

CARLOS ALBERTO DO NASCIMENTO

**ESTUDO DA REENGENHARIA DE FORNOS CERÂMICOS
COM CRIVAMENTO:
UMA OPORTUNIDADE REAL DE MELHORIA DA
SUSTENTABILIDADE**

**MESTRADO EM
BIOENERGIA**

GUARAPUAVA -PR

2015

CARLOS ALBERTO DO NASCIMENTO

**ESTUDO DA REENGENHARIA DE FORNOS CERÂMICOS COM CRIVAMENTO:
UMA OPORTUNIDADE REAL DE MELHORIA DA SUSTENTABILIDADE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Paraná - UFPR, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Mestrado em Bioenergia, área de concentração em Biocombustíveis, para a obtenção do título de Mestre.

Profa. Dra. Graciela Ines Bolzón de Muniz
Orientadora

GUARAPUAVA, PR.
2015

CARLOS ALBERTO DO NASCIMENTO

**ESTUDO DA REENGENHARIA DE FORNOS CERÂMICOS COM
CRIVAMENTO:
UMA OPORTUNIDADE REAL DE MELHORIA DA SUSTENTABILIDADE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Paraná - UFPR, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Bioenergia, área de concentração em biocombustíveis, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em ... do mês de agosto de 2015

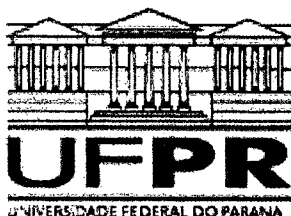
Profa. Dra. Vanessa Ishikawa Rasoto UFTPR

Prof. Dr. Paulo Rogerio Pinto Rodrigues - UNICENTRO

Profa. Dra. Graciela Ines Bolzón de Muniz - UFPR
Orientadora

GUARAPUAVA -PR

2015



Universidade Federal do Paraná
Setor de Palotina
Programa de Pós-Graduação em
BIOENERGIA



ATA SESSÃO DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata da Sessão Pública, de exame de dissertação
para obtenção do grau de mestre em
BIOENERGIA, Setor Palotina da Universidade
Federal do Paraná.

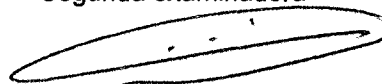
Aos três dias do mês de setembro de dois mil e quinze, às nove horas, nas dependências do Auditório da Agência de Inovação da Universidade Estadual do Centro-Oeste / Guarapuava, reuniu-se a banca examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em BIOENERGIA, composta pela Profª. Drª. Vanessa Ishikawa Rásoto, primeira examinadora, Prof. Dr. Paulo Rogerio Pinto Rodrigues, segundo examinador, Profª. Drª. Gilmara de Oliveira Machado, co-orientadora e pela Profª. Drª. Graciela Ines Bolzon de Muniz, orientadora e presidente da banca examinadora, com a finalidade de julgar a dissertação do mestrando **Carlos Alberto do Nascimento**, intitulada **"ESTUDO DA REENGENHARIA DE FORNOS CERÂMICOS COM CRIVAMENTO: UMA OPORTUNIDADE REAL DE SUSTENTABILIDADE"**, para obtenção do grau de mestre em BIOENERGIA. O desenvolvimento dos trabalhos seguiu o roteiro de sessão de defesa estabelecido pela coordenação do curso, com abertura, condução e encerramento da sessão solene de defesa feito pela orientadora Profª. Drª. Graciela Ines Bolzon de Muniz. Após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato, os membros da banca examinadora deliberaram pela **"APROVAÇÃO"** do acadêmico, habilitando-o ao título de Mestre em BIOENERGIA, da Universidade Federal do Paraná. Guarapuava, 03 de setembro de 2015, desde que apresente a versão definitiva da dissertação conforme regimento interno do Programa.

Elisângela Lupatini Piovesan
Secretária do Curso de Pós-Graduação em BIOENERGIA


Profª. Drª. Graciela Ines Bolzon de Muniz
Universidade Federal do Paraná
Orientadora e presidente da banca examinadora


Profª. Drª. Vanessa Ishikawa Rasoto
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Primeira examinadora


Profª. Drª. Gilmara de Oliveira Machado
Universidade Estadual do Centro Oeste
Segunda examinadora


Prof. Dr. Paulo Rogerio Pinto Rodrigues
Universidade Estadual do Centro Oeste
Terceiro examinador
Co-orientador



Universidade Federal do Paraná
Setor de Palotina
Programa de Pós-Graduação em
BIOENERGIA



PARECER

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em BIOENERGIA, Setor Palotina da Universidade Federal do Paraná, após arguir o mestrando **Carlos Alberto do Nascimento** em relação ao seu trabalho de dissertação intitulado "**ESTUDO DA REENGENHARIA DE FORNOS CERÂMICOS COM CRIVAMENTO: UMA OPORTUNIDADE REAL DE SUSTENTABILIDADE**", é de parecer favorável à **APROVADO** do acadêmico, habilitando-o ao título de *Mestre* em BIOENERGIA, Setor Palotina da Universidade Federal do Paraná.

Prof.ª Dr.ª Graciela Ines Bolzon de Muniz
Universidade Federal do Paraná
Orientadora e presidente da banca examinadora

Prof.ª Dr.ª Vanessa Ishikawa Rasoto
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Primeira examinadora

Prof.ª Dr.ª Gilmar de Oliveira Machado
Universidade Estadual do Centro Oeste
Segunda examinadora

Prof. Dr. Paulo Rogério Pinto Rodrigues
Universidade Estadual do Centro Oeste
Terceiro examinador
Co-orientador

Guarapuava, 03 de setembro de 2015.

Prof. Dr. Helton José Alves
Coordenador do Curso de Pós-Graduação em BIOENERGIA

Para vencer - material ou imaterialmente - três coisas definíveis são precisas: saber trabalhar, aproveitar oportunidades e criar relações. O resto pertence ao elemento indefinível, mas real, a que, à falta de melhor nome, se chama sorte.

Fernando Pessoa

Dedicatória

À minha maravilhosa esposa, Bernadete, que sempre me incentivou para a realização dos meus ideais, encorajando-me a enfrentar todos os momentos difíceis da vida. Com muito carinho, a minha irmã Ocalina, (in memoriam) que, na sua relação muito próxima com Deus, sempre enxergou esse momento e a quem gostaria muito de entregar o resultado dessa conquista.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer aos professores do Mestrado em Bioenergia pelo apoio, em especial ao Professor Dr. Paulo Rogério Pinto Rodrigues, a Professora Dra. Graciela Ines Bolzon, minha orientadora e animadora.

Agradeço também a professora Dra. Cleusa Rocha Asanome pelo apoio e ajuda em um momento bem crucial dessa dissertação.

Ao Amigo Eloi Woicjowski pela parceria, pelos ensinamentos e pela insistência em um projeto que aprendemos juntos a valorizar e entender o quanto pode ajudar o mercado estudado.

Agradecer a minha família pelo apoio, pelo entendimento das horas dedicadas a esse trabalho, agradecer em especial a minha querida e sempre companheira Bernadete, a BER, pelo carinho, pelo apoio ao longo de 30 anos de casado, e por acreditar sempre.

A tantos amigos e amigas que de alguma forma auxiliaram nessa dissertação, sem os quais dificilmente poderia ter sido realizada e a todos mais que eu não tenha citado nesta lista de agradecimentos, mas que de uma forma ou de outra contribuíram não apenas para a minha dissertação, mas também para eu ser quem eu sou.

SUMARIO

AGRADECIMENTOS	vi
SUMARIO.....	vii
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS	xi
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 - Apresentação	1
2. OBJETIVOS	4
1.2. Objetivo Geral	4
2.2 Objetivos Específicos	4
1.3. Estrutura do trabalho	4
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
3.1. A competitividade na indústria da cerâmica vermelha.....	6
3.2. O setor cerâmico no Brasil	7
3.3. Problemas da indústria de cerâmica vermelha no Brasil	8
3.4. Perfil tecnológico da indústria de cerâmica vermelha no Brasil	8
3.5.O setor da indústria de cerâmica vermelha no Paraná.....	9
3.6. O processo produtivo da fabricação de peças cerâmicas.....	16
3.7. Tipos de fornos	18
3.8. Reengenharia - estudo ambiental e econômico no setor de indústria de cerâmica vermelha no Paraná	23
3.8.1. Conceitos e metodologias de reengenharia e reestruturação	23
3.8.2. Impactos da exploração do setor da indústria cerâmica	26
3.8.3. Avaliação econômica de processo produtivo	31

3.8.3.1. Pay-back ou tempo de retorno de um investimento	32
3.8.3.2. Valor Presente Líquido (VPL).....	34
3.8.3.3. Taxa Interna de Retorno - TIR	36
4. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	37
4.1. Metodologia.....	37
4.2. Perfil das indústrias estudadas	38
4.3. Método para medição do consumo de combustível (biomassa)	40
4.4. Método para as medições das emissões atmosféricas.	41
4.4.1 Método da medição das emissões atmosféricas antes da reengenharia.....	44
4.4.2. Método da medição das emissões atmosféricas após a reengenharia.....	44
4.5. Método para o estudo de viabilidade econômica do processo produtivo com o novo sistema de crivamento de fornos	44
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	47
5.1. Eficiência energética e produtividade.....	47
5.1.1.Caracterização técnica dos fornos utilizados – dados levantados antes da reengenharia.....	47
5.1.2. Caracterização técnica dos fornos utilizados – dados levantados após a reengenharia a partir do crivamento	48
5.1.3. Resultado do consumo de combustível (biomassa) antes da reengenharia	50
5.1.4. Resultado do consumo de combustível (biomassa) após a reengenharia ...	51
5.2. Resultado da medição das emissões atmosféricas.....	53
5.2.1 Medição das emissões atmosféricas antes e depois da reengenharia	53
5.2.2. Medição da potência térmica - dados auferidos antes e depois da reengenharia.....	55
5.2.3 Viabilidade econômica do processo produtivo com o novo sistema de crivamento de fornos	57
6. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	62

7 . SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS	63
8. REFERÊNCIAS	64
ANEXO 1 - RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DA EMISSÃO ATMOSFÉRICA.....	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Distribuição por região do número total e tipos de fornos.....	12
Tabela 2: Tipos de fornos intermitentes e suas principais vantagens e desvantagens.20	
Tabela 3: Tipos de fornos contínuos e suas principais vantagens e desvantagens..	21
Tabela 4 – Balanço de calor dos fornos mais eficientes	22
Tabela 5 - Características de alguns combustíveis – biomassa	28
Tabela 6 – Síntese dos objetivos específicos, as etapas e métodos utilizados no trabalho.	38
Tabela 7- Modelo do anexo VI da Resolução Sema 054/06 – focado nas medições de emissões atmosféricas.....	42
Tabela 8– Principais parâmetros técnico-econômico das duas indústrias antes da reengenharia – Candido de Abreu e S. Mazzuco, localizadas em Cândido de Abreu – Paraná – abril de 2015. ..	50
Tabela 9– Síntese do levantamento dos dados - principais parâmetros técnicos de produtividade após a reengenharia nas Indústrias Candido de Abreu e S. Mazzuco, localizadas em Cândido de Abreu – Paraná – abril de 2015.	52
Tabela 10 - Resultados dos fornos –em relação a emissão de CO –coletados antes da reengenharia nas Indústrias Candido de Abreu e S. Mazzuco, localizadas em Cândido de Abreu – Paraná – abril de 2015	54
Tabela 11 - Resultados dos fornos - dados coletados quando a emissão de CO depois da reengenharia.....	55
Tabela 12 – Resultados das medições de potência térmica do cavaco de madeira usado nos fornos – antes e depois da reengenharia	56
Tabela 13 – Resultados dos ganhos na eficiência energética a partir da reengenharia	56
Tabela 14 – Resultados e ganhos em função da reengenharia aplicada em 3 fornos em Candido de Abreu – PR - 2015.....	58
Tabela 15 - Projeção do fluxo de caixa	59
Tabela 16 - Projeção de resultados – período 2015 a 2019.	60
Tabela 17 - Análise das projeções para o período de 2014 a 2019 – Payback, Vpl e Tir	61

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas básicas nos processos de produção de tijolos, telhas cerâmicas .	17
Figura 2 - Localização da cidade de Cândido de Abreu no mapa do Paraná	39
Figura 3 - Foto aérea das indústrias estudadas neste trabalho, Cândido de Abreu – Paraná – abril de 2015	40
Figura 4 - Alimentador automático de cavaco utilizados nas indústrias Candido de Abreu e S. Mazzuco, localizadas em Cândido de Abreu – Paraná – abril de 2015.....	41
Figura 5 - Local da coleta da amostra dos gases nas industrias Candido de Abreu e S. Mazzuco, localizadas em Cândido de Abreu – Paraná – abril de 2015	42
Figura 6 - Analisador de Gases TEXTO-340 utilizado nas industrias Candido de Abreu e S. Mazzuco, localizadas em Cândido de Abreu – Paraná – abril de 2015	43
Figura 7 – Foto do forno na Industria 1 – localizada em Cândido de Abreu – Paraná – abril de 2015	47
Figura 8 - Foto da abertura do crivamento – Indústria Candido de Abreu e da Industria S. Mazzuco, localizadas em Cândido de Abreu – Paraná – abril de 2015	49

RESUMO

NASCIMENTO, CARLOS. ESTUDO DA REENGENHARIA DE FORNOS CERÂMICOS COM CRIVAMENTO: UMA OPORTUNIDADE REAL DE MELHORIA DA SUSTENTABILIDADE. 2015. Dissertação (Mestrado em Bioenergia) – Universidade Federal do Paraná - UFPR. Guarapuava - PR. 2015.

O setor da indústria cerâmica no Brasil está vinculado ao setor da construção civil, com uma participação estimada do PIB nacional em 1%, gerando em 2013, cerca de 293 mil empregos diretos, com mais de 7.000 empresas ativas no setor. Seu processo produtivo tem como característica, sistemas antigos de produção, com pouco uso de tecnologia, onde os próprios donos das indústrias, induzidos por um conhecimento tradicional ou empírico, constroem os fornos, as câmaras e o sistema de crivamento. É preciso mudar e inovar, para competir. Assim o objetivo deste trabalho é estudar a eficiência energética como resultado da aplicação de uma reengenharia no sistema de crivamento dos fornos, em duas indústrias de cerâmica vermelha na cidade de Cândido de Abreu. Como metodologia, utilizou-se o estudo de campo, procurando aprofundar-se em uma realidade específica, através da observação direta das atividades nas indústrias. O foco da pesquisa foi a análise relacionada a eficiência energética; produtividade; redução na emissão de gases poluentes, avaliação da viabilidade econômica do processo produtivo com o novo sistema proposto de crivamento de fornos. Os dados indicam uma melhoria significativa nos resultados.

Palavras-chave: cerâmica vermelha, sustentabilidade, competitividade, eficiência energética.

ABSTRACT

NASCIMENTO, CARLOS. **REENGINEERING STUDY OF CERAMIC WITH CRIVAMENTO: AN OPPORTUNITY REAL ENERGY EFFICIENCY IMPROVEMENT.** 2015. Dissertation (Master in Bioenergy) - State University of West Centre, UNICENTRO. Guarapuava - PR. 2015.

The ceramic industry sector in Brazil is linked to the construction sector, with an estimated share of national GDP by 1%, resulting in 2013, about 293 000 direct jobs, with over 7,000 companies active in the sector. Its production process is characterized, old production systems, with little use of technology, where the owners of industries, induced by a traditional or empirical knowledge, build ovens, cameras and crivamento system. We need to change and innovate, to compete. The objective of this work is to study the energy efficiency as a result of application of a reengineering in crivamento system of ovens, two red ceramic industries in the city of Cândido de Abreu. The methodology used is the field of study, looking delve into a specific reality, through direct observation of the activities in industries. The focus of the research was the analysis related to energy efficiency; productivity; reduction in greenhouse gas emissions, evaluation of the economic viability of the production process with the new proposed crivamento kiln system. The data indicate a significant improvement in the results obtained.

Key Words: red ceramic, sustainability, competitiveness, energy efficiency.

1. INTRODUÇÃO

1.1 - Apresentação

As características heterogêneas do setor da indústria de cerâmica vermelha, quanto à sua pluralidade nos diversos tipos de processo produtivo, nos aspectos tecnológicos empregados, no controle de qualidade, no volume de produção e na utilização de recursos naturais, tem sido objeto de estudos. O setor vem buscado uma contínua melhoria dos seus processos para que resultados satisfatórios em relação ao meio ambiente, redução de custos, aumento da produtividade, melhoria na qualidade de seus produtos sejam alcançados.

Estudos como o do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), em conjunto com a Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologias Especiais (FUNCATE) e com a cooperação internacional da Agência Suíça para El Desarrollo y La Cooperación (COSUDE), gerou um documento chamado “Manual de Eficiência Energética na Indústria de Cerâmica Vermelha – Manual EELA (EELA, 2013). Este documento, busca fornecer informações aos ceramistas que permitam o ajuste de medidas no que se refere à eficiência energética. Como um manual, faz a indicação de sete variáveis possíveis para conseguir redução do consumo de energia nas indústrias de cerâmica vermelha, a saber: melhoria da combustão, recuperação de calor, arranjo de peças no interior dos fornos, emprego de resíduos em mistura de massa cerâmica, isolamento térmico, emprego de boquilhas de cerâmica e uso de fornos mais eficientes.

A atividade no setor cerâmico é considerável rentável e com forte apelo social, já que as empresas que integram o setor são formadas por micro, pequenas e médias empresas, as quais, de maneira geral, criam milhares de empregos ainda que sem muita qualificação técnica.

As indústrias estão distribuídas em todo o território nacional, com forte representatividade econômica, trata-se de um setor diversificado, variando entre empresas de médio e grande porte e de pequenos empreendimentos familiares artesanais.

A importância da indústria de cerâmica vermelha no Brasil está vinculada à sua forte ligação junto ao setor da construção civil. Destacam-se aqui os subsegmentos da cerâmica vermelha (tijolos, blocos, telhas, lajes etc.) e de revestimentos de cerâmica (pisos e azulejos),

tanto do ponto de vista econômico como em termos de consumo energético. A participação estimada no PIB nacional é de 1% (CETESB, 2006). Abaixo são apresentados alguns dados socioeconômicos do setor (ANICER, 2013):

- Geração de empregos diretos: 293 mil;
- Geração empregos indiretos: aproximadamente 900 mil;
- Faturamento anual: R\$ 18 bilhões;
- Indústria de cerâmica vermelha: 4,8% da indústria da construção civil;
- 6.903 empresas ativas no setor; e
- Falta de informação e dados confiáveis sobre produtos de cerâmica vermelha.

O momento vivido pelo setor até 2013, foi de grande expectativa, devido, principalmente, à ligação umbilical da cerâmica vermelha ao setor da construção civil, as dificuldades enfrentadas no cenário econômico nacional são de retração, com alguns indicativos de fechamento de linhas de produção (fornos) e de algumas indústrias de cerâmica em algumas regiões brasileiras (SINDICER 2015).

A crise econômica que o Brasil enfrenta, aponta para outros cenários, dentre os quais, a busca pela sustentabilidade no setor, considerando que 90% do combustível consumido vem da biomassa em uma proporção de 50% de lenha e 40% de resíduos de madeira, mais do que nunca as empresas devem buscar a eficiência energética, na economia do processo produtivo, na redução da emissão de poluentes, entre outras. Este novo cenário vem sendo discutido por diversas associações ligadas ao setor cerâmico, considerando ainda, fatores como os recursos humanos dentro da indústria e a sua resistência para as novas tecnologias e inovação. Ações nessas áreas surgem por iniciativa dos empresários, ou pela busca estratégica das parcerias já existentes com institutos de pesquisa, por parcerias com SEBRAE, SENAI, Sindicatos, Associações e Universidades. Assim as cerâmicas buscam modernizar seus processos produtivos, tornando-os mais rápidos, mais sustentáveis, com uma gestão voltada para a redução de custos, no aumento da qualidade e no desenvolvimento institucional (PDI) e marketing.

O setor cerâmico brasileiro é considerado o mais antigo do Brasil, sua produção é feita, em sua maioria, por meio de processos também antigos. São os próprios donos das indústrias, induzidos por um conhecimento tradicional ou empírico, quem constroem os fornos, as câmaras e o sistema de crivamento, baseando-se apenas na necessidade premente de aumento de produtividade, utilizando-se de receitas prontas que, em algum determinado

tempo e lugar, foram bem-sucedidas sem considerar as realidades locais, o tipo de matéria prima utilizada, caracterização dessas jazidas e das condições de layout.

É neste contexto que esta pesquisa se insere, o foco foi estudar a subutilização dos fornos utilizados pelas indústrias, valendo-se de uma avaliação mais apurada do sistema de crivamento construído, e da sua influência direta nas variáveis de produção.

É de grande importância a realização de um estudo sobre o comportamento desses fornos com crivamento, pois não se tem na literatura estudos mais aprofundados sobre esse tema. A partir dos resultados das avaliações, foi aplicado uma reengenharia nos modelos dos fornos utilizados. Isto possibilitou avaliar uma melhor eficiência dos fornos redondos de chama invertida, instalados nas indústrias estudadas na região de Cândido de Abreu.

Deste modo, pretende-se com esse trabalho a avaliação das melhorias a serem implementadas no processo de queima, considerando o desempenho dos fornos, ou seja, a contribuição para o aumento na qualidade dos produtos, o aumento da produtividade, a redução do consumo de combustível (biomassa), a redução na emissão de poluentes, e consequentemente o aumento da competitividade e da sustentabilidade.

Esse trabalho visa corroborar com os resultados obtidos junto ao projeto iniciado com incentivo do programa Sebraetec, na categoria diferenciação EDITAL SEBRAETEC PR Nº 01/2014, que contou com o apoio financeiro do SEBRAE/PR – Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Estado do Paraná. Com o objetivo de subsidiar o acesso a serviços tecnológicos e de inovação aos pequenos negócios para implementação de novos processos, produtos e serviços no mercado, o que é medida de extrema relevância para o alcance da autonomia tecnológica e o desenvolvimento industrial do País.

2. OBJETIVOS

1.2. Objetivo Geral

Estudar a eficiência energética como resultado da reengenharia aplicada no crivamento dos fornos, em duas indústrias de cerâmica vermelha na cidade de Cândido de Abreu.

2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos buscam mensurar os benefícios da reengenharia das variáveis utilizadas que foram mensuradas antes e depois da ocorrência da reengenharia: com os seguintes passos:

- Proceder análises relacionadas a eficiência energética e produtividade;
- Averiguar a redução na emissão de gases poluentes e de particulados;
- Avaliar a viabilidade econômica do processo produtivo com o novo sistema de crivamento de fornos.

1.3. Estrutura do trabalho

A estrutura do presente trabalho foi dividida em seis capítulos, organizados da maneira descrita a seguir.

No primeiro capítulo, são tratados os itens: introdução com a apresentação do trabalho, e no segundo capítulo o objetivo geral e específicos, e estrutura do trabalho.

O capítulo três constituiu-se da revisão da literatura, cujos temas abordados foram aqueles definidos como as dimensões da pesquisa na seção de metodologia, através da delimitação da abrangência do estudo. Assim, a revisão da literatura foi subdividida nas seguintes seções: a competitividade na indústria de cerâmica vermelha, o setor cerâmico no Brasil, o setor da indústria de cerâmica vermelha no Paraná, o processo produtivo da fabricação de peças cerâmicas, tipos de fornos e reengenharia - estudo ambiental e econômico no setor da indústria de cerâmica vermelha no Paraná.

No quarto capítulo, é apresentado o procedimento experimental com a metodologia, o perfil das indústrias estudadas, a caracterização técnica dos fornos antes e depois da reengenharia, e as medidas das variáveis estudadas.

No quinto capítulo, é apresentado os resultados com as discussões referentes aos objetivos atingidos.

No sexto capítulo é apresentado as conclusões do estudo com as considerações do trabalho. No sétimo capítulo são apresentadas algumas recomendações para trabalhos futuros.

No capítulo 8, constam as referências bibliográficas, seguidas pelos anexos.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. A competitividade na indústria da cerâmica vermelha

A competitividade no mundo globalizado influencia todos os setores da economia, e, no setor da cerâmica vermelha não é diferente. A exigência por produtos com qualidade é requisito essencial para a permanência da empresa no mercado. Nesse sentido, o segmento percebe a necessidade de enquadrar seus produtos às exigências das normas técnicas, o que minimizaria a diversidade de produtos existentes, proporcionando redução de custos de produção e melhor atendimento à construção civil. Os desperdícios que hoje ocorrem na indústria da cerâmica vermelha, de um modo geral, são da ordem de 30%. (COELHO, 2009).

Segundo Cabral Junior (2008), trata-se de um setor com uma estrutura empresarial bastante assimétrica, pulverizada e de capital estritamente nacional, no qual coexistem pequenos empreendimentos familiares artesanais (olarias, em grande parte não incorporadas nas estatísticas oficiais), cerâmicas de pequeno e médio porte, com deficiências de mecanização e gestão, empreendimentos de médio a grande porte (em escala de produção de tecnologia mais avançada como exemplificam processos mais automatizados, com preparação melhor da matéria-prima, secagem forçada e fornos de queima semicontínua ou contínua)

No que se refere à competitividade, constata-se que a grande maioria das empresas desse setor busca tornar-se competitiva a partir da sua base de custos. De acordo com Martins (2006), a contabilidade de custos passou de mera auxiliar na avaliação de estoques e lucros globais para importante fonte de controle e decisão gerencial. Com o aumento da competitividade que ocorre mundialmente, seja nos mercados industriais, comerciais ou de serviços, os custos tornam-se altamente relevantes na tomada de decisões.

Parcelas do setor empresarial vêm tomando iniciativas para aprimoramento tecnológico e competitivo, o que tem ocorrido através da adesão a programas de qualidade, implantação de laboratórios de matérias-primas e produtos, qualificação de mão de obra, substituição de madeira nativa por reflorestada para geração de energia, estudos de incorporação de resíduos na massa cerâmica e diversificação da produção, conforme o Plano de Desenvolvimento do Arranjo Produtivo de Cerâmica Vermelha Sergipana, 2008.

Dados do anuário estatístico de produção de não metálicos do MME (Ministério das Minas e Energia) estimam, em 2013, uma produção de cerca de 190 bilhões de peças cerâmicas no Brasil, demandando cerca de 180 milhões de toneladas de argilas.

Quanto ao faturamento alcançado, da ordem de US\$ 10 bilhões anuais, com uma geração de 293 mil empregos diretos

3.2. O setor cerâmico no Brasil

Constitui um dos maiores conglomerados industriais do gênero no mundo, tendo, portanto, grande importância econômica para o Brasil. A participação no PIB brasileiro é de quase 1,0%, além de apresentar características de capilaridade no cenário da economia nacional que o distingue de todos os outros setores, pois, envolve micros, pequenas, médias e grandes empresas em todos os estados, produzindo produtos derivados de minerais não-metálicos para a construção civil, como elementos estruturais e para revestimento, louças domésticas, sanitárias e de decoração, assim como de uso específico como, por exemplo, os isoladores elétricos, tijolos refratários, tubulações sanitárias, abrasivos, biocerâmica e isolantes térmicos. (EELA, 2012. Projeto de eficiência energética nas pequenas indústrias de cerâmica vermelha do Brasil)

Parte importante desse setor, a indústria de cerâmica vermelha no Brasil, também denominada cerâmica estrutural, envolve a produção de elementos estruturais, de vedação e de acabamento para a construção civil (telhas, blocos estruturais e de vedação, tubos, lajotas e pisos) e responde por um faturamento de R\$ 18,0 bilhões/ano (US\$ 9 bilhões/ano), segundo dados da Anicer – Associação Nacional da Indústria Cerâmica, com uma participação de 7.000 empresas. A maior parte delas micro e pequenas empresas de origem familiar, ofertando 293 mil empregos diretos (média de 42,4 empregados por empresa) e 1,25 milhões de empregos indiretos, constituindo, pois, um dos maiores parques de produção de cerâmica vermelha no mundo. Segundo pesquisa realizada no setor pela ANICER (2012), cerca de 6% das empresas apresentam administração não familiar. Em relação às vendas comerciais, 54% destinam-se às lojas e revendedoras de material de construção e 46% ao consumidor final, sem passar por intermediários.

3.3. Problemas da indústria de cerâmica vermelha no Brasil

Segundo o Panorama da Indústria de Cerâmica Vermelha no Brasil, (EELA, 2012) os principais problemas da indústria de cerâmica vermelha no Brasil podem ser sintetizados em:

- **perdas de processo** - 87% das empresas declararam ter perdas de até 5% na fabricação dos produtos, 19% delas tem a preocupação de controlar essas perdas e, apenas 15% , as registram para poder trabalhar nas correções e mudanças no processo produtivo;
- **processo de moagem e desintegração** - 75% das empresas não possuem desintegrador e 86% não possuem o destorrador, o que influencia na qualidade do material produzido já que a retirada dos torrões facilita a mistura das argilas provocando maior uniformidade e menores defeitos superficiais no produto acabado;
- **processo sem máquina laminadora** - quase 50% das empresas não possui a máquina, cerca de 55% das empresas utilizam extrusão com boquilha de madeira, e outras 20% usam boquilhas de aço especial, a quantidade de peças produzidas não é registrada em 85% dos casos;
- processo de extração de ar, 44% das empresas têm bomba de vácuo;
- processo de corte - 65% das empresas realizam o processo de corte de forma manual e 35% realizam de maneira automática, e apenas 5% das empresas realizam o registro de perdas de processo;
- Processo de secagem - quase 87% utilizam a secagem natural e 13% fazem uso do processo artificial; sendo que o controle da umidade não é realizado em quase 93% das cerâmicas, somente 42 empresas fazem este registro;
- dificuldade em obter a licença ou a renovação ambiental, já que os impactos causados pela indústria da mineração estão também associados ao uso e ocupação do solo, causados pela expansão dos loteamentos nas áreas metropolitanas.

3.4. Perfil tecnológico da indústria de cerâmica vermelha no Brasil

Em relação ao perfil tecnológico das empresas, ainda predominam algumas técnicas que resultam em processos de baixa eficiência energética e qualidade produtiva inferior, como no caso do uso de fornos dos tipos caieira e caipira. Esses fornos representam considerável

parcela de participação nacional mesmo em empresas de médio porte. Há uma tendência de substituição desses fornos por aqueles que permitem obtenção de maiores percentuais de produtos de boa qualidade tendo também melhor desempenho energéticos, como é o caso dos fornos abóboda, também conhecidos como fornos redondos ou de chama reversível, e os fornos tipo vagão. (EELA, 2012. Projeto de eficiência energética nas pequenas indústrias de cerâmica vermelha do Brasil)

Outra tendência que vem se impondo é o uso gradativo de sistemas de secagem contínua, evitando a dependência e as limitações impostas pelas condições climáticas na secagem natural.

Quanto ao perfil dos produtos produzidos (85% de blocos e 15% de telhas), ainda que predominem os produtos de baixo valor agregado, vem ocorrendo gradativa tendência de crescimento da participação de produtos mais sofisticados, como blocos estruturais, telhas esmaltadas, lajotas e pisos, produtos que permitem maiores níveis de lucratividade, assim como espaço de comercialização em mercados mais distantes.

Os centros produtores localizam-se, em geral, em regiões próximas aos mercados de consumo, considerando que os produtos não costumam atingir regiões a distâncias superiores a 500 km, a não ser nos casos de produtos de elevado valor agregado, como os blocos estruturais e as telhas esmaltadas. Assim, os maiores mercados produtores se encontram localizados nos estados do Sudeste e do Sul, destacando-se pela ordem os estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Paraná, Rio de Janeiro e Santa Catarina, que, em conjunto, respondem por 65% da produção nacional, (EELA, 2013. Projeto de eficiência energética nas pequenas indústrias de cerâmica vermelha do Brasil.)

3.5.O setor da indústria de cerâmica vermelha no Paraná.

Segundo o EELA (2013), baseada nos estudos da Anicer (Associação Nacional das Indústrias de Cerâmica Vermelha) no Paraná o setor de indústria de cerâmica vermelha teve a evolução de seu perfil:

- 1995 – tinha cerca de 1.100 unidades de produção de cerâmica vermelha, incluindo as olarias (produção de tijolos maciços em operação sem extrusora), sendo apenas 40 sindicalizadas
- 2003 -estavam cadastradas no estado 756 empresas de cerâmica vermelha;

- 2006 -os dados da Anicer (2012) apontavam para a existência de pouco mais de 700 unidades industriais para uma produção estadual de 250.000 milheiros/mês, o que dava uma média de produção mensal para cada empresa da ordem de 350 milheiros, já excluindo as olarias, que representam a diferença de cerca de 100 unidades entre os números do SIOCER (2000) e outras fontes de informação;
- 2011, admite-se a operação de 620 empresas de cerâmica vermelha, sendo 170 olarias e 450 empresas de pequeno porte ou acima, com produção média mensal acima de 200 milheiros/empresa mês.

O segmento de cerâmica vermelha no estado produz cerca de 210.000 mil milheiros/mês de blocos (70% tijolo de 6 furos redondo), 30.000 mil milheiros/mês de telhas e 48.000 mil milheiros/mês relativos a lajotas, pisos e outros itens, totalizando 288.000 mil milheiros/mês, envolvendo a mão de obra direta de cerca de 16.000 trabalhadores (24 trabalhadores/empresa), perfazendo uma média de produção específica de 18 milheiros/trabalhador mês. O consumo de argila é da ordem de 650.000 t/mês, para uma produção final de 550.000 mil t/mês de blocos e telhas, indicando uma perda de 15% de matéria prima e um peso médio do produto final de 1.900 kg/milheiro. Em relação a comercialização, cerca de 67% da produção é realizada através de vendas indiretas (casas de material de construção), com as vendas diretas destinadas ao comprador particular (13%) para construtoras (8%) e outros (12%) (SCHWOB, 2007).

A Região Leste do Estado do Paraná, segundo informações do Sindicato das Indústrias de Olarias e Cerâmicas para Construção/PR, congrega 350 empresas das quais somente 100 estão associadas.

Estas empresas têm uma produção total na região de 87.500 milheiros por mês, sendo que as associadas produzem 25.000 milheiros por mês (média de 250 milheiros/empresa mês).

O número de empregos diretos nas empresas associadas é de 900, perfazendo uma média de 9 empregados/empresa.

Nessas empresas os principais produtos produzidos são: tijolos (76%); telhas (15%); blocos (5%); lajotas (1%); Outros (3%). Os preços médios locais dos produtos por milheiro, considerando as dimensões, são os seguintes: Tijolos de 9x14x19 = R\$ 300,00; Blocos 14x19x29 = 1.200,00; Lajotas 8x19x30 = 550,00 e telhas = R\$ 850,00.

Os principais tipos de fornos utilizados na região são: caipira (64%); abóboda (5%); paulistinha (5%); Hoffman(!%); contínuo (5%); vagão (20%). A participação percentual dos

combustíveis utilizados nas empresas da região é a seguinte: Lenha: 11%; Resíduos: 40%; Outros - Cavaco/serragem: 49%. Em relação ao preços médios dos combustíveis é de: lenha (R\$ 40/m³); Resíduos (R\$ 25,00/m³); Cavaco (R\$ 30,00/m³).

As regiões paranaenses que concentram a produção de cerâmica vermelha apresentam em função da qualidade da argila local, da oferta de energia e da proximidade dos mercados de consumo, quatro polos nas seguintes regiões:

- 1) Médio Baixo Vale do rio Ivaí – situado na região norte/noroeste do estado, na área sudoeste do município de Maringá, às margens do rio Ivaí, congregando 61 empresas em dez municípios (Doutor Camargo, Floresta, Indianópolis, Itambé, Ivatuba, Japurá, Mirador, Paraíso do Norte, São Carlos do Ivaí, e São Manoel do Paraná). Os municípios de destaque são de Carlos do Ivaí, com 24 empresas, e Paraíso do Norte, com 13 empresas;
- 2) Costa Oeste – situada na região do extremo oeste do estado, entre Cascavel e Foz do Iguaçu, congregando 82 empresas em 25 municípios (Altônia, Assis Chateaubriand, Capitão Leônidas Marques, Corbélia, Entre rios do Oeste, Foz do Iguaçu, Francisco Alves, Guaíra, Itaipulândia, Marechal Cândido Rondon, Maripá, Medianeira, Mercedes, Missal, Nova Santa Rosa, Palotina, Pato Bragado, Quatro Pontes, Santa Helena, São Miguel do Iguaçu, São Pedro do Iguaçu, Terra Roxa, Toledo, Tupãssi e Vera Cruz do Oeste; Destaque para Nova Santa Rosa, com 9 empresas e São Miguel do Iguaçu, com 7 empresas;
- 3) Eixo Prudentópolis – Imbituba – situada na região centro-leste do estado, a oeste da Região Metropolitana de Curitiba, entre Ponta Grossa e Guarapuava, congregando 76 empresas em 7 municípios (Imbituba, Ipiranga, Irati, Ivaí, Prudentópolis, Rebouças e Teixeira Soares); destaque para Prudentópolis (48) e Imbituba (11);
- 4) Norte Pioneiro – situada entre Londrina, Cornélio Procópio e Cambará, no norte do estado, congregando 93 empresas em 27 municípios (Andirá, Bandeirantes, Cambará, Carlópolis, Congoinhas, Conselheiro Mayrink, Curiúva, Figueira, Guapirama, Ibaiti, Jaboti, Japira, Jacarezinho, Joaquim Távora, Jundiá do Sul, Pinhalão, Quatiguá, Ribeirão Claro, Ribeirão do Pinhal, Santa Mariana, Santana do Itararé, Santo Antônio da Platina, Sapopema, São Jerônimo da Serra, Sertanópolis,

Siqueira Campos e Tomasina; Destaque para Jataizinho (19) e Siqueira Campos (13).

No total dos polos mencionados, não incluindo a região metropolitana de Curitiba, encontram-se 308 empresas (44% do total) em 70 municípios, agrupando 170 pequenas (até 9 empregados), com produção de até 100 milheiros/mês, 113 de porte médio (10 a 24 empregados), com produção de 120 a 300 milheiros/mês e 25 grandes (mais de 25 empregados), com produção superior a 300 milheiros/mês, as quais são normalmente as empresas que contam com fornos Hoffman e tipo túnel.

A partir do início da década de 90, a lenha começou a escassear no estado, passando-se a empregar de forma mais intensiva a serragem, a maravalha, o bagaço de cana e a casca de arroz. Com isso, conforme a oferta local de energéticos, cada região passou a adotar composições diferentes de combustíveis.

Na região do rio Ivaí, predomina o bagaço de cana (60%) e lenha (40%), na região da Costa Oeste, 90% de serragem e 10% de lenha, no Eixo Prudentópolis – Imbituva, 60% de lenha e 40% de serragem e na região do Norte Pioneiro ainda predomina o emprego da lenha (70%), em virtude da mais elevada taxa de reflorestamento da região, ao contrário da região do rio Ivaí, onde o reflorestamento baixo é compensado pela cultura da cana, conforme tabela 1.

Tabela 1: Distribuição por região do número total e tipos de fornos.

Quantidade /Região	Rio Ivaí	Costa Oeste	Prudentópolis-Imbituva	Norte Pioneiro	Total
Fornos	261	430	167	378	1236
Empresas	4,3	5,2	2,2	4,1	15,8
Forno Tipo abóboda	58	18	42	70	188
Forno Tipo caipira	42	14	14	20	90
Forno Tipo catarina	0	0	14	8	22
Forno tipo corujinha	0	50	7	0	57
Forno tipo paulista	0	8	0	0	8
Forno tipo garrafão	0	4	3	0	7
Forno tipo Hoffman	0	4	8	0	12
Forno tipo Túnel	0	3	11	2	16

Fonte: Mineropar 2013

Mesmo considerando um uso intensivo de resíduos vegetais (casca de arroz, bagaço de cana) e industriais (serragem, maravalha), o setor de cerâmica vermelha ainda emprega considerável parcela de lenha de replantio, cujo consumo vem crescendo em virtude de uma

demanda não só restrita ao setor cerâmico. A fiscalização ambiental no estado é severa e por isso alguns grupos de ceramistas vêm se mobilizando para efetivar projetos de replantio, buscando cumprir com metas de auto sustentabilidade. Isso vem exigindo elevados investimentos, acarretando um encarecimento do custo energético da lenha consumida.

Com relação ao emprego de fornos, há um predomínio dos do tipo abóbada (com 47% de participação), seguidos dos fornos caipira com 23%, fornos corujinha com 14%, túnel (4%), Hoffman (3%), garrafão (2%) e outros (7%). Os fornos túnel e Hoffman apresentam normalmente capacidades de 3 a 4 vezes mais elevadas que os fornos intermitentes, e, assim, representam cerca de 25% da produção dos quatro polos, por outro lado considerando seus índices de eficiência térmica (20 a 50% mais elevados), estima-se que representem de 15 a 18% do consumo de energia térmica dos quatro pólos considerados.

Para discutir a situação do setor de indústria de cerâmica vermelha no Paraná foram levados em conta os seguintes aspectos: fornecimento de insumo energético, mão de obra, investimentos que vão desde os equipamentos de fabricação até os tipos de fornos, Normas Técnicas do setor - controle de qualidade.

O **baixo fornecimento de insumo energético** (lenha, cavaco, serragem e restos de serrarias e rejeitos industriais) já foi considerado um dos principais entraves para o setor de indústria de cerâmica vermelha no Paraná. Atualmente, porém, deixou de ser considerado um problema relevante, já que em todas as regiões do estado, ela está sendo suprida por fornecedores que encontraram neste setor um bom parceiro comercial. Especificamente na Região Metropolitana de Curitiba, grande parte das indústrias consome madeira a partir de rejeitos industriais, ou seja, embalagens de peças e equipamentos que são disponibilizados por uma grande rede de distribuição para consumo da indústria cerâmica.

No que se refere à **mão de obra**, em todas as regiões do estado, a escassez tornou-se significativa mesmo estando o setor pagando um valor de salário diferenciado – decorrente de acordos anuais entre sindicatos – acima do mercado para o tipo de trabalho exercido por mão de obra não qualificada, conforme salientam os empresários. Isso está exigindo mudanças de organização nessas indústrias, pois, além de melhorar a relação empregado/produção mensal, fez-se necessário investir na automação de várias etapas da fabricação. A relação empregado/produção mensal se mostra uma alternativa por conta do aumento da demanda pelo mercado, sugerindo ao ceramista que o momento é de produção alta, pois quanto mais se produz, mais se vende. Assim, a relação de mão de obra e produção tem alcançado um

incremento cada vez maior no sistema de remuneração por produção, onde metas cada vez mais são comuns nas indústrias de cerâmica vermelha. Há casos em que equipes são formadas e premiadas a partir do seu rendimento.

Outro aspecto de mudança nessa relação são **os investimentos** que vão desde os equipamentos de fabricação até os tipos de fornos - com preferência para aqueles que demandam menos mão de obra no ato de enforar e desenforar. Tais fatos vêm ao encontro do que o programa PRO-CERÂMICA (MINEROPAR,2013) já adotava como discurso desde o início de suas atividades. Em vários locais do estado, empresários estão buscando uma forma de organização que permita receber a massa cerâmica já pronta em suas instalações, pois isso permitiria descartar algumas funções como, por exemplo, operador de lavra ou jazida, e misturador de lavra, atividades que hoje existem dentro do processo de fabricação

O setor ceramista vermelha se apresenta como um grande empregador, pois disponibiliza aproximadamente 403 mil postos de trabalho no país absorvendo, principalmente pessoas de baixa qualificação profissional.

No mercado consumidor nacional que o maior percentual de vendas é destinado às construtoras, pois mesmo para pequenas obras, os consumidores finais estão optando em contratar empresas e não profissionais liberais (pedreiros e ajudantes). Com isso, cresce a necessidade de uma produção cada vez mais preocupada com **Normas Técnicas** ao menor custo possível realçando, cada vez mais, a necessidade de que sejam fornecidas massas cerâmicas com características e qualidades constantes. Além disso, o mercado antes amplamente dominado pelo tijolo 9 x 14 x19, começa a perder espaço para peças com largura de 11,5 cm (o que facilita e diminui o custo das construções) e comprimentos maiores, de 24, 27 e até 29 cm. Desde o início das ações do SERVIÇOS GEÓLOGICOS DO PARANÁ – MINEROPAR, junto ao setor da indústria de cerâmica vermelha, houve o incentivo da análise de argilas e de materiais alternativos, a formação de pilhas de estoque para sazonalidade e materiais misturados e estocados em áreas cobertas e a pré-preparação da matéria-prima. Atualmente, todas essas sugestões estão sendo adotadas por inúmeras cerâmicas em todo o estado, com bons resultados na qualidade dos produtos, bem como na diminuição das perdas e trincas. O exemplo dessas cerâmicas está sendo seguido, já que esses ceramistas testemunham a melhoria nos indicadores de lucratividade de suas operações. Neste intervalo de tempo, entre o primeiro trabalho desenvolvido e a revalidação realizada, o mercado tornou-se mais competitivo, já que vários produtos concorrentes foram surgindo, como é o caso dos blocos e

telhas de concreto. As ações de fiscalização dos órgãos ambientais tornaram-se, portanto, mais rígidas. Quanto à matéria-prima, a atuação do Departamento Nacional de Produção Mineral-DNPM ficou mais efetiva, e quanto aos produtos acabados, a população e os órgãos de defesa do consumidor tornaram-se mais exigentes no quesito qualidade. A presença da MINEROPAR com os ensaios do Prumo Cerâmica, desde 2009, fez com que várias empresas começassem a adotar desenhos de tijolos que apresentam maior resistência à compressão após a queima, que é um dos itens da Norma Técnica analisados. Embora a prática de controle de qualidade dos produtos de cerâmica vermelha que era considerada inexistente, continua e, na maioria das indústrias fabricantes sendo feita por pessoas não qualificadas e de forma bastante rudimentar. Já há, no mercado paranaense, empresas preocupadas em estabelecer padrões de controle e de qualidade, o que as têm levado por procura de serviços de consultoria com empresas como o SENAI, ANICER e consultores independentes.

Estima-se que, pouco a pouco, as indústrias que adotam o controle de qualidade, a participação no Programa Setorial da Qualidade - PSQ, ou a certificação de produtos, comecem a prevalecer no mercado paranaense.

Em todo o Estado do Paraná verifica-se que houve o fechamento de indústrias, e, a tendência é continuar. Já foram mais de 1.200 no estado, hoje são um pouco mais de 600. Trata-se de uma tendência irreversível à medida que deve permanecer no mercado indústrias que trabalham com melhor produtividade. Os empresários que estão preocupados com estas mudanças do setor participam de palestras, viajam pelo Brasil para conhecer novas realidades, bem como procuram estar presentes em congressos e feiras, porém, o que se observa é que essa prática não atinge nem duas centenas em todo o Paraná. As unidades fabris dos empresários preocupados com a tendência do mercado e que buscam aperfeiçoamento, têm maior eficiência, pois produzem mais, com menor número de empregados e com menor perda de produtos fabricados. Nas feiras de equipamentos, como a Anfamec e Anicer hoje em dia, acontece algo que não se imaginava poucos anos atrás, ou seja, há grande oferta de equipamentos para a preparação de massas cerâmicas. Na última da ANICER, realizada em março de 2012 em Campo Grande, havia mais de 20 empresas multinacionais ofertando tecnologias de preparação de massa e de fabricação utilizando massas semissecas. A evolução dessas tecnologias está acontecendo de forma acirrada, e parece ser irreversível.

Para a Mineropar (2013), o que falta é subsídio e fomento, para que as indústrias tenham acesso a essas tecnologias. Em relação a países da Europa, da América do Norte e até

da América do Sul, o Brasil está algumas dezenas de anos defasado em relação a países da Europa, da América do Norte e até da América do Sul. Com a aplicação de normas ambientais, de sustentabilidade e de qualidade dos produtos oferecidos à população, as principais indústrias do setor perceberam que somente com o controle de qualidade das matérias-primas e composição adequada das massas cerâmicas será possível atender de forma competitiva a este mercado.

3.6. O processo produtivo da fabricação de peças cerâmicas

Segundo a EELA (2013), as etapas do processo produtivo, mais utilizadas no parque ceramista nacional são:

- (1) Etapa primária, que envolve exploração da matéria-prima,
- (2) Etapa de transformação, que envolve vários processos, para elaboração do produto final.

Para o SEBRAE (2008) a implantação, no ambiente operacional, de tecnologias compatíveis com as necessidades de redução de tempo e custos do processo produtivo, inclui adequações no layout produtivo e a melhor utilização do espaço disponível. Para Slack, Chambers e Johnston (2002), deve-se levar em consideração os seguintes aspectos quando se procede as decisões para o estudo do arranjo físico:

- (1) proporcionar um fluxo de comunicação entre as unidades organizacionais de maneira eficiente, eficaz e efetiva;
- (2) tornar o fluxo de trabalho eficiente;
- (3) proporcionar facilidade de coordenação;
- (4) proporcionar situação favorável a clientes e visitantes; e
- (5) ter flexibilidade ampla, tendo em vista as variações necessárias com o desenvolvimento dos sistemas correlacionados.

Apesar dos produtos serem variados, de qualidade variável, segundo Grigoletti (2001), no entanto, para qualquer processo, três etapas fundamentais estão sempre presentes conforme apresentado na Figura 1.



Figura 1 - Etapas básicas nos processos de produção de tijolos, telhas cerâmicas

Fonte: adaptado de GRICOLETTI, (2001)

A seguir serão descritas as principais etapas do processo produtivo baseadas em Mineropar (1997), Mitidieri & Ioshimoto (1988):

- I. **Recebimento da matéria-prima**– a compra da matéria-prima poderá ser efetuada diretamente nas lojas especializadas, através de fornecedor, ou vindo de fonte própria de matéria prima. O produto tem que ser de boa qualidade. Antes da entrada no setor de estoque de matéria prima, esta carga deverá ser pesada e conferida para registros contábeis e de produção, visando à realização do controle do rendimento do processo produtivo e o pagamento aos fornecedores.
- II. **Preparação da massa cerâmica** - processamento, com o auxílio do misturador, na proporção média de uma parte de água para três partes de argila, da massa cerâmica que deve ser magra, diminuindo assim a retração, impedindo a deformação das peças e aparecimento de fendas.
- III. **Laminação da massa cerâmica** - trituração de sobras ou peças defeituosas, cozidas caso a massa cerâmica seja gorda, surgindo assim uma nova mistura de massa.
- IV. **Moldagem** - adequação da massa cerâmica, moldando as peças feitas por extrusão na maromba, produzindo as várias peças na forma final. As peças que são cortadas em sua forma final, no caso de tijolos, ou na forma de pastões, que são levados às prensas, no caso das telhas.
- V. **Prensagem**– nas prensas os pastões, as placas de telhas ou lajotas adquirem a forma definitiva.
- VI. **Secagem** - as peças são levadas para secagem, direto no chão ou em prateleiras, dependendo da tradição local e do clima. Tradicionalmente a secagem adotada é

natural, pela exposição das peças ao ar ambiente em galpão coberto. Em geral o galpão é isento de paredes laterais e somente em caso de ventilação acentuada recomenda-se o levantamento de paredes, a fim de evitar a ventilação excessiva e a secagem mais rápida das peças, o que provoca rachadura e deformações nas mesmas. Em algumas olarias existem estufas e as peças são transportadas por vagonetes.

- VII. **Queima ou cozimento** - os tijolos e telhas, já secos, são queimados ou cozidos em fornos de lenha variam em tamanho e no modo como é aproveitado o calor. As condições ideais de queima exigem que o forno seja aquecido lentamente, ou seja, nas primeiras seis horas de aquecimento, a temperatura não deve ultrapassar os 100°C. Caso o forno aqueça muito rapidamente, a água contida no barro evapora-se muito depressa e as peças racham. Depois dessas primeiras horas, pode-se elevar mais rapidamente a temperatura até os 500°C, permanecendo durante três horas, e em seguida pode-se elevar até a temperatura ideal de 900 – 1000°C, permanecendo por seis horas. Nessa temperatura os tijolos e telhas adquirem a resistência mecânica desejada e som metálico quando batidos com uma peça metálica, esse som é característico dos tijolos bem cozidos. Quando o som é seco, indica que os tijolos estão malcozidos. Por exemplo, em um forno do tipo abóboda, por exemplo, leva-se cerca de cinco dias entre enforar as peças, queimá-las e desenforá-las depois de esfriadas. Em um forno túnel, o processo leva 36 horas.
- VIII. **Armazenagem e entrega** - Depois de classificados, os produtos são armazenados o produto para comercialização e transporte.

3.7. Tipos de fornos

Para Bustamante (1986), o forno é o responsável pelo o grande avanço na indústria cerâmica que se deu graças ao aperfeiçoamento desses equipamentos. Normalmente a escolha do melhor forno depende da eficiência de produção desejada, do investimento necessário e do combustível utilizado.

Os fornos são classificados em intermitentes ou periódicos e contínuos:

- a) **Intermitentes ou periódicos** - SUDENE/ITEP (1988), Petrucci (1982), afirmam estes fornos são câmaras de alvenaria cerâmica espessa, carregados manualmente, sendo aquecida até atingir a temperatura desejada. Mantém-se esta temperatura por um período pré-estabelecido de horas, deixando-se, então, o mesmo sofrer resfriamento, para, no final, as peças serem retiradas do seu interior. O calor é gerado fora dos fornos e circula pelo interior do mesmo, através de pilhas de material cerâmico até a chaminé. Os problemas que este tipo de forno provoca são:
- material não é cozido de forma uniforme, o que implica em descarte de peças no final da operação, por falta ou excesso de queima;
 - funcionam num regime de carga-queima-descarga, não permitindo continuidade na produção;
 - calor gasto para aquecer a carga e as paredes do forno não é recuperado ao final do processo de queima e durante a fase de resfriamento;
 - todo o calor retido na carga e nas paredes do forno é dissipado para o ambiente => esta perda de energia pode significar cerca de 50% do total empregado no processo de queima
 - caracterizam-se por baixa produção, alto uso de mão-de-obra e elevado consumo de energia.

Os fornos mais comuns intermitentes no país são:

- **Forno Paulistinha** – é retangular, com queimadores laterais. Muito utilizado para a queima de telhas, mas é pouco econômico e difícil de operar. Importa verificar a relação custo/benefício e monitorar a distribuição do calor, que, se irregular, pode gerar peças com cor e resistência diferentes, mesmo num mesmo lote. Para melhores resultados, deve-se manter a constância da velocidade de queima.
- **Forno Abóbada** - um dos melhores para telhas, mesmo com deficiências de qualidade e produtividade. É econômico, de fácil operação e se adapta bem a qualquer combustível. Não oferece calor nas laterais nem controle de registros e a velocidade de aquecimento é muito alta, havendo risco de requeima do material. É imprescindível garantir a velocidade de aquecimento, a alimentação das fornalhas e as condições dos componentes mecânicos.

b) **Contínuo** – para Sudene/Itep (1988) e Bustamante (1986), os fornos contínuos caracterizam-se por serem formados por uma série de câmaras, de modo que, quando uma câmara está em fogo, o ar aquecido é levado a atravessar todas as demais câmaras antes de sair pela chaminé. Neste tipo de forno, a produção é contínua, funcionam em ciclos de 24 h/dia, sem necessidade de paradas para carga ou descarga dos produtos. Os fornos contínuos mais utilizados são do tipo Hoffmann de galerias paralelas e os fornos-túnel (SANTOS & SILVA, 1995):

- forno tipo Hoffmann – foi inventado em 1858 e é obtido pela justaposição e conexão de diversos fornos intermitentes. Usa o ar quente das câmaras em fogo para o pré-aquecimento das câmaras seguintes, que são interligadas, mantendo a produção contínua. Pode assumir a forma circular, oblonga ou retangular. O número de câmaras depende do tempo em que o material deve ficar enfiado, e é feito de modo a poder ser carregado duas vezes por dia. Neste tipo de forno, a carga é fixa e a zona de queima (geralmente lenha) é continuamente deslocada de uma a outra extremidade de cada galeria.
- forno túnel – foi inventado em 1877, sendo bastante superior ao anterior por apresentar melhor rendimento térmico e economia de mão-de-obra muitas vezes superior a 60%. É um longo túnel onde a câmara de queima fica no centro. O material é introduzido sobre vagonetas que correm em trilhos e movem-se de uma extremidade a outra do túnel. À medida que vai percorrendo o túnel, vai sofrendo um aquecimento gradativo até alcançar a zona onde se efetua a combustão. A seguir sofre o processo inverso de resfriamento, até a saída do túnel. A movimentação dos carrinhos pode ser feita através de correntes ou por êmbolo, situação mais comum.

Nas Tabelas 2 e 3 são apresentados os tipos de fornos mais utilizados no Brasil, suas vantagens e desvantagens.

Tabela 2: Tipos de fornos intermitentes e suas principais vantagens e desvantagens.

Fornos Intermitentes	Vantagens	Desvantagens
Forno Caieira	• baixo custo de implantação.	• produtividade baixa; • qualidade inferior do produto; • alto percentual de perdas (não conformes); • alto custo de produção.

Fornos Intermitentes	Vantagens	Desvantagens
Forno Paulistinha (retangular)	• menor investimento; • fácil construção e operação.	• antieconômico; • a queima é irregular, apresentando variações de temperatura no interior do forno; • apresenta lentidão no aquecimento e resfriamento.
Forno abóboda ou redondo	• fácil construção e operação; • bom desempenho com qualquer tipo de combustível;	• alta velocidade de aquecimento; • ausência de controle de registro.
Forno Vagão	• maior produtividade, pois enquanto um vagão está queimando o outro está sendo montado ou no processo de resfriamento; • fácil construção e operação; • melhores condições de trabalho do funcionário.	• deficiências durante a queima, principalmente no centro da carga; • apresenta requeima, tanto na lateral como no topo da carga.
Forno Metálico	• melhor isolamento térmico (uso fibras cerâmicas); • maior produtividade; • fácil construção e operação; • melhores condições de trabalho do funcionário.	• custo de implantação superior ao Forno Vagão; • deficiências durante a queima, principalmente no centro da carga; • apresenta requeima, tanto na lateral como no topo da carga.

Fonte: Guia Técnico Ambiental da Indústria de Cerâmica Vermelha - Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais – FIEMG- 2013

Tabela 3: Tipos de fornos contínuos e suas principais vantagens e desvantagens.

Fornos Contínuos	Vantagens	Desvantagens
• Forno Hoffmann	• bom rendimento energético; • fácil operação e boa produtividade.	• elevado custo de construção; • requeima na soleira e falta de queima na abóboda; • vazamento nos canais; • manchas laterais causadas por falta de ar
• Forno Túnel	• moderno e eficiente no consumo de energia; • fácil operação de carga e descarga; • fácil automação (robôs).	• elevado investimento; • exige um volume de produção contínuo; • exige grande conhecimento técnico para sua operação; • as regulagens são feitas através das leituras dos termopares e deprimômetros; • resfriamento rápido, responsável por trincas e choque térmico nos produtos.

Fonte: Guia Técnico Ambiental da Indústria de Cerâmica Vermelha - Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais – FIEMG- 2013

Quase toda a matéria prima usada nos fornos é produzida nas regiões próximas ao mesmo. Os fornos no Paraná usam a madeira como combustível e para se obter temperaturas elevadas é necessário que o calor gerado seja maior do que o cedido. RHODES (1998) afirma que calor gerado, no processo de combustão, é transmitido por convecção e radiação no

interior do forno. Parte do calor é perdido através da chaminé e parte através das paredes, do chão e teto do forno.

Considerando que os gases devem passar através do forno para levar o calor, parte deste se perde, inevitavelmente, através da chaminé.

Rhodes (1988) considera que os tipos de forno, do ponto de vista da engenharia, podem ser considerados como uma máquina de baixo rendimento, pois muito pouco da energia gasta é utilizada para aquecer a cerâmica, sendo a maior parte do calor perdida na chaminé, como pode ser avaliado na tabela 4.

Tabela 4 – Balanço de calor dos fornos mais eficientes

Aplicação do calor	%
Calor útil aplicado à cerâmica	20%
Calor perdido no resfriamento	18%
Calor perdido através da chaminé	36%
Calor através das paredes e teto	18%
Calor armazenado nas paredes e teto	14%
Calor utilizado na evaporação da umidade	8%
Combustão incompleta do combustível	6%

Fonte: (RHODES, 1998, p.199)

Rhodes (1998) afirma ainda que um princípio geral de construção dos fornos é que se necessitam ter abundante reserva de potência nas fornalhas para sobrepor as perdas de calor e elevar a temperatura numa taxa satisfatória. Assim o aumento da temperatura depende da capacidade de fornecimento de calor, da geração, e transmissão ao forno, mais calor do que está sendo armazenado ou perdido.

Gregory (1995) afirma que a cerâmica requer, em geral, um programa de aquecimento e resfriamento lentos, uma vez que se necessita tempo para que se completem as distintas reações produzidas na argila bruta. Através do resfriamento lento evita-se a contração bruta. O aquecimento também deve ser feito lentamente, de maneira tal que a temperatura aumente regularmente. Afirma também que as irregularidades de aquecimento podem ser danosas para a porcelana e podem fazer com que os cones pirométricos dêem indicações inexatas do ponto final de cozimento.

De acordo com Gregory (1995) quase todos os fornos aquecem com uma diferença de pelo menos meio cone pirométrico entre uma e outra parte do forno, mas esta diferença é facilmente tolerável. O desenho e a construção de fornos empenham-se em projetar uma câmara que alcance uma temperatura homogênea em seu todo.

3.8. Reengenharia - estudo ambiental e econômico no setor de indústria de cerâmica vermelha no Paraná

3.8.1. Conceitos e metodologias de reengenharia e reestruturação

A reengenharia tem a ver com o redesenho de processos ou sistemas.

A reengenharia " ... consiste no repensar fundamental e no redesenhar radical dos processos de trabalho com o objetivo de obter melhorias dramáticas nas medidas contemporâneas críticas da performance da empresa, seja nos custos, na qualidade, no serviço ou no tempo". Hammer e Champy (1993).- "Reengineering the corporation"

A Reengenharia significa redesenho de processos ou sistemas, ou seja, a técnica ou instrumento de reflexão fundamental e de redesenho radical dos processos de negócio, tendo em vista a obtenção de melhorias drásticas de determinadas medidas de desempenho críticas, como sejam o custo, a qualidade, o serviço e o tempo (HAMMER E. CHAMPY, 1993).

A reengenharia, no caso estudado das indústrias de cerâmica vermelha, significa

- rever todos os procedimentos de construção do seu processo de crivamento ou condução térmica, abrindo os fornos e examinando os trabalhos executados,
 - melhorar todas as variáveis de produção das indústrias,
- melhorar a qualidade dos produtos, de modo a agregar novos valores ao cliente.

Variáveis como o aumento da produtividade, redução de custos, redução de perdas, aumento da qualidade dos produtos, tem levado as indústrias a abandonar sistemas antigos, ou até investir na instalação de novos fornos como o forno túnel, por exemplo. Em tempos de competitividade acirrada é necessário inventar uma forma diferente e melhor de trabalhar. Repensar os processos empresariais, alcançando melhorias drásticas nos indicadores, elevando o nível dos produtos e a performance da indústria no mercado.

Para Hammer e Champy (1993), os projetos de reengenharia desenvolvem-se tendo como base 4 (quatro) vertentes:

- Estratégia;
- Re-invenção de processos;
- Aplicação de tecnologias; e
- Envolvimento de recursos humanos.

Competindo ao líder do projeto harmonizar e compatibilizar estes quatro aspectos, sendo que os recursos humanos devem orientar os seus esforços: na assimilação dos processos e na aceitação das razões subjacentes à introdução dos novos processos.

Como neste trabalho o objetivo é o repensar dos processos, buscando a o atingimento dos objetivos propostos, o foco é a reengenharia dos processos.

Para Hammer e Champy (1993) um processo refere-se ao conjunto de atividades realizadas por uma ou várias áreas funcionais de uma empresa inter-relacionadas entre si (as atividades), porque delas depende, individualmente e no seu conjunto, a obtenção de um resultado único e claramente definido que representa valor acrescentado para os clientes da empresa.

Os processos são fundamentais em uma indústria pois significam o modo de fazer as atividades buscando a consecução dos objetivos do negócio. A Reengenharia não se aplica a empresas que apenas precisam de apoio, mas aquelas que têm problemas graves ou que pretendam uma dar uma guinada de 180° no rumo, com necessidades de mudanças radicais e não incrementais. Há três tipos de situações em que uma empresa deve aplicar um processo de reengenharia:

- em situações muito grave, como uma crise vivida hoje pelo Brasil;
- antevendo possíveis mudanças ou demandas no ambiente que que ameaçam os fatores de competitividade e de diferenciação da empresa, ainda que não estejam em situação grave; e
- o grau de competitividade dos gestores, ainda que as empresas estejam em uma posição de ótimo desempenho.

E a sua reengenharia o é fundamental porque:

- Questiona e põe em causa todos os pressupostos surgidos e assumidos como verdadeiros até a data, no âmbito da empresa
- Interroga, porque fazemos o que fazemos?
- Questiona, porque fazemos desta forma?

Muitas vezes a reengenharia de um processo é radical porque busca:

- questionar a razão de ser e a forma como estão concebidos os processos e ou atividades; e
- reinventar processos e não apenas melhorá-los ou alterá-los.

Segundo Hammer e Champy (1993), os trabalhos que exigem a cooperação e coordenação de diferentes departamentos da empresa costumam ser uma fonte de problemas. Há autores que citam algumas formas de implantação de reengenharia nas empresas, onde se leva em consideração um conjunto de fatores, que são aplicados em situação específicas. As fases da implantação foca é a de Hammer e Champy (1993), que divide o processo de realização em quatro etapas a saber:

- a) **Preparar para a mudança** - visa a preparação de uma base sólida, tanto em recursos quanto em cultura organizacional para que o processo ocorra dentro de um entendimento que consiste o processo de reengenharia, o que este processo oferece atender e quais os benefícios esperados por quem se utiliza da metodologia. Rodriguez (1998), a etapa de preparação para a mudança pode ser constituída de três passos:
 1. educação gerencial para o processo de reengenharia e a necessidade de mudança;
 2. criação de um comitê específico de reengenharia composto pelos executivos do topo da organização, para coordenar e acompanhar o processo de reengenharia na organização;
 3. Preparação da força de trabalho para o processo de mudança.
- b) **Planejar a mudança** – reconstituição da nova organização com o novo planejamento da organização, buscando refazer a missão, visão, valores e os princípios em que estará baseada a organização, a decisão de como a organização devera caminhar em direção ao futuro, a determinação das atividades relativas ao negócio e aquelas atividades secundárias ou de apoio.
- c) **Projetar e implantar a mudança** - redesenhar os processos de negócio, considerando a cultura organizacional quando do redesenho dos processos.
- d) **Avaliar a mudança** – foco é avaliar se os planos inicialmente definidos e resultados estão sendo alcançados. Para isso, é necessária uma avaliação periódica de todo o processo. Neste processo de avaliação poderá notar-se que, estratégias organizacionais são atualizadas e modificadas com base no próprio resultado obtido ao longo da implantação do processo da reengenharia ou, até devido a mudanças no planejamento estratégico da organização.

3.8.2. Impactos da exploração do setor da indústria cerâmica

O setor da cerâmica vermelha tem buscado parcerias, buscando novos métodos com instituições de pesquisa com o objetivo de reduzir os impactos ambientais, sociais e econômicos no seu processo produtivo. Entre as que este estudo tem como objeto de pesquisa pode-se citar: redução do consumo de biomassa no seu processo de produção; redução de emissões de gases; redução do tempo de queima dos fornos, geração de emprego e renda; aperfeiçoamento tecnológico; qualidade do ambiente de trabalho; e desenvolvimento local e regional.

Neste cenário pode-se observar que os principais impactos neste setor, são:

- o reflorestamento, o manejo e o uso de resíduos deve ser preocupação de todo ceramista;
- as empresas de pesquisa e os setores sucroalcooleiro, da celulose e da siderurgia tem alta produtividade na produção de florestas e no aproveitamento de resíduos – sugere-se o repasse dessas tecnologias;
- o Brasil possui excelentes condições para produção de biomassa (terra, água, sol, recursos humanos e tecnologia);
- emprega a mão-de-obra local intensivamente, o que significa geração de emprego e renda;
- empregos gerados tem menores requisitos de qualificação;
- gera mais empregos em relação ao investimento;
- estreita relação com a agricultura e agroindústria, e
- recursos ficam na região, entre outros.

Com relação aos impactos ambientais, a ANFACER (2012) e o BNB (2010), observa que o Brasil dispõe de importantes jazidas de minerais industriais de uso cerâmico, cuja produção está concentrada principalmente nas regiões sudeste e sul, onde estão localizados os maiores polos cerâmicos do país. Assim, os principais impactos relacionados ao uso de recursos naturais para a (MINEROPAR; 2007), dizem respeito à

- degradação das áreas de extração da matéria-prima,
- ao esgotamento do recurso, e
- geração de rejeitos lançados ao solo ou corpos d'água.

E para reduzir tais impactos, devem ser empregadas técnicas de extração adequadas (retirada da cobertura vegetal, técnicas de escavação, encaminhamento adequado de rejeitos, etc.), incorporar à matéria-prima outros recursos, tais como resíduos provenientes de outras indústrias, quando possível, e uso de recursos locais para reduzir o consumo de energia e emissões aéreas, devido ao transporte da matéria-prima.

Um outro impacto está relacionado com o **consumo de energia** deve levar em consideração os aspectos estratégicos da:

- geração da biomassa;
- garantia de auto-suficiência do setor;
- segurança quanto ao suprimento futuro;
- capacidade de gerar a própria energia elétrica; e
- receita com “créditos de carbono”.

Deve considerar ainda:

- a natureza da fonte energética;
- os impactos gerados na sua produção, distribuição e consumo; e
- bem como o conteúdo energético dos materiais, ou seja, a energia gasta no processo de produção deles.

Portanto, é importante o uso de fontes renováveis de energia, com produção descentralizada para reduzir impactos com distribuição, e de fontes energéticas em cuja produção a degradação ambiental seja minimizada.

O principal insumo energético utilizado pelas indústrias do Paraná é a lenha ou os seus derivados. No entanto, algumas indústrias têm substituído esse insumo, por biomassa, sempre que possível, por outros de menor custo, tais como:

- lenha nativa - espécies diversas;
- lenha de reflorestamento - eucalipto, pinho, sabiá, bambu, entre outras;
- cavaco (lenha picada), serragem, maravalha, briquetes, carvão;
- cascas - coco, arroz, castanha, algodão, café, e outras;
- palhas - coco, carnaúba, e outras;
- bagaço e as palhas da cana – vários estudos do setor de cana de açúcar;
- capim, aparas, podas e resíduos agropecuários, entre outras opções que estão sendo estudadas.

Para a Mineropar (2007), a redução do consumo de energia é uma estratégia importante para reduzir impactos e custos com esse insumo. Algumas iniciativas são observadas nas indústrias maiores, como o uso do calor do forno para a secagem artificial e investimentos em eficiência energética. Para encontrar soluções os focos dos estudos em pequenas indústrias devem buscar otimizar seus processos e qualificar sua mão-de-obra, para reduzir perdas desnecessárias em todas as etapas do processo, pois, de forma direta ou indireta, desperdiçam energia.

A tabela 5 apresenta algumas características de alguns combustíveis de biomassa.

Tabela 5 - Características de alguns combustíveis – biomassa

Combustível	Kg / m³	Kcal / kg	Consumo Kg/t
Lenha nativa	400	3200	370
Eucalipto	500	3700	320
Serragem seca	290	3500	210
Casca de coco	400	4500	250
Casca de arroz	250	2300	450
Casca de castanha	330	4300	250
Bagaço de cana	250	2200	420

Fonte: SEBRAE (2005)

Segundo o SEBRAE (2005) é a partir do calor da lenha que a biomassa se faz presente na sociedade desde o princípio da história. A popularização do conceito de biomassa só aconteceu ao final do século XX e XXI por conta do aprimoramento de técnicas de produção e exploração de energias renováveis. A geração de energia com o uso da madeira possibilita alguns benefícios que são determinantes no processo de queima das indústrias de cerâmica vermelha a saber:

- baixo custo de aquisição;
- não emite dióxido de enxofre;
- as cinzas tem menor agressão ao meio ambiente;
- não provoca a corrosão de equipamentos;
- menor risco ambiental;
- recurso renovável;
- Emissões de poluentes sem efeito estufa.

É necessário que algumas possíveis desvantagens sejam monitoradas no processo como, por exemplo, o excesso de fumaça e a emissão de CO, por isso ações diretas e indiretas

devem ser aplicadas ao processo, sempre com prioridade para as ações indiretas como impedir a geração de poluentes.

SEBRAE (2005-2007), afirma que o gasto com energia tem um peso significativo na produção da cerâmica vermelha, com participação de cerca de 21% dos custos totais de produção, principalmente, na aquisição de lenha e serragem de madeira, seguida de energia elétrica. Ainda segundo o mesmo órgão, a dependência do fornecimento de lenha é um fator de instabilidade na produção cerâmica, pois a sua aquisição vem encontrando dificuldades crescentes. Além disto, os ceramistas enfrentam a concorrência de outros setores industriais, também consumidores de madeira em seus processos como matéria-prima ou energético.

Quanto à redução na emissão de gases poluentes e de particulados, e gases observa-se que a maioria das indústrias de cerâmica vermelha apresenta pelo menos uma chaminé por forno para eliminar a fumaça oriunda da queima dos combustíveis responsáveis pela geração de calor. O principal problema das olarias convencionais está relacionado com a queima dos tijolos, pois a fumaça liberada contribui fortemente com a poluição do ambiente, afetando diretamente os moradores locais e elevando as taxas de CO₂ na atmosfera.

Oliveira e Maganha (2006), afirmam que os compostos gasosos liberados durante a secagem e a queima são derivados principalmente dos compostos presentes nas matérias primas, porém, os combustíveis podem também contribuir para a emissão de poluentes.

Para GRICOLETTI, 2001, as emissões geradas no processo se devem a queima do energético: lenha, refil, óleo BPF ou papel. Também existem emissões associadas ao transporte dos insumos como matéria prima e transporte do produto acabado até o consumidor. Afirma ainda que é na queima que ocorre a emissão de poluentes atmosféricos, como: dióxidos de enxofre (SO₂) e óxidos de nitrogênio (NO_x) e emissão de particulados, considerando a movimentação dos materiais.

O Manual de impactos ambientais (orientações básicas sobre aspectos ambientais de atividades produtivas) do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2012), fornece a dados que apresentam os principais fenômenos que ocorrem na queima da cerâmica:

- até 100 °C ou pouco mais, ocorre a eliminação da água livre, não eliminada totalmente na secagem, ou absorvida do ambiente;
- em torno de 200 °C se dá a eliminação da água coloidal, que permanece intercalada entre as pequenas partículas de argilo-minerais depois da secagem;

- entre 350 e 650 °C, ocorre a combustão de substâncias orgânicas contidas na argila e a dissociação de compostos sulfurosos;
- entre 450 e 650 °C ocorre também a decomposição das argilas, com liberação sob a forma de vapor da água de constituição;
- acima de 700 °C, começam a se desenvolver reações químicas da sílica e da alumina com elementos fundentes, formando sílico-aluminatos, complexos que dão aos corpos cerâmicos características como, dureza, estabilidade e resistência físico-química. Atinge-se, assim, o início da sinterização(o processo de sinterização baseia-se na ligação atômica entre a superfície de partículas vizinhas.);
- entre 800 e 900 °C, os carbonatos (calcário e dolomita) se decompõem e liberam CO₂;
- acima de 1000 °C, os sílico-aluminatos, que estão na forma vítrea, começam a amolecer dando ao corpo maior dureza, compacticidade e impermeabilidade com retração considerável.

As análises realizadas neste estudo, tem como base a resolução SEMA 054/06 (SEMA, 2006) que traz na sua estrutura a definição de critérios para o controle da qualidade do ar como instrumento básico da gestão ambiental visando o bem-estar da população e melhoria na qualidade do ar. Ela considera:

- os objetivos institucionais do Instituto Ambiental do Paraná – IAP estabelecidos na Lei Estadual n.º 10.066, de 27 de julho de 1992 (com as alterações da Lei Estadual n.º 11.352, de 13 de fevereiro de 1996); a
- a necessidade de dar efetividade ao “princípio da prevenção” consagrado na Política Nacional do Meio Ambiente (artigo 2º, incisos I, IV e IX da Lei Federal n.º 6.938/81) e na Declaração do Rio de Janeiro de 1992 (Princípio n.º 15);
- o progressivo e decorrente aumento da poluição atmosférica principalmente nas regiões metropolitanas; seus reflexos negativos sobre a sociedade, a economia e o meio ambiente; as perspectivas de continuidade destas condições;
- a necessidade de se estabelecer estratégias para o controle, preservação e recuperação da qualidade do ar;
- a necessidade de estabelecer padrões objetivando o controle da poluição atmosférica, a fim de que o Instituto Ambiental do Paraná - IAP, possa atuar com

maior efetividade no que diz respeito à proteção do meio ambiente no território estadual.

Ela define critérios para o Controle da Qualidade do Ar como um dos instrumentos básicos da gestão ambiental para proteção da saúde e bem estar da população e melhoria da qualidade de vida, com o objetivo de permitir o desenvolvimento econômico e social do Estado de forma ambientalmente segura, pelo estabelecimento de:

- I. padrões de emissão e critérios de atendimento para fontes industriais, comerciais e de serviços;
- II. padrões de condicionamento;
- III. metodologias a serem utilizadas para determinação de emissões.

Com vistas a:

- i. melhoria na qualidade do ar;
- ii. não comprometimento da qualidade do ar em áreas consideradas não degradadas.

Em 2011, a indústria cerâmica foi o sexto maior consumidor de energia do País, quando comparada com os outros setores industriais (EPE, 2012). O setor é, portanto, um grande consumidor de energia, principalmente para suprir suas necessidades energéticas nos processos de secagem e queima.

3.8.3. Avaliação econômica de processo produtivo

São muitos os métodos de análise de viabilidade econômica-financeira de um projeto, e isto significa estimar e analisar as perspectivas de desempenho financeiro do produto resultante do projeto.

Ferramentas excelentes para alguns projetos em estágio inicial ou que ainda parem dúvidas sobre qual será o modelo de negócio, fazer projeções representa um desafio. É natural, entretanto, que as projeções tragam grande grau de incerteza e que sejam apenas aproximações. Por isso, se torna importante comentar sobre como essas projeções foram construídas, além de analisar os valores apresentados.

Os investidores dispõem de diversos métodos para a análise de um investimento, sendo que os principais indicadores de avaliação de investimentos são:

- pay-back ou tempo de retorno de um investimento,
- Valor Presente Líquido (VPL), e

- Taxa Interna de Retorno (TIR).

Estas técnicas de análise de investimentos mostram qual será o retorno do investimento feito comparando-o com o retorno oferecido pelo mercado. As estimativas feitas são baseadas nos saldos do fluxo de caixa e na taxa de atratividade do negócio.

3.8.3.1. Pay-back ou tempo de retorno de um investimento

O **pay-back ou tempo de retorno de um investimento** é um dos primeiros métodos formais usados para avaliação de projetos, corresponde ao tempo necessário para que o investimento seja recuperado, ou seja, o número esperado de anos exigido para recuperar o investimento original (Batalha, 2001). Assaf Neto (2006, p. 305) que o define como a “determinação do tempo necessário para que o dispêndio de capital (valor do investimento) seja recuperado por meio dos benefícios incrementais líquidos de caixa (fluxos de caixa) promovidos pelo investimento. Payback é o tempo decorrido entre o investimento inicial e o momento no qual o lucro líquido acumulado se iguala ao valor desse investimento, ele pode ser

- nominal, se calculado com base no fluxo de caixa com valores nominais, e
- presente líquido, se calculado com base no fluxo de caixa com valores trazidos ao valor presente líquido.

Qualquer projeto de investimento tem:

- Período inicial – onde são feitos investimentos, despesas, reformas, compras de equipamentos novos, etc...
- Período de receitas – é o período de receitas líquidas (líquidas dos custos do exercício).

Num bom projeto, as receitas recuperam o capital investido depois de um tempo, chamado de período de recuperação. O período de recuperação pode ser considerado com o cash-flow atualizado ou sem o cash-flow atualizado.

Trata-se de uma das técnicas de análise de investimento alternativas ao método do Valor presente líquido (VPL). Sua principal vantagem em relação ao VPL é que o payback leva em conta o prazo de retorno do investimento e, conseqüentemente, é mais apropriado em ambientes de risco elevado.

Investimento implica saída imediata de dinheiro; em contrapartida, espera-se receber fluxos de caixa que compensem essa saída ao longo do tempo.

O payback consiste no cálculo desse tempo (em número de períodos, sejam meses ou anos) necessário à recuperação do investimento realizado. Algebricamente tem-se na equação 1:

$$PR = T \text{ quando } \sum_{t=0}^T CF_t = I_0 \quad (1)$$

Sendo:

PR = Período de recuperação;

CF_t = Cash-Flow no ano t;

I₀ = Cash-Flow do investimento inicial (o).

Admite-se que em cada ano os fluxos se distribuem regularmente ao longo do mesmo. No caso dos fluxos de caixa anuais serem iguais, pode-se determinar o **PR** pelo quociente entre o **I** e um **CF** anual. O payback simples não leva em consideração a taxa de juros, nem a inflação do período ou o custo de oportunidade.

As principais desvantagens do método do payback são:

- não levar em conta os “cash flows” gerados depois do ano de recuperação, tornando-se assim, desaconselhável na avaliação de projetos de longa duração;
- valoriza diferentemente os fluxos recebidos em diferentes períodos, mas apenas segundo o critério dualista: antes ou depois do PB, sendo indiferente o período em que recebe dentro de cada um destes intervalos.

As vantagens do método do payback são:

- ser bastante simples na sua forma de cálculo e de fácil compreensão;
- fornece uma ideia do grau de liquidez e de risco do projeto;
- aumenta segurança em tempo de grande instabilidade sendo uma forma de aumentar a segurança dos negócios da empresa;
- possibilita a priorização de aplicações em negócios que sejam pagáveis em menor período, isto possibilita por exemplo novas negociações para novos investimentos com outras taxas e prazos que visem expandir o negócio;
- é adequado à avaliação de projetos em contexto de risco elevado; e
- adequado à avaliação de projetos com vida limitada.

Assim, o payback trata-se sobretudo de um critério de avaliação de risco, sendo, nesta perspectiva, mais atraentes para aqueles projetos que permitam uma recuperação do capital investido em menor tempo. Os ganhos do empreendimento associados a um rápido retorno ou

pagamento do investimento inicial pode representar mais competitividade ao negócio, e de fato tem contribuído para o sucesso de muitos empreendimentos

Assaf Neto (2006, p. 305) afirma que uma outra forma de considerar o pay-back passa por estabelecer um determinado período limite, relativamente ao qual ele deve ser inferior ou igual.

Gitman (2004) cita que, por exemplo, pode-se assumir o horizonte temporal do investimento enquanto período limite. Quando não for possível determinar um número inteiro que verifique a condição de os cash flows acumulados serem nulos, o payback será igual ao número de períodos cujo somatório seja negativo, adicionado da fração entre o valor simétrico desse somatório e a amplitude até ao somatório seguinte, ou seja, determina-se por interpolação linear.

O pay-back é aplicável, sem restrições, a projetos convencionais de investimento. Em projetos não convencionais, onde ocorrem múltiplas mudanças de sinal nos cash flows, a análise do PB deve ser efetuada de forma cautelosa, tal como a sua interpretação. Apesar das suas limitações, ele pode ser particularmente útil, como indicador auxiliar no processo de análise.

3.8.3.2. Valor Presente Líquido (VPL)

O método para análise de investimentos que determina o valor presente de pagamentos futuros. Este método consiste em uma fórmula matemático-financeira em que o valor dos investimentos e do fluxo de caixa atual e futuro são convertidos para um valor equivalente na data atual por meio de uma taxa de conversão. Esta conversão é devido ao fato do poder aquisitivo do dinheiro sofrer alterações com o passar do tempo.

O Valor Presente Líquido (VPL) é um índice utilizado para determinar a viabilidade de um projeto de investimento em longo prazo, representando o valor que futuros pagamentos descontados de um investimento inicial valeriam hoje. Neste sentido, afirmam que este índice nada mais é do que o agrupamento de todos os fluxos de caixa esperados na data zero.

Este método consiste em uma fórmula matemático-financeira em que o valor dos investimentos e do fluxo de caixa atual e futuro são convertidos para um valor equivalente na data atual por meio de uma taxa de conversão. Esta conversão é devido ao fato do poder aquisitivo do dinheiro sofrer alterações com o passar do tempo.

A taxa de conversão utilizada neste método é a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) que é uma taxa de juros que representa o mínimo que um investidor se propõe a ganhar quando faz um investimento, ou o máximo que uma pessoa se propõe a pagar quando faz um financiamento. A fórmula para o cálculo do VPL é dado pela equação 2.

$$VPL = \sum_{t=0}^n \frac{FCt}{(1+i)^t} \quad (2)$$

Onde:

t = período (anos ou meses);

n = tempo total do projeto (anos ou meses);

i = taxa mínima de atratividade (TMA);

FC = fluxo de caixa por período.

Para obter o VPL subtrai-se o investimento inicial do valor presente das entradas de caixa, descontadas a uma taxa que representa o custo de oportunidade do capita da empresa. Se o VPL for:

- > 0 (maior do que zero): significa que o investimento é economicamente atrativo, pois o valor presente das entradas de caixa é maior do que o valor presente das saídas de caixa;
- $= 0$ (igual a zero): o investimento é indiferente, pois o valor presente das entradas de caixa é igual ao valor presente das saídas de caixa; e
- < 0 (Menor do que zero): indica que o investimento não é economicamente atrativo porque o valor presente das entradas de caixa é menor do que o valor presente das saídas de caixa.

Entre vários projetos, o mais atrativo é aquele que tem maior Valor Presente Líquido. O VPL foca-se para o valor dos fluxos de caixas obtidos a data base e Souza e Clemente (2004), afirmam que é um índice utilizado para determinar a viabilidade de um projeto de investimento em longo prazo, representa o valor que futuros pagamentos descontados de um investimento inicial valeriam hoje. Neste sentido, afirmam que este índice nada mais é do que o agrupamento de todos os fluxos de caixa esperados na data zero.

3.8.3.3. Taxa Interna de Retorno - TIR

A Taxa Interna de Retorno - TIR – é considerada a técnica mais usada para a avaliação de alternativas de investimentos. Estabelece a taxa econômica necessária para igualar o valor de um investimento com seus retornos futuros. Significa a taxa de remuneração que deve ser fornecido pelo projeto de modo que este iguale o seu investimento, após um período. A fórmula para o cálculo do VPL é dado pela equação 3.

$$TIR = \sum_{t=0}^n \frac{FCt}{(1+i)^t} = 0 \quad (3)$$

Onde:

t = período (anos ou meses);

n = tempo total do projeto (anos ou meses);

i = taxa mínima de atratividade (TMA);

FC = fluxo de caixa por período.

Observe que a TIR é a fórmula (2), porém igualando-se o VPL a zero, utilizando a TIR como incógnita de taxa de conversão. Sendo que os critérios de aceitação ou não de um projeto são comparar a TIR com a Taxa Requerida de Retorno (ou taxa de atratividade) do negócio, se a TIR for:

- > TMA (maior do que TMA): significa que o investimento é economicamente atrativo;
- = TMA (igual a TMA): o investimento é indiferente; e
- < TMA (Menor do que TMA): indica que o investimento não é economicamente atrativo.

Entre vários investimentos, o melhor será aquele que tiver a maior TIR.

Esse critério garante que a empresa esteja obtendo, pelo menos, sua taxa requerida de retorno. Investidores podem comparar a TIR também com a taxa de retorno que outras aplicações do mercado oferecem.

4. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

4.1. Metodologia

Esse trabalho consiste num **estudo de campo**, que segundo Gil, 2008 procura o aprofundamento de uma realidade específica. É basicamente realizada por meio da observação direta das atividades do grupo estudado e de entrevistas com informantes para captar as explicações e interpretações que ocorrem naquela realidade.

Foram estudadas apenas duas indústrias de cerâmica vermelha na cidade de Cândido de Abreu, por meio do qual se procura conhecer profundamente sobre um grande número de aspectos relacionados aos seus processos produtivos e suas inter-relações

Foi realizado um **levantamento amostral**, representativos da população estudada com relação ao problema de pesquisa, as variáveis escolhidas visaram o aumento da viabilidade econômica das indústrias de cerâmica vermelha para a realização do levantamento amostral foram:

- a) Duas das variáveis estudadas foram baseadas nos estudos desenvolvidos no âmbito do Projeto EELA (2013),
 1. melhoria da combustão – tempo de queima,
 2. uso de fornos mais eficientes – medida do forno anteriores e posteriores;
cinco outras variáveis escolhidas pela experiência acumulada em trabalhos anteriores
 3. aumento da produtividade – redução do tempo de queima;
 4. redução de perdas de peças com a reengenharia;
 5. melhoria da qualidade de produtos – com a homogeneidade de queima;
 6. diminuição na redução de gases e emissão de material particulado; e
 7. redução de custos.

Estas variáveis foram medidas, avaliadas e comparadas antes e depois da reengenharia dos fornos. A seguir será apresentada a tabela 6 que apresenta objetivos específicos, as etapas e métodos utilizados neste projeto

Tabela 6 – Síntese dos objetivos específicos, as etapas e métodos utilizados no trabalho.

Objetivo	Etapas	Método
Proceder a análises relacionadas a eficiência energética e produtividade	Análise dos fornos existentes – mensuração de parâmetros.	Levantamento de dados – consumo de biomassa, tempo de queima, quebra de produtos, poluentes.
	Reengenharia dos fornos	Projeto e execução da obra.
	Análise dos fornos existentes – mensuração de parâmetros.	Levantamento de dados – consumo de biomassa, tempo de queima, quebra de produtos, poluentes.
Averiguar a redução na emissão de gases poluentes e de particulados	Definição de parâmetros a serem amostrados.	Adotada a da Resolução da SEMA 054/06
	Amostragem em dutos e chaminés de fontes estacionárias.	Adotado a da norma ABNT/NBR 10700 - julho e 1989
	Determinação dos pontos de amostragem in loco.	Adotado a da norma ABNT/NBR 10701 - julho e 1989
Avaliar a viabilidade econômica do processo produtivo com o novo sistema de crivamento de fornos.	Coleta de dados	Levantamento de dados
	Análise de viabilidade econômica	Aplicação em formulas tradicionais de análise de viabilidade econômica – payback, TIR, VPL.
	Interpretação dos resultados	Análise e conclusão sobre os resultados obtidos.

4.2. Perfil das indústrias estudadas

Os produtos da cerâmica vermelha caracterizam-se pela cor vermelha de seus produtos, representados por tijolos, blocos, telhas, tubos, lajes para forro, lajotas, vasos ornamentais, agregados leve de argila expandida e outros. No caso específico desse estudo será dada atenção exclusivamente aos tijolos. No que se refere à matéria-prima, o setor de cerâmica vermelha utiliza basicamente argila comum que pode ser denominada de simples ou natural.

A determinação da massa é obtida, em geral, com base na experiência acumulada, visando uma composição ideal de plasticidade e fusibilidade, facilitando o manuseio e propiciando resistência mecânica na queima. Essa determinação, no caso das empresas estudadas foi obtida pela observação do processo produtivo, considerado apenas como um aprendizado, replicado na experiência do empresário ou da pessoa responsável pelo processo. O mercado nacional carece de informações exatas, que proporcionariam maior capacidade de avaliação e de realização de ações adequadas ao desenvolvimento do setor.

Os fornos estudados estão localizados na região de Cândido de Abreu, no centro sul do estado, considerada a capital do tijolo no Paraná, pela excelente qualidade da argila extraída,

apresentando a melhor composição para a fabricação de tijolos. A escolha deu-se pela disponibilidade das empresas em ceder as suas instalações para a realização dos estudos.

Estas empresas são a Indústria Candido de Abreu e a Indústria S. Mazzuco, detalhes da tecnologia **não serão fornecidos em virtude do termo de sigilo assinado com as mesmas**. Na figura 2, observa-se a localização da cidade de Cândido de Abreu no mapa do Paraná e na figura 3 tem-se uma foto aérea das indústrias estudadas.



Figura 2- Localização da cidade de Cândido de Abreu no mapa do Paraná



Figura 3- Foto aérea das indústrias estudadas neste trabalho, Cândido de Abreu – Paraná – abril de 2015

As principais características das indústrias estudadas são:

- enquadradas na categoria de micro e empresas de pequeno porte;
- atuam no mercado a 30 anos, constituem uma organização familiar;
- possuem cerca de em média cerca de 15 a 30 funcionários;
- tem faturamento médio mês de R\$ 130.000,00;
- cada uma possui 5 fornos para queima dos produtos;
- possuem uma produção média de 400 a 600 mil tijolos mês.

4.3. Método para medição do consumo de combustível (biomassa)

O consumo de combustível é uma variável muito importante, pois toda energia térmica consumida no processo do setor de cerâmica vermelha é proveniente da queima do combustível. E é um grande consumidor de energia, além de causar forte impacto ambiental em razão do uso intensivo de lenha. Segundo o SEBRAE e ESPM (2008), para uso industrial, especialmente no setor de cerâmica, a energia consumida em 2006 foi estimada em 3,5 milhões de tep (toneladas equivalentes de petróleo, onde $01 \text{ tep} = 41,87 \times 10^9 \text{ J} = 10 \times 10^9 \text{ cal} = 11,63 \text{ MWh.}$). A participação da lenha como fonte energética foi de 35,4% em relação ao total de energia consumido por todos os setores; o gás natural correspondeu a 56,5% e o óleo combustível, a 66%.

Para a medição do consumo das indústrias estudadas foi utilizado o mesmo sistema alimentador automático de cavaco, ou dosador de biomassa (figura 4), para dar uma padronizada na biomassa utilizada, onde buscou-se:

- padronizar as dimensões dos materiais de forma a facilitar o manejo e dar uniformidade ao comportamento das partículas sólidas durante o processo de combustão;
- reduzir o teor de umidade presentes na madeira e seus derivados;
- incrementar o poder calorífico pois normalmente devido ao elevado excesso de umidade faz com que a combustão deixe a desejar;

- estocar em silos ou galpões; e
- minimizar os efeitos da ação dos agentes biológicos que atacam a madeira, deteriorando sua qualidade durante o período de estocagem.



Figura 4 - Alimentador automático de cavaco utilizados nas indústrias Candido de Abreu e S. Mazzuco, localizadas em Cândido de Abreu – Paraná – abril de 2015

4.4. Método para as medições das emissões atmosféricas.

Com o objetivo de conhecer as emissões atmosféricas atuais das cerâmicas estudadas, promoveram-se uma campanha de amostragem e análise das chaminés de um forno de cada indústria, com o objetivo de quantificar e documentar as concentrações dos poluentes, regulamentados pela Resolução Sema 054/06. Esta resolução define critérios para o Controle da Qualidade do ar como um dos instrumentos básicos da gestão ambiental para proteção da saúde e bem-estar da população e melhoria da qualidade de vida, com o objetivo de permitir o desenvolvimento econômico e social do Estado de forma ambientalmente segura, pelo estabelecimento de:

- I. padrões de emissão e critérios de atendimento para fontes industriais, comerciais e de serviços;
- II. padrões de condicionamento;
- III. metodologias a serem utilizadas para determinação de emissões;

Com vistas a melhoria e não comprometimento da qualidade do ar em áreas consideradas não degradadas.

Para a realização do monitoramento e das medições de emissões atmosféricas foi contratada a empresa Assessoria Ambiental Vale Do Ivaí. Esse monitoramento está no

relatório de avaliação de emissão atmosférica, que se encontra no Anexo 1. Para a realização das amostragens foram utilizados os métodos indicados conforme tabela 10, a seguir.

Tabela 7- Modelo do anexo VI da Resolução Sema 054/06 – focado nas medições de emissões atmosféricas

OBJETIVO	NORMA/REGULAMENTO
Planejamento de amostragem em dutos e chaminés de fontes estacionárias	ABNT/NBR 10700 (Julho 1989)
Determinação de pontos de amostragem em dutos e chaminés de fontes estacionárias	ABNT/NBR 10701 (Julho 1989)
Analisar Gases Texto 340. Fabricante: Texto Ltda Identificação: 06323340 N° de série: 02369764 ID. Sensor/Sonda: 0600 8765	EM 50379
Certificado de Calibração N° 30409/1 Data da Calibração: 10/05/2013	O analisador foi calibrado realizando seis leituras em cada gás de referência e expressa a média como resultado de cada ponto. Procedimento interno: PO – 5.4-003 revisão 05

Fonte: Adaptado do relatório de emissão de poluentes da Ambiental Vale Do Ivaí

O ponto de amostragem da medição está situado num trecho do duto de saída dos gases (chaminé), de diâmetro 3,00m sendo que o orifício através do qual se realizou a amostragem possui um diâmetro de 10mm e está localizado a uma distância de 1,00m após a saída dos poluentes dos fornos, como mostra a figura 5.

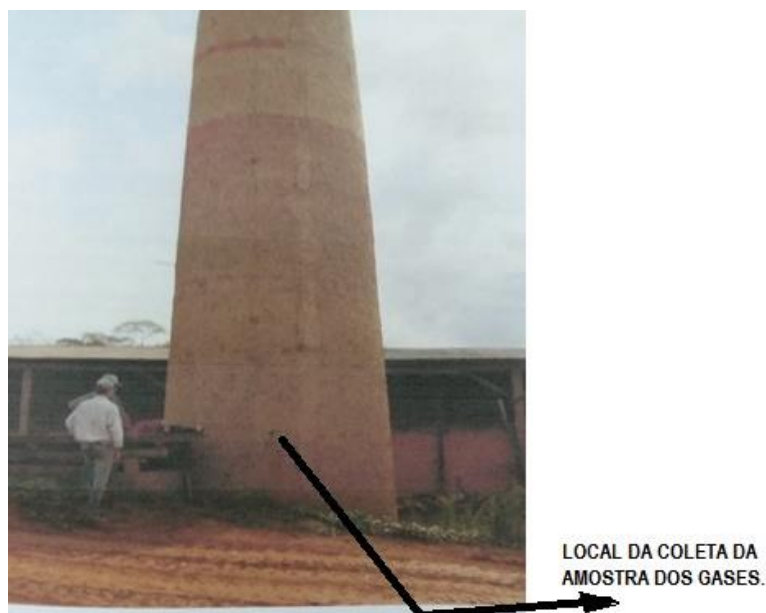


Figura 5- Local da coleta da amostra dos gases nas indústrias Cândido de Abreu e S. Mazzuco, localizadas em Cândido de Abreu – Paraná – abril de 2015

Para a realização da medição utilizou-se uma sonda que envia os gases para ser analisado no Analisador de Gases TEXTO-340, como observado na figura 6.



Figura 6 - Analisador de Gases TEXTO-340 utilizado nas indústrias Candido de Abreu e S. Mazzuco, localizadas em Cândido de Abreu – Paraná – abril de 2015

O processo medido foi o de produção típica ou condição típica de operação dos fornos antes e depois da reengenharia. Para isso foram medidas ou levantadas as seguintes variáveis:

- Tipo de Monitoramento;
- Data das medições;
- Responsável pela medição;
- Local de Medição;
- Oxigênio referencial;
- Vazão base seca (Nm^3/h);
- Início da medição;
- Término da medição;
- Resultados da medição;
- Padrões da Resolução 054/06;
- Atendimento ao Padrão;
- Emissão média por Hora (kg/h);
- Emissão anual (ton/ano); e
- Observações.

4.4.1 Método da medição das emissões atmosféricas antes da reengenharia

Para quantificar as emissões atmosféricas antes da reengenharia procedeu-se como recomendado na Resolução Sema 054/06 dos fornos das empresas antes da reengenharia dos fornos das indústrias cerâmicas estudadas. Os passos do processo desta medição foram:

- coleta de dados por amostragem de cada forno de cada indústria, para quantificar e documentar as concentrações dos poluentes, regulamentados pela Resolução Sema 054/06;
- realização das medições através de uma sonda que envia os gases para ser analisado no Analisador de Gases TEXTO-340, como observado na figura 7;
- análise dos dados – adequação a Resolução Sema 054/06.

4.4.2. Método da medição das emissões atmosféricas após a reengenharia

Esta medição objetivou conhecer a melhoria nas emissões atmosféricas após a aplicação da reengenharia das cerâmicas estudadas. Procedeu-se uma amostragem de cada forno reformado de cada indústria, para quantificar e documentar as concentrações dos poluentes, regulamentados pela Resolução Sema 054/06, e seguiram os mesmos passos do processo anterior, o mesmo equipamento para medição, já detalhado neste item.

Para a realização da medição utilizou-se uma sonda que envia os gases para ser analisado no Analisador de Gases TEXTO-340, como observado na figura 7.

4.5. Método para o estudo de viabilidade econômica do processo produtivo com o novo sistema de crivamento de fornos

A viabilidade econômica do processo de reengenharia foi realizada na média dos resultados apresentado nos 3 fornos. Para a obtenção dessas análises, foi levado em consideração as estimativas dos gastos, envolvendo o investimento inicial, a operação, a manutenção e as possíveis economias geradas com a reengenharia aplicada no processo. Para

calcular as projeções financeiras da pesquisa, foram considerados; os resultados obtidos do fluxo de caixa e análise de investimento para o período de 5 anos. Assim, para a análise de viabilidade econômica do processo produtivo com o novo sistema de crivamento aplicado aos fornos definiu-se as seguintes premissas:

- os dados são relativos ao funcionamento e operação de 3 fornos;
- os dados foram levantados a partir dos dados contábeis da empresa em relação aos itens de receitas e despesas, dados relativos ao ano de 2014;
- os dados relativos ao antes da implantação da reengenharia são considerados como base de cálculo;
- os dados relativos depois da implantação da reengenharia são considerados como ganho de receita.

Foram consideradas as seguintes variáveis (levantadas na pesquisa – custos de 3 fornos) para comporem o cenário, em valores mensais:

- investimentos no valor de R\$ 120.000,00 por cada forno, que é o custo de implantação da reengenharia em um forno => 360.000,00 por três fornos;
- gastos de R\$24.418,00 com salários da equipe de operação e encargos;
- gastos de mão de obra de prestadores de serviços, recolhimento de argila R\$ 4057,00;
- despesas administrativas – R\$1716,00;
- gastos com energia elétrica R\$ 2784,00;
- os produtos considerados são:
 - tijolos – R\$ 280,00 o milheiro;
 - ganho de receita com economia de energia elétrica 20 % – R\$ 696,00;
 - ganho de receita com economia de energia 35,7 % – queima de cavaco – R\$ 23.510,00;
 - ganho de receita com a queda do % de quebra de tijolos – R\$ 61.104,00;
 - ganho em receita com a redução do tempo de fornada – de 100 horas para 48 horas – o que significa mais uma fornada em 100 horas, que tirando os custos de matéria prima, mais uma equipe, gastos de energia (cavaco e energia elétrica),etc.. Resta um montante de R\$ 140.179,00. Outra análise seria considerar o faturamento da empresa dobrado, com a venda dos tijolos produzidos nos 3 fornos é de R\$ 214.400,00 por mês, no sistema atual, mas

considerando a análise do tempo este faturamento pode dobrar, ou seja 428.800,00;

- a taxa de retorno sobre os investimentos é de 14,5% - Selic.

Para a análise de viabilidade econômica foram feitas as estimativas baseadas nas análises de resultados e ganhos, saldos do fluxo de caixa e na taxa de atratividade do negócio.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Eficiência energética e produtividade

5.1.1. Caracterização técnica dos fornos utilizados – dados levantados antes da reengenharia

Os fornos utilizados nas em empresas são do tipo abóbada ou redondo, cujas principais características técnicas são:

- fornos do tipo redondo, de chama invertida; apresentam uma estrutura constituída por uma câmara circular fechada, com piso de tijolos perfurados, de modo a permitir a passagem descendente dos gases de combustão para os dutos subterrâneos de tiragem até a chaminé;
- as dimensões dos fornos podem variar, sendo o diâmetro de 8 a 11m, a altura de 1,9 a 2,2m na parede lateral a 3,0-3,8m no topo da abóboda;
- possuem duas portas para carregamento das peças localizadas em lados opostos, e 4 bocas de queima a cerca de 1m do piso com cinzeiro parte abaixo destas bocas, como pode ser observado na figura 7.



Figura 7– Foto do forno na Industria 1 – localizada em Cândido de Abreu – Paraná – abril de 2015

Com relação ao processo produtivo anterior a reengenharia, pode-se observar que os fornos tinham:

- uma capacidade de produção por batelada superior, produzindo 50.000 mil peças

- a qualidade das peças obtidas costuma ser superior, com maior quantidade de peças de primeira qualidade – cerca de 70%; qualidade média cerca de 20%, e um índice de 20% de perdas por quebras e de peças com defeito;
- um ciclo completo de queima que pode durar de 90 a 100 horas, no tempo chamado frio a frio; ou seja, 6 a 8 horas para aquecer, 36 e 48 horas de queima, entre 24 e 48 horas para o resfriamento;
- o uso de cavaco de pinus e ou eucalipto sem o controle umidade da biomassa, pois não há estufas de secagem dos mesmos;
- o calor não se distribui de forma homogênea, existindo pontos frios em cantos, inclusive na parte inferior do forno que não atinge a temperatura desejável de queima.

5.1.2. Caracterização técnica dos fornos utilizados – dados levantados após a reengenharia a partir do crivamento

A reengenharia dos fornos teve como principal objetivo a melhoria da eficiência energética, o aumento da produtividade e a redução na emissão de gases poluentes e de particulados.

A confecção do sistema de crivamento dos fornos segue receitas antigas, utilizando-se de uma forma empírica sem a observância dos princípios de condução térmica, onde o calor deve percorrer de forma homogênea todo o forno, tornando eficiente a queima dos produtos. Para a realização da reengenharia como intervenção de melhoria no processo produtivo, observa-se que:

- é uma inovação nestas indústrias, que utilizam de processo com poucos ou nenhum estudo desenvolvido;
- o processo é sigiloso pois foi assinado um termo de confidencialidade com a empresa parceira;
- demonstra que as indústrias estão focadas nos ajustes ótimos dos resultados de condução térmica, na queima homogênea de produtos, na redução de emissão de poluentes e no aumento de produtividade.

A técnica de ajuste eficiente do processo de crivamento (figura 8) é fundamental, pois é a forma pelo qual os gases são retirados, e por onde o calor circula na queima dos produtos. O seu ajuste é determinante para uma perfeita eficiência energética no funcionamento dos fornos. Na abertura dos fornos, foi possível constatar que a profundidade desse crivamento eram de apenas 0,80 cm, sem base de extração, dando ao sistema apenas a função de arraste dos gases para as chaminés, as quais instaladas tinham a altura de aproximadamente 18 metros.

A base fundamental desta reengenharia é a construção de galerias abaixo do piso de carga ou de crivamento. A função básica do piso é de suporte da carga, que se constitui de uma camada de tijolos de 15 centímetros; abaixo desse piso, onde pode-se então, considerar o crivamento, e onde de fato a reengenharia acontece.

A construção das galerias é fundamental pois são elas que propiciam a separação dos gases na hora da queima, e por onde o calor circula na queima dos produtos. Para se chegar a estes resultados foram desenvolvidos diversos cálculos, obtendo o dimensionamento ótimo das galerias criadas, eles são baseados em estimativas obtidas por equações matemáticas em função da ação do calor, da ação dos gases, da ação do aumento da temperatura dos fornos e do tempo de queima ideal. Estes resultados e suas equações se caracterizam nesta pesquisa o segredo da tecnologia desenvolvida.



Figura 8 - Foto da abertura do crivamento – Indústria Candido de Abreu e da Industria S. Mazzuco, localizadas em Cândido de Abreu – Paraná – abril de 2015

O levantamento dos dados foi realizado por meio de medições de algumas variáveis especificadas na tabela 8, para a validação das comparações como:

- consumo de energia (biomassa),
- tempo de queima dos fornos,
- emissão de poluentes (CO) e
- potência térmica.

5.1.3. Resultado do consumo de combustível (biomassa) antes da reengenharia

Para subsidiar este estudo, foram realizadas algumas medições de parâmetros ou variáveis que foram obtidas a partir do acompanhamento do processo produtivo em cada empresa, calculando uma média por item observado, conforme tabela 8 a seguir:

Tabela 8– Principais parâmetros técnico-econômico das duas indústrias antes da reengenharia – Candido de Abreu e S. Mazzuco, localizadas em Cândido de Abreu – Paraná – abril de 2015.

Variáveis - média de 3 fornos	Indústria Candido de Abreu	Indústria S. Mazzuco
Principal produto	Tijolo 9X14X19	Tijolo 9X14X19
Produção média p/queima (peças)	50 mil peças	50 mil peças
Capacidade média de produção em massa por queima (t)	50 mil peças X 2,20 Kg por peça =110 mil Kg	50 mil peças X 2,20 Kg por peça =110 mil Kg
Duração da queima frio a frio	96 horas	100 horas
Consumo de cavaco por hora de queima	1,12m ³	1,20m ³
Consumo total de cavaco por fornada	107,52 m ³	120 m ³
Custo total com o cavaco por fornada - média de custo do cúbico R\$ 28,00	R\$ 3010,56	R\$ 3360,00
Índice de perda ou quebra de produção	22%	18%
Receita estimada por queima, considerando a média de R\$ 280,00 o milheiro deduzido o índice de perda	R\$ 10.490,00	R\$ 11.480,00

Fonte: autor

Considerando os valores demonstrados na tabela 8, fica claro que o processo produtivo na média das duas empresas, para produzir 50 mil peças de tijolos 9X14X19 apresenta problemas

de desempenho apresentando perdas que são consideradas significativas que podem ser melhoradas e são resumidas em:

- tempo médio da duração da queima frio a frio é de 98 horas;
- o consumo médio total de cavaco por fornada é de 113,76 m³, considerando o custo médio do cúbico a R\$ 28,00, acarretara um custo médio total com o cavaco por fornada no valor de 3.185,28;
- o índice médio de perda e quebra de produção é de 20%, o que significa 10.000 peças, ou seja um prejuízo médio de R\$ 2800,00 reais por fornada;
- a receita estimada por queima, considerando a média de R\$ 280,00 o milheiro e deduzido o índice de perda é de R\$ 11.200,00.

É possível perceber que o índice de perda ou quebra de produção é bastante alto, nos fornos tipo intermitente e abobada, sendo que o SEBRAE/ESPM (2008), considera que os índices de perda de produção calculados na média de 30%, acontecem em função da utilização da lenha ou de seus derivados.

Devido ao fato que a lenha possui baixo rendimento energético, sugerindo que outras fontes de energia sejam analisadas por parte dos produtores, no sentido de minimizar os impactos ambientais e a redução nas perdas.

Esse trabalho pretende demonstrar que os resultados da produção de cerâmica vermelha com a utilização da lenha, pode ser perfeitamente otimizado com a reengenharia aplicada aos fornos.

5.1.4. Resultado do consumo de combustível (biomassa) após a reengenharia

Os resultados do consumo de combustível (biomassa) após a reengenharia são demonstrados na tabela 9, que apresenta uma síntese do levantamento dos dados - principais parâmetros técnicos de produtividade após a reengenharia aplicada aos fornos levando-se em consideração a produção média de tijolo 9x14x19, da Indústria Candido de Abreu e da Indústria S. Mazzuco. Onde a capacidade média de produção em massa por queima (t) foi de 50 mil peças no valor de 2,20 kg por peça que implicou na queima de 110 mil kg.

Tabela 9– Síntese do levantamento dos dados - principais parâmetros técnicos de produtividade **após a reengenharia** nas Indústrias Candido de Abreu e S. Mazzuco, localizadas em Cândido de Abreu – Paraná – abril de 2015.

Variáveis	Indústria Candido de Abreu	Indústria S. Mazzuco
Produção média p/queima (peças	50 mil peças	50 mil peças
Principal produto	Tijolo 9X14X19	Tijolo 9X14X19
Capacidade média de produção em massa por queima (t)	50 mil peças X 2,20 Kg por peça =110 mil Kg	50 mil peças X 2,20 Kg por peça =110 mil Kg
Consumo de cavaco por hora de queima	0,72m3	0,78m3
Duração da queima frio a frio	50 horas	48 horas
Índice de perda ou quebra de produção	5%	6,5%
Custo c/ o cavaco (R\$/milheiro enornado) média de custo do cúbico - R\$ 28,00	R\$ 38,00	R\$ 40,00
Receita estimada por queima, considerando a média de R\$ 280,00 o milheiro	R\$ 13.300,00	R\$ 13.090,00

Fonte: Autor.

Observa-se que a reengenharia foi eficiente no aspecto do aumento da produtividade, que antes tinha-se:

- o consumos de cavaco por hora queimada era a média de 1,16 m3 e diminuiu para a média de 0,75 m3 o que significa uma redução média de perda em cerca de 35,35%;
- o gasto médio era de 98 horas de queima frio a frio, sendo que este valor caiu para a média de 49 horas, ou seja, metade do tempo => redução em 50%;
- o índice de perda ou quebra de produção de uma perda média de cerca de 20%, diminuiu em termos percentuais para a média de 5,75%, o que implica em uma redução de cerca de 28,75%.

Abreu e Guerra (2000) afirmam que a quantidade de cavaco utilizada para queima de tijolos em forno intermitente é de 2,2 a 3,2 m3 de lenha por milheiro. Em uma fornada de 49.000 tijolos, consumindo uma média de 2,7 m3 de lenha por hora, gasta em torno de 132,3 m3 de lenha. Com o sistema proposto a redução do consumo neste caso é de 36,75 m3, uma queda de 72,22%.

EELA et all (2012), realizam uma pesquisa e levantam que a duração do ciclo completo – frio a frio (horas) de uma fornada de tijolos em forno tipo abóbada, é em torno de 96 horas. Assim o processo empregado na reengenharia reduziu este tempo em 50%, o que comprova a sua eficiência.

Estudos realizados pelo SEBRAE e ESPM (2008) afirmam que:

Em função da representatividade dos volumes de consumo de lenha, a atividade cerâmica deve ter especial atenção aos problemas ambientais causados pela sua queima, em função da produção de cinzas, óxidos de enxofre, dióxido de carbono e óxidos de nitrogênio, causadores de chuva ácida e de danos à camada de ozônio. Além disso, a lenha apresenta baixo rendimento energético, que impacta na qualidade e nos padrões técnicos dos produtos, resultando em até 30% de perda. Dessa forma, sugere-se a análise por parte dos produtores para o uso de outras fontes de energia que não a lenha, minimizando aspectos ambientais e proporcionando menor perda produtiva pelo fato de outras fontes poderem apresentar maior poder energético.

Assim, observa-se que esta proposta corrobora com as expectativas do SEBRAE e ESPM (2008), pois levam esta perda a uma média de 5,75%, o que implica em uma redução de cerca de 28,75% nos resultados obtidos por eles.

5.2. Resultado da medição das emissões atmosféricas

5.2.1 Medição das emissões atmosféricas antes e depois da reengenharia

Para quantificar as emissões atmosféricas dos fornos das empresas antes e depois da reengenharia das indústrias cerâmicas estudadas antes da reengenharia procedeu-se como recomendado na Resolução Sema 054/06. Na realização da medição utilizou-se uma sonda que envia os gases para ser analisado no Analisador de Gases TEXTO-340, como observado na figura 7.

As tabelas 10 e 11 apresentam os resultados dos fornos que em relação a emissão de CO antes e depois da reengenharia nas Indústrias Candido de Abreu e S. Mazzuco.

Tabela 10 - Resultados dos fornos –em relação a emissão de CO –coletados **antes da reengenharia** nas Indústrias Candido de Abreu e S. Mazzuco, localizadas em Cândido de Abreu – Paraná – abril de 2015

NOME DO PROCESSO	FORNO TIPO 02 – ABÓBODA – ANTES DA REENGENHARIA
Produção típica ou condição típica de operação	50.000 peças por forno a cada 90 horas de queima
MEDIÇÃO	
Tipo de Monitoramento	Descontínuo
Data das medições	03/09/2013
Responsável pela medição	Marcos Fernando Olegário
Local de Medição	Chaminé dos fornos 01 e 02
Oxigênio referencial	17%
Vazão base seca (Nm ³ /h)	5462
Início da medição	15:03:55
Término da medição	15:14:54
Resultados da medição	19.814,04 CO (mg/Nm ³)
Padrões da Resolução 054/06	2.500 CO (mg/Nm ³)
Atendimento ao Padrão	NÃO ATENDE
Emissão média por Hora (kg/h)	38,887
Emissão anual (ton/ano)	115,494
Observações	O forno apresentou durante o período de amostragem condições habituais de uso

Fonte: Adaptado do relatório de emissão de poluentes da Ambiental Vale Do Ivaí

No relatório da avaliação de emissão atmosférica realizado em setembro de 2013 em ambas as empresas, a média das amostras de CO analisadas na avaliação dos fornos 01 e 02, resultaram num valor superior ao limite máximo de 2.500,00 mg/Nm³ estabelecido pela resolução SEMA 054/06.

Para o porte dos fornos analisados indicam que os fornos não atendem ao padrão de acordo com Resolução Sema 054/06.

Tabela 11 - Resultados dos fornos - dados coletados quando a emissão de CO depois da reengenharia

NOME DO PROCESSO	FORNO TIPO 02 – ABÓBODA – APÓS A REENGENHARIA
Produção típica ou condição típica de operação	50.000 peças por forno a cada 90 horas de queima
MEDICÃO	
Tipo de Monitoramento	Descontínuo
Data das medições	06/03/2014
Responsável pela medição	Marcos Fernando Olegário
Local de Medição	Chaminé dos fornos 01 e 02
Oxigênio referencial	17%
Vazão base seca (Nm³/h)	4972
Início da medição	14:14:41
Término da medição	14:24:40
Resultados da medição	761,90 CO (mg/Nm³)
Padrões da Resolução 054/06	2.500 CO (mg/Nm³)
Atendimento ao Padrão	SIM – ATENDE
Emissão média por Hora (kg/h)	2,287
Emissão anual (ton/ano)	6,791
Observações	O forno apresentou durante o período de amostragem condições habituais de uso

Fonte: Adaptado do relatório de emissão de poluentes da Ambiental Vale Do Ivaí

Com relação aos resultados das tabelas 9 e 10, pode-se observar que a reengenharia foi um processo extremamente eficiente pois:

- O resultado da medição de CO caiu de 19.814,04 CO (mg/Nm³) para 761,90 CO (mg/Nm³), o que representa uma emissão de apenas cerca de 2,60 % por cento,
- com relação as emissão anuais, ambas caíram de 115,494 ton/ano para 6,791 ton/ano, o que representa uma queda de cerca de 94,12% da tonelagem de emissão anual de CO.

5.2.2. Medição da potência térmica - dados auferidos antes e depois da reengenharia.

Na Tabela 12 são apresentados os resultados de potência térmica dos cavacos utilizados nos fornos seguindo-se as recomendações da Resolução Sema 054/06 .antes e depois da reengenharia

Tabela 12 – Resultados das medições de potência térmica do cavaco de madeira usado nos fornos – antes e depois da reengenharia

Item medido - média de 3 fornos	Antes da reengenharia	Depois da reengenharia	% de redução de potencial térmico
PODER CALORÍFICO:	4.300 Kcal/Kg	4.300 Kcal/Kg	-
CONSUMO (hora):	1,12m ³	0,72m ³	35,70 %
1 MW:	860.000 Kcal	860.000 Kcal	-
PESOmadeira:	400 Kg/m ³	400 Kg/m ³	-
1MW	860.000	860.000	-
PT = PCxCon x Pesomadeira	1MW	1MW	-
PT=	4300x1,12x400	4300x0,72x400=	-
PT=	2,24 MW	1,44 MW	35,70 %

Fonte: Autor

A tabela 12 apresenta os resultados das medições de potência térmica do cavaco de madeira usado nos fornos – antes e depois da reengenharia, que era de 2,24 MW, e passou para 1,44 MW tendo uma redução de 35,70% na potência térmica necessária para queimar com o mesmo efeito, ou seja de 1,12 m³ de madeira o consumo caiu para 0,72 m³.

Na tabela 13, são apresentados os resultados do conjunto dos ganhos na eficiência energética a partir da reengenharia.

Tabela 13 – Resultados dos ganhos na eficiência energética a partir da reengenharia

Item medido - média de 3 fornos	Antes da reengenharia	Depois da reengenharia	%
Número de horas gastas com o processo de queima	100 horas	48 horas	50,00%-
Quantidade queimada m ³ /ton	110 m ³ /ton	Cerca de 220 m ³ /ton	100%
Ganho em R\$ por fornada	10.985,00	Cerca 26.390,00 – duas fornadas	240%
Perda na quebra R\$	20% = 4.386,00	5,75% = 758,71 por cada fornada	172%

Fonte: Autor

Os três fornos que passaram pelo processo de reengenharia apresentaram uma maior eficiência energética, supõe-se que isso se deve reengenharia com a construção de novas galerias de crivamento que possibilitam a retirada dos gases, propiciando a condução térmica dentro dos fornos de forma homogênea, queimando os produtos reduzindo o índice de perdas na produção. Observa-se na tabela 13, que

- a potência térmica diminui considerando a redução do consumo de biomassa em 35,70%, caindo para o índice de 1,44 (PT). Essa relação está diretamente ligada a redução no tempo de queima dos fornos que igualmente reduz para 50%, isso significa que a potência térmica gerada com a redução de 35,70 % no consumo da biomassa é o suficiente para a queima ideal de uma batelada;
- em relação ao tempo de queima, que houve ganho de 50%, o que possibilita o dobro de produção, duas fornadas em vez de uma, e consequentemente a redução nas perdas ou quebras de produção que caiu de 20% para 5,75%, em função da queima homogênea. Essas análises, principalmente a de redução de quebra de produção, necessitam de outras análises como. Por exemplo, a regulagem da maromba, item que pertence a avaliação das condições de equipamentos, que não é objeto dessa pesquisa, mas que foi considerado como avaliação preliminar objetivando a eficiência energética dos resultados analisados.

5.2.3 Viabilidade econômica do processo produtivo com o novo sistema de crivamento de fornos

A viabilidade econômica do processo de reengenharia foi realizada na média dos resultados apresentado nos três fornos. Para a obtenção dessas análises, foi levado em consideração as estimativas dos gastos, envolvendo o investimento inicial, a operação, a manutenção e as possíveis economias geradas com a reengenharia aplicada no processo.

Para a análise de viabilidade econômica foram feitas as estimativas baseadas nas análises de resultados e ganhos, saldos do fluxo de caixa e na taxa de atratividade do negócio.

A tabela 14 apresenta os resultados e ganhos em função da situação antes e após a reengenharia aplicada.

Tabela 14 – Resultados e ganhos em função da reengenharia aplicada em 3 fornos em Candido de Abreu – PR - 2015

Item	Receita mensal – R\$	Receita anual – R\$
Venda de tijolos tijolo - milheiro	214.400,00	2.572.800,00
Economia de energia elétrica	696,00	8.352,00
Economia perda de produção no tijolo	61.104,00	366.624,00
Economia energia cavaco	23.510,00	282.120,00
Receita com a redução do tempo de fornada	140.179,00	1.682.148,00
Totais	439.889,00	4.912.044,00

Fonte: Autor

A análise das tabelas 15 e 16, apresenta a projeção dos resultados para o período de 2015 a 2019. O ponto de equilíbrio financeiro previsto em 2015 é de R\$ 395.700,00, ou seja, é onde a economia obtida com a reengenharia se igualam com as despesas dos gastos do processo de produção (equipe, manutenção, matéria prima, luz, etc.). Observa-se também que a margem de contribuição em relação a receita foi de 100 % em 2015, o que se mantém nos anos seguintes, mostrando que a reengenharia é eficiente, pois os resultados demonstram que em um cenário de investimento e retorno para tal, são poucos os negócios que viabilizam uma margem de lucro de 100%. .

Tabela 15 - Projeção do fluxo de caixa

Descrição		até 1/7/2015	Ano I	Ano II	Ano III	Ano IV	Ano V	TOTAL	%
1	ENTRADAS	-	4.912.044,00	4.912.044,00	4.912.044,00	4.912.044,00	4.912.044,00	24.560.220,00	100%
1.1	Venda de Produtos e Serviços		4.912.044,00	4.912.044,00	4.912.044,00	4.912.044,00	4.912.044,00	24.560.220,00	100,0%
1.2	Empréstimos	-	-	-	-	-	-	-	0,0%
1.3	Capital Próprio Investido na Empresa	-						-	0,0%
1.4	Receitas Diversas	-						-	0,0%
2	SAÍDAS	(360.000,00)	(395.700,00)	(395.700,00)	(395.700,00)	(395.700,00)	(395.700,00)	(2.338.500,00)	100%
2.1	Despesas de Produção/Entrega		-	-	-	-	-	-	0,0%
2.2	Demais Despesas		(395.700,00)	(395.700,00)	(395.700,00)	(395.700,00)	(395.700,00)	(1.978.500,00)	84,6%
2.2.1	Equipe (com encargos)		(293.016,00)	(293.016,00)	(293.016,00)	(293.016,00)	(293.016,00)	(1.465.080,00)	62,7%
2.2.2	Prestadores de Serviço		(48.684,00)	(48.684,00)	(48.684,00)	(48.684,00)	(48.684,00)	(243.420,00)	10,4%
2.2.4	Despesas Administrativas		(54.000,00)	(54.000,00)	(54.000,00)	(54.000,00)	(54.000,00)	(270.000,00)	11,5%
2.3	Investimentos	(360.000,00)						(360.000,00)	15,4%
2.4	Despesas Tributárias		-	-	-	-	-	-	0,0%
2.5	Despesas Financeiras	-	-	-	-	-	-	-	0,0%
3	FLUXO DO PERÍODO	(360.000,00)	4.516.344,00	4.516.344,00	4.516.344,00	4.516.344,00	4.516.344,00	22.221.720,00	90%
SALDO =		(360.000,00)	4.156.344,00	8.672.688,00	13.189.032,00	17.705.376,00	22.221.720,00	22.221.720,00	

Fonte: Autor

Tabela 16 - Projeção de resultados – período 2015 a 2019.

DRE		Ano I	Ano II	Ano III	Ano IV	Ano V	TOTAL
1	FATURAMENTO BRUTO	4.912.044,00	4.912.044,00	4.912.044,00	4.912.044,00	4.912.044,00	24.560.220,00
	(-) Impostos sobre o faturamento 0,0%	-	-	-	-	-	-
	(-) Comissões e taxas a pagar 0,0%	-	-	-	-	-	-
2	(=) RECEITA LÍQUIDA DE VENDAS	4.912.044,00	4.912.044,00	4.912.044,00	4.912.044,00	4.912.044,00	24.560.220,00
3	(-) CUSTOS DE PRODUÇÃO/ENTREGA	-	-	-	-	-	-
	Compras/Matéria-prima	-	-	-	-	-	-
	Fretes & Embalagens	-	-	-	-	-	-
4	(=) LUCRO BRUTO (Margem de Contribuição)	4.912.044,00	4.912.044,00	4.912.044,00	4.912.044,00	4.912.044,00	24.560.220,00
5	(-) DESPESAS OPERACIONAIS	(395.700,00)	(395.700,00)	(395.700,00)	(395.700,00)	(395.700,00)	(1.978.500,00)
	Equipe (com encargos)	(341.700,00)	(341.700,00)	(341.700,00)	(341.700,00)	(341.700,00)	(1.708.500,00)
	Aluguéis, Condomínios e IPTU	-	-	-	-	-	-
	Marketing & Publicidade	-	-	-	-	-	-
	Outras despesas	(54.000,00)	(54.000,00)	(54.000,00)	(54.000,00)	(54.000,00)	(270.000,00)
6	(=) RESULTADO OPERACIONAL (EBITDA)	4.516.344,00	4.516.344,00	4.516.344,00	4.516.344,00	4.516.344,00	22.581.720,00
	(-) Juros de Financiamentos	-	-	-	-	-	-
7	(=) RESULTADO TRIBUTÁVEL	4.516.344,00	4.516.344,00	4.516.344,00	4.516.344,00	4.516.344,00	22.581.720,00
	(-) Impostos sobre os lucros 0,00%	-	-	-	-	-	-
8	(=) LUCRO LÍQUIDO	4.516.344,00	4.516.344,00	4.516.344,00	4.516.344,00	4.516.344,00	22.581.720,00
	MARGEM DE CONTRIBUIÇÃO	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
	PONTO DE EQUILÍBRIO FINANCEIRO*	395.700,00	395.700,00	395.700,00	395.700,00	395.700,00	1.978.500,00

Fonte: Autor

A tabela 17, apresenta os índices de análise de *Payback* (ou tempo de retorno do investimento), o VPL (Valor Presente Líquido) e a TIR (Taxa Interna de Retorno).

Tabela 17 - Análise das projeções para o período de 2014 a 2019 – Payback, Vpl e Tir

Análise de Investimento				
Pay Back - Retorno do Investimento				Retorno no Ano 1
Atratividade				
		Taxa de atratividade: Investimento Inicial:	de 14,25% (360.000,00)	ao ano
		Valor Presente:	15.412.266,11	
VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL) =			15.052.266,11	
TIR - Taxa Interna de Retorno				1254,5%
Projeções	5 anos	10 anos	15 anos	20 anos
VPL	15.052.266,11	22.969.718,41	27.037.001,60	29.126.410,15
TIR	1255%	1255%	1255%	1255%
Pay Back	1 ano(s)			

Fonte: Autor

O **payback** significa que a economia que resultará será paga em 1 ano e em uma otimização positiva de recursos para empresa, com a economia do que é pago hoje em perdas e gastos excedentes.

Como o **VPL – valor presente líquido** é maior que zero, obtido nas análises na proporção de 15.052.266,11, o que corrobora para a viabilidade do projeto. Isto significa que a empresa obterá um retorno maior do que seu custo de capital e que o investimento é economicamente atrativo, pois o valor presente das entradas de caixa é maior do que o valor presente das saídas de caixa. O projeto que é considerado mais interessante para investimento é aquele que tem maior VPL.

A **TIR, taxa interna de retorno**, estabelece a taxa econômica necessária para igualar o valor de um investimento com seus retornos futuros, no caso das empresas estudadas, a taxa é de 1254,5%, isto significa uma taxa de remuneração do projeto se igualando ao seu investimento, após 5 anos em altíssimo valor.

6. CONSIDERAÇÕES GERAIS

A reengenharia reduziu o potencial energético para 35,70 %, ou seja, passou de um consumo de 2,24 MW para 1,44 MW. O consumo de tonelagem de cavaco que gastava 1,12m³ caiu de 0,72m³, ou seja, teve uma economia de 35,70%

Os resultados apontam que com a introdução do processo de reengenharia houve uma melhoria significativa na redução de CO (gás carbônico), onde como análise inicial obteve-se a média de 19.814,04 CO (mg/Nm³). Na aplicação da segunda medição, após a reengenharia obteve-se a medição de 761,90 CO (mg/Nm³), isso representa uma redução de cerca de 97 % por cento da emissão inicial; com relação as emissões anuais na proporção caíram de 115,494 ton/ano para 6,791 ton/ano, o que representa uma queda de cerca de 94,12% da tonelagem de emissão anual de CO.

O processo produtivo com a aplicação da reengenharia no sistema de crivamento dos fornos foi economicamente viável sendo um dos poucos no Brasil que tem um retorno de 100%

Assim recomenda-se o projeto de reengenharia devido aos índices obtidos, ainda que promova-se uma apuração mais rigorosa nas análises, a viabilidade econômica do projeto é significativa, pois os objetivos das variáveis propostas, são alcançados na análise econômica, na redução na emissão de poluentes, na economia de biomassa e no potencial energético.

O processo de reengenharia por crivamento de fornos pode ser considerado um investimento com altíssima atratividade.

7. SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Considerando o número de empresas, principalmente de pequeno porte, atuando no setor e considerando que nenhuma empresa consegue diferenciar o seu mix de produtos, o caminho é melhorar a performance das empresas, a partir da análise das principais variáveis do seu processo produtivo, assim, como sugestão de trabalhos futuros apresentamos.

- Estender a tecnologia desenvolvida na eficiência energética de tipos de fornos; como por exemplo os fornos móveis;
- Estender esse estudo no âmbito das empresas de pequeno porte, onde os resultados apresentam índices significativos, buscando parcerias com sindicatos e associações para baratear os custos de investimento;
- Formatar um produto para empresa – uma consultoria para o estudo de caso a caso;
- Estimular novas pesquisas, buscando o financiamento para a inovação na cadeia produtiva, pois os resultados obtidos, podem dar excelentes condições de certificação e obtenção de selo de qualidade;
- Formatar o processo de desenvolvimento para transferir a tecnologia, tendo como alvo a apropriação dos resultados pelas indústrias de pequeno e médio porte;
- Disseminar os resultados da pesquisa em forma de artigos com publicação em revistas do setor.

Não é objetivo deste estudo esgotar a discussão sobre a viabilidade das tecnologias desenvolvidas nos fornos das indústrias de cerâmica vermelha objeto da presente pesquisa, mas sim, analisar os principais ganhos econômicos na reengenharia proposta. Na observação, as variáveis medidas demonstram resultados significativos, e nesse sentido, é imprescindível que a escolha ou decisão pela aplicação da reengenharia deva estar baseado em um estudo de viabilidade individualizado, considerando caso a caso.

Os possíveis ganhos financeiros obtidos a partir da reengenharia, tem como princípio a redução de custos e as suas receitas geradas. A avaliação dos resultados propiciados pela tecnologia, são as parcelas das receitas, custos e despesas que serão reduzidas em função da reengenharia, denominada como processo inovador na construção de fornos, considerando o seu sistema de crivamento.

8. REFERÊNCIAS

AAVI, Assessoria Ambiental Vale do Ivaí – Relatório da avaliação de emissão atmosférica, março 2014.

ABC, 2010. Anuário Brasileiro de Cerâmica – disponível em www.abceram.org.br, acesso em 15 de junho de 2015, 2015.

Abreu, Y V.; GUERRA, S. M. G. Indústria de Cerâmica no Brasil e o Meio Ambiente. Chile: IV Congreso Nacional de Energia, 2000.

ANICER, 2012. Cartilha Ambiental - Cerâmica Vermelha, disponível em http://anicer.com.br/Cartilha_Ambiental_Ceramica_Vermelha_%202014.pdf acesso em 15 de maio de 2015, 2015.

BATALHA, M. O. Gestão agroindustrial: GEPAI: Grupo de estudos e pesquisas agroindustriais- vol.2 - 3. ed. - São Paulo: Atlas, 2001.

BNB-Banco do Nordeste do Brasil S/A, ETENE - Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste - Informe Setorial Cerâmica Vermelha – Outubro 2010, disponível em http://www.banconordeste.gov.br/documents/88765/89729/ano4_n21_informe_setorial_ceramica_vermelha.pdf/66eb35dc-dd49-420d-a921-26e9efc320d9, acesso em 03/02/2015, 2015.

CABRAL JUNIOR, M. O setor de cerâmica vermelha e a pequena empresa: desafios ao desenvolvimento em bases sustentáveis. Palestra apresentada. In: SEMINÁRIO SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL E MERCADO DE CARBONO PARA A INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA, 2006, São Paulo. São Paulo: Sebrae, 2006.

COELHO, J. M. Projeto de assistência técnica ao setor de energia: perfil de argilas para cerâmica vermelha. Relatório Técnico, 32, Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2009.

CTGAS / SEBRAE-RN, Diagnóstico da indústria de cerâmica vermelha do Estado do Rio Grande do Norte. CTGAS-ER, SEBRAE-RN, Natal, Rio Grande do Norte, 2012.

EELA - Programa de Eficiencia Energética en Ladrilleras Artesanales de America Latina para Mitigar el Cambio Climatico – EELA, MCTI - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologias Especiais (FUNCATE) e Agência Suíza para El Desarrollo y La Cooperacion (COSUDE). Manual de Eficiência Energética na Indústria de Cerâmica Vermelha – Projeto de eficiência energética nas pequenas indústrias de cerâmica vermelha do Brasil. Rio de Janeiro – Brasil, Abril, 2013.

EELA - Programa de Eficiencia Energética en Ladrilleras Artesanales de America Latina para Mitigar el Cambio Climatico – EELA, MCTI - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologias Especiais (FUNCATE) e Agência Suíza para El Desarrollo y La Cooperacion (COSUDE). Estudo comparativo dos fornos tipo caipira x tipo abóboda. Projeto de eficiência energética nas pequenas indústrias de cerâmica vermelha do Brasil. Rio de Janeiro – Brasil, maio, 2012.

FIEMG – Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais. Gestão Ambiental – Renovação de licença ambiental. Minas Gerais: FIEMG, 2013. Disponível em http://www7.fiemg.com.br/Cms_Data/Contents/central/Media/Documentos/Biblioteca/PDFs/FIEMG/JURIDICOAMBIENTAL/FI-0022-14-CARTILHA-GESTAO-AMBIENTAL-ALTA.pdf. Acesso em 14 de abril de 2015. 2015.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GRIGOLETTI, G.C., Caracterização de Impactos Ambientais de Indústrias de Cerâmica Vermelha do Estado do Rio Grande do Sul, Tese (Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

GREGORY, I., Kiln Building, 1a. edição, Editor A & C Black, Londres, 1995.

HENRIQUES JR, M. F.. Manual de Eficiência Energética na Indústria de Cerâmica Vermelha. INT/MCTI, Rio de Janeiro, 2013.

INT - Instituto Nacional de Tecnologia. Consumo de gás natural no setor cerâmico brasileiro e perspectiva de expansão. Instituto Nacional de Tecnologia, Rio de Janeiro. 2005.

INT, Instituto Nacional de tecnologia. Diagnóstico inicial do setor cerâmico – sistematização da pesquisa de campo para linha de base – região do Seridó no Nordeste do Brasil, Swisscontact/Consude, Rio de Janeiro. 2011.

MARTINOVICH, M. Como gerenciar o capital de giro. Agenda do Empresário. São Paulo, 1996.

MÁS, E. A. Queima cerâmica forno a forno. Pólo Produções Ltda., Criciúma-SC. 2006.

Messias, L. S.. Recuperação de gases quentes em fornos intermitentes. Aplicação na indústria de cerâmica estrutural. São Paulo, 1996.

MINEROPAR, Serviço Geológico do Paraná. Minerais do Paraná. O setor da cerâmica vermelha no Paraná. Curitiba: Instituto Paranaense para o Desenvolvimento (IPARDES), 1997. 185p. 118.

MINEROPAR, Serviço Geológico do Paraná. REAVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES DO PRO-CERÂMICA. GERÊNCIA DE GEOLOGIA APLICADA À PRODUÇÃO MINERAL. Governo do Paraná, Curitiba, 2013.

MITIDIERI, C. V.; CAVALHEIRO, W. Desenvolvimento de sistema construtivo em “painéis cerâmicos”. In: Tecnologia de edificações. Projeto de divulgação tecnológica Lix da Cunha. São Paulo: PINI, Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), Divisão de Edificações, 1988. p. 175-178. 119.

MITIDIERI, C. V.; IOSHIMOTO, E. Controle de qualidade de telhas e blocos cerâmicos. In: Tecnologia de edificações. Projeto de divulgação tecnológica Lix da Cunha. São Paulo: PINI: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), Divisão de Edificações, 1988. p. 117-122.

REVISTA CERÂMICA INDUSTRIAL, (maio/junho), 2005.

RHODES, D., “Hornos para ceramistas”, Ediciones Ceac, 1998.

SIOCERGS, 2012. Questionários de resposta sobre as características do setor cerâmico do estado do Rio Grande do Sul.

SCHWOB, M. R. V. Perspectivas de difusão do gás natural na indústria brasileira de cerâmica vermelha. 2007. 370f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

SEBRAE, SERVIÇOS BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. Anuário do trabalho na micro e pequena empresa: 3.ed. SEBRAE/DIEESE. 2010. 324 p.

SEBRAE - Serviços Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, ESPM. - Escola Superior de Propaganda e Marketing. Cerâmica Vermelha para Construção: Telhas, Tijolos e Tubos - Relatório Completo. Serie Estudos de Mercado SEBRAE/ESPM, Brasília, 2008.

THIOLLENT, Michel. Metodologia da pesquisa - ação. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1986.

ANEXO 1 - RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DA EMISSÃO ATMOSFÉRICA