



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS
CAMPUS DE PATOS-PB**



KELY DAYANE SILVA DO Ó

**ESTUDO DAS ETAPAS DE PRODUÇÃO E COMPARATIVO DE FORNOS DO
SETOR CERAMISTA DO SERTÃO PARAIBANO**

**PATOS - PARAÍBA - BRASIL
2016**

KELY DAYANE SILVA DO Ó

**ESTUDO DAS ETAPAS DE PRODUÇÃO E COMPARATIVO DE FORNOS DO
SETOR CERAMISTA DO SERTÃO PARAIBANO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, área de concentração Ecologia, Manejo e Utilização dos Recursos Florestais, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Elisabeth de Oliveira.

**PATOS - PARAÍBA - BRASIL
2016**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DO CSRT DA
UFCG**

S586e Silva do Ó, Kely Dayane.
Estudo das etapas de produção e comparativo de fornos do setor
ceramista do sertão paraibano / Kely Dayane Silva do Ó. – Patos, 2016.
46f.: il.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal
de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, 2016.

"Orientação: Profa. Dra. Elisabeth de Oliveira".

Referências.

1. Indústria. 2. Poder calorífico. 3. Peças cerâmicas. 4. Sertão Paraibano
I. Título.

CDU 598.112

Kely Dayane Silva do Ó

**ESTUDO DAS ETAPAS DE PRODUÇÃO E COMPARATIVO DE FORNOS DO
SETOR CERAMISTA DO SERTÃO PARAIBANO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, como parte dos requisitos para obtenção do Título de MESTRE em CIÊNCIAS FLORESTAIS.

APROVADO em: 22 de julho de 2016.

Prof.^a. Dr.^a. Elisabeth de Oliveira

Universidade Federal de Campina Grande (UAEF/CSTR/UFCG)
Orientadora

Prof. Dr. Alexandre Santos Pimenta

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UECIA/ /UFRN)
1º Examinador

Prof. Dr. Leandro Calegari

Universidade Federal de Campina Grande (UAEF/CSTR/UFCG)
2º Examinador

A Deus

OFEREÇO

A minha mãe, pela dedicação e amor.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por me iluminar, guiando meus passos, estando sempre no controle da minha vida, dando -me força nos momentos de dificuldades, renovando minha fé para reagir diante das tribulações e não desistir dos meus objetivos.

A minha mãe, em especial, que sempre esteve ao meu lado, acreditando em mim, apoiando-me nos momentos que mais precisei.

Aos colegas da turma 2014.1 do mestrado, por tudo que passamos em busca do objetivo comum.

Ao meu amigo Girlânio, que sempre esteve comigo desde a graduação.

A minha amiga Andresa, que foi um anjo de Deus durante o mestrado.

Às indústrias: Cerâmica A, B, C e D, por toda confiança, atenção e apoio para a realização deste trabalho.

Aos professores: Ednaldo Queiroga de Lima, Leandro Calegari, Olaf Andreas Bakke, Ivonete Alves Bakke, Naelza Wanderley e Maria das Graças Veloso Marinho, que contribuíram para meu aprendizado e evolução de conhecimento na pesquisa científica.

A minha orientadora, Prof^ª. Dr^ª. Elisabeth de Oliveira, pela compreensão, dedicação e paciência em todos os momentos, no estágio de docência, nas disciplinas por ela ministradas, e por me conceder a oportunidade da realização deste trabalho e por ser essa grande pessoa tanto profissional como ser humano, com um grandioso coração que tanto admiro.

Aos funcionários do Laboratório de Tecnologia da Madeira, Vagner e Yara, e ao motorista Zé Ferreira, que contribuíram nesse estudo.

À CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado para que este trabalho fosse desenvolvido.

A todos aqueles que porventura eu tenha me esquecido de mencionar, que contribuíram de maneira direta ou indireta para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Forno tipo Hoffmann	19
Figura 2 - Forno Câmara	20
Figura 3 - Forno Abóbada	21
Figura 4 - Forno Paulistinha	22
Figura 5 - Total mensal de peças produzidas e percentagens das quatro indústrias de cerâmica vermelha do Sertão Paraibano	30
Figura 6 - Tempo médio do sistema produtivo utilizado pela cerâmica A	31
Figura 7 - Tempo médio do sistema produtivo utilizado pela cerâmica B.....	31
Figura 8 - Tempo médio do sistema produtivo utilizado pela cerâmica C.....	32
Figura 9 - Tempo médio do sistema produtivo utilizado pela cerâmica D	32
Figura 10 - Classificação de qualidade e descartes de produção da Cerâmica A.....	33
Figura 11 - Classificação de qualidade e descartes de produção da Cerâmica B.....	34
Figura 12 - Classificação de qualidade e descartes de produção da Cerâmica B.....	34
Figura 13 - Classificação de qualidade e descartes de produção da Cerâmica	34
Figura 14 - Classificação de qualidade e descartes de produção da Cerâmica D.....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Total e média de empregos diretos em indústrias de cerâmicas vermelhas no Brasil, na Paraíba e em quatro empresas do Sertão Paraibano.....	28
Tabela 2 - Caracterização das Cerâmicas.....	38
Tabela 2 - Vantagens e desvantagens dos fornos estudados.....	30
Tabela 3 - Indicadores de desempenho e acompanhamento do consumo de lenha por forno das cerâmicas A, B, C e D.....	35
Tabela 4 - Poder calorífico superior de lenha utilizadas por indústrias de cerâmica vermelha no sertão da Paraíba. Média seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.....	36

SILVA DO Ó, Kely Dayane. **Estudo das etapas de produção e comparativo de fornos do setor ceramista do Sertão Paraibano**. 2016. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais. CSTR/UFCG, Patos-PB, 2016.

RESUMO

O homem sempre usou a natureza para lhe proporcionar benefícios. Nessa busca encontraram, na argila, várias vantagens, dentre elas, a fabricação de peças de cerâmicas. Atualmente, no Brasil, a maior produção de cerâmica encontra-se nas regiões Sul e Sudeste. No entanto, outras regiões vêm se destacando nesse setor, como a região Nordeste, devido, principalmente, à riqueza da matéria prima e fontes de energia viáveis. No entanto existem vários problemas, tais como a degradação ambiental do bioma Caatinga e falta apoio técnico, e consequentemente, a ausência de conhecimento dos tipos de fornos mais adequados, gerando impacto no seu processo produtivo, principalmente na queima das peças cerâmicas, ocasionando baixos lucros ao setor. O presente trabalho teve por objetivo estudar as etapas de produção e comparação dos tipos de fornos das indústrias A, B, C e D, de cerâmicas vermelhas do sertão paraibano. Foram coletados os dados, com auxílio de informações dos empresários, através de um questionário semiestruturado. Coletaram-se amostras de biomassas utilizadas para análise do poder calorífico superior. Os dados obtidos das observações semanais e dos questionários aplicados foram digitados em Programa Microsoft Excel e interpretados. Os dados de poder calorífico das biomassas foram avaliados pelo teste de Tukey a 5% de significância. De acordo com as informações coletadas, a maior produção foi na cerâmica B, 2.040.000 milheiros de tijolos, telhas e lajotas, utilizando os fornos Hofmann, Cedam e Câmara, consumindo 600m³ de biomassa ao mês, mostrando maior organização nas suas etapas de produção em relação as demais indústrias. A cerâmica A, utilizando o forno Câmara, produz 2.450 milheiros de tijolos, telhas e lajotas, gastando 780m³ de biomassa, destacando com melhor qualidade de telhas, 65% de primeira qualidade. A cerâmica C utilizou o forno Hofmann, produzindo 980 milheiros de tijolos, gastando 300m³ de biomassa. A cerâmica D utilizou os fornos Hofmann e Paulistinha, produzindo 500 milheiros de tijolos, gastando 400m³ de biomassa. Dentre as indústrias estudadas, a D apresentou maiores descartes, em média de 12,5 %, sendo o maior desperdício ocorrido no forno Pulistinha. As biomassas utilizadas foram: *Poincianella pyramildalis*, *Mimosa tenuiflora*, *Croton blanchetianus* e *Prosopis juliflora*, o marmeleiro e a algaroba se destacaram com maior poder calorífico superior.

Palavras-chave: Indústria. Poder calorífico. Peças cerâmicas. Sertão Paraibano.

SILVA DO Ó, Kely Dayane. **Study of the production steps and ceramist sector ovens comparison of the Sertão of Paraíba.** 2016. Dissertation in Forest Science. CSTR / UFCG, Patos-PB, 2016.

ABSTRACT

Man has always used nature to provide you benefits. In this quest, man found in clay, several advantages, among them the production of ceramic tiles. Currently in Brazil, the largest ceramics production is in the South and Southeast. However, other areas have been highlighted in this sector, such as the Northeast, mainly due to the richness of raw materials and sustainable energy sources. However there are several problems such as environmental degradation in Caatinga and lack of technical support, and consequently, the lack of knowledge of the most appropriate types of ovens, generating impact on its production process, primarily the burning of ceramic parts, resulting in low profits the sector. This study aimed to study the stages of production and comparison of types of furnaces of A, B, C and D industry, red ceramic of the sertão of Paraíba. Data were collected with the help of information from entrepreneurs, through a semi-structured questionnaire. Biomass Samples were collected using analysis of the gross calorific value. The data obtained from weekly observations and questionnaires were entered into Microsoft Excel program and interpreted. The calorific value of biomass data were evaluated by the Tukey test at 5% significance. According to the information collected, the highest production was in ceramic B, 2,040,000 thousands of bricks, tiles and slabs, using the, Hofmann, Cedam and House ovens, consuming 600m³ of biomass per month, showing more organization in their step production compared with other industries. Pottery A using the oven chamber, produces 2,450 thousands of bricks, tiles and slabs, spending 780m³ biomass, especially with better quality tiles, 65% grade. The ceramic C used the Hofmann oven, producing 980 thousands of bricks, spending 300m³ biomass. The ceramics D, used the Hofmann and Paulistinha furnaces, producing 500 thousands of bricks, spending 400m³ biomass. Among the industries studied the D showed higher discharges on average 12.5%, with the biggest waste occurred in Pulistinha oven. The biomass used were *Poincianella pyramildalis*, *Mimosa tenuiflora*, *Croton blanchetianus* and *Prosopis juliflora*, marmeleiro and algaroba stood out with higher gross calorific value.

Keywords: Industry. Calorific value. Ceramics pieces. Sertão Paraibano.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 Madeira como fonte de energia	14
2.2 Indústrias de cerâmica vermelha	15
2.3 Processo produtivo de cerâmica vermelha	16
2.3.1 Matéria-prima	17
2.3.2 Queima da cerâmica	18
2.3.3 Tipos de fornos	18
Hoffmann.....	18
Câmara.....	19
Abóbada.....	20
Paulistinha	21
2.4 Qualidade do produto final	22
2.5 O Bioma Caatinga	23
2.6 Impactos ambientais causados pelas indústrias de cerâmicas vermelhas.....	24
3 MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1 Caracterizações do local de estudo.....	25
3.2 Levantamentos das indústrias de cerâmicas vermelhas do sertão paraibano	25
3.3 Indústrias selecionadas	25
3.4 Acompanhamento do setor produtivo.....	26
3.5 Análises do Poder Calorífico Superior	26
3.6 Análise dos resultados	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1 Importância socioeconômica das indústrias	28
4.2 Caracterização das Cerâmicas	28
4.3 Etapas de produção.....	30
4.4 Classificação de qualidade e descartes de produção	33
4.5 Eficiência dos tipos de lenha utilizadas	35
5 CONCLUSÃO.....	38
REFERÊNCIAS	39
APÊNDICE	47

1 INTRODUÇÃO

O homem sempre usou a natureza para lhe proporcionar benefícios, sejam de uso individual ou coletivo, de forma a garantir a sobrevivência de sua espécie. Nessa busca, a argila proporciona várias vantagens, dentre elas, a fabricação de peças de cerâmica (BATISTA, 2014). Os materiais cerâmicos vêm sendo utilizados pelo homem desde muito tempo, por serem duráveis e possuírem diversas utilidades. O processo produtivo de cerâmica era comandado pelas usinas da civilização antiga, no entanto não se sabe a época e o local em que surgiu o primeiro tijolo (DUARTE, 1999).

No Brasil, antes da chegada dos colonizadores portugueses, em 1500, há indícios da fabricação de cerâmica, sendo a primeira olaria implantada, no final do século XIX, que possuía ferramentas para elaboração de telhas e amassadores de massas (BELLINGIERI, 2003).

Atualmente, no Brasil, a maior produção de cerâmica encontra-se nas regiões Sul e Sudeste. No entanto, outras regiões vêm se destacando nesse setor, como a região Nordeste, devido, principalmente, à riqueza da matéria prima e fontes de energia viáveis, fazendo com que o mercado consumidor cresça cada vez mais (ANFACER, 2012; BNB, 2010), com produção de cerâmica vermelha, a qual se caracteriza pela cor vermelha, destinada a telhas, tubos, tijolos, vasos ornamentais, entre outros (SEBRAE/ES, 2009).

A indústria de cerâmica vermelha requer grandes esforços de mão de obra, podendo se dividir em duas direções, sendo que em uma predominam as microempresas artesanais, e na outra é a empresa que usa processos produtivos mais modernos, podendo ser de médio e grande porte (MALARD; LIMA, 2012). Os mesmos autores afirmam que o processo produtivo de cerâmica vermelha se divide em três fases: preparação, conformação e queima, utilizando como matéria prima a argila para preparação de tijolos, telhas e lajotas. Já os combustíveis utilizados são: lenha; óleo diesel e carvão vegetal. A lenha se destaca devido à facilidade na aquisição e baixo custo. Segundo JOHNSON (1985); OLIVEIRA (2003); NETO et al., (2012); ALMEIDA (2015) as principais espécies retiradas da mata nativa produtoras de carvão são: *Anadenanthera columbrina* (angico), *Poincianella pyramidalis* (catingueira), *Myracrodruon urundeuva* (aroeira), *Schinopsis brasiliensis* (baraúna), *Commiphora leptophloeos* (umburana de cambão), *Ziziphus joazeiro* (juazeiro), *Mimosa tenuiflora* (jurema preta), *Caesalpinia ferrea* (jucá), *Bauhinia chreilantha* (mororó), *Aspidospema pyrilifolium* (pereiro) e *Tabebuia aurea* (craibeira), *Croton blanchetianus* (marmeleiro).

Apesar destas vantagens, o uso da lenha tem contribuído para a degradação ambiental, pois atividades como fabricação de cerâmica vermelha precisam cada vez mais do uso dos recursos naturais provindos do bioma Caatinga. Esse bioma tem como destaque natural o estresse hídrico e diversos fatores que contribuem para o aumento do nível de desertificação como: retirada da cobertura vegetal, retirada da argila compactando o solo onde a maioria dessas atividades são feitas sem técnicas sustentáveis. Neste caso as indústrias vêm se modernizando com tecnologia na busca de produção sustentável de baixo custo e de menor agressão ao ambiente (BATISTA, 2014).

Além da degradação ambiental, falta apoio técnico, propiciando baixos lucros ao setor, devido aos fatores ocasionados pelas perdas de produção, ocorridas principalmente no processo de queima das peças de cerâmicas. Isso se deve à ausência de conhecimento dos tipos de fornos mais adequados e pela ineficiência de estudos sobre o uso das biomassas utilizadas. A obtenção dessas informações poderá viabilizar o emprego de medidas que proporcionem a redução nas perdas de energia gerada pela biomassa e melhorias nas escolhas mais adequadas dos equipamentos, como os fornos mais eficientes, que produzam peças de melhor qualidade e de forma mais econômica.

Dessa forma, o estudo das etapas de produção e a comparação de fornos do setor ceramista do Sertão Paraibano poderá possibilitar melhorias tanto qualitativas como quantitativas para as empresas de cerâmica vermelha da região, como a redução de gastos, favorecendo as empresas estudadas, aumentando seu rendimento, diminuindo do os desperdícios e aumentando a qualidade do produto final de forma econômica, dando ênfase à responsabilidade socioambiental, podendo-se obter maior rendimento em curto e médio prazo, visto que este setor gera empregos diretos e indiretos, demonstrando ter grande importância socioeconômica para a região.

Diante do exposto, esta pesquisa busca responder a questionamentos como: Os fornos podem trazer maior rendimento? Quais biomassas que vêm sendo utilizadas e qual a eficiência das mesmas?

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Madeira como fonte de energia

No Brasil, foram consumidos 362,70 milhões de m³ de madeiras, dos quais 220 milhões de m³ eram destinados para fins energéticos e 142,70 milhões de m³, para outras finalidades (BRITO, 2007).

Os combustíveis mais usados no Brasil são o óleo residual (óleo BPF), gás natural comprimido e a lenha (SILVA, 2009). A lenha é a mais utilizada nas indústrias, em especial, nas indústrias de cerâmica vermelha do Sertão Paraibano, destacando-se como grande consumidor de insumo energético.

Segundo SEBRAE (2008), a lenha representa 50% de todo o consumo de energia no Brasil. O consumo da mesma vem sendo prejudicado por vários fatores, como indisponibilidade de florestas, nível de desenvolvimento, questões ambientais e competição econômica com outras fontes energéticas, como eletricidade, petróleo e gás natural, entre outras (BRITO, 2007). No Ceará e em outros estados do Nordeste brasileiro, a fonte de energia mais usada é a lenha, sendo obtida, na maioria das vezes, pela mata nativa da Caatinga, não sendo diferente no Sertão Paraibano, no qual sua extração desordenada ocasiona grandes desequilíbrios ambientais, mesmo sendo uma fonte de energia renovável (SILVA, 2010).

Segundo a Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA, 2004), a lenha no estado da Paraíba tem uma demanda de 3.983.634,23 st/ano, causando um desmatamento de 42.524,77 ha/ano de mata nativa. No entanto, para a população do Sertão Paraibano, é uma fonte de renda, seja para uso doméstico ou industrial, como é o caso do uso da lenha para produção de cerâmicas vermelhas (SAMPAIO et al., 2005).

Dessa forma, tem-se a necessidade de se conhecerem as potencialidades energéticas da madeira (lenha) para otimizar a utilização das mesmas, diminuindo os impactos ambientais causados pela exploração da lenha para diversas finalidades, entre elas, suprir a necessidade energética das indústrias de cerâmicas vermelhas do Sertão Paraibano.

Para o melhor conhecimento e aproveitamento do potencial dos recursos florestais, torna-se necessário o estudo de suas propriedades energéticas. Desta maneira, uma importante variável para verificar a capacidade energética de uma espécie vegetal é o poder calorífico (BRAND, 2010).

O poder calorífico de um material é definido pela quantidade de energia que é dispensada no ar, quando o material é queimado. O calor produzido durante a combustão de diferentes espécies florestais pode mudar de acordo com as propriedades químicas, físicas e anatômicas do vegetal (ALMEIDA, 2010), podendo o poder calorífico dividir-se em dois, o poder calorífico superior e o inferior. Entende-se por poder calorífico superior a combustão efetuada a volume constante, em que a água formada durante a combustão é condensada (OLIVEIRA, 2014). Quanto maior for este parâmetro, maior será a energia contida no combustível (CARVALHO JÚNIOR, 2010). O poder calorífico inferior é a quantidade de calor necessária para produzir um quilo de combustível, através da combustão deste com o excesso de ar e gases de descarga, resfriados até o ponto de ebulição da água, evitando sua condensação (MEDEIROS; CARDOSO, 2010).

Segundo Brand (2007), quando se verificam as propriedades energéticas de espécies vegetais, eleva-se a eficiência da mesma, tornando o material mais competitivo diante das outras fontes de energia. Essa verificação depende de várias variáveis, dentre elas o poder calorífico, teor de umidade, teor de cinzas, entre outras.

2.2 Indústrias de cerâmica vermelha

A indústria de cerâmica, desde muito tempo, vem crescendo e se desenvolvendo, passando por transformações e, com o passar do tempo, foi evoluindo da maneira mais simples a artesanal, à mais moderna, com olarias que fazem tijolos, telhas, louças, potes (SILVA, 2009).

Segundo o SEBRAE (2008), no fim do século XIX para o começo do XX, houve um desenvolvimento considerável no aperfeiçoamento das indústrias de cerâmica, o que levou a um afastamento entre as indústrias cerâmicas, separando as de produção referentes a materiais cerâmicos, como telhas e tijolos, e as cerâmicas mais sofisticadas, produtoras de louças, tubos, potes, azulejos.

Pesquisas do Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste (ETENE, 2010) indicam que o Brasil é um importante produtor de cerâmica, seguido da Espanha, Itália e China. Atualmente, pela facilidade da matéria - prima e da crescente modernidade, provida de tecnologia, as indústrias de cerâmicas no Brasil se destacam com participação de 1% no PIB, exercendo papel significativo na economia do Brasil (MAGANHA, 2006).

De acordo com INT (2012); ANICER (2013), no Brasil, distribuídas em seu território, existem aproximadamente 6.903 empresas de cerâmicas e olarias, que geram um faturamento anual de R\$ 18 bilhões e 293 mil empregos diretos e 900 mil empregos indiretos. Já a indústria de cerâmica vermelha é representada por 40% do PIB de todas as indústrias de cerâmica no Brasil (MACEDO et al., 2008).

Na região Nordeste, verifica-se que a produção de cerâmica está localizada principalmente nos estados do Ceará, Bahia e Pernambuco, Rio grande Norte, Maranhão e Piauí (RAIS, 2013). O estado do Rio Grande do Norte se destaca com um número de indústrias de cerâmicas vermelhas considerável, possuindo 200 indústrias de cerâmica vermelha produtoras de lajotas, tijolos entre outros materiais cerâmicos (SILVA, 2007). A indústria paraibana de cerâmica vermelha produz mensalmente 57.000 milheiros, sendo 75% de blocos e 25% de telhas (tendo um consumo de argila na ordem de 120.000 t/mês), produtos estes destinados a atender aos mercados do próprio estado, além dos estados vizinhos de Pernambuco e Rio Grande do Norte. O setor conta com 100 empresas de pequeno e médio porte (incluindo cerca de 30 olarias), espalhadas por 30 municípios, oferecendo cerca de 3.500 empregos diretos (INT, 2012; ANICER, 2013).

A Paraíba possui dois polos produtores de cerâmica vermelha. O primeiro deles está localizado na região metropolitana de João Pessoa e municípios a poucos quilômetros de distância, composto das empresas de maior porte, como as dos municípios de Santa Rita, Mamanguape e Guarabira, havendo também empresas de destaque nos municípios de Cruz do Espírito Santo, Caldas Brandão, Mulungú, Rio Tinto, Jacaraú, Belém, Guitégi e Pilões. A produção desse polo é focada em blocos cerâmicos e lajotas. O outro polo se localiza no interior, com empresas de menor porte, produzindo telhas por extrusão, principalmente nos municípios de Santa Luzia, São Mamede, Patos, Congo, Juazeirinho, Junco do Seridó, Souza e Soledade (SILVA FILHO, 2014).

2.3 Processo produtivo de cerâmica vermelha

A origem do nome "cerâmica vermelha" é devida ao teor de óxido de ferro (3,5 a 8%). A cerâmica vermelha também é conhecida como cerâmica estrutural, pelas estruturas de edificações serem compostas pelos seus produtos (BERNI et al., 2010).

As etapas que compõem o processo produtivo da indústria de cerâmica são a fase primária, que se caracteriza pela exploração e transporte da matéria prima, e a segunda parte de transformação, para fabricação do produto final (MALARD; LIMA, 2012).

De maneira geral, o processo produtivo de cerâmica vermelha compõe-se de três etapas: preparação, conformação e queima. A primeira compreende a extração da argila e a preparação por meio da mistura e homogeneização. Conforme seja a empresa, esse processo é feito por meio de equipamentos ou de maneira artesanal, manualmente. A segunda etapa, a conformação, é mediada pela moldagem da matéria-prima até a argila alcançar uma boa forma, caracterizando-se em telhas, blocos, tijolos. Logo após a conformação, as peças são secas de maneira natural ou artificial e, por fim, são submetidas à queima, sendo feitas essas etapas em diferentes tipos de fornos (MALARD; LIMA, 2012).

2.3.1 Matéria-prima

Entre as substâncias minerais que mais se destacam estão as argilas, devido ao seu volume e consumo, sendo muito utilizadas na produção de cerâmica vermelha. No Brasil, as argilas são representadas por 40% a 50% das substâncias minerais e conferem alta qualidade de produção de cerâmica vermelha (SEBRAE, 2008). Quanto à extração da mesma, é realizada a céu aberto, com as seguintes ferramentas: pá carregadora e retroescavadeira, pá escavadeira ou trator de esteira com lâmina raspador carregador (GRICOLETTI, 2001).

A etapa de preparação da argila compreende, na sua elaboração, a mistura, secagem e queima (BACCELLI JR., 2010). As peças cerâmicas são provenientes de vários fatores, como as escolhas corretas decorrentes das características do produto, como dimensões, geometria, fatores econômicos, qualidade da matéria-prima, entre outros (OLIVEIRA; MAGANHA, 2006). Outro fator importante na preparação é a moldagem, a qual está ligada ao teor de água, contido na massa, pois, quanto maior a quantidade de água maior será a flexibilidade, tornando-se mais fácil de moldar, beneficiando, dessa forma, o consumo de energia, gerando maior economia para indústria (GRICOLETTI, 2001).

Outra parte muito importante é a fase da secagem das peças cerâmicas, podendo essa ser natural ou artificial o que influencia diretamente na qualidade do produto final. (OLIVEIRA, 2011).

2.3.2 Queima da cerâmica

A queima é a etapa mais importante de todo o processo produtivo. É nessa fase em que são manifestadas várias propriedades das argilas através das transformações físicas, químicas e mecânicas ocasionadas pelas transformações de temperatura dos fornos (MACIEL; FREITAS, 2013). A queima também é de grande importância por atribuir as características finais ao produto, sendo também conhecida por sinterização (OLIVEIRA; MAGANHA, 2006). As fases que compõem a queima são: pré-aquecimento, caldeamento ou fogo forte, manutenção da temperatura e abastecimento e resfriamento no final (MALARD; LIMA, 2012). Acontece, durante a queima da peça cerâmica, a diminuição dos poros, aumento da massa específica e sintonia entre os cristais da estrutura, aumentando a dureza da peça e, conseqüentemente, assegurando resistência mecânica aceitável (CARVALHO et al., 2001). Para fabricação de cerâmica vermelha, as temperaturas para queima variam de acordo com os tipos de fornos, tipo de argila e produto final, oscilando entre 800 e 1000 °C (MALARD; LIMA, 2012).

2.3.3 Tipos de fornos

Os principais equipamentos de uma indústria de cerâmica vermelha são os fornos, podendo ser identificados e distribuídos em diferentes tipos (MALARD; LIMA, 2012). Classificam-se em contínuos ou intermitentes, sendo os fornos contínuos de operação simples e econômicos, necessitando de grande conhecimento técnico do operador ao utilizá-los, destacando-se por suprirem grande capacidade de produção. A exemplo desses fornos, destacam-se os fornos do tipo Hoffman e Câmara. Já os fornos intermitentes caracterizam-se por suportarem a queima de pequenos volumes de cerâmica, sendo os que mais se sobressaem no Brasil os do tipo Abóbada e Paulistinha (ANICER, 2009).

Hoffmann

O forno do tipo Hoffmann (Figura1) é um dos tipos de fornos contínuos mais utilizados, por ser mais econômico e demandar menor consumo de energia. Com isso, conseqüentemente, proporciona melhor produtividade. Esse tipo de forno funciona usando o

ar quente que já foi usado nas cerâmicas anteriores, proporcionando, dessa forma, maior economia de combustível (SILVA, 2009).

As principais vantagens do forno Hoffmann são relacionadas ao baixo consumo de combustível (lenha) com média de 0,7 m³ por milheiro de bloco de vedação em consequência do aproveitamento de calor dos produtos que aquecem os produtos que estão à frente da linha de queima, recebendo o calor através dos gases do sistema de exaustão (GALDINO et al., 2014).

As principais desvantagens do forno Hoffmann são mão de obra especializada para operar o forno; contato direto da chama de combustão com os produtos (a câmara de combustão é feita utilizando o próprio produto cerâmico); dificuldade para queima de telhas e outros produtos que interfiram na circulação de ar (GALDINO et al., 2014).

Figura 1 - Forno tipo Hoffmann



Fonte - Medeiros (2006)

Câmara

O forno Câmara (Figura 2) é uma variação do forno Hoffmann que foi compartimentado em múltiplas câmaras. Esse tipo de forno tem o mesmo sistema de queima do Hoffmann, com zona de fogo dinâmica (móvel) e carga fixa e tem grande aproveitamento de calor entre as câmaras, diferenciando-se do Hoffmann pela forma de convecção de calor (GALDINO et al., 2014).

Ainda segundo o mesmo autor, as principais vantagens do forno Câmara são: baixo consumo de combustível (lenha), média de 0,26 metros cúbicos por milheiro de telha (+/-1,5 kg), aproveitamento térmico; flexibilidade de produção cozida de acordo com a disponibilidade de produtos para enforno, e a produção queimada varia em razão da velocidade de queima.

Já as principais desvantagens do forno Câmara são: custo de manutenção superior aos fornos Hoffmann e fornos intermitentes; mão de obra especializada para operar o forno; e constância de produção para manter a eficiência energética do forno (GALDINO et al., 2014).

Figura 2 - Forno Câmara

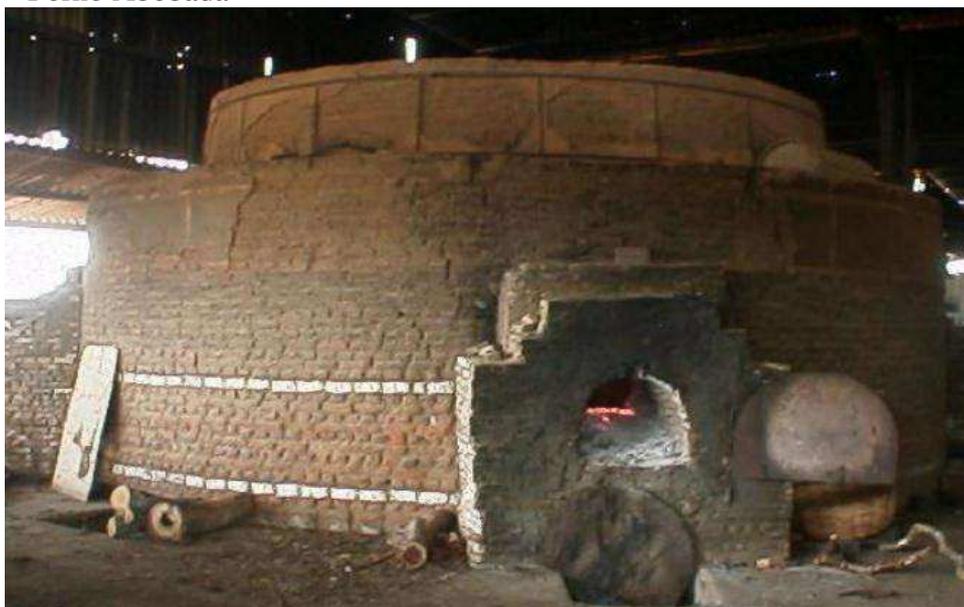


Fonte - Galdino et al. (2014)

Abóbada

O forno Abóbada (Figura 3) se destaca sendo um dos mais eficientes para queima de telhas, mesmo com as suas limitações de deficiência e baixa produtividade. Tem como vantagem a facilidade de utilização e também não é exigente em se adaptar a qualquer combustível. No entanto, sua velocidade de aquecimento é muito alta, podendo ocorrer grande risco de requeima das peças (SILVA, 2007).

Figura 3 - Forno Abóbada



Fonte - Carvalho et al.,(2001)

Paulistinha

O forno Paulistinha (Figura 4) é de difícil manuseio e pouco econômico, caracterizando-se por ser retangular, com queimadores laterais. Para evitar defeitos nas peças, é necessário tentar manter constante a velocidade da queima para evitar que as mesmas fiquem com cores e resistência diferentes (ANICER, 2009).

As principais vantagens dos fornos intermitentes são: fácil operação e manutenção (enforno, desenforno, queima e limpeza); existência de chaminé, permitindo a medição das emissões gasosas; ciclo médio de queima (varia entre 60 e 72 horas para enforno, queima e desenforno); baixo custo de manutenção .As principais desvantagens são: alto consumo de combustível (lenha), média de 1,5 m³ por mil peças de bloco de vedação (tijolos 9 cm x 19 cm x 19 cm); dificuldade de homogeneização da temperatura no interior do forno (o delta de temperatura entre o piso e a abóboda pode chegar a 500 °C); elevada perda térmica (GALDINO et al., 2014).

Figura 4 - Forno Paulistinha



Fonte - Malard; Lima (2012)

2.4 Qualidade do produto final

A qualidade do produto final de uma indústria de cerâmica vermelha pode ser influenciada por diversos fatores, sendo o mais importante o processo de preparação da argila. Essa etapa é realizada com o objetivo de homogeneizar a composição da massa, corrigir granulometria e retirar materiais indesejáveis na sua constituição (MINEROPAR, 2007).

O tipo de equipamento a ser usado na fábrica dependerá diretamente da constituição da massa argilosa. As que se desintegram facilmente, quando expostas ao meio ambiente, geralmente são preparadas por via úmida. Nas fábricas de cerâmica vermelha no Brasil, esse tipo de preparação é mais comum. Já quando as argilas são muito duras, há certa dificuldade no processamento, quando os equipamentos não conseguem destruir os torrões. Dessa forma, as propriedades do produto final são prejudicadas (MINEROPAR, 2007).

Só conhecendo a composição da massa é que será possível confirmar se a matéria prima servirá para fabricação de telhas, blocos, entre outros produtos, pois raramente uma única argila oferecerá sozinha a melhor propriedade. É primordial, para uma boa preparação de massa, que ela repouse, para minimizar problemas adquiridos na passagem pelos equipamentos e para favorecer a absorção da água inserida em todo o processo.

Cada tipo de produto tem suas particularidades e necessidades, quanto à composição e preparo da massa, como os blocos estruturais, que precisam de resistência elevada depois da

queima. Já os blocos de vedação requerem características que lhe conferem leveza e baixa condutividade térmica e acústica. As telhas são mais maleáveis, admitindo variações dimensionais elevadas em relação aos blocos, além de não precisarem de tanta resistência quando comparadas aos blocos estruturais. Elas exigem mais beleza na cor, precisando de uma procura mais detalhada da matéria prima e maior cuidado na hora da queima, para ficar com uma cor ideal e um material de boa qualidade (TUBINO; BORBA, 2006).

Ainda segundo Tubino e Borba (2006), na indústria de cerâmica, outro fator relevante para uma boa qualidade do produto final é a fase da queima, pois é quando acontece grande parte dos defeitos, podendo ser ocasionados pela ausência de uma boa mistura das massas, devido à composição da matéria prima ser muito diversificada, influenciando na qualidade do produto final. Outro fator importante é o choque térmico, podendo este proporcionar uma rachadura fina no produto, devido a uma grande queda de temperatura de queima na zona de resfriamento.

Outro motivo para a perda de qualidade do produto final é a falta de manutenção dos equipamentos de preparação, que, quando desgastados, possibilitam perdas altas na produção, sendo muito comum encontrarmos fábricas com essa realidade. Não substituindo os componentes desgastados dos equipamentos, os donos das cerâmicas são punidos com elevadas perdas ocasionadas na secagem, queima, apresentando um produto com acabamento de aspecto indesejado, cujas propriedades possuem grandes variações (MINEROPAR, 2007).

De maneira geral, os benefícios provenientes da correta preparação da massa podem ser retratados por: uma economia de mais de 35% no consumo de energia; um acréscimo de até 25% na produção; uma redução de até 40% nos índices de deformação dos produtos e melhor plasticidade da massa cerâmica e menor esforço na etapa de extrusão (CIC, 2009).

2.5 O Bioma Caatinga

A Caatinga é o único bioma exclusivamente brasileiro, apresentando uma área de 844.453 km², com uma área de cobertura vegetal nativa da ordem de 518.635 Km², o que equivale a 62,77% Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2007).

A Caatinga ocupa cerca de 10% do território nacional, englobando de forma contínua parte dos estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia (região Nordeste do Brasil) e parte do norte de Minas Gerais (região Sudeste do Brasil) (DRUMOND et al., 2012).

Schistek (2012) afirma que não existe uma Caatinga só, mas muitas formas, criadas pela interação de seus seres vivos com o conjunto edafoclimático local. O clima é semiárido, com uma estação chuvosa curta e longos períodos sem chuva, em que a evaporação potencial supera a precipitação praticamente em todos os meses do ano.

A vegetação característica do bioma Caatinga possui formação de floresta seca, com grande variação de fisionomia e flora e alta diversidade de espécies. Prevaecem espécies representantes das Caesalpinaceae, Mimosaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae e Cactáceas (DRUMOND et al., 2000). No entanto, esse ecossistema encontra-se ameaçado, devido à exploração extrativista causada pela população local, causando uma acelerada degradação ambiental (KILL, 2002). Araújo et al., (2007) afirmam que a cobertura vegetal tem-se reduzido, devido à falta de manejo adequado e pelo tipo de exploração. Uma das principais explorações da vegetação da Caatinga é efetuada com intuito energético, destacando-se, principalmente, no consumo da lenha e na produção de carvão vegetal.

2.6 Impactos ambientais causados pelas indústrias de cerâmicas vermelhas

Segundo o guia Técnico Ambiental da Indústria de Cerâmica Vermelha (2013), os principais impactos ligados à indústria de cerâmica vermelha estão associados diversos fatores, dentre eles: geração de resíduos sólidos, degradação das áreas de onde se extrai a argila, consumo de energia, emissão de poluentes atmosféricos e gases de efeito estufa. Nas indústrias de cerâmica vermelha do Nordeste, principalmente no Sertão Paraibano, estão associadas a duas direções de degradação do meio ambiente o uso da lenha nativa e a retirada da argila. Segundo o Escritório de Estudo Econômico do Nordeste (2010), a indústria de cerâmica vermelha causa forte impacto ambiental devido ao uso intensivo da lenha usada como combustível.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterizações do local de estudo

A mesorregião do Sertão Paraibano apresenta uma área de 22.600,7 km², envolve cerca de 40% do território paraibano e é composta por sete microrregiões geográficas: Cajazeiras, Catolé do Rocha, Itaporanga, Patos, Serra de Teixeira e Sousa, e possui uma população de 863.177 habitantes (IBGE, 2010). Caracteriza-se pelo balanço hídrico negativo, resultante das precipitações médias anuais inferiores a 800 mm, e umidade relativa do ar média em torno de 50% (MOURA et al., 2007).

3.2 Levantamentos das indústrias de cerâmicas vermelhas do sertão paraibano

Foi feito um levantamento do número de indústrias de cerâmica vermelha do Sertão Paraibano, através de informações do SEBRAE de Patos-PB, e em seguida foram feitas catalogação das mesmas, com o nome das indústrias de cerâmica vermelha, nome do proprietário, local e contato.

3.3 Indústrias selecionadas

Foram selecionadas quatro pequenas indústrias, para efeito comparativo de diferentes indústrias de cerâmica vermelha do Sertão Paraibano. Foram consideradas uma de estrutura artesanal e três melhores estruturadas, que utilizam metodologias diferentes, para fins de comparar o nível de produtividade levando em consideração o tempo de produção, as etapas, a qualidade do produto final e seus descartes, eficiência dos fornos, importância econômica que a indústria representa e biomassas vegetais utilizadas na queima, tendo como parâmetro a análise do poder calorífico superior.

As indústrias catalogadas são citadas como: Cerâmica A, Cerâmica B, Cerâmica C e Cerâmica D.

3.4 Acompanhamento do setor produtivo

Foram realizadas visitas semanais no período de agosto de 2015 a fevereiro de 2016 nas indústrias selecionadas para acompanhamento da produção. Durante esse período, foi aplicado um questionário semiestruturado para os responsáveis pelas indústrias, assim como foram entrevistados os funcionários responsáveis pela queima dos fornos e toda a parte do processo produtivo, avaliando-se os seguintes itens: variedades de produtos, acompanhamento das etapas de produção, tempo de produção de cada indústria de diferentes fornos utilizados desde o carregamento da argila, da preparação, que vai desde a homogeneização da argila a etapas de produção nas máquinas e secagem, sendo acompanhado o tempo de queima, tempo de esfriamento dos produtos cerâmicos dentro dos fornos e tempo de descarregamento dos produtos cerâmicos.

Foram avaliados os materiais cerâmicos e classificados em primeira, segunda e alguns e só em primeira qualidade e os descartes, através da ajuda dos funcionários pelo método visual, de maneira a classificá-los de acordo com a cor do produto adquirido na queima. Os materiais cerâmicos mal queimados, quebradiços como tricas são considerados descartes.

Os funcionários informaram a quantidade de lenha que cada empresa gastava por mês, sendo que os mesmos estimaram valores de acordo com o que fica de lenha nos pátios e a quantidade de lenha fracionada usadas nas fornalhas, além da quantidade de material cerâmico produzido por mês.

Foi feita uma relação da quantidade de funcionários beneficiados por cada indústria, visto que as empresas têm importância econômica para a geração de empregos.

Foram coletadas cinco amostras de cada espécie vegetal utilizadas na queima dos fornos A, B, C e D, de forma aleatória, no pátio das indústrias. Em seguida, foram transportadas para o setor de Tecnologia de Produtos Florestais do Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande, Patos- PB, onde as amostras foram homogeneizadas por espécie e preparadas para as análises, que foram realizadas com três repetições.

3.5 Análises do Poder Calorífico Superior

As amostras de madeira foram secas ao ar, fragmentadas em partículas menores, transformadas em serragem, em moinho tipo Willey, onde foi coletada a fração classificada

em peneira 40/60 mesh, seca em estufa por 24 horas, a 105 ± 3 °C, obtendo-se uma amostra absolutamente seca. A determinação do poder calorífico superior foi realizada no Laboratório Multidisciplinar de Pesquisas Ambientais (LAMPA) do CSTR/UFCG, por meio de calorímetro adiabático, conforme a Norma 8633 (ABNT, 1984).

3.6 Análise dos resultados

Os dados obtidos das observações semanais e dos questionários aplicados foram digitalizados em Programa Microsoft Excel 2010 e interpretados. Os dados referentes ao poder calorífico superior foram previamente submetidos à análise de variância. Em seguida, as médias dos dados foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. As análises estatísticas foram feitas com auxílio do software SISVAR (FERREIRA, 2010).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Importância socioeconômica das indústrias

As quatro indústrias de cerâmica vermelha pesquisadas têm grande importância para o desenvolvimento local, principalmente na economia, gerando cerca de 50 empregos diretos, sendo a cerâmica A com 51 empregos, Cerâmica B, com 70 empregos, Cerâmica C, com 40 empregos, e cerâmica D, com 40 empregos, trazendo benefícios à população local através de diferentes funções na linha de produção, desde o carregamento da argila até sua preparação, produção das peças, queima e expedição final dos produtos, para diferentes estados.

No estado da Paraíba, segundo o INT (2012), ANICER (2013), existem 100 indústrias de cerâmica vermelha, oferecendo cerca de 3.500 empregos diretos, fazendo uma média de 23 empregos diretos. No Brasil, são contabilizadas 6.903 indústrias de cerâmica vermelha gerando 293 mil empregos diretos, com uma média de 42 empregos por indústria de cerâmica vermelha.

Tabela 1 - Total e média de empregos diretos em indústrias de cerâmicas vermelhas no Brasil, na Paraíba e em quatro empresas do Sertão Paraibano.

Segmento	Número de indústrias	Total de empregos diretos	Média de empregos diretos
*Brasil	6.903	293.000	42
*Estado da Paraíba	100	3.500	35
**Sertão Paraibano (indústrias estudadas)	4	201	50

*Fonte: INT (2012), ANICER (2013)

**Dados da autora

As indústrias de cerâmicas pesquisadas têm grande importância econômica, representando 5,74% de empregos na Paraíba, beneficiando tanto a população local, como a região, com a oferta de empregos e menores custos nas compras dos materiais cerâmicos fabricados na cidade onde as indústrias estão inseridas.

4.2 Caracterização das Cerâmicas

A indústria de cerâmica A utiliza um forno do tipo Câmara, que apresenta um processo contínuo, utilizando termopares (equipamentos para medição de temperatura interna),

apresentando elevada capacidade interna, carregado com peças distintas, com uma capacidade de 900 milheiros telhas, 890 milheiros de tijolos e 660 milheiros de lajotas. A indústria de cerâmica B utiliza três tipos de fornos, Câmara, Cedam e Hoffmann, que apresentam um processo contínuo, em todos os fornos, usam equipamentos de controle de temperatura, sendo a capacidade interna dos fornos: Câmara de 900 milheiros de telhas; Cedam, de 432 milheiros de telhas, 84 milheiros tijolos e 84 milheiros de lajotas, e o Hofmann, de 185 milheiros de tijolos. A indústria de cerâmica C usa um forno do tipo Hofmann, que apresenta um processo contínuo, não utiliza termopares, apresenta capacidade interna de 150 milheiros de tijolos. A indústria de cerâmica D utiliza um forno do tipo Paulistinha, que apresenta um processo descontínuo (forno intermitente) e um forno do tipo Hofmann, que apresenta processo contínuo, não usa termopares, sendo que o forno do tipo Paulistinha apresenta capacidade interna de 24 milheiros tijolos e o Hofmann, de 46 milheiros tijolos (Tabela 2).

Tabela 2 - Caracterização das Cerâmicas

Indústria	Tipos de fornos	Capacidade interna
A	Câmara	900 milheiros telhas, 890 milheiros de tijolos e 660 milheiros de lajotas.
B	Câmara, Cedam e Hoffman	Câmara, de 900 milheiros de telhas, Cedam de 432 milheiros de telhas 84, milheiros tijolos e 84 milheiros de lajotas, e o Hofmann, de 185 milheiros de tijolos.
C	Hofmann	150 milheiros tijolos
D	Hofmann e Paulistinha	Paulistinha, 24 milheiros tijolos, e o Hofmann de 46 milheiros de tijolos.

Segundo os entrevistados, dentre os fornos utilizados, há um rendimento diferenciado, e a escolha pela utilização de um determinado forno está relacionada ao tipo de material cerâmico e qualidade do mesmo (Tabela 3).

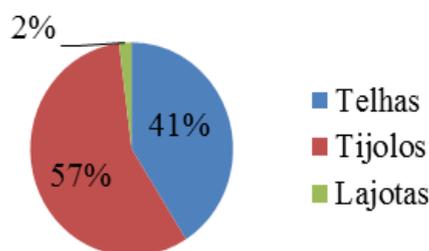
Na Tabela 3 são mostradas as vantagens e desvantagens principais de cada tipo de fornos estudados.

Tabela 3 - Vantagens e desvantagens dos fornos estudados

FORNOS	VANTAGENS	DESVANTAGENS
Câmara	Queima vários tipos de produto; o fogo não entra em contato com o produto; aproveitamento do calor gerado.	Exposição dos funcionários ao calor; Alto custo ao quebrar muito
Hofmann	Baixo consumo de lenha Econômico; aproveitamento do calor gerado.	Fogo em contato com o produto; limitação de tipos de produto.
Cedam	Econômico, aproveitando o calor de uma câmara para outra	Alto custo ao quebrar muito
Paulistinha	Fácil de operar (enforno, desenforno e limpeza)	Pouco econômico; limitação de produto cerâmico.

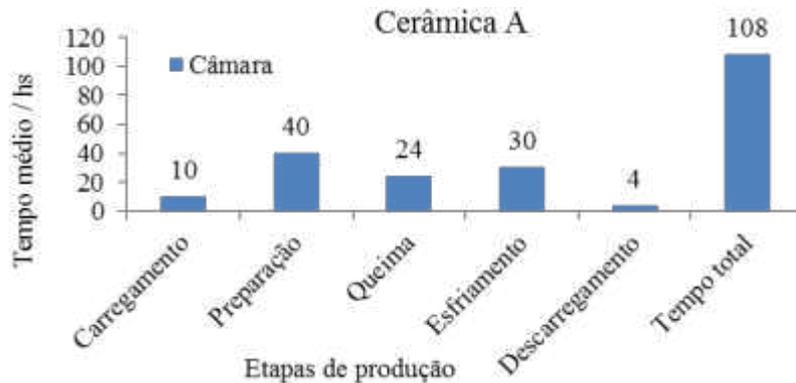
Pode-se verificar, na Tabela 3, que o forno Câmara se destaca com melhores vantagens, por comportar vários tipos de matérias cerâmicos e por ser mais econômico. O fogo não entra em contato com as peças cerâmicas, tornando viável a fabricação de telha e vários outros produtos. Já o forno Paulistinha apresenta menor estrutura e conseqüentemente, menor produção sendo menos econômico, consome muita biomassa e comporta pequena quantidade de material cerâmico, limitando-se à produção de tijolos.

As quatro indústrias de cerâmica vermelha pesquisadas produzem, juntas, mensalmente, 1.001.680 mil tijolos, 1.000.500 mil telhas e 40.200 lajotas, representando, respectivamente, 57%, 48%, e 2% da produção do Sertão Paraibano (Figura 5).

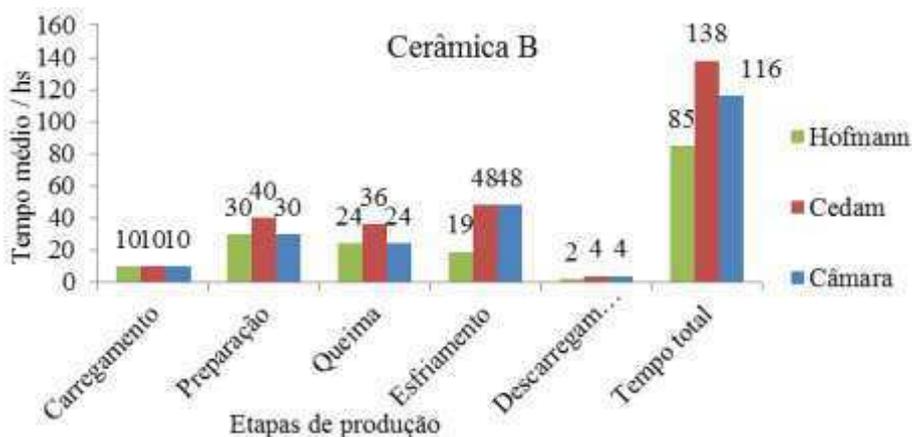
Figura 5 - Total mensal de peças produzidas e percentagens das quatro indústrias de cerâmica vermelha do Sertão Paraibano

4.3 Etapas de produção

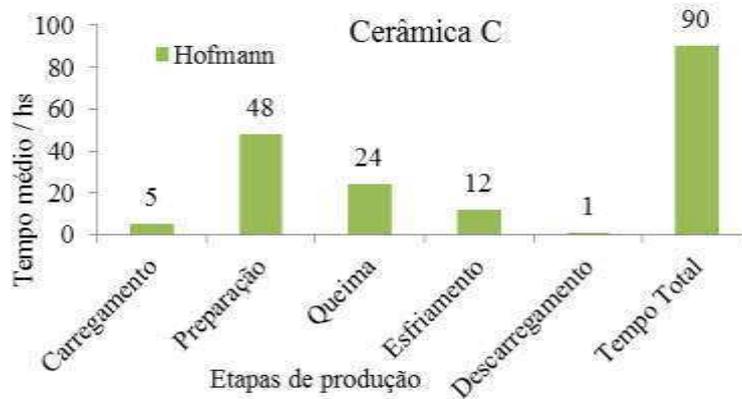
O tempo total de produção da cerâmica A foi de 108 horas, destacando-se a etapa de preparação, com 40 horas, e 24 horas de queima (Figura 6).

Figura 6 - Tempo médio do sistema produtivo utilizado pela cerâmica A

Na indústria de cerâmica B, o tempo de produção variou de acordo com o tipo de forno utilizado (Figura 7). Para o forno Cedam, foram 138 horas totais, com tempo de preparação de 40 horas e 36 horas de queima. Para o forno tipo Câmara com 116 horas totais, 30 horas de preparação e 24 horas de queima. Para o forno do tipo Hofmann com 85 horas total de produção, e o tempo de reparação e queima semelhante ao forno Câmara. Dutra et al. (2009) afirmam que, no Brasil, em alguns fornos, o tempo de queima chega a durar mais de 30 horas, ocasionando baixa produtividade e grande consumo de energia térmica, o que se nota na queima do forno Cedam, gastando mais de 30 horas para queimar os materiais cerâmicos, seguido do forno Hofmann, da indústria D.

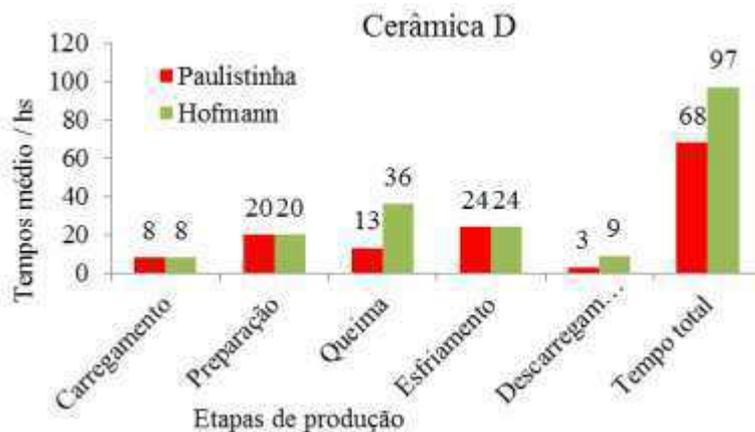
Figura 7 - Tempo médio do sistema produtivo utilizado pela cerâmica B

Na indústria de cerâmica C, utilizando somente o forno tipo Hofmann, com o tempo total de produção de 90 horas, com 48 horas de preparação e 24 de queima (Figura 8).

Figura 8 - Tempo médio do sistema produtivo utilizado pela cerâmica C

A indústria de cerâmica D utiliza dois tipos de fornos, Hofmann e Paulistinha, que apresentaram, respectivamente, um tempo total de 97 e 68, com um tempo de preparação de 20 horas e, na queima, de 36 e 13 (Figura 9).

O desempenho do forno Câmara, nas indústrias A e B, foi diferenciado, sendo, na indústria A, com um menor tempo de produção total. Quanto aos fornos Hofmann, das cerâmicas B, C e D, houve também uma diferença no tempo de produção, gastando um tempo total maior na indústria D. O forno Paulistinha, comparado aos demais, gastou o menor tempo de produção, porém produzem pouco material cerâmico. Provavelmente, esta diferença seja ocasionada pela organização em todas as etapas do processo produtivo, demonstrando experiência dos funcionários.

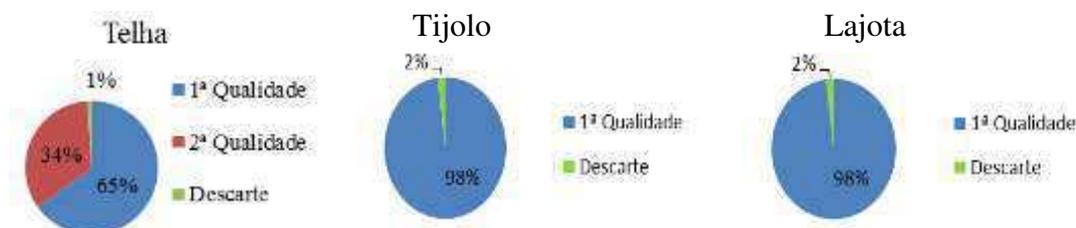
Figura 9 - Tempo médio do sistema produtivo utilizado pela cerâmica D

Os fornos Câmara da cerâmica A, Cedam e Câmara da cerâmica B, gastaram o tempo de esfriamento próximo aos resultados do estudo feito por CTC (2007), que relata que o esfriamento geralmente dura em torno de 38 a 50 horas. Quanto à queima de todos os fornos estudados, a maioria é semelhante ao estudo feito por Silva Filho (2014), com 24 horas de queima, exceto os fornos Cedam e Paulistinha, respectivamente, com tempo de queima de 36 e 13 horas. O resultado do forno Paulistinha, foi semelhante ao estudo feito por Batista (2014), usando o mesmo forno, que gastou 12 horas de queima.

4.4 Classificação de qualidade e descartes de produção

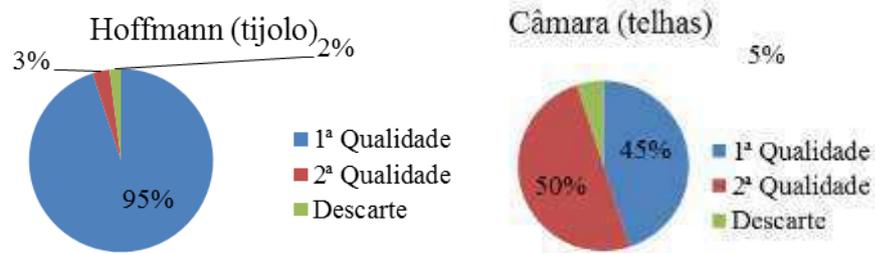
O forno Câmara, da cerâmica A, com produção de telhas, tijolos e lajotas (Figura 10), apresentou um bom rendimento de telhas, com 65 e 34% de primeira e segunda qualidade e, para tijolos e lajotas, um rendimento de 99% de tijolos e 98% de lajotas. Esta classificação de primeira e segunda qualidade na produção de telhas provavelmente se deve às dificuldades operacionais.

Figura 10 - Classificação de qualidade e descartes de produção da Cerâmica A



Na Cerâmica B, utilizando os fornos Hofmann, Câmara (Figura 11) e Cedam (Figura 12), com produção de tijolos, telhas e lajotas, a opção pelos três tipos de fornos se deve ao desempenho de cada um quanto ao tipo de peças produzidas. No forno Hofmann, produzindo apenas tijolos, sua produção de peças de primeira qualidade foi em torno de 95%, e apenas 2% de descartes. No forno do tipo Câmara, a produção telhas, ficou com 45% de primeira qualidade e 50% de segunda qualidade, sendo 5% de material descartado.

Figura 11 - Classificação de qualidade e descartes de produção da Cerâmica B



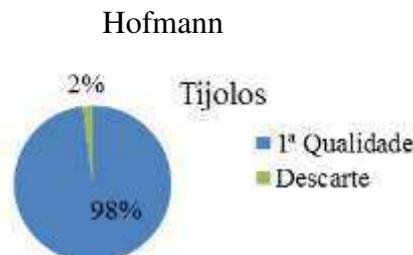
O forno do tipo Cedam (Figura 12), produzindo telhas, tijolos e lajotas, teve produção de 93% tijolos e 95% de lajotas de primeira qualidade, havendo apenas 2% de descarte. Para as telhas, uma produção de 50% de primeira qualidade e 47% de segunda qualidade, com descarte de 3%.

Figura 12 - Classificação de qualidade e descartes de produção da Cerâmica B



A Cerâmica C, que usa o forno Hoffman (Figura 13), apresentou 98% de tijolos de primeira qualidade e 2% de descarte.

Figura 13 - Classificação de qualidade e descartes de produção da Cerâmica



Os fornos Paulistinha e Hofmann (Figura 14), da cerâmica D, produzem tijolos, com produção de 85% e 90%, com descarte de 15% e 10%, respectivamente.

Figura 14 - Classificação de qualidade e descartes de produção da Cerâmica D

4.5 Eficiência dos tipos de lenha utilizadas

A cerâmica A optou por três tipos de biomassas vegetais: jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd) Poir); marmeleiro (*Croton blanchetianus* Muel. Arg) e catingueira (*Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P.Queiroz, contudo não utiliza nenhum método de secagem das biomassas). As cerâmicas B, C e D usam como biomassa a algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) DC).

A indústria de cerâmica A consome cerca de 780 m³ de lenha ao mês, produzindo 980 milheiros ao mês, de diferentes produtos cerâmicos (tijolos, lajotas e telhas); a cerâmica B, consome 600 m³ de biomassa para produzir 2.040.000 milheiros ao mês dos mesmos produtos cerâmicos; a cerâmica C produziu 980 milheiros de tijolos, consumindo 300 m³ ao mês; e a cerâmica D produziu 500 milheiros de tijolos ao mês, consumindo 400 m³ (Tabela 4).

Tabela 4 - Indicadores de desempenho e acompanhamento do consumo de lenha por forno das cerâmicas A, B, C e D.

Indústria	Tipos de fornos	Quantidade de produtos queimados ao mês (milheiros)	Produção/ Consumo de lenha ao mês (m ³)	Relação produção/consumo
A	Câmara	2.450	780 - 3,14	3,14
B	Câmara Cedam e Hofmann	2.040.000	600 - 3,4	3,4
C	Hofmann	980	300- 3,26	3,26
D	Hofmann e Paulistinha	500	400- 1,25	1,25

A cerâmica A consome maior quantidade de biomassa, em relação às outras três indústrias, e produz uma menor quantidade de produtos cerâmicos em relação à Cerâmica B. Provavelmente esta diferença pode ser atribuída aos tipos de fornos, tipos de produtos cerâmicos, biomassa utilizada e a secagem das mesmas. As cerâmicas C e D não usam nenhuma forma de secagem das biomassas, contudo a cerâmica B deixa a lenha secar no pátio por um período de 60 dias, ao ponto que fiquem com umidade em torno de 20%.

Na Tabela 5, são apresentados os valores encontrados para o poder calorífico superior, obtidos das amostras das lenhas.

A comparação entre as médias do poder calorífico superior das espécies estudadas demonstrou que houve diferenças significativas, o marmeleiro se destacou pelo maior poder calorífico superior. Por outro lado, a catingueira apresentou menor poder calorífico superior. Não houve diferença significativa entre as espécies catingueira e algaroba da indústria C, e jurema preta, a algaroba da indústria B. Comparando com jurema preta e marmeleiro, houve diferença significativa, sendo o marmeleiro o que mais se sobressaiu, podendo ser um indivíduo mais adulto (Tabela 5).

Tabela 5 - Poder calorífico superior de biomassas utilizadas por indústrias de cerâmica vermelha no sertão da Paraíba.

Biomassa vegetal	Nome comum	Poder calorífico superior (kcal/Kg)
<i>Poinciana pyramidalis</i>	Catingueira	4.404,33 c
<i>Prosopis juliflora</i>	Algaroba *	4.500,66 c
<i>Mimosa tenuiflora</i>	Jurema preta	4.912,33 bc
<i>Prosopis juliflora</i>	Algaroba**	5.066,33 ab
<i>Croton blanchetianus</i>	Marmeleiro	5.473,33 a

Indústrias C* e B**

Média seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Alguns desses resultados do presente estudo se assemelham com os resultados encontrados por Barbosa (1986), que obteve, para a algaroba, um valor de 4.954 Kcal/Kg, que está próximo ao valor médio do encontrado para as indústrias C e B (4.783 Kcal/Kg), O mesmo valor foi confirmado por Cunha (2012), que encontrou um valor médio de 4.726 Kcal/Kg.

Almeida et al. (2015), estudando as espécies cumaru e jurema branca, encontraram valores para o poder calorífico superior de 4.369 e 4.584 Kcal/g, próximos ao valor encontrado para a espécie catingueira, com 4.404,33 kcal/kg.

Os valores encontrados no estudo feito com *Pinus taeda* L, em povoamentos com diferentes idades, indicam poder calorífico superior de 4.800 a 5.200 kcal/kg, com maiores valores de folhas e menores de copa e galhos (BRAND et al., 2014), o que foi semelhante aos valores encontrados na espécie marmeleiro, com 5.473,33 kcal/kg usando o tronco, podendo o marmeleiro apresentar o poder calorífico superior maior devido à espécie ser um indivíduo adulto.

Vale et al. (2002), estudando 47 espécies do Cerrado, obtiveram variação do poder calorífico superior de 4.516 a 4.989 kcal/kg, com média de 4.763 kcal/kg, valor próximo ao poder calorífico superior encontrado para jurema preta(4.912,33 kcal/kg) . A utilização da jurema preta para fins energéticos é citada por Faria (1984), Silva (1988) e Oliveira (2003), que afirmam ser a espécie produtora de carvão com elevado poder calorífico, utilizado em forjas e fundições. Das espécies da Caatinga, também são citadas o pereiro (*Aspidosperma pyriformium*) e o marmeleiro (*Croton sunderianus*) (OLIVEIRA, 2003) e o pereiro e a catingueira (*Poincianella pyramidalis*) (MIRANDA, 1989), como produtoras de carvão, com boas características físicas e químicas, com potencial de utilização para fins energéticos.

5 CONCLUSÃO

A indústria B se destacou pela maior produção de materiais cerâmicos e pelo menor consumo de biomassa ao mês, utilizando os três tipos de fornos, Hofmann, Cedam e Câmara.

O forno Câmara, da cerâmica A, destacou-se como o melhor forno, por apresentar melhor produção de telhas, tijolos e lajotas de primeira qualidade, e menores descartes de materiais cerâmicos, consumindo pouca quantidade de lenha.

O forno que teve o maior desperdício foi o Paulistinha, seguido do forno Hofmann, da cerâmica D, sendo esta indústria que produziu menor quantidade de material cerâmico ao mês.

O forno Cedam gastou maior tempo para produção dos materiais cerâmicos, destacando-se com maior tempo de queima, seguido do forno Hofmann, da indústria D.

Recomenda-se o uso do forno Câmara para produção de diferentes materiais cerâmicos. O poder calorífico superior maior foi o do *Croton blanchetianu*, seguido por *Prosopis juliflora*, portanto recomendasse-se o uso das mesmas para queima nos fornos de indústrias de cerâmica vermelha.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. M. A. et al. Avaliação Físico-Química e Energética da Madeira das Espécies *Piptademia stipulacea* (Benth.) Duck E *Amburana cearenses* (Alemão) A. C. Smith de Ocorrência no Semiárido Nordestino Brasileiro. **Revista Ciências Florestais**, Santa Maria v. 25, n.1, p. 165-173, jan-mar, 2015.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTO, LOUÇAS SANITÁRIAS E CONGÊNERES (ANFACER). **A cerâmica na atualidade**, 2012. Disponível em: <[http://www. Anfacer.org.br/](http://www.Anfacer.org.br/)>. Acesso em: 24 Mai. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS .ABNT NBR 8636 **Carvão vegetal- determinação do poder calorífico**. Rio de Janeiro: ABNT, 1984. 13p.

ANICER. Associação Nacional da Indústria Cerâmica. Disponível em: Acesso em: 12 jan 2013.

ANICER. “Fornos - Existe um tipo especial para a sua empresa”. **Revista da ANICER**, Ano 11, edição 56, Fevereiro, 2009.

ANICER. ALMEIDA, G.; BRITO, J. O; PERRÉ, P. Alterations in energy properties of eucalyptus wood and bark subjected to torrefaction: The potential of mass loss as a synthetic indicator. **Bioresource Technology**. V. 101, Issue 24, 2010, p. 9778-9784.

ALMEIDA, C. M.A; OLIVEIRA, E; CALEGARY, L; NETO, M. N.P; PIMENTA, S.A. Avaliação Físico-Química e Energética da Madeira das Espécies *Piptademia stipulacea* (Benth.) Duck E *Amburana cearenses* (Alemão) A. C. Smith de Ocorrência no Semiárido Nordestino Brasileiro. **Revista Ciências Florestais**, Santa maria v. 25, n.1 , p. 165-173, jan-mar, 2015.

Associação Nacional da Indústria Cerâmica 2013. Disponível em: www.anicer.com.br Acesso em: 12 jan 2015.

ARAÚJO, L. V. C. **Composição florística, fitossociologia e influência dos solos na estrutura da vegetação em uma área de Caatinga no Semiárido Paraibano**. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias. Areia-PB, 2007. 121p.

ANFACER. ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTO, LOUÇAS SANITÁRIAS E CONGÊNERES. Case ANFACER - Prêmio Análise-Fi, 2012. Disponível em: <[http://www. Anfacer.org.br/site/default. Aspx? id Conteúdo=12&n=Sobre-a-Anfacer](http://www.Anfacer.org.br/site/default.aspx?idConteúdo=12&n=Sobre-a-Anfacer) >. Acesso em: 21 Mai. 2015.

BANCO DO NORDESTE DO BRASIL. **Informe setorial cerâmica vermelha**. Fortaleza: Etene, out.2010.22p.Dispoível em: <http://www.banconordeste.gov.br/documents/88765/89729/ano4_n21_informe_setorial_ceramica_vermelha.pdf/66eb35dc-dd49-420d-a921-26e9efc320d9>: Acesso em: Jun. 2014.

BARBOSA, J.A. **Avaliação qualitativa e quantitativa do carvão e dos condensados produzidos na carbonização da madeira de algaroba (*Prosopis juliflora* DC.)**. Viçosa, 1986. 52 p. Tese (Mestrado) Universidade Federal de Viçosa.

BATISTA, J. P. L. **Diagnóstico produtivo e estudo comparativo de três tipos de fornos utilizados por indústrias de cerâmica vermelha do município de Parelhas, Rio Grande do Norte, Brasil**. 38 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2014.

BRAND, M. A; et al. Produção de Biomassa para Geração de Energia em Povoamentos de *Pinus taeda* l. com diferentes idades. **Revista Árvore**, vol. 38, núm. 2, março-abril, 2014, p. 353-360 Universidade Federal de Viçosa Viçosa, Brasil, 2014.

BACCELLI JÚNIOR, G. **Avaliação do processo industrial da cerâmica vermelha na região do Séri do - RN**. 2010. 201 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

BRAND, M.A. **Energia de biomassa florestal**. Rio de Janeiro, Ed. Interciência, 2010. 131 p.

BRAND, M. A. **Qualidade da biomassa florestal para o uso na geração de Energia em função da estocagem**. 2007b. 168p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Curso de Pós Graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná, Brasil, 2007.

BANCO DO NORDESTE DO BRASIL. Informe setorial cerâmica vermelha. Fortaleza-se: **Etene**, out.2010.22p.Dispoível em: <http://www.banconordeste.gov.br/documents/88765/89729/ano4_n21_informe_setorial_ceramica_vermelha.pdf/66eb35dc-dd49-420d-a921-26e9efc320d9>: Acesso em: Jun. 2015.

BATISTA, J. P. L. **Diagnóstico produtivo e estudo comparativo de três tipos de fornos utilizados por indústrias de cerâmica vermelha do município de Parelhas, Rio Grande do Norte, Brasil**. 38p .Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2014.

BELLINGIERI, J. C. A indústria cerâmica em São Paulo e a ‘invenção’ do filtro de água: um estudo sobre a Cerâmica Lamparelli – Jaboticabal (1920-1947). **Anais... V CONGRESSO Brasileiro de História Econômica, 6ª Conferência Internacional de História de empresas, associação Brasileira de Pesquisadores em História Econômica - ABPHE**, Caxambu, 2003.

BERNI, M. D; BAJAY, V.S; GORLA; D.F. **Oportunidades de eficiência energética na indústria: relatório setorial: setor cerâmico** / Mauro Donizeti Berni, Sérgio Valdir Bajay, Filipe D. Gorla. - Brasília: CNI, 2010. 75. Disponível em: <http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo_24/2012/09/06/262/20121127140253106351i.pdf>. Acesso em: 5.Jul.2015.

BRITO, J. O. O uso energético da madeira. **Revista Estudos avançados**. vol.21 no.59 São Paulo Jan./Apr. 2007. São Paulo. 21 (59), p. 1-9, 2007.

CARVALHO JÚNIOR, R.M. **Desenvolvimento e análise energética do processo de obtenção do biodiesel de microalga por metanólise in situ**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) Universidade federal do Paraná UFPR, Curitiba - PR, 2010.

CARVALHO, O. de C; LEITE, J. Y. P; REGO, J. M. do. **Perfil industrial da cerâmica vermelha no Rio Grande do Norte: uma síntese**. Natal: FIERN/SENAI, 2001.

C.I.C. **Guia de sustentabilidade do setor cerâmico para construção. Câmara da Indústria da Construção/Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (FIEMG)**. Belo Horizonte, 2009.

C. T. C. **Noções básicas do processo produtivo de cerâmica vermelha**. Centro de Tecnologia da Cerâmica “Wildson Gonçalves”. Teresina, 2007.

CUNHA. A. B **Análise das propriedades físicas e mecânicas, e energéticas da parte aérea e do tronco de Algaroba (*Prosopis juliflora*)**. 40 p. Monografia Universidade de Brasília Faculdade de Tecnologia Departamento de Engenharia Floresta, Brasília, 2012.

DUTRA, R. P. S. et al. Estudo comparativo da queima rápida com a queima tradicional nas propriedades de materiais cerâmicos de base argilosa. **Revista Cerâmica**, vol 55.pag 100-105. Lagoa Nova- Natal-RN.2009.

DRUMOND, M. A. Bioma Rico em diversidades. **Revista Instituto Humanistas Usinas**, 5 p. São Leopoldo/RS, 2012.

DRUMOND, M.A; KILL, L. H. P; LIMA, P. C. F; OLIVEIRA, M. C; OLIVEIRA, .V.R; ALBURQUERQUE, S. G; NASCIMENTO, C. E. S; CALVALCANTE, J.Estratégias para o uso sustentável da biodiversidade da caatinga. In: Seminário para avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga. **Anais EMBRAPA/CPATSA, UFPE e Conservation International do Brasil**, Petrolina. 2000.

DUARTE, R. B. **Recomendações para o Projeto e Execução de Edifícios de Alvenaria Estrutural**. Associação Nacional da Indústria Cerâmica. Porto Alegre p.79,1999.

FARIA, W. L. F. **A jurema preta (*Mimosa hostilis Benth.*) como fonte energética do Semi- Árido do Nordeste – Carvão**. 113 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1984.

FERREIRA, D. F.; **Sisvar**. Versão 5.3 (Build 77). DEX/UFLA. 2010.

GALDINO, N. G; TADEU, J; GIKSAMA, A. **Relatório de Assessoria Técnica e Tecnologia .Estudos dos Principais fornos do setor de cerâmica vermelha do Estado do Rio Grande do Norte**. SEBRAE RN- CTGAS ER-Centro de tecnologia do Gás e Energia renováveis do Rio Grande do Norte, p 24. 2014.

GRIGOLETTI, G. C. **Caracterização de impactos ambientais de indústrias de cerâmica vermelha do Estado do Rio Grande do Sul**, 2001. 168 p. Dissertação (Mestrado em

Engenharia Civil – Área de Concentração: Construção) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2001.

GRIGOLETTI, G. C. **Caracterização de impactos ambientais de indústrias de cerâmica vermelha do Estado do Rio Grande do Sul**, 2001. 168 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil – Área de Concentração: Construção) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2001.

GUIA TÉCNICO AMBIENTAL DA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA. **Ficha Técnica**. Belo Horizonte, p. 31, 2013.

IBGE, **Produção Agrícola Municipal 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadessat/topwindow.htm>>. Acesso em 24 Mai. 2015.

INT, 2012. **Panorama da Indústria de Cerâmica Vermelha no Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Tecnologia. n. 83,p. Junho de 2012.

JOHNSON, D. V. **Relatório sobre o manejo da caatinga, semiárido do Nordeste Brasileiro**. In: PROJETO PNUD/FAO/BRA/85/007.Natal:1985. (Circular Técnica, 3).

KILL, L. H. P. Caatinga: **Patrimônio brasileiro ameaçado**. Brasil. 2002. Disponível em <www.agronline.com.br > Acesso em 5 de julho de 2015.

LIMA, J. L. S. et al. Características físico-mecânicas e energéticas de madeiras do trópico semiárido do Nordeste do Brasil. Petrolina: Embrapa CPTSA, 1996. 12p. (Comunicado Técnico, No 63).

MACIEL, D. S. C.; FREITAS, L. S. **Revista Produção Online**, Florianópolis, SC, v.13, n. 4, p. 1355-1380, out./dez. 2013.

MACEDO, R. S. MENEZES, R. NEVES, G. A. FERREIRA, H. C. Estudo de argila usado em cerâmica vermelha. **Revista Cerâmica**, Vol. 54 p.411-417.São Paulo,2008.

MAGANHA, M F B. **Guia técnico ambiental da indústria de produtos lácteos** (Série P + L). - São Paulo: CETESB, p 94. 2006.Disponível em: <file:///C:/Users/Info/Downloads/p+l_laticinio.pdf>. Acesso em :27 Mai.2015.

MALARD, A. A. M, LIMA, D. C. F. Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Plano de ação para adequação ambiental e energética das indústrias de cerâmica vermelha no Estado de Minas Gerais** / Fundação Estadual do Meio Ambiente. Belo Horizonte: FEAM, 2012. 142 p.

MALARD, A. A. M; LIMA, D. C. F. **Plano de ação para adequação ambiental e energética das indústrias de cerâmica vermelha do estado de Minas Gerais**. Fundação Estadual do Meio Ambiente – Belo Horizonte: FEAM, 2012.142 p.

MEDEIROS, E. N. M. **Sistema de gestão da qualidade na indústria cerâmica vermelha. Estudo de caso de Brasília.** 104 p Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - Universidade de Brasília Faculdade de Tecnologia, Brasília 2006.

MEDEIROS, M. J. R.; CARDOSO, R. A. **Os impactos ambientais gerados por resíduos dentro de postos de combustíveis.** Caldas Novas: [s.n.], 2010. 74 f. Il. Disponível em: <http://www.cdn.ueg.br/arquivos/caldas_novas/conteudoN/530/TCAdmMarinzRayanny2010.pdf>. Acesso em: 5. Jul.2015.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE-MMA. **Mapa de cobertura vegetal dos Biomas brasileiros.** Brasília, DF, 2007. 17p.

MINEROPAR, Minerais do Paraná. A preparação de argila para produção de telhas e blocos cerâmicos: **Relatório Mineropar**, 2007 p.36. Curitiba, 2007. 36. Disponível em: <http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/publicacoes/Prepara_Argilas_Producao_Telhas_Blocos_Ceramicos_2007.pdf>. Acesso em: 26 Mai.2015.

MIRANDA, G. **Potencial Energético de Três Espécies Florestais da Região Semiárida do Nordeste do Brasil.** 1989.141p .Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1989.

MOURA, B. S. M. et al. **Potencialidades da água de chuva no Semiárido brasileiro-** Embrapa,2007. Disponível em: <<http://www.Alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/159649/1/OPB1515.pdf>>Acesso: 27 de Mai.2015.

NETO, M. N. P. et al. Características físico-químicas e energéticas de duas espécies de ocorrência no semiárido brasileiro. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 3,p. 579-588, jul. set., 2012.

OLIVEIRA, E. **Características anatômicas, químicas e térmicas da madeira de três espécies de maior ocorrência no Semiárido Nordestino.** 122 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

OLIVEIRA, M. C; MAGANHA, M. F. B. **Guia técnico ambiental da indústria de cerâmicas brancas e de revestimento.** São Paulo: CETESB, 2006. Disponível em: <http://www.feam.br/images/stories/3SMRR/guia_ceramica.pdf>. Acesso em: 28 de Mai.2015.

OLIVEIRA, F. E. M. **Acompanhamento da produção industrial em cerâmica da microrregião do Vale do ASSU: Estudo de caso.** Monografia –Universidade Federal Rural do Semiárido Campos Angicos Ciência e Tecnologia. Angicos-RN, 2011-21p.

OLIVEIRA, S. F. A. **Avaliação Energética da Biomassa do Bagaço de Cana-de-açúcar em Diferentes Indústrias Sucroenergéticas.** 80 p. Dissertação (Mestrado profissional em Produção) Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Campo Montenegro, São José dos Campos São Paulo,2014.

OLIVEIRA, E. **Características anatômicas químicas e térmicas da madeira de três espécies de maior ocorrência no semiárido nordestino**. 2003.122 p. Tese (Doutorado em Ciências –Florestais)- Universidade Federal de Viçosa, 2003.

QUEIROZ, L.P. **Angiospermas do Semiárido Brasileiro** In: Queiroz, L.P de; RAPINI, A. & GIULIETTI A. M. (Editores). Rumo ao Amplo Conhecimento da Biodiversidade do Semiárido Brasileiro 2006 .Disponível em:
<http://www.prpg.ufpb.br/prodema/novosite/smartgc/uploads/arquivos/ana_nery.pdf>.
Acesso em: 24 de Maio. 2015.

RAIS. Relação Anual de Informações Sociais. Estatísticas.2013. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/geral/estatisticas.htm> >.Aceso em: 15 set.2015.

RELATÓRIO de Pesquisa sobre a Indústria de Cerâmica Vermelha no Nordeste. Fortaleza: ETENE/BNB, p 22. 2010.

SAMPAIO, E. V. S. B.; PAREYN, F. G. C.; FIGUEIRÔA, J. M . ; ALCIOLI JÚNIOR, G. S. **Espécies da flora nordestina de importância econômica potencial**. Recife, PE: Associação Plantas do Nordeste, 2005. 331p. Disponível em:
<www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/153195/1/SDC205.pdf>. Aceso em: 24 de Maio. 2015.

SCHISTEK, H. Caatinga, um bioma desconhecido e a Convivência com o Semi Árido". **Revista Instituto Humanistas Usinas**, 5 p. São Leopoldo/RS, 2012.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Cerâmica Vermelha**. Estudos de Mercado SEBRAE/ESPM 2008. Relatório Completo. São Paulo, 2008. Série Mercado. 95 p. Disponível em: <[201.2.114.147/bds/bds.nsf/.../\\$File/NT00038DAA.pdf](http://201.2.114.147/bds/bds.nsf/.../$File/NT00038DAA.pdf)>.
Acesso em:24 de Maio.2015.

SEBRAE. Diagnóstico setorial da indústria de cerâmica vermelha e olaria do Espírito Santo: **Relatório Final**. Brasília, 2009.

SEBRAE. **Diagnóstico setorial da indústria de cerâmica vermelha e olaria do Espírito Santo**. Espírito Santo: SEBRAE, 2009. 51p. (Relatório Final). Disponível em:
<[201.2.114.147/bds/BDS.nsf/75DBDE729832575F3004CCD00/Sfile/Diagnóstico de Cerâmica Vermelha do Es – 2009.pdf](http://201.2.114.147/bds/BDS.nsf/75DBDE729832575F3004CCD00/Sfile/Diagnóstico%20de%20Cer%C3%A2mica%20Vermelha%20do%20Es%20-%202009.pdf)>. Acesso em: 24 de Maio. 2015.

SILVA, A. V. **Análise do processo produtivo dos tijolos cerâmicos no estado do Ceará: Da extração da matéria-prima à fabricação**.102 p. Monografia (Engenheira Civil) - Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

SILVA FILHO, M. D. P. **Análise da Sustentabilidade Empresarial de Indústrias do setor de Cerâmica Vermelha do Estado da Paraíba**. 145 p. Dissertação (Curso de Mestrado Acadêmico em Administração). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014.

SILVA, M M. P. **Avaliação de perdas de blocos cerâmicos em Pernambuco**: Da indústria ao canteiro de obras. 2007. 157 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em

Engenharia Civil, Departamento de Pró-reitoria Acadêmica, Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2007.

SILVA, S. J; SALES, F.M; GOMES, S. P. A; TORRES, C. S. Sinopse das Espécies de Croton (Euphorbiaceae) no estado de Pernambuco, Brasil. **Revista Acta Botânica Brasileira**,v.24p 441-453, 2010.

SUDEMA – Superintendência de Administração do Meio Ambiente. **Atualização do diagnóstico florestal do Estado da Paraíba**. João Pessoa: SUDEMA, 2004.268 p.

SILVA FILHO, P. D. M. **Análise da Sustentabilidade Empresarial de Indústrias do setor de Cerâmica Vermelha do Estado da Paraíba**. 145 p. Dissertação (Mestrado acadêmico em Administração) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB, 2014.

SILVA, J. O. **Características dendrológicas e anatômicas da madeira de dez espécies ocorrentes no Nordeste semiárido**. 109 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.

SAMPAIO, E. V. S. B.; PAREYN, F. G. C.; FIGUEIRÔA, J. M. ; ALCIOLI JÚNIOR, G. S. **Espécies da flora nordestina de importância econômica potencial**. Recife, PE: Associação Plantas do Nordeste, 2005. 331p. Disponível em: <www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/153195/1/SDC205.pdf>. Acesso em: 24 de Maio. 2015.

SCHISTEK, H. Caatinga, um bioma desconhecido e a Convivência com o Semi Árido”. **Revista Instituto Humanistas Usinas**, 5 p. São Leopoldo/RS, 2012.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Cerâmica Vermelha**. Estudos de Mercado SEBRAE/ESPM 2008. Relatório Completo. São Paulo, 2008. Série Mercado. 95 p. Disponível em: <[201.2.114.147/bds/bds.nsf/.../\\$File/NT00038DAA.pdf](http://201.2.114.147/bds/bds.nsf/.../$File/NT00038DAA.pdf)>. Acesso em:24 de Maio.2015.

SEBRAE. Diagnóstico setorial da indústria de cerâmica vermelha e olaria do Espírito Santo: **Relatório Final**. Brasília, 2009.

SILVA, A. V. **Análise do processo produtivo dos tijolos cerâmicos no estado do Ceará: Da extração da matéria-prima à fabricação**.102 p. Monografia (Engenheira Civil) - Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

SILVA FILHO, M. D. P. **Análise da Sustentabilidade Empresarial de Indústrias do setor de Cerâmica Vermelha do Estado da Paraíba**. 145 p. Dissertação (Curso de Mestrado Acadêmico em Administração). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014.

SILVA, M M. P. **Avaliação de perdas de blocos cerâmicos em Pernambuco: Da indústria ao canteiro de obras**. 2007. 157 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Engenharia Civil, Departamento de Pró-reitoria Acadêmica, Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2007.

SILVA, S. J; SALES, F.M; GOMES, S. P. A; TORRES, C. S. Sinopse das Espécies de Croton (Euphorbiaceae) no estado de Pernambuco, Brasil. **Revista Acta Botânica Brasileira**,v.24p 441-453, 2010.

SUDEMA – Superintendência de Administração do Meio Ambiente. **Atualização do diagnóstico florestal do Estado da Paraíba**. João Pessoa: SUDEMA, 2004.268 p.

TUBINO, B. C. L; BORBA, P. **Etapas do Processo Cerâmico e sua influência no produto final – massa extrusão, secagem e queima**. Dossiê Técnico. SENAI-RS 2006. Disponível em: < <http://sbprt.ibict.br/dossie-tecnico/downloadsDT/NDI=>>. Acesso em: 24 de Maio. 2015.

VALE, A. T; BRASIL, M. A. M; LEÃO, A. L. Quantificação e caracterização energética da madeira e casca de espécies do cerrado. **Ciência Florestal**. Volume 12, nº 1, p. 71.

APÊNDICE

QUESTIONÁRIO SEMIESTRUTURADO

Data:
Empresa:
1- Qual o número de funcionários da empresa?
2 - Quais os tipos de fornos usados pela empresa? <input type="checkbox"/> Paulistinha <input type="checkbox"/> Caipira ou Caieira <input type="checkbox"/> Abóbada <input type="checkbox"/> Hofmann <input type="checkbox"/> Túnel <input type="checkbox"/> Corujinha <input type="checkbox"/> Outro _____ <input type="checkbox"/> Cedam <input type="checkbox"/> Câmara
3 - Qual a capacidade interna do (s) forno (s) em peças? Hoffman Tijolos 8 furos _____ Tijolos simples _____ Câmara Telhas _____ Tijolos _____ Lajotas _____ Cedam Telhas _____ Tijolos _____ Lajotas _____
4 - Qual a forma de controle de temperatura?
5 - Qual a principal fonte energética usada na produção de cerâmica?
6 - Qual a produção média mensal em milhares de telhas, tijolos e lajotas? E consumo mensal de biomassa utilizada em cada forno ?
7 - Como se divide o tempo de produção de uma fornada (carga, queima e descarga? Carregamento Preparação (esquente) Queima Esfriamento Descarregamento Descarga Tempo total
8 - Quanto a qualidade do produto final e seus descartes como são classificados de acordo com forno utilizado?

Hoffman (%) Câmara (%) Cedam (%) Paulistinha Tijolos Telhas lajotas Tijolos Telhas lajotas Tijolos Tijolos 1ª Qualidade 2ª Qualidade Descarte
9 - Qual o tipo de secagem utilizada nos materiais cerâmicos na empresa? E se praticam mais de um tipo?
10 - Vantagens e desvantagens do (s) tipo (s) de forno (s) ? Hoffman Cedam Câmara Paulistinha