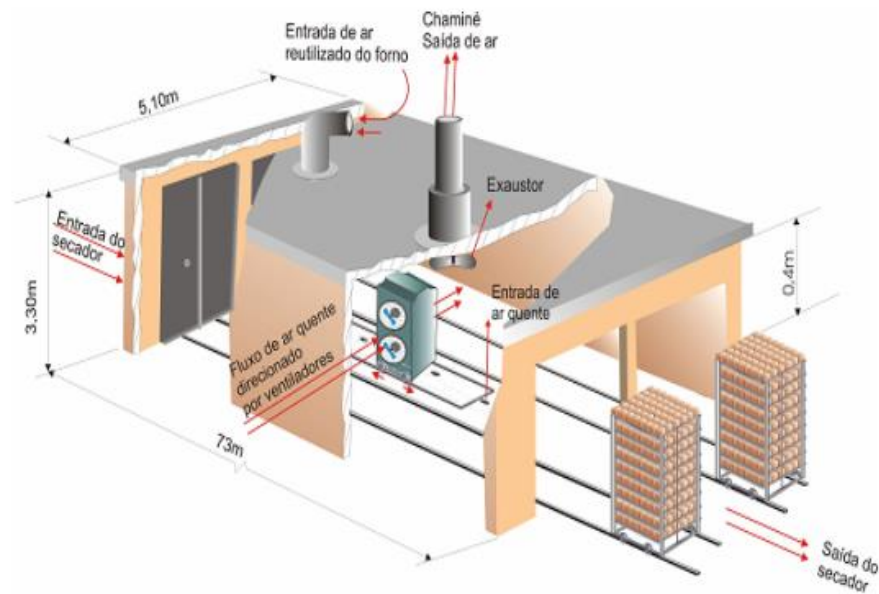
Fonte: FIEMG.

- **Vantagens:** Menor custo com geração de calor, favorece os locais em que as condições são mais favoráveis.
- **Desvantagens:** Tempo elevado de secagem, baixa produção, dependência do fator climático e pode afetar a qualidade das peças caso o processo não seja bem controlado.

b) Secadores Artificiais

A secagem artificial é dependente de uma fonte geradora de calor, a fonte de calor utilizada nesse tipo de secagem é proveniente do calor gerado nos próprios fornos quando ligados, havendo nesse caso uma interligação entre o processo de secagem e queima.

Figura 3 - Vista esquemática de um secador artificial.



Fonte: FIEMG.

- **Vantagens:** Menor tempo de secagem, maior produtividade, redução de perdas, melhoria da qualidade das peças.
- **Desvantagens:** Custo com geração de calor, requer mais conhecimento técnico do operador e exige equipamentos e controle, como termômetros e higrômetros.

3.6.3 Queima

Nessa operação as peças adquirem suas propriedades finais. Esse tratamento térmico é responsável por uma série de transformações físico-químicas das peças como: perda de massa, desenvolvimento de novas fases cristalinas, formação de fase vítrea e a soldagem (sinterização) dos grãos. Os produtos são submetidos a temperaturas elevadas, que para a maioria dos produtos situa-se entre 800° C a 1.000° C, em fornos contínuos ou intermitentes

A seleção do melhor forno depende da eficiência de produção desejada, do investimento necessário e combustível utilizado.

O forno é o equipamento fundamental da indústria cerâmica, sendo que o avanço desta última se deu graças ao aperfeiçoamento deste equipamento (Bustamante, 2000). Os fornos empregados na indústria de cerâmica vermelha podem ser classificados em dois grandes grupos: fornos intermitentes e fornos contínuos.

a) Fornos Intermitentes

O emprego destes tipos de fornos ainda é muito comum na indústria de cerâmica vermelha brasileira (Santos, 2001). Eles funcionam num regime de carga-queima-descarga, não permitindo continuidade na produção, ou seja, a carga a ser aquecida é colocada em uma determinada posição e permanece estática até alcançar uma determinada temperatura, sendo depois resfriada até a temperatura ambiente e então retirada. Esses fornos apresentam em sua maioria pontos positivos, como: um baixo custo de implantação, fácil construção e operação e um bom desempenho com qualquer tipo de combustível. Mas por outro lado, apresentam uma baixa produtividade, alto percentual de perdas, irregularidades na queima, entre outros fatores.

Os fornos intermitentes mais empregados na indústria oleira-cerâmica brasileira, são: Forno Abóboda, Forno Paulistinha, Forno Metálico, Forno Caipira e Forno Vagão.

Figura 4 - Forno Abóboda.



Figura 5 - Forno Caipira.



Figura 6 - Forno Metálico



Figura 7 - Forno Vagão.



b) Fornos Contínuos

O processo de sinterização nos fornos contínuos é realizado ininterruptamente para carregamento ou descarga das peças. Nestes fornos, enquanto um lote de peças está chegando ao final da queima, outra quantidade semelhante está iniciando o processo, ou seja, há continuidade do mesmo.

Estes fornos destacam-se no quesito de melhor qualidade do produto final, são modernos e eficientes no consumo de energia, proporcionam um melhor conforto para os trabalhadores que o operam e são de fácil operação na carga e descarga, uma vez que são fornos automatizados. Seus pontos negativos são: apresentam um elevado custo na construção, exige grande conhecimento técnico para sua operação, exige também um volume de produção contínuo e seu resfriamento que ocorre de maneira rápida, pode ocasionar trincas no produto final. Os fornos contínuos mais empregados no setor oleiro-cerâmico são, os fornos Holfmann e os fornos túnel.

Figura 8 - Forno Holfmann.



Fonte: ABCERAM.

Figura 9 - Conjunto de fornos túneis.



Fonte: ABCERAM.

4 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

A pesquisa foi realizada na região oeste paraense, especificamente na cidade de Santarém, com 3 empresas do setor oleiro-cerâmico para a coleta das amostras. A princípio foi realizada uma busca, junto ao sindicato dos ceramistas, sobre o número de empresas atuantes no território. Apesar, do sindicato não possuir nenhum site oficial que disponibilize informações ou mesmo documentos oficiais, no último levantamento feito, a cidade de Santarém possui 23 empresas vinculadas ao sindicato e 15 não vinculadas, totalizando um número de 38 empresas dentro do município.

Ressalta-se, que somente as empresas vinculadas ao sindicato foram selecionadas para este estudo. Buscou-se, trabalhar com uma amostragem de 1/3 destas empresas para a coleta e realização dos ensaios clínicos em blocos cerâmicos de vedação do tipo comum.

Apenas três empresas concordaram com o estudo, sendo que somente uma, de fato, apresentou interesse, por parte do proprietário, nos resultados e em estreitar relações com a universidade, afim de incentivar pesquisas nesta área ainda pouco explorada na região. A coleta dos blocos cerâmicos foi realizada no dia 26 de julho de 2017.

Foram ensaiados blocos cerâmicos com dimensões de fabricação em centímetros, na sequência largura (L), altura (H) e comprimento (C), na forma (L x H x C), sendo os blocos com dimensões de 9 x 14 x 19 referente as empresas A e B e 9 x 14 x 21 referente a empresa C. Todos os procedimentos foram realizados de acordo com a NBR 15270-1:2005, norma esta que está em vigor.

4.1 Preparação dos corpos-de-prova

Os corpos-de-prova foram recebidos, identificados, limpos, retirado suas rebarbas e colocados em ambiente protegido para preservar suas características.

4.1.1 Amostragem

A coleta das amostras foi realizada de acordo com a norma NBR 15270-1:2005 no item 7.4, onde foram selecionados 13 Blocos cerâmicos de vedação retirados aleatoriamente de um lote contendo 1000 (um milheiro). Para ter maior confiabilidade nos resultados, foram ensaiados 2 lotes de cada empresa. A figura 2, 3 e 4, contemplam as amostras da empresa A, B e C, numeradas após o capeamento, onde as amostras de 1 a 13 correspondem ao primeiro lote e as amostras 14 a 26 ao segundo lote.

Figura 10 - Amostras da Empresa A referente ao 1º e 2º lote.



Fonte: Autor, 2017.

Figura 11 - Amostras da Empresa B referente ao 1º e 2º lote.



Fonte: Autor, 2017.

Figura 12 - Amostras da Empresa C referente ao 1º e 2º lote.



Fonte: Autor, 2017.

4.1.2 Análise dimensional

Foram tabeladas as dimensões da largura, altura e comprimento de cada bloco com auxílio de uma trena.

4.1.3 Capeamento dos blocos

Para que as imperfeições dos blocos não interfiram no resultado do ensaio, foi feito o capeamento dos blocos. Segundo a norma, este procedimento pode ser realizado com uma argamassa ou cimento. Os corpos-de-prova foram preparados de acordo com o item C.4.3 da NBR 15270-3.

O primeiro passo nessa etapa, foi cobrir com argamassa uma placa plana indeformável recoberta com uma folha de papel umedecida de acordo com a figura 5.

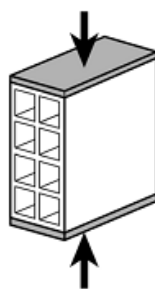
Figura 13 - Capeamento dos blocos cerâmicos.



Fonte: Autor, 2017.

Em seguida, foi aplicado à face destinada ao assentamento (sobre a argamassa) pressão manual suficiente para fazer refluir a argamassa interposta, de modo a reduzir a espessura no máximo a 3 mm. O excesso de argamassa foi retirado com o auxílio de uma espátula após o seu endurecimento. Finalizando, repetiu-se os passos anteriores na face oposta do bloco, obtendo assim, um corpo-de-prova com duas faces de trabalho devidamente regularizadas de acordo com a figura 6.

Figura 14 - Compressão axial de bloco de vedação.



Fonte: ABNT NBR 15270-3:2005.

4.1.4 Saturação dos blocos

A saturação foi realizada de acordo com o ponto f), ainda do item C.4.3 da NBR 15270-3.

Após o endurecimento das camadas de capeamento, imergiu-se os corpos-de-prova em água com duração mínima de 6 h (representação na figura 7).

Figura 15 - Blocos cerâmicos imersos em água por um período de 12h.



Fonte: Autor, 2017.

4.2 Aceitação e Rejeição

A NBR 15270-1:2005 impõe critérios de aceitação e rejeição do lote, tanto para as características visuais, quanto para as características geométricas, físicas e mecânicas. A tabela 1 detalha os critérios referente as características visuais, seguido da tabela 2, que detalha os critérios de aceitação e rejeição referente as características geométricas, físicas e mecânicas.

Tabela 1 - Aceitação ou rejeição referente as características visuais.

Nº de blocos constituintes	Nº de blocos constituintes	Unidades não-conformes			
		1ª Amostragem		2ª Amostragem	
1ª Amostragem	2ª Amostragem	Nº de aceitação	Nº de rejeição	Nº de aceitação	Nº de rejeição
13	13	2	5	6	7

Fonte: NBR 15270-1:2005.

Tabela 2 - Aceitação ou rejeição referente a característica geométrica, física e mecânica.

Nº de blocos constituintes	Unidades não-conformes	
	Nº para aceitação do lote	Nº para rejeição do lote
13	2	3

Fonte: NBR 15270-1:2005.

4.3 Execução do ensaio

A execução do ensaio ocorreu de acordo com o item C.4.4 da NBR 15270-3. Utilizou-se uma máquina EMIC DL30000N com célula de carga de 2000 KN para a realização total do ensaio. A máquina foi regulada para que a tensão aplicada sobre os blocos, se elevasse progressivamente à razão de $0,05 \pm 0,01$ MPa/s, tensão esta, determinada pela norma.

Vale ressaltar que todas as 78 amostras foram ensaiadas na condição saturada, onde as mesmas ficaram submersas em água por um período de 12 horas. O ensaio foi realizado de modo que a carga aplicada sobre os mesmos, ocorreu na direção do esforço que o bloco deve suportar durante o seu emprego, isto é, perpendicular ao seu comprimento e na face destinada ao assentamento. Os blocos foram colocados na prensa de modo que o seu centro de gravidade estivesse no eixo de carga dos pratos da prensa.

O arranjo experimental representado pela figura 8, demonstra como os corpos-de-prova foram ensaiados.

Figura 16 - Montagem da EMIC DL30000N, seguido da ilustração do bloco antes e após o ensaio.



Fonte: Autor, 2017.

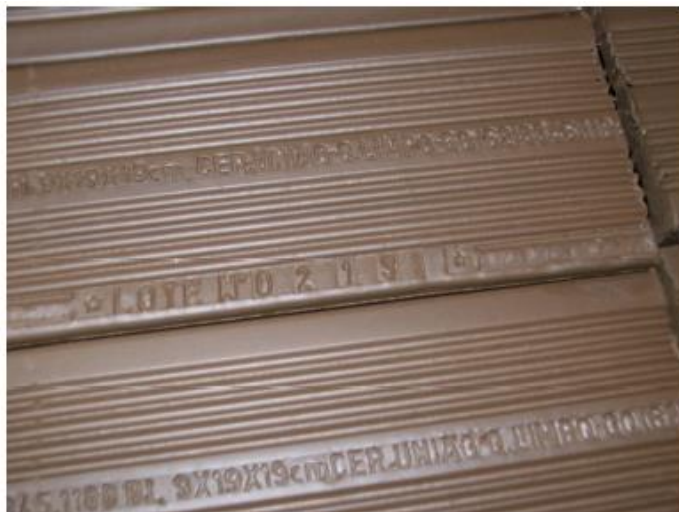
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Identificação

Já no primeiro ensaio realizado, o ensaio visual, não foi possível identificar a rastreabilidade do fabricante, tendo em vista que, os blocos cerâmicos de vedação com furos redondos na horizontal do tipo comum fabricados na região não contam com um controle de qualidade credenciado. Assim, os mesmos não possuem a marca do fabricante e o registro das especificações técnicas previsto em norma.

Conforme as informações da NBR 15270-1:2005, descritas no item 3.3.1 deste trabalho, os blocos cerâmicos devem apresentar informações de acordo com a figura 9.

Figura 17 – Informações do fabricante e do produto.



Fonte: Medeiros (2006).

Desta forma, o primeiro e segundo lote das empresas A, B e C avaliados neste trabalho, não atenderam a norma, das 78 amostras nenhuma apresentou as informações necessárias de identificação.

Geralmente as empresas que não possuem certificação, são em sua maioria, advindas de estruturas rudimentares para essa atividade, de caráter familiar passada de geração para geração. A maioria dessas empresas não possui uma estrutura adequada, sendo prioridade a produção, não havendo preocupação com investimento em programas de qualidade. Este fato explicaria a baixa qualidade dos blocos analisados e principalmente a falta de adequação à norma.

5.2 Características visuais

As amostras das empresas A, B e C, tanto no primeiro quanto segundo lote, apresentaram um número de peças não-conformes superior a 8 unidades e os lotes já poderiam ser rejeitados. Os critérios de aceitação e rejeição determinados pela NBR 15270-1:2005, estão descritos neste trabalho no item 4.2, onde está detalhado o número de peças necessários para aceitação e/ou rejeição do lote.

Não conformidades como trincas e deformações prejudicam a utilização da peça, impossibilitando seu emprego de forma correta.

5.3 Características geométricas

Neste quesito, não foi executado um ensaio completo, foram tabelados apenas os dados da altura, largura e comprimento, restando a coleta de dados referente as espessuras das paredes interna e externa e dos septos.

A não execução desses passos, ocorreu devido que o objetivo do trabalho se restringe as características mecânicas dos blocos, não havendo a necessidade da medição das paredes e septos.

Vale ressaltar que mesmo não coletando dados referente aos septos e paredes interna e externa, foi constatado na inspeção visual, deformações nesses itens em uma grande parcela dos blocos analisados, o que provavelmente na coleta desses dados encontraríamos resultados negativos.

5.4 Características mecânicas

A queima é uma das fases mais importante do processo cerâmico, pois é nela que o material adquire as propriedades adequadas a seu uso, como dureza, resistência mecânica, resistência às intempéries e aos agentes químicos.

É importante um rígido controle de aquecimento até atingir a temperatura máxima desejada, evitando assim, o aparecimento de defeitos e/ou falhas no produto final.

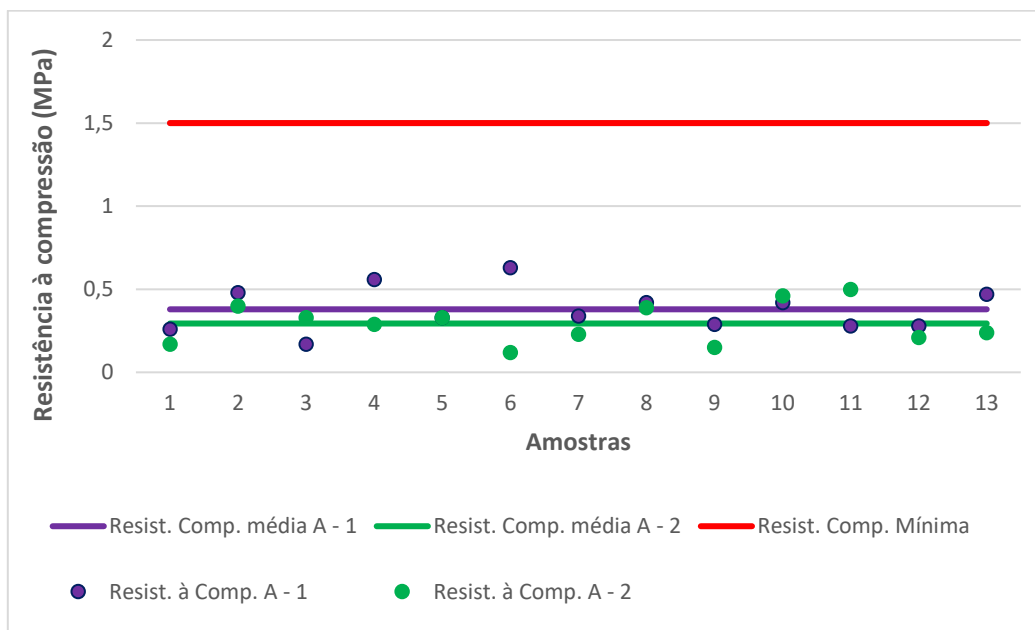
Nas empresas A, B e C, a resistência à compressão não apresentou resultado satisfatório, já que das 78 amostras ensaiadas, nenhuma apresentou o requisito mínimo descrito na NBR 15270-1:2005.

Os gráficos 1, 2 e 3 correspondem aos resultados individuais do ensaio de resistência à compressão de cada empresa e lote.

A análise neste primeiro momento, é feita a relação de amostras por empresa, onde pode-se observar o comportamento que as amostras obtiveram, a média atingida e a meta esperada, que segundo a norma vigente é de 1,5 MPa.

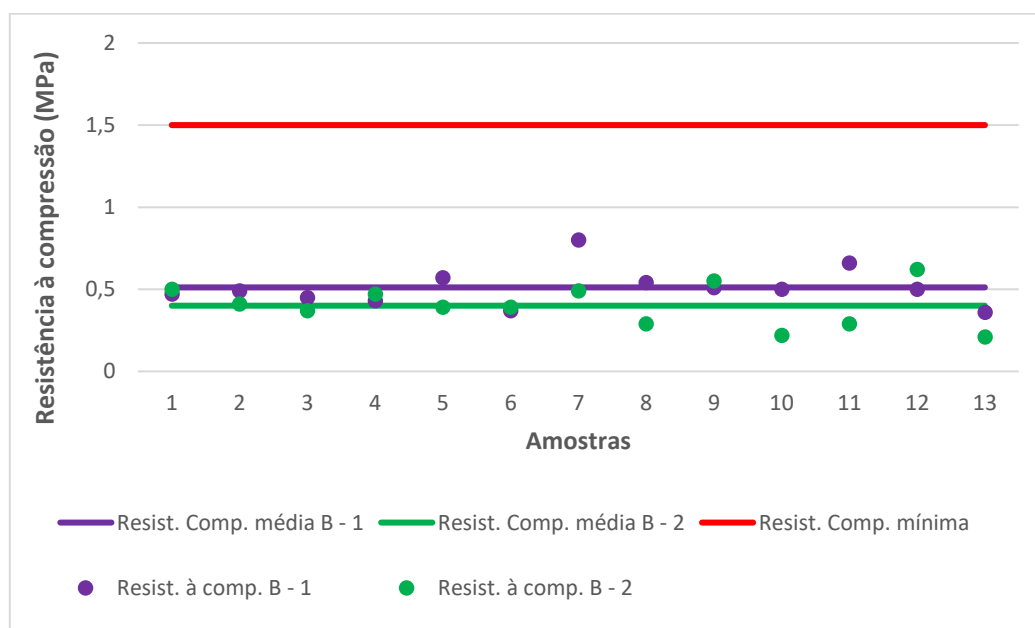
Os dados dispostos nos gráficos, contemplam o primeiro e segundo lote de cada empresa em estudo.

Gráfico 1 - Resultado do ensaio de resistência à compressão da empresa A, 1º e 2º lote.



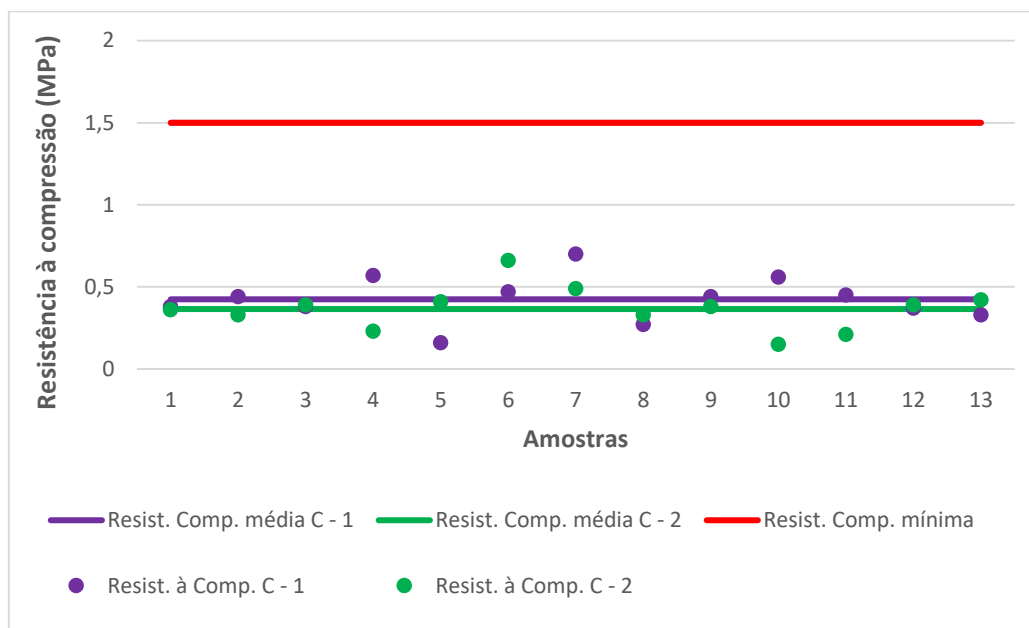
Fonte: Autor, 2017.

Gráfico 2 - Resultado do ensaio de resistência à compressão da empresa B, 1º e 2º lote.



Fonte: Autor, 2017.

Gráfico 3 - Resultado do ensaio de resistência à compressão da empresa C, 1º e 2º lote.



Fonte: Autor, 2017.

Ao analisar os gráficos 1, 2 e 3, comprova-se o resultado negativo obtidos pelas 3 empresas em estudo. Mesmo se analisarmos as amostras que obtiveram os melhores resultados, ainda sim, estão muito abaixo do requisito mínimo de $\geq 1,5$ MPa. A amostra que apresentou o melhor resultado, atingiu 0,80 MPa, e a pior, atingiu 0,12 MPa.

5.5 Análise estatística

Mesmo as empresas apresentando resultados não satisfatórios, houve a preocupação de fornecer uma análise mais confiável, para tanto, foi realizado um tratamento estatístico dos dados.

Na análise estatística, os dados foram tabelados e posteriormente plotados os gráficos com o auxílio do software Microsoft Excel. Os tratamentos e as análises foram processados através do software RStudio (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2017). Para a análise da resistência à compressão das 78 amostras, referente a 6 lotes das 3 empresas em estudo, foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

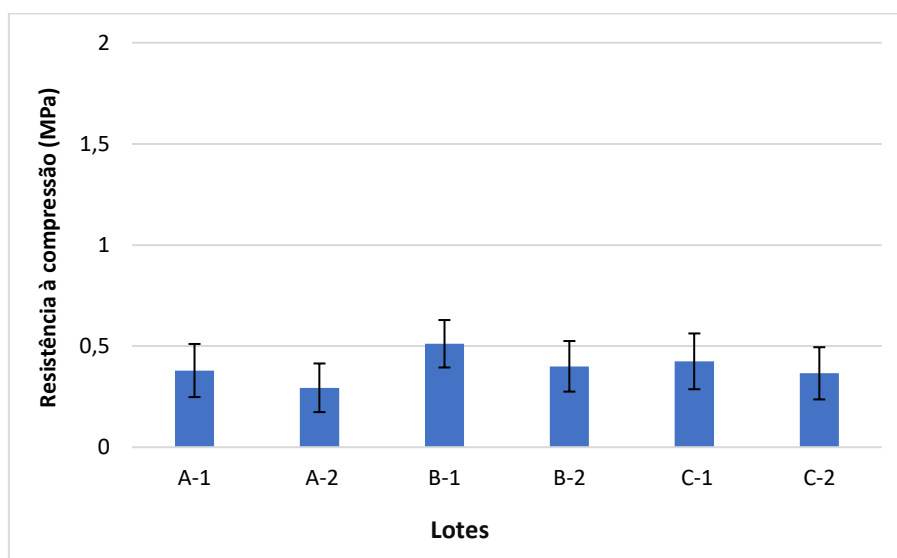
Os valores médios da resistência à compressão, desvio padrão e coeficiente de variação do primeiro e segundo lote de cada empresa estão descritos na tabela 2.

Tabela 3 - Valores médios referente ao primeiro e segundo lote das empresas A, B e C.

	Empresa A		Empresa B		Empresa C	
	Lote - 1	Lote - 2	Lote - 1	Lote - 2	Lote - 1	Lote - 2
Média	0,38 ab	0,29 b	0,51 a	0,40 ab	0,42 ab	0,37 b
Desv. Pad	0,13	0,12	0,12	0,13	0,14	0,13
CV. %	34,80	40,61	23,12	31,53	32,85	35,23

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não apresentam diferenças estatísticas significativas segundo o teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Gráfico 4 - Relação das empresas lote a lote.



Fonte: Autor, 2017.

Fazendo a relação da tabela 2 com o gráfico 4, verifica-se inicialmente, que mesmo havendo uma variação nos resultados médios de cada empresa tanto no primeiro quanto no segundo lote, observa-se uma grande semelhança no comportamento de todos os lotes avaliados.

Os únicos lotes que apresentaram uma variação significativa, foi o segundo lote da empresa A e o segundo lote da empresa C com o primeiro lote da empresa B, todos os demais pertencem ao mesmo grupo, isto é, não houve uma variação significativa.

A mesma análise realizada para a comparação entre lotes, pode-se ser feita entre a relação das empresas.

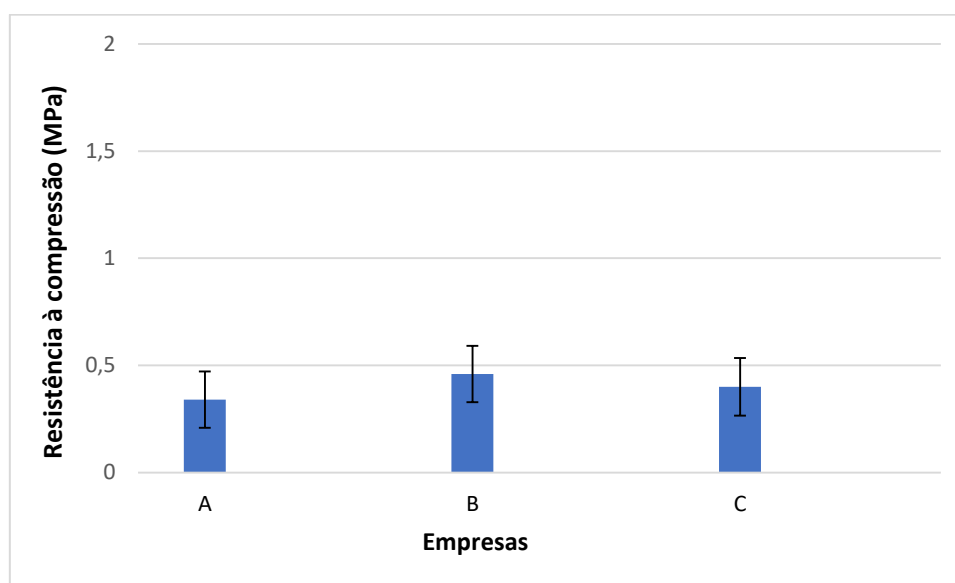
A tabela 3 descreve os valores médios da resistência à compressão, desvio padrão e coeficiente de variação das empresas A B e C.

Tabela 4 - Dados médios das empresas A, B e C.

	Empresa A	Empresa B	Empresa C
Média	0,34 b	0,46 a	0,40 ab
Desv. Pad	0,13	0,13	0,13
CV. %	38,47	28,64	33,59

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não apresentam diferenças estatísticas significativas segundo o teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Gráfico 5 - Relação das empresas A, B e C.



Fonte: Autor, 2017.

De acordo com o teste de Tukey, há uma similaridade entre elas, porém duas empresas se diferem totalmente. A empresa C se assemelha tanto com a empresa A quanto com a empresa B. Porém as empresas A e B, estatisticamente apresentaram resultados totalmente diferente entre elas, havendo neste caso uma variação de valores significativo.

O baixo resultado encontrado para a resistência à compressão, pode ser justificado por diversos fatores. O primeiro deles é a péssima qualidade da matéria-prima e/ou o mal preparo da argila para a confecção dos blocos, este sendo como o primeiro passo do processo produtivo de blocos cerâmicos, deve ser feito com um rígido controle da matéria-prima a ser utilizada. O segundo está diretamente ligado ao processo de secagem seguido da temperatura de queima. Esses dois primeiros fatores, necessitam operar em conjunto, de nada adianta trabalhar com uma excelente matéria-prima e possuir um péssimo processo de secagem e queima, como também, não adianta possuir um excelente processo de secagem e queima e trabalhar com uma matéria-prima de baixa qualidade.

Um outro fator, está ligado a forma geométrica dos blocos de vedação do tipo comum. Esses blocos possuem reentrâncias nas laterais e a presença de pequenos furos na região central (figura 11), que fragilizam a unidade, enquanto que os blocos estruturais e blocos aparentes possuem as faces laterais lisas, o que contribui para um melhor resultado na resistência à compressão.

Figura 10 - Bloco cerâmico de vedação com furos redondos na horizontal.



Fonte: ABCRAM, 2017.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao término desta pesquisa, os resultados obtidos atestam a justificativa deste trabalho quanto a não conformidade normativa dos blocos cerâmicos de vedação do tipo comum que são produzidos e comercializados na cidade de Santarém, Pará.

De acordo com os ensaios realizados, foi constatado que as três empresas avaliadas apresentaram algum tipo de não conformidade técnica.

Os objetivos foram alcançados mostrando que os blocos não atendem os requisitos mínimos de qualidade, seus quesitos como características visuais, geométricas e mecânicas atingiram resultados inferiores ao limite normativo.

Parte dos ceramistas acreditam que pelo fato do bloco de vedação do tipo comum, ser revestido e possuir baixo valor unitário, este não necessita de um controle de qualidade em sua fabricação. Enquanto isso, blocos estruturais, blocos aparentes e telhas cerâmicas ficam expostos às intempéries e ao olho humano, portanto a preocupação com a estabilidade dimensional e aparência são muito maiores.

Como já mencionado neste trabalho, projetistas, construtores e consumidores estão cada vez mais exigentes, desta forma, demandam dos fornecedores produtos de maior qualidade e ao mesmo tempo, produtos que estejam certificados. Portanto cabe aos empresários do ramo, não só apenas focar na produtividade, mas como também na qualidade do produto fornecido.

SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Avaliação da implementação de sistemas de gestão da qualidade em empresas fabricantes e fornecedores de materiais cerâmicos;
- Realização de um ensaio de caracterização da matéria-prima (argila);
- Realização de um ensaio de absorção de água em materiais cerâmicos;
- Realização de um ensaio das características geométricas completo dos blocos de vedação do tipo comum, catalogando todas as medidas necessárias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCERAM – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA (2017). *Cerâmica no Brasil*. Disponível em: <<http://abceram.org.br/>>. Acesso em 04 de maio de 2017.

ABDI - AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. *Estudo técnico setorial da cerâmica vermelha*. 2016.

ABIKO, A, K, 1988, Solo-Cimento: Tijolos, Blocos e Paredes Monolíticas. Tecnologia de Edificações, São Paulo, Brasil.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Componentes cerâmicos. Parte 1: Blocos Cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos*. – NBR 15270-1.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Componentes Cerâmicos. Parte 2: Blocos Cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos*. – NBR 15270-2.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Componentes cerâmicos. Parte 3: Blocos Cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação – Métodos de ensaio*. – NBR 15270-3.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Coordenação Modular para Edificações – Termos e Definições*. – NBR 15873:2010.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Sistemas de Gestão de Qualidade (SGQ) – Requisitos*. – NBR ISO 9001.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Sistemas de Gestão de Qualidade (SGQ) – Termos e Definições*. – NBR ISO 9000.

AFEL – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE FABRICANTES DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO (2010). *Coordenação Modular será norma*. Informativo AFEL. Edição 87, Ano XIII – 2010 Abril/Maio.

ANICER – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA CERÂMICA (2017). Disponível em: <<http://anicer.com.br/>>. Acesso em 04 de maio de 2017.

BASTOS, F. A. *Avaliação do processo de fabricação de telhas e Blocos cerâmicos visando a certificação do produto*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.

BUSTAMANTE, G. M.; BRESSIANI, J. C. (2000). *A indústria cerâmica brasileira*. *Cerâmica Industrial*, São Carlos, v.5, n.3, maio/jun, 2000.

CCB – CENTRO CERÂMICO DO BRASIL. *Ensaio de qualidade*. Disponível em: <<http://www.ccb.org.br/>>. Acesso em 01 de junho de 2017.

FIEMG – Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais. *Guia técnico ambiental da indústria de cerâmica vermelha*. 2013.

INMETRO - INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. *Bloco cerâmico (Tijolo) – Verificação da conformidade*.

MARANHÃO, M. *ISO série 9000: Manual de Implementação – versão 2000*. 6ª edição. Rio de Janeiro, Ed. Quality Mark, 2001.

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (2011a). *Anuário Estatístico: Setor de Transformação de não metálicos*. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação mineral. Brasília: SGM.

PICHI, F.A. *Sistemas da Qualidade: Uso em Empresas de Construção de Edifícios*. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) –Universidade de São Paulo. São Paulo, 1993.

R development core team. *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, R Foundation for Statistical Computing.

SANTOS, G. M. *Estudo do comportamento térmico de um forno túnel aplicado à indústria de cerâmica vermelha*. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2001. 99p.

SEBRAE - SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (2009). *Diagnóstico Setorial da Indústria Cerâmica Vermelha e Olaria do Espírito Santo*. Maio/2009.

SZYSZKA, I. *Implantação de Sistemas da Qualidade ISO 9000 e mudanças organizacionais*. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2001. 205p.