



MENSURAÇÃO DA CAPACIDADE PRODUTIVA E PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS COM BASE NAS FERRAMENTAS DE QUALIDADE: AVALIAÇÃO DE UMA EMPRESA DO SETOR CERÂMICO

MEASUREMENT OF THE PRODUCTIVE CAPACITY AND IMPROVEMENTS PROPOSAL BASED IN QUALITY TOOLS: AN EVALUATION IN A CERAMIC INDUSTRY

Cristiane da Silva Oliveira

Universidade do Estado do Pará - UEPA / Discente
Engenheira de produção.

Ranna Dourado Barbosa Costa

Universidade do Estado do Pará - UEPA / Discente
Engenheira de produção.

Vitor William Batista Martins

Universidade do Estado do Pará - UEPA

Graduado em Engenharia de Produção pela Universidade da Amazônia (2010) e Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará (2013), na linha de pesquisa construção civil e materiais com ênfase em produção e gerenciamento. Campos de estudo e pesquisa: Aprendizagem Organizacional, Gerenciamento de Projetos, Lean Construction, Gestão da Qualidade e Logística Aplicada à Construção Civil. Atualmente, é Professor Assistente e Coordenador do Curso de Graduação em Engenharia de Produção da Universidade do Estado do Pará - UEPA. Participa como pesquisador do grupo de Gestão de Sistemas Logísticos e de Sistemas Produtivos para o Desenvolvimento Regional do Centro de Ciências Naturais e Tecnologia - CCNT / UEPA. Atuou como Coordenador Adjunto do Curso de Graduação em Engenharia de Produção (2013-2014) e Coordenador Administrativo do Campus VIII - UEPA Marabá (2014). É membro colaborador do corpo docente do Mestrado Profissional em Processos Construtivos e Saneamento Urbano do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará - UFPA. Conselheiro Titular do CREA-Pa (2015-2017), compondo a Câmara Especializada de Engenharia Mecânica Metalúrgica Industrial,

Resumo: O setor cerâmico produz artefatos a partir da matéria-prima argila, que, quando umedecida, é fácil de moldar. Este setor apresenta um papel significativo na economia nacional, não existindo muitas dificuldades para o surgimento de novos concorrentes. O presente trabalho objetiva propor melhorias em uma empresa do setor de cerâmica vermelha, localizada na cidade de Marabá – PA, por intermédio de um plano de ação, utilizando as seguintes ferramentas de qualidade: diagrama de Pareto, diagrama de Causa e Efeito, Fluxograma e 5W1H, todas explicadas posteriormente. Esta pesquisa está justificada na considerável importância do setor de qualidade para a economia nacional, bem como nas inúmeras problemáticas apontadas pelo mesmo, tais como: mão de obra pouco qualificada e falta de informatização de seus processos. Os dados foram recolhidos por meio de visitas técnicas ao chão de fábrica, entrevistas com o proprietário, bem como a aplicação de questionário a todos os funcionários envolvidos, e, por fim, cronometragens dos tempos de operação. O tratamento dos dados foi realizado através da determinação do Tempo Normal e Tempo Padrão, assim como da Capacidade Produtiva da empresa, por meio de fórmulas pré-estabelecidas. Constatou-se, então, que a Capacidade Produtiva da empresa é de aproximadamente 28.820 tijolos por dia, a qual é bem diferente da Capacidade Produtiva Real. A partir dos dados levantados neste trabalho e levando em consideração a diferença entre os valores de Capacidade Produtiva, pode-se propor melhorias à empresa visando à redução de desperdícios, e, conseqüentemente, à redução de custos, além do aumento da rentabilidade do empreendimento.

Palavras-chave: setor cerâmico, engenharia de métodos, ferramentas da qualidade.

Abstract: The ceramic area produce artifacts from the raw material clay, which is very easy to shape when wet. This sector has a considerable role into national economy, and there are not many difficulties for the advent of new competitors. This paper aims to propose improvements to company of red ceramic industry, located in the city of Marabá – PA, through an action plan, using the following quality tools: Pareto diagram, Cause and Effect diagram, Flowchart and 5W1H, all explained afterwards. This paper is justified in the considerable importance of this sector to the national economy, as well as the numerous problems identified by it, such as: low-skilled labor and lack of computerization of its processes. Data were collected through technical visits to the shop floor, interviews with the owner, as well as a questionnaire to all staff involved and timings of the operating times. The treatment of these data was carried out by determining the Normal Time and Standard Time, and as well as the Productive Capacity of the company, through equations pre-determined. It was noticed, then, that the Productive Capacity of the company was of approximately 28.820 bricks per day, which is very different from the Real Productive Capacity. From the data collected and taking into account the difference between the numbers of Productive Capacity, improvements can be proposed to the organization in order to reduce waste and, consequently, reducing costs and increasing profitability of the enterprise.

Keywords: ceramic industry, engineering methods, quality tools.

Introdução

Segundo a Associação Brasileira de Cerâmica – ABCERAM, existem 418 empresas que fabricam, representam e distribuem produtos deste setor. As regiões que mais se desenvolveram foram a sudeste e a sul, em razão da maior densidade demográfica, maior atividade industrial, melhor infraestrutura (ABCERAM, 2011). Outras regiões do país também apresentam certo grau de desenvolvimento, principalmente o nordeste, onde tem aumentado a demanda de materiais cerâmicos, principalmente nos segmentos ligados à construção civil. Diante disto, o presente trabalho tem como propósito mensurar a capacidade produtiva de uma cerâmica de tijolos por meio da engenharia de métodos e, diante dos resultados obtidos, aplicar ferramentas da qualidade para que de acordo com os resultados alcançados através desta pesquisa a empresa possa ter conhecimento de possíveis melhorias a serem implementadas na mesma.

O setor cerâmico, especificamente o de cerâmica vermelha, apresenta uma significativa importância para o cenário econômico nacional, pois segundo Bressiani e Bustamante (2000), levantamentos mostram que existem 11.000 unidades produtivas, cada um com uma média de 25 a 30 empregados, somando entre 250.000 e 300.000 empregos e que movimentam ao redor de 60.000.000 de toneladas de matérias-primas ao ano, com reflexos nas vias de transporte e no meio ambiente de lavra de argila. Calcula-se que o valor da produção anual pode estar ao redor de US\$ 2 500 milhões (Bressiani *et al.* 2000). Essa renda fica nos locais de produção, com alto significado social na criação de emprego ao propiciar a construção, em geral, principalmente moradias.

Outro fator relevante desse segmento é a questão ambiental, pois, de acordo com o que foi citado no paragrafo anterior, há um uso intenso da matéria-prima (argila), além da questão de desmatamento de determinadas áreas verdes para a obtenção de lenha, que é utilizada no processo de queima dos materiais cerâmicos.

Sendo assim, o objetivo geral deste trabalho é mensurar a capacidade produtiva de uma empresa do setor cerâmico e propor melhorias com o uso das ferramentas da qualidade, tendo como objetivos específicos: compreender melhor o processo produtivo da empresa; analisar as atividades e produção através da ferramenta da engenharia de métodos: estudo de tempos; propor melhorias no setor de produção de tijolos e conseqüentemente possíveis aumentos da produtividade e da qualidade da produção de tijolos e propor a redução de desperdício dos recursos naturais utilizados pela empresa.

Referencial Teórico

Setor cerâmico

O setor cerâmico é conhecido por produzir artefatos a partir de argila, que, quando umedecida, se torna fácil de moldar, sendo depois submetida a uma secagem lenta, na sombra, para retirar o excesso de água, e, após a etapa de moldagem, exposta a temperaturas altas que atribuem às peças a rigidez e resistência necessárias para comercialização. As peças produzidas podem ser de âmbito artístico (artefatos de valor estéticos) ou industrial (tijolos, telhas e etc).

Atualmente, embora apresente um significativo papel para economia brasileira, o setor cerâmico é bem mesclado, composto principalmente por empreendimentos familiares, ou seja, de pequeno porte e com alta presença da economia informal. Isto acontece pelo fato de que não existem muitos empecilhos para a inserção de novos concorrentes no mercado, dado o baixo investimento inicial e aos maquinários que são de fácil acesso. Logo, há várias empresas que disputam o cliente final, pois não existem empresas desse segmento que possuam um diferencial que leve o cliente a preferir seu produto.

De acordo com o Sebrae (2012), o setor cerâmico tem por objetivo fornecer insumos para as indústrias de energia, metalomecânica e, principalmente, a indústria da construção de imóveis residenciais, comerciais ou governamentais,

sendo, portanto, fornecedor de materiais para a indústria da construção civil. A grande cadeia da construção civil é formada por 61,2% construção e 18% pela indústria de materiais, da qual faz parte esta ideia de negócio.

As empresas de cerâmica vermelha ou olarias, como também são chamadas não possuem um consumidor específico, pois tijolos e telhas que são os principais produtos fabricados por este segmento são utilizados tanto para grandes construções quanto para reformas domésticas, logo estas abrangem desde construtoras a consumidores diretos, formando assim um amplo mercado consumidor. Outro aspecto que caracteriza esse setor é a mão-de-obra que é composta, em sua grande maioria, por trabalhadores com baixa escolaridade e falta de conhecimentos técnicos específicos da área, havendo assim carência de pessoas qualificadas e especializadas.

Outro fato considerado uma barreira para o crescimento desse tipo de indústria no Brasil é a dificuldade que estas encontram para se adequarem ao alto rigor da legislação ambiental quanto a: padrões de qualidade, especificações ergonômicas, que asseguram a segurança e o bem estar dos funcionários, e também a preocupação com o meio ambiente, ou seja, a sustentabilidade que envolve este setor. Diante disto, é perceptível a necessidade de reestruturação desse setor com vistas a buscar melhorias em seus processos produtivos, para que assim conquistem espaço no mercado e consigam sobreviver em meio a tantos concorrentes.

Engenharia de Métodos

Atualmente, é evidente a necessidade, por parte das empresas, de processos de produção claros e objetivos, pois o desenvolvimento destes permite a melhor visualização dos erros cometidos e, diante disto, torna-se possível traçar um plano de melhorias capaz de potencializar a redução destes erros e também as perdas provenientes de eventuais desperdícios, os retrabalhos e a ociosidade de sua mão de obra. Uma opção para isso seria a aplicação da Engenharia de Métodos, que consiste em um estudo voltado à seleção do melhor arranjo de atividades, da melhor forma de se produzir, de usar equipamentos e ferramentas, das competências de

operação necessária para fabricar produtos. A finalidade é diminuir o tempo de produção, assegurar a qualidade e padronização e também praticidade e redução de custos do *lead time*.

A Engenharia de Métodos é considerada o início da Engenharia de Produção, como o estudo de tempos e movimentos de um processo produtivo (Rocha 2014). Durante algum tempo, foi discutido qual estudo era o mais importante: o estudo de tempos ou de movimentos. Hoje se percebe que não há distinção, no entanto se complementam. O que é indicado é que primeiro se realize o estudo dos movimentos antes do estudo de tempos, pois os movimentos planejados levam a um tempo mais eficiente. Para realização deste estudo, Barnes (1977) destaca as seguintes etapas:

1. Desenvolvimento do Método Preferido – Projeto de Métodos:

Consiste no planejamento do processo que será utilizado na produção de bens ou serviços, no qual é considerado todo o conjunto do sistema (mão de obra, máquinas, matéria-prima), bem como cada operação individual. Normalmente, o método escolhido como sendo o melhor é o de menor custo.

2. Padronizar a Operação – Registro do Método Padronizado:

Nesta etapa, o melhor método de executar a operação é padronizado, com o registro através de descrição detalhada do conjunto de movimentos a serem utilizados pelo operador, das ferramentas, gabaritos, calibres e etc.

3. Determinar o Tempo-Padrão – Medidas do Trabalho:

É a determinação do tempo que uma pessoa treinada, devidamente qualificada e com experiência deveria gastar para realizar uma tarefa ou operação específica, em condições normais. Este tempo pode ser utilizado para a determinação de quantidade de mão de obra, estimativa de custos e de capacidade produtiva. A técnica mais comum de se medir o tempo-padrão é a cronometragem.

4. Treinar o Operador:

Se não for colocado em prática, o método escolhido como mais eficiente torna-se sem valor. Deste modo, esta etapa consiste em treinar o operador para executar a operação da maneira como foi pré-estabelecida.

Portanto, a engenharia de métodos é utilizada para criar tecnologias de processos diante da necessidade das empresas de se adequarem ao atual mercado, que vem constantemente procurando se aperfeiçoar, para garantir a qualidade, produtividade e sobrevivência.

Estudo de tempos

Segundo Barnes (1977), o Estudo de Tempos foi criado por Frederick W. Taylor na usina de *Midvale Steel Company*, no início do século XX. Taylor desenvolveu esse método visando elevar o nível de produtividade sem aumentar o custo da produção, e para isso ele conseguiu que o operário produzisse mais em menos tempo, criando uma padronização dos métodos de produção.

De acordo com Ricci (2013) apud Martins *et al.* (2014), a cronometragem é o método mais empregado na indústria para se medir o trabalho, levando em consideração a eficiência individual do operador e estabelecendo padrões para produção e para os custos industriais.

Barnes (1977) desenvolveu um teste metódico, que possibilita avaliar a velocidade do operador, o qual são distribuídas 52 cartas de baralho em um gabarito de compensado dividido em quatro compartimentos, onde se faz a distribuição contínua no sentido horário, por 5 vezes. Esses ciclos são cronometrados, sendo as duas primeiras medidas são descartadas e a partir das posteriores retira-se a média de tempo do operador. O Tempo Internacional Ideal para a distribuição é de 30 segundos, sendo a eficiência do trabalhador a razão entre o Tempo Obtido e o Tempo Ideal. A determinação do Fator Ritmo do Operário é dada por:

$$V = \frac{TP}{TI} (1).$$

Após determinar a velocidade do operador calcula-se Tempo Normal. Barnes (1977) diz que o Tempo Normal é aquele requerido por uma operação onde não levamos em conta as interrupções nem as condições operacionais especiais. Diante disto temos a seguinte equação:

$$TN = TC \times V \quad (2).$$

Em que:

TN: Tempo Normal;

TC: Média de Tempo Cronometrado nas observações;

V: Velocidade do Operador (Ritmo).

A partir da obtenção de TN é preciso levar em consideração as necessidades pessoais dos operários. Logo, é necessário determinar o Fator de Tolerância, utilizando a equação abaixo, em que a razão entre os tempos de permissão que a empresa cede aos seus funcionários e a jornada de trabalho e representada pela letra P.

$$FT = \frac{1}{1-P} \quad (3).$$

Posteriormente ao cálculo de FT calcula-se o Tempo Padrão, que, segundo Slack *et al.* (2009) apud Reis (2015), o Tempo Padrão (TP) consiste no tempo permitido para a realização do trabalho sob circunstâncias específicas, incluindo tolerâncias para paradas. Logo, é determinada pelo produto entre o Tempo Normal (TN) e o Fator de Tolerância (FT), de acordo com a equação a seguir:

$$TP = TN \times FT \quad (4).$$

Possuindo o Tempo Padrão de determinada operação é possível determinar a Capacidade Produtiva (CP), a qual, segundo Slack *et al.* (2009) apud Reis (2015), é a máxima produção possível de ser obtida em condições normais de trabalho e em determinado período de tempo. Sua determinação permite a adoção de ações para melhoria da capacidade real e é calculada conforme abaixo:

$$CP = \frac{HD}{TP} (5).$$

Em que:

HD = horas disponíveis;

TP = o Tempo Padrão.

Ferramentas de qualidade

No fim do século XX, a tolerância com falhas foi se tornando cada vez menor, pois as empresas, tais como aeronáutica, centros nucleares e indústria farmacêutica, passaram a abordar o controle de qualidade com níveis de exigência bem mais rígidos (Universidade Madeira, 2009). Uma vez que consideravam imprescindível que se executasse as atividades de produção conforme o planejado, logo, se ocorresse alguma falha, seria de fácil percepção e, assim, seriam indicadas as mudanças necessárias. Ou seja, o controle de qualidade é responsável pela criação de sistemas que asseguram que o produto ou serviço chegue ao consumidor e atenda, ou até supere, as expectativas deste.

Isto posto, Bernardelli, Ferreira e Gonçalves (2009), apud Gerlach (2011) afirmam que em uma sociedade em que os consumidores cada vez mais exigem qualidade as empresas têm buscado um grande avanço na implantação de programas de qualidade tanto nas indústrias brasileiras quanto em escala mundial, o que as obriga a buscarem maior eficiência operacional. Visando alcançar a eficiência e a qualidade desejadas, as empresas veem como ferramenta de gestão as

ferramentas estatísticas no controle da qualidade, seja para monitorar, controlar ou melhorar os processos produtivos.

Para Barbará (2006) *apud* Maia (2008), o termo qualidade é de difícil definição, pois conceitos, definições, julgamentos e interpretações variam de organização para organização e de modo geral devem dar ênfase às seguintes características: foco no cliente; foco na melhoria contínua da imagem da organização e foco no envolvimento de todos no processo de melhoria.

Diante disto, pode-se afirmar que as ferramentas da qualidade são técnicas utilizadas com a finalidade de definir, mensurar, analisar e propor soluções para os problemas que interferem no bom desempenho dos processos.

As sete ferramentas principais, segundo Montgomery (2004) *apud* Cruz (2008), são: diagrama de Pareto; diagrama de causa e efeito (Ishikawa); histogramas; folhas de verificação; gráfico de dispersão; fluxograma e carta de controle. O presente trabalho visa à utilização das ferramentas diagrama de Pareto, diagrama de causa e efeito e fluxograma para a identificação das causas da problemática. As seções seguintes apresentam de forma mais aprofundada essas ferramentas.

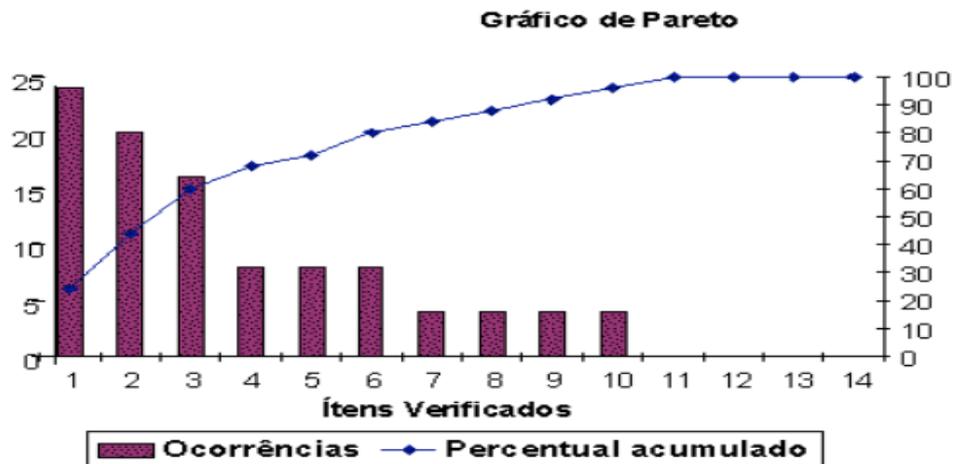
1. Diagrama de Pareto

O diagrama de Pareto foi inicialmente definido por Joseph Juran em 1950. A grande aplicabilidade deste princípio é a resolução dos problemas de qualidade, consistindo precisamente no fato de ajudar a identificar o reduzido número de causas que estão, por muitas vezes, detrás de uma grande parte dos problemas. É na detecção de 20% de causas que dão origem a 80% dos efeitos que o diagrama de Pareto se revela uma ferramenta muito eficiente.

Para Werkema (1995) *apud* Maia (2008) o princípio de Pareto estabelece que os problemas relacionados à qualidade como percentual de itens defeituosos, número de reclamações de clientes, modos de falhas de máquinas, perdas de produção e outros os quais se traduzem sob a forma de perdas podem ser classificados em duas categorias sendo “poucos vitais” – que representam pequenos números de problemas, porém resultam em grandes perdas para empresa – ou

“muitos triviais” – que significam uma extensa lista de problemas, mas que se convertem em perdas pouco significativas.

Figura 1 – Gráfico de Pareto.



Fonte: Rigoni (2014).

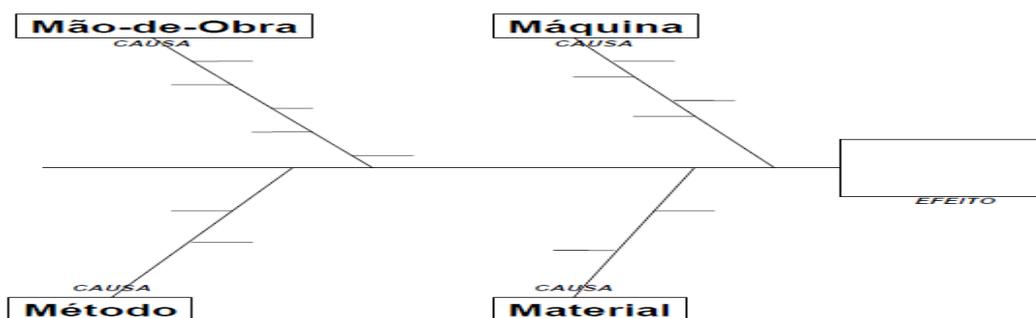
Segundo a Universidade Madeira (2009), para se criar o diagrama de Pareto são necessários: a definição do problema a ser analisado; determinação do tipo de dados; definição do período de tempo para análise; recolha dos dados durante o período determinado; organização e quantificação dos dados; construção do gráfico e desenho da linha de acumulação.

2. Diagrama de Causa e Efeito (Ishikawa)

Técnica criada por Ishikawa em 1943, esse diagrama também é conhecido por diagrama Causa e Efeito, diagrama Espinha de Peixe, diagrama 4P e diagrama 6M, sendo uma ferramenta de grande utilidade. Pode ser facilmente aprendida e imediatamente posta em prática por pessoas de qualquer nível dentro da empresa. (Universidade Madeira, 2009).

Esta técnica possui a função de explorar e indicar todas as possíveis causas de um determinado problema. Ela possibilita conhecer o problema de forma profunda, sendo de fácil entendimento e aplicabilidade. Embora possa ser aplicada de forma individual, tem como principal benefício a discussão em grupo, estimulando a participação de todos (Universidade Madeira, 2009).

Figura 2 – Diagrama de Caixa e Efeito.



Fonte: Sebrae (2005).

Segundo o manual de ferramentas de qualidade Sebrae (2005), para construir o diagrama de Ishikawa é necessário: estabelecer claramente o problema (efeito) a ser analisado; desenhar uma seta horizontal apontando para a direita e escrever o problema no interior de um retângulo localizado na ponta da seta; fazer um *brainstorming* para identificar o maior número possível de causas que possam estar contribuindo para gerar o problema, perguntando “Por que isto está acontecendo?”; agrupar as causas em categorias – agrupamento 4M (máquina, mão de obra, método e materiais); buscar as sub-causas das causas já identificadas ou fazer outros diagramas de causa e efeito para cada uma das causas encontradas.

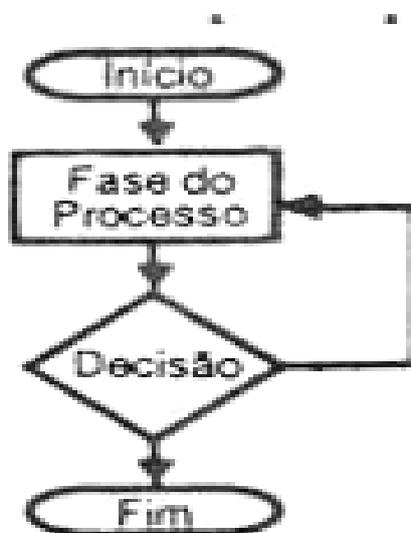
3. Fluxograma

O fluxograma é um tipo de diagrama e pode ser entendido como uma representação esquemática de um processo, muitas vezes feito através de gráficos que ilustram de formas simples a transição de informações entre os elementos que o compõem. Podemos entendê-lo na prática como a documentação dos passos necessários para execução de um processo qualquer. Muito utilizado em fábricas e indústrias para a organização de produtos e processos, estes diagramas são constituídos por passos sequenciais de ação (Universidade Madeira, 2009).

Diante disto, o manual de ferramentas de qualidade Sebrae (2005) afirma que para montar um fluxograma é essencial: definir o processo a ser desenhado; elaborar um macro fluxo do processo, identificando os seus grandes blocos de atividades; montar, para a elaboração do fluxograma, um grupo, composto pelas pessoas envolvidas nas atividades do processo; detalhar as etapas do processo e descrever as atividades e os produtos ou os serviços que compõem cada uma delas;

identificar os responsáveis pela realização de cada atividade identificada e checar se o fluxograma desenhado corresponde à forma como o processo é executado e fazer correções, se necessário.

Figura 3 – Modelo de Fluxograma.



Fonte: Maia (2008).

Para Oliveira (2012), como um instrumento de múltiplas funções, o fluxograma, mediante sua representação gráfica, permite visualizar e compreender melhor os processos de trabalho em execução, as diversas fases operacionais, a interligação com outros processos e todos os documentos envolvidos. A partir de uma visão sistêmica, possibilitará ao analista um conhecimento mais íntimo e profundo da situação atual, permitindo, também, uma análise técnica mais acurada e confiável, possibilitando como resultado uma proposta mais racional, mais coerente e com melhor qualidade.

Plano de ação (Quadro 5W1H)

Rossato (1996) *apud* Gerlach *et al.* (2012) afirma que o método 5W1H auxilia na organização com a identificação de ações e responsabilidades de forma precisa, definindo as ações e responsabilidades de execução para uma tarefa. A partir do momento em que se define o plano de ação é possível enxergar os pontos em que haverá enfoque no sentido de conduzir o trabalho de uma forma mais organizada, possibilitando resolver problemas que possam ocorrer no início do processo.

Segundo Carpinetti (2012) *apud* Reis (2015), o 5W1H consiste em mostrar e relacionar, através de um quadro, perguntas e respostas que são necessárias para implementação de melhorias na organização. O referido quadro é composto por seis perguntas, que são: What (o quê) – refere-se à descrição do que está sendo implementado; Why (por quê) – é a justificativa para a implementação da ação; Where (Onde) – é a descrição do lugar onde a ação será implementada; Who (Quem) – relaciona os responsáveis pela implementação da ação; When (Quando) – define as datas de início e fim da ação e How (como) – diz respeito à descrição de como a ação será implementada.

César (2011) *apud* Reis (2015) afirma que o 5W1H deve ser utilizado para referenciar as decisões de cada etapa no desenvolvimento do trabalho; identificar as ações e responsabilidades de cada colaborador na execução das atividades e planejar as diversas ações que serão desenvolvidas durante a realização do trabalho.

Figura 4 – Modelo do plano de ação 5W1H.

O QUÊ <i>(What)</i>	QUEM <i>(Who)</i>	QUANDO <i>(When)</i>	ONDE <i>(Where)</i>	POR QUÊ <i>(Why)</i>	COMO <i>(How)</i>

Fonte: Carpinetti (2012) *apud* Reis (2015).

Essa é uma ferramenta simples, porém poderosa para auxiliar a análise e o conhecimento sobre determinado processo, problema ou ação a ser implantada. À medida que os processos se tornam complexos e menos definidos, fica difícil identificar sua função a ser satisfeita, bem como os problemas, as oportunidades que surgem e as causas que dão origem aos efeitos identificados (Sebrae, 2008 *apud* Lisbôa e Godoy, 2012).

Método de pesquisa

Estratégia e classificação da pesquisa

Para a elaboração deste estudo, foram realizadas diversas pesquisas em arquivos bibliográficos e técnicos que abordam o tema proposto, tais como artigos publicados em congressos ou revistas, livros e apostilas técnicas, normas técnicas, dados estatísticos existentes e diretrizes de órgãos competentes quanto ao setor cerâmico.

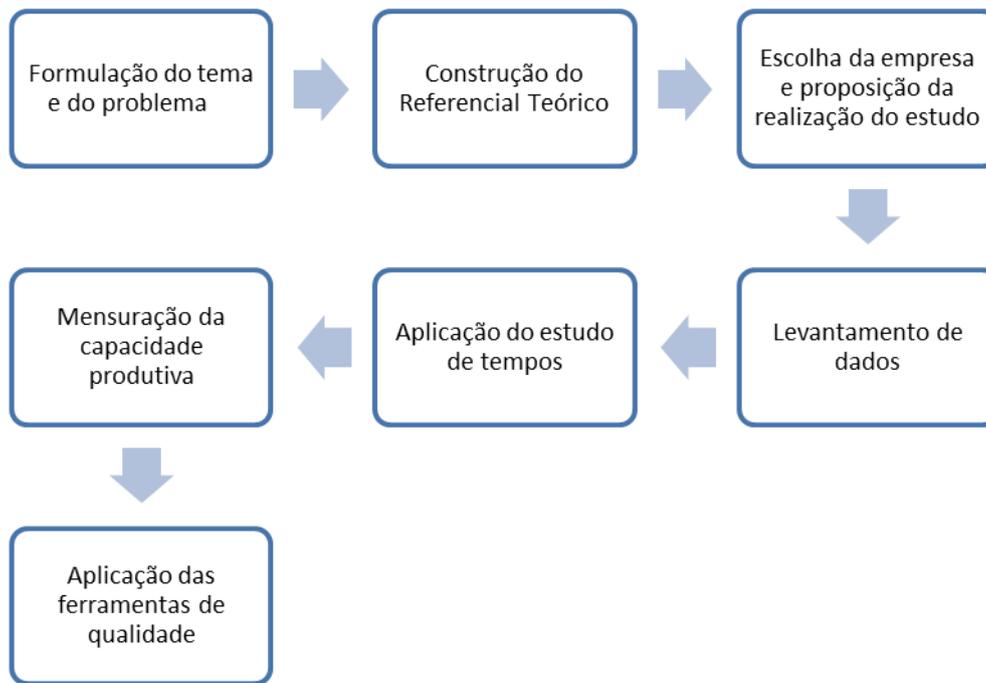
O presente trabalho, quanto aos procedimentos técnicos, caracteriza-se como um Estudo de Caso, que possui como características a exploração de situações da vida real, com limites não definidos para formular hipóteses ou desenvolver teorias, descrevendo a situação do contexto em que está sendo realizada a investigação (Gil, 2009).

Quanto à sua natureza, a pesquisa é considerada do tipo Aplicada, já que objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, direcionados à solução de um problema específico, envolvendo verdades e interesses locais (Silva e Menezes, 2005).

Esta tese, embora utilize recursos e técnicas estatísticas para interpretação dos resultados da aplicação de questionário qualitativo, se enquadra, de acordo com Silva e Menezes (2000) como uma pesquisa qualitativa em função do método de interpretação indutiva dos dados e o foco principal como sendo o processo e seu significado, além da atuação do pesquisador como elemento-chave. Do ponto de vista dos seus objetivos, a pesquisa é classificada como descritiva. Gil (2009) afirma que a pesquisa descritiva tem por objetivo descrever as características de uma população, fenômeno ou de uma experiência, utilizando técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como o questionário e a observação sistemática e objetiva descobrir a existência de associações entre variáveis.

Delineamento da pesquisa, etapas e tratamento dos dados

Figura 5 – Etapas da pesquisa.



Fonte: Autor (2016).

A execução do projeto foi delimitada por tarefas que correspondem aos objetivos específicos do trabalho, sendo a primeira etapa elaborar os elementos introdutórios como o tema e o problema, a justificativa, os objetivos, a metodologia e o cronograma. Na segunda etapa buscou-se um referencial teórico sobre o setor cerâmico, sobre a Engenharia de Métodos e as ferramentas de qualidade. Este estudo constituiu-se a partir da leitura de artigos, livros e normas técnicas de cada segmento.

A próxima tarefa foi a escolha da empresa e a proposição do estudo na mesma. Após o consentimento do proprietário, iniciou-se a fase de levantamento de dados, a partir de entrevistas com o gestor, funcionários e pessoas que possuem ligação direta com o processo, além de observações, buscando assim a melhor compreensão sobre o processo produtivo.

A quarta etapa foi aplicar o estudo de Tempos e Movimentos, buscando, assim, a padronização dos funcionários. Por fim, mensurou-se a capacidade produtiva da empresa e realizou-se a aplicação das ferramentas de qualidade para melhoria do processo produtivo.

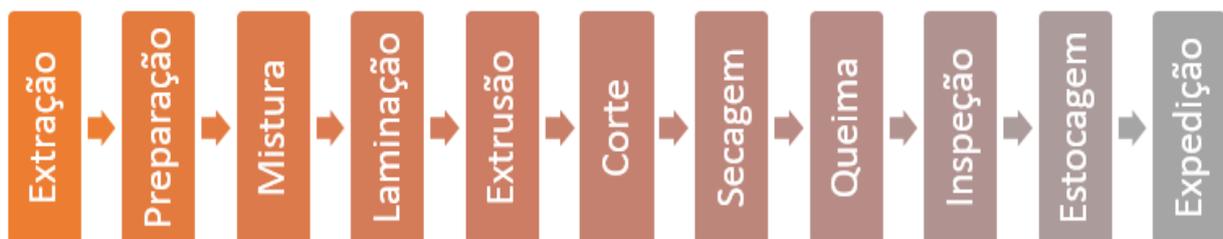
O tratamento dos dados foi feito a partir da organização dos mesmos em gráficos, tabelas e quadros, construídos em planilhas eletrônicas no Microsoft Excel®, permitindo a melhor realização dos cálculos. Para a avaliação qualitativa, utilizou-se a aplicação de questionários para os funcionários da organização, e diálogo com o gestor da empresa, bem como a análise do local. Tais dados foram transcritos para um caderno de anotações, e posteriormente passadas para o Microsoft Word®, onde foram acopladas a este trabalho de acordo com as normas vigentes.

Discussão e análise dos resultados

Caracterização geral do objeto de estudo

Este trabalho foi aplicado em uma indústria cerâmica de tijolos, situada na cidade de Marabá, no estado do Pará. Ela atua neste ramo há 18 anos, contando com a colaboração de 18 funcionários e produtividade mensal de 300 mil tijolos. O processo produtivo dessa organização pode ser observado na figura abaixo:

Figura 6 – Fluxograma do Processo Produtivo.



Fonte: Autor (2016).

A primeira etapa do processo produtivo é a extração da matéria-prima (argila), que é retirada de barreiras com o auxílio de escavadeira hidráulica e colocada em caminhões basculantes para que sejam transportadas ao depósito da empresa. Após permanecer por algum tempo no depósito, a argila é transferida para a área de produção, onde será iniciado o processo de fabricação dos tijolos, que é o processo de mistura, ou seja, processo no qual adiciona-se água e resíduos de incorporação.

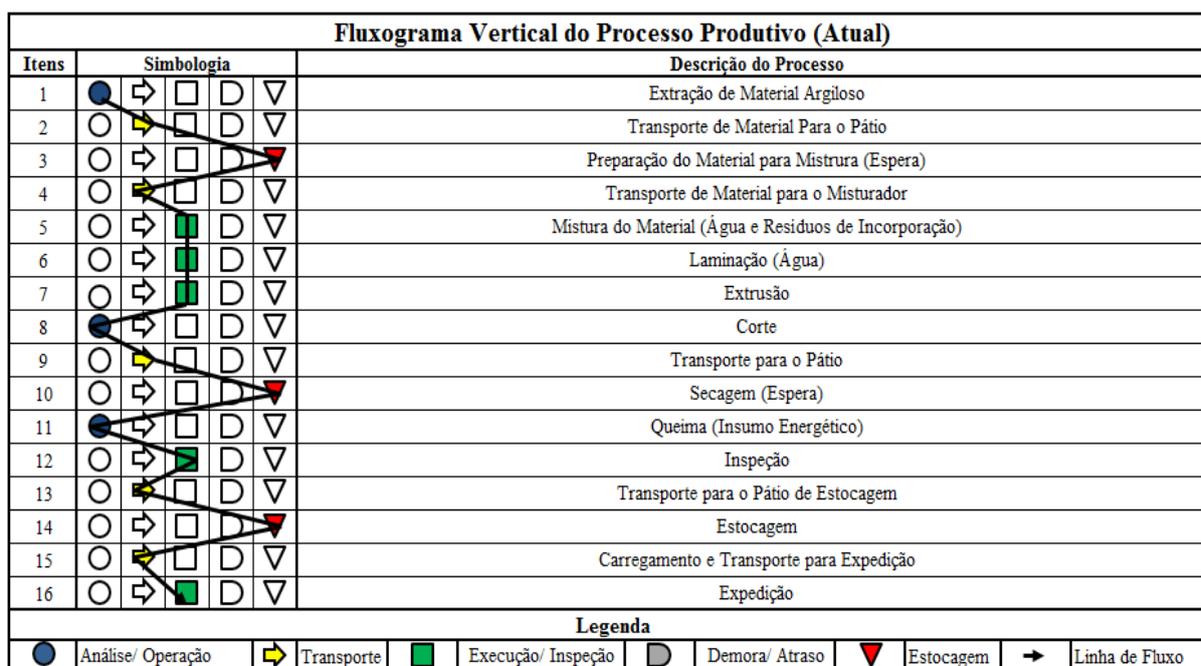
Em seguida, inicia-se a etapa de laminação, onde alimentadora forçam-no a passar através das grelhas, fragmentando-o em pequenas porções reduzindo, ao mínimo, o ar contido ou incluído na massa cerâmica. Posteriormente, ocorre a etapa de extrusão, no qual a massa passa por um processo mecânico de produção de componentes de forma semicontínua. O material é forçado através de uma matriz, adquirindo, assim, a forma pré-determinada para a pela.

Por conseguinte há o corte, no qual a peça que ainda está contínua é decomposta em tamanhos pré-definidos. Deste modo, passa-se para a próxima etapa: a secagem. Nesta etapa, as peças ficam por um período de aproximadamente 72 horas, até ficarem prontas para próxima etapa que é a fornagem.

Após a secagem, as peças são manualmente transportadas até os fornos e empilhadas a fim de que a queima se processe de forma homogênea em todas as peças. Após o cozimento, as peças passam por outro período de descanso (estocagem) até que adquiram a temperatura ambiente, sendo, então, encaminhadas para a expedição e consumo.

Abaixo há o fluxograma vertical da empresa, com a demonstração das atividades classificadas como operação, transporte, execução, estoque e possível espera (atraso).

Figura 7 – Fluxograma Vertical do Processo Produtivo.



Fonte: Autor (2016).

Resultado da Análise dos Tempos

Nesta seção, estão apresentados os resultados obtidos com a análise da produção de tijolos de cerâmica vermelha da empresa estudada. A tabela abaixo apresenta as cronometragens realizadas para a escolha do operador padrão. Nota-se que o operador padrão é o operador 4, visto que o mesmo apresenta a menor média dos últimos três tempos cronometrados.

Figura 8 – Tempos dos Operadores.

Operadores	C1	C2	C3	C4	C5	Média (3 últimos tempos)
Operador 1	27,38	30,24	30,94	30,98	31,29	31,07
Operador 2	28,07	28,74	28,83	28,85	28,94	28,87
Operador 3	27,22	27,88	26,99	27,74	27,42	27,38
Operador 4	25,12	26,61	26,22	26,08	26,31	26,20

Fonte: Autor (2017).

Utilizando a Equação 1, obteve-se a Velocidade Padrão do operador, resultando em 1,145 segundos.

O quadro abaixo apresenta as cronometragens realizadas, gerando a média final dos tempos cronometrados para o processo de fabricação de um lote de 160 tijolos.

Figura 9 – Média final dos tempos cronometrados.

Cron.	Carregamento do Carrinho	Transporte dos Tijolos até o forno	Descarregamento do carrinho no forno	Volta do carrinho para novo carregamento
C1	2,47	0,59	3,57	0,42
C2	2,53	0,65	4,29	0,53
C3	2,83	0,57	5,18	0,55
C4	2,4	0,55	6,03	0,51
C5	2,57	0,61	4,47	0,48
C6	2,28	0,58	6,21	0,4
C7	2,37	0,67	3,6	0,51
C8	2,45	0,53	3,26	0,53
C9	2,52	0,63	4,23	0,47
C10	2,65	0,52	5,02	0,45
Média	2,507	0,59	4,586	0,485
TOTAL				8,168

Fonte: Autor (2016).

Nota-se que o TC (Tempo Cronometrado) do processo de produção é igual a 8,168 minutos. Com isso, pode-se calcular o TN (Tempo Normal), assim como Fator de Tolerância, Tempo Padrão e Capacidade Produtiva, conforme apresentam, respectivamente, as Equações de 2 a 5 desta pesquisa.

No quadro abaixo estão o resumo dos cálculos de tempo realizados neste trabalho. Vale ressaltar que estes valores são de apenas um operador, ou seja levando em consideração que a empresa possui 4 operadores, logo, os valores da capacidade produtiva devem ser multiplicados por 4, conforme se observará a seguir.

Figura 10 – Resumo dos cálculos.

Estudo de Tempos			
Variáveis	Fórmulas	Aplicação	Resultados
Velocidade	$V = TP / TI$	$V=30/26,2$	1,145
Tempo Normal	$TN = TC \times V$	$TN = 8,168 \times 1,145$	TN = 9,35 min
Razão entre tempo concedido e jornada de trabalho	$FT=1/(1-P)$	$P=60/480$	0,125
Fator de Tolerância	$FT=1/(1-P)$	$1/(1-0,125)$	1,14 min
Tempo Padrão	$TP = TN \times FT$	$TP = 9,35 \times 1,14$	10,66 min
Capacidade Produtiva	1 lote com 160 tijolos é fabricado em 10,66 min, quantos tijolos em 480 min	-----	Aprox. 7.205 tijolos (Por dia e por Operador)
CAPACIDADE PRODUTIVA TOTAL (4 Operadores)			28820

Fonte: Autor (2016).

Deste modo, obteve-se o valor de 28.820 tijolos produzido diariamente. Entretanto, de acordo com o proprietário e gestor da empresa, nos últimos meses a empresa vem sofrendo com perdas em seu processo produtivo devido a produtos defeituosos, os quais acabam saindo da produção com fissuras e que, posteriormente, levam à quebra do produto, tanto na estocagem, como transporte para o pátio, ou até mesmo na expedição do produto.

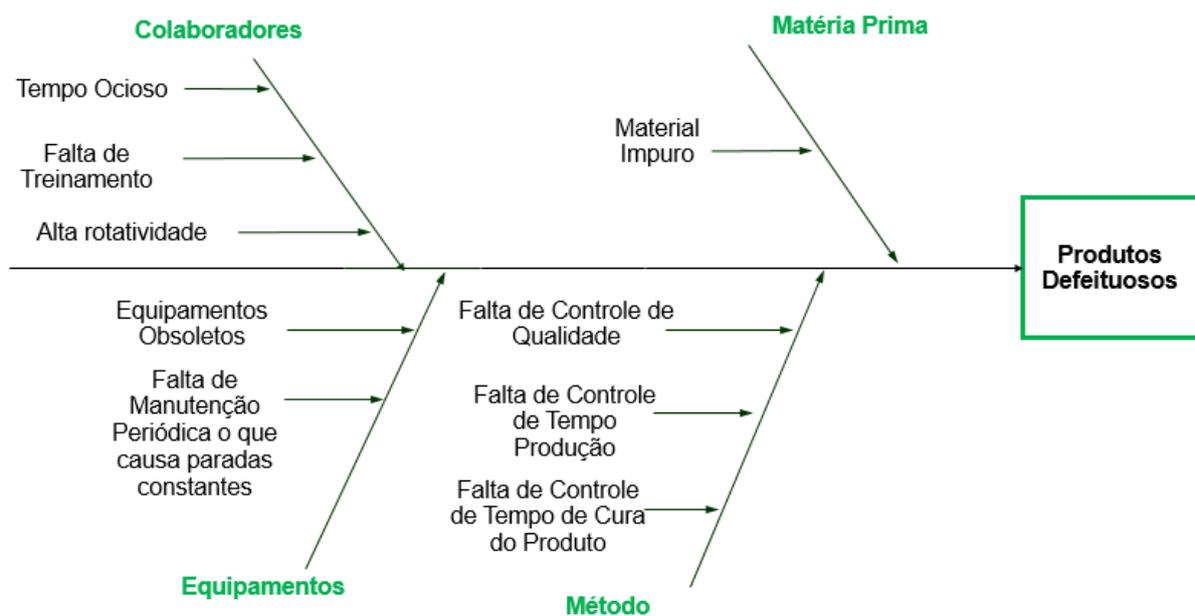
Ainda segundo o gestor, mesmo quando atua com sua capacidade máxima de produção (para tentar atender a demanda), a empresa consegue atingir apenas a média de 27.500 tijolos perfeitos e prontos para a venda.

Vale ressaltar que, conforme o fabricante da máquina, a mesma pode atingir a produção diária de 100 mil tijolos, trabalhando continuamente (sem paradas), o que, em 8 horas de trabalho (480 minutos), significaria produzir até 33 mil tijolos por dia.

Proposição de melhorias por meio das ferramentas de qualidade

Com o intuito de identificar as causas do problema relacionado às perdas por produtos defeituosos, inicialmente, com o auxílio do gestor da empresa, elaborou-se Diagrama de Causa e Efeito, o qual pode ser observado na abaixo:

Figura 11 – Diagrama de Ishikawa do problema apresentado.



Fonte: Autor (2016).

Nota-se que o problema possui suas causas enraizadas tanto nos métodos de produção quanto em equipamentos, mão de obra e até mesmo material. Com isso, pode-se criar um questionário, visando à classificação dessas causas. Este questionário foi aplicado a todos os funcionários da organização, inclusive o proprietário, totalizando dezoito pessoas, as quais mediram, em uma escala de 0 a 10, a participação da causa raiz no efeito (produtos defeituosos). O questionário utilizado pode ser observado no apêndice A do presente estudo.

Os resultados da aplicação do questionário podem ser observadas conforme a tabela abaixo, na qual tem-se a relação de todos os possíveis fatores que

desencadeiam a perda na produção por produtos defeituoso, com suas respectivas porcentagens de participação (real) e acumulada.

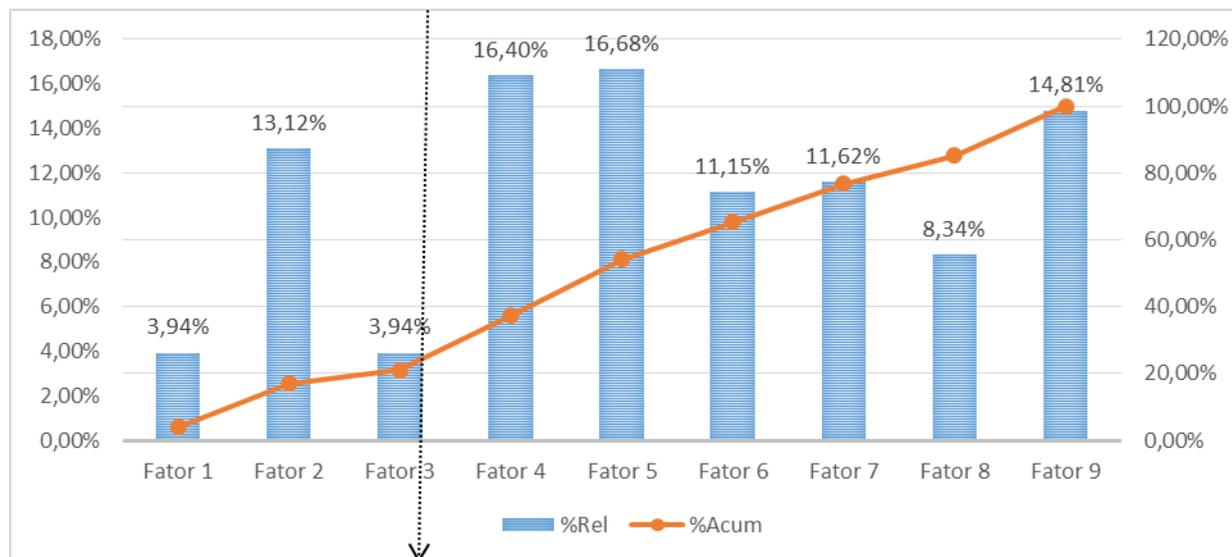
Figura 12 - Participação da Causa no Efeito (Variação em %).

Descrição	Causas	Qtde	%Rel	%Acum
Tempo Ocioso	Fator 1	42	3,94%	3,94%
Falta de Treinamento	Fator 2	140	13,12%	17,06%
Alta Rotatividade	Fator 3	42	3,94%	20,99%
Equipamentos Obsoletos	Fator 4	175	16,40%	37,39%
Falta de Manutenção Periódica o que acarreta em paradas constantes	Fator 5	178	16,68%	54,08%
Material Impuro	Fator 6	119	11,15%	65,23%
Falta de Controle de Qualidade	Fator 7	124	11,62%	76,85%
Falta de Controle de Tempo de Produção	Fator 8	89	8,34%	85,19%
Falta de Controle do Tempo de Cura do Produto	Fator 9	158	14,81%	100,00%
TOTAL		1067	100,00%	100,00%

Fonte: Autor (2016).

A partir desta tabela criou-se o diagrama de Pareto, a fim de visualizar melhor as porcentagens e em forma gráfica.

Figura 13 – Diagrama de Pareto do problema.



Fonte: Autor (2016).

Observa-se, portanto, que a problemática do trabalho, está intrinsecamente ligada aos fatores 4, 5, 2 e 9, referentes ao equipamento, à falta de treinamento dos funcionários e à falta de processos de controle de tempo de cura do produto acabado.

Deste modo, visando à melhoria na produção de tijolos, com a redução de perdas no processo produtivo por produtos defeituosos e conseqüentemente à redução de custos, e possível aumento de produtividade da organização, propõem-se, através de um plano de ação, fundamentado no quadro 5W1H (apresentado no apêndice B do presente trabalho), atuações necessárias para o alcance da mesma.

Ainda no sentido de promover melhorias ao processo produtivo da organização e, conseqüentemente, ganhos ambientais, sugere-se a implantação de um guia de boas práticas no setor de cerâmicas vermelhas, adaptado de Junior e Torquetti (2013), o qual pode ser observado no quadro a seguir.

Figura 14 – Boas práticas no setor cerâmico e suas respectivas vantagens.

	Práticas	Vantagens
Melhorias no Ambiente de Trabalho	Armazenamento adequado dos resíduos em depósitos fixos ou temporários, impermeabilizados e cobertos	Proteção dos Trabalhadores Evita que este se transforme em um problema ambiental
	Armazenamento do produto e de peças cruas em local delimitado, organizado, com piso uniforme e coberto	Evita perdas no processo
	Usar embalagens (paletização) nos produtos finais	Evita perdas
Melhores Controles do Processo	Realizar o sazonalamento das argilas	Permite a formação de um produto de melhor qualidade, capaz de reduzir os custos com energia e água
	Controlar o processo de mistura das argilas, mantendo uma regularidade	Secagem mais rápida, ocorrem menos problemas de deformações e trincas.
	Monitorar e homogeneizar a alimentação da mistura no caixão alimentador	Permite a formação de um produto de melhor qualidade capaz de reduzir os custos com energia e água e além disso, reduzir a quantidade de resíduos
	Controlar a umidade de extrusão	Evita materiais fora de conformidade
	Monitorar umidade e temperatura de secagem	Evitar a reabsorção da umidade contida no ar, deixando o material muito fraco
	Acondicionamento adequado da argila e demais insumos, com controle da umidade	Evita produtos com trincas, aumento da eficiência energética
	Regulagem e ajuste da relação ar/combustível (excesso de ar)	Melhoria no processo de combustão: evita utilização excessiva de combustível, diminuição da emissão de poluentes e contribui para o cumprimento das normas ambientais
	Melhoria do isolamento térmico nas portas dos fornos	Aumento da eficiência energética
	Revestimento interno dos fornos com fibra cerâmica	Aumento da eficiência energética
Otimização da capacidade de carga do forno	Menor consumo de combustível	

Substituição de matéria prima e insumo	Mistura de resíduos na massa cerâmica, como o pó de balão	Diminuição de rejeitos, diminuição do uso de matéria-prima e evita que estes resíduos tenham destinação ambientalmente incorreta
	Utilização de insumos locais como sabugo de milho, palha de café, casca de arroz, etc	Diminui a distância com transporte o que acarreta a diminuição de poeiras fugitivas e a emissão do veículo. Reduz consumo de lenha
	Substituição de biomassa como insumo ao invés de combustíveis fósseis.	Redução de emissões atmosféricas e certificado de Crédito de Carbono.
Mudança da tecnologia Produtiva	Recuperação de calor no caso de fornos contínuos	Economia de energia e secagem mais rápida
	Substituição de equipamentos ineficientes	Eficiência energética, aumento de produtividade, evita perdas
Reciclagem interna / Reuso interno	Reaproveitamento das cinzas para conformação da porta do forno	Economia de insumos
	Uso de água de chuva para aspersão do pátio e vias internas	Minimização do consumo de água
	Recirculação da água utilizada na bomba de vácuo	
Reciclagem externa	Uso das cinzas oriundas de queima de biomassa no solo	Economia de insumos; destinação adequada
	Reaproveitamento de cacos de produtos	

Fonte: Adaptado de Junior e Torquetti (2013).

A aplicação das boas práticas apresentadas no quadro é de suma importância para as organizações em geral, visto que traz melhoria da qualidade do produto, melhoria nas condições de trabalho, diminuição do consumo de insumos e matérias primas, conscientização e sustentabilidade empresarial e, sobretudo, a minimização e/ou mitigação de impactos ambientais.

Considerações finais

Este trabalho teve o objetivo de mensurar a capacidade produtiva de uma empresa do setor cerâmico e propor melhorias, por meio do uso das ferramentas de qualidade, permitindo, assim, a identificação de falhas no processo, que impedem a empresa de alcançar a sua capacidade produtiva total.

Isto posto, os resultados alcançados deixam claro a importância de se realizar o estudo de Engenharia de Métodos, mais precisamente o Estudo de Tempos, a partir do qual é feita a avaliação do ritmo do operário, que é a base para se determinar o Tempo Normal, Fator de Tolerância, Tempo Padrão e a Capacidade Produtiva. Tornou-se possível através deste se comprovar que a empresa está produzindo abaixo de sua real capacidade, sendo possível, assim, aplicar as ferramentas de qualidade, que mostram que, através de métodos simples como diagrama de Pareto, diagrama Ishikawa, fluxograma e o plano de ação 5W1H, é possível alcançar melhorias no processo produtivo da organização.

Segundo a FIEMG (2009), a implantação de sistemas gerenciais de controle de qualidade de produção, juntamente com o controle eficiente de gestão de matéria prima pode gerar a organização até 35% do consumo de energia, bem com a redução de cerca 40% dos índices de deformação dos produtos e conseqüentemente aumento de até 25% na produtividade da organização.

Deste modo, este estudo mostrou-se satisfatório quanto ao cumprimento de seus objetivos, visto que foi possível a proposição de uma plano de melhorias para o empreendimento.

Portanto, como sugestão para estudo futuros e complementares a este trabalho, propõe-se a realização de um estudo de previsão de demanda, para que a empresa possa conhecer sua demanda e produzir dentro desses parâmetros. Estudos como PSL (Planejamento Sistemático de *Layout*), bem como o FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis* ou Metodologia de Análise do Tipo e Efeito de Falha) mostram-se necessários, visto que, respectivamente, proporcionarão à organização a otimização do *Layout* do chão de fábrica, assim como a identificação de falhas do equipamento e posteriormente a montagem de um plano de manutenção preventiva e periódica para o mesmo.

Sugere-se, por fim, a Implantação da filosofia *Lean Production*, objetivando os desperdícios de matéria prima no processo produtivo e a implantação da melhoria contínua da organização.

Referências

ABCERAM – Associação Brasileira de Cerâmica. **Cerâmica no Brasil**, 2011.

BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos**: projeto e medida de trabalho. 6. ed. São Paulo: Edgard Blüchen, 1977.

BUSTAMANTE, G.; BRESSIANI, J. **A indústria cerâmica brasileira**, cerâmica industrial, 2000.

CRUZ, J. **Melhoria do tempo-padrão de produção em uma indústria de montagem de equipamentos eletrônicos**. Juiz de Fora – MG, 2008.

FIEMG – Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais. **Licenciamento Ambiental – Orientações ao empreendedor**. Minas Gerais: FIEMG, 2013. Disponível em <<http://www5.fiemg.com.br/admin/BibliotecaDeArquivos/Image.aspx?ImgId=34382&TabId=13676>>.

GERLACH, Gustavo et al. **Aplicação de ferramentas da qualidade no processo de recebimento de materiais em uma empresa metal-moveleira**, SIEF – Semana Internacional das Engenharias da FAHOR, 2009.

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

LISBÔA, M. G. P; GODOY, L. P. **Aplicação do Método 5W2H no processo produtivo do produto: joia**. Iberoamerican Journal of Industrial Engineering, v.4, n. 7, p 32-47, Florianópolis-SC, 2012.

MAIA, D. **Ferramentas de gestão da qualidade aplicadas a processo de produção: o caso da empresa fitatex**. Belo Horizonte – MG, 2008.

MARTINS, V. **Análise da capacidade produtiva de uma indústria de blocos pré-moldados utilizando o estudo de tempos cronometrados**. Iberoamerican Journal of Industrial Engineering, v. 6, n. 11, p. 311-327, Florianópolis, SC, 2014.

OLIVEIRA, R. F. **Gestão da Informação: Garantia de qualidade total no atendimento ao usuário**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Cândido Mendes, Rio de Janeiro – RJ, 2012.

REIS, C. **Proposição de melhorias para o planejamento da produção de uma empresa de processamento do pescado**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade do Estado do Pará, Castanhal – PA, 2015.

ROCHA, A. **Estudo de tempos e movimentos como ferramenta para a melhoria da produtividade nas obras**. Rio de Janeiro - RJ, 2014.

SEBRAE. **Ideias de negócios sustentáveis: indústria cerâmica.** 2012.

_____. **Estudo de atividade empresarial: cerâmica vermelha da região central do Tocantins.** Palmas – TO, 2004.

_____. **Manual de ferramentas da qualidade.** 2005.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação.** 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

Universidade Madeira. **Controle de Qualidade,** 2009.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO

Classificar em uma escala de 1 a 10 os itens conforme seu grau de intensidade										
Mão de Obra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tempo Ocioso										
Falta de Treinamento										
Alta Rotatividade										
Equipamentos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Equipamentos Obsoletos										
Falta de Manutenção Periódica o que acarreta em paradas constantes										
Matéria Prima	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Material Impuro										
Métodos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Falta de Controle de Qualidade										
Falta de Controle de Tempo de Produção										
Falta de Controle do Tempo de Cura do Produto										

Questionário para avaliação das causa raiz do problema de produtos defeituosos.

APENDICE B – Plano de Ação

Quadro 5W1H		What	Why	Where	Who	When	How
		O que?	Por quê?	Onde?	Quem?	Quando?	Como?
Redução de Perdas no Processo Produtivo por Produtos Defeituoso	Melhoria nos Processos Gestão de Matéria Prima	Controle de Pureza do Material (Matéria-Prima)	Por que necessita-se de um material puro para a produção de um produto consistente (sem rachaduras)	Barreira / Caixa Alimentador	Ajudante de Serviços Gerais	Imediatamente	Inicialmente o ASG realizará a limpeza superficial do material argiloso posteriormente no caixão alimentador será feita a limpeza mais minuciosa
	Melhoria nos Processos de Controle de Produção	Implantação de um sistema de controle de qualidade, bem como um setor para o mesmo	Para que se tenha eficiência na produção com a redução de produtos defeituoso	Setor Produção	Técnico em Qualidade	Imediatamente	Contratando por Regime CLT ou por Prestação de Serviço um profissional habilitado para execução dos procedimentos necessários e ensaios (resistência, cura, durabilidade etc)
		Implantação de um Sistema de controle de produção	Por que necessita-se conhecer o tempo de produção, recursos utilizados, quantidades produzidas e custos de produção	Setor Produção	Gerência / Financeiro	Imediatamente	Controle Visual no Chão de Fábrica (Kanbans) e Planilhas eletrônicas
	Melhoria no Processo de Gestão de Equipamentos/ Manutenção	Implantação de um plano de manutenção para o equipamento com a determinação de tempos de <i>setup</i> , bem como datas de manutenção	Para que, após um período de funcionamento, seja possível fazer medições e ajustes na máquina e caso necessário trocas de peças	Equipamento Extrusora	Operador com competência técnica	A cada 48h trabalhadas	Realizar parada do equipamento para a medições e verificações dos componentes

		preventiva e periódica					
	Melhoria no Processo de Gestão de Recursos Humanos	Investir em treinamentos e capacitação de funcionários	Para que se tenha mão de obra qualificada, que saiba manusear os materiais e equipamentos corretamente	Setor Produção	Departamento de RH e/ou consultoria externa (SEBRAE, SENAI etc)	A cada 6 meses (reciclagem) e aprimoramento de novas técnicas	Cursos de especialização e aprimoramento realizados por profissionais capacitados no período de 4h (preferencialmente aos sábados) - Dentro do horário da jornada de trabalho dos funcionários

Quadro de Plano de Ação 5W1H para a problemática.