



CERÂMICA VERMELHA

Projeto EELA no Brasil

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Agência Suíça para el Desarrollo
y la Cooperación COSUDE


swisscontact

INSTITUTO NACIONAL DE
TECNOLOGIA  95
anos

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES


BRASIL
GOVERNO FEDERAL

INT/MCTIC

PROJETO EELA NO BRASIL

CERÂMICA VERMELHA



Instituto Nacional de Tecnologia
INT/MCTIC | Fevereiro/2017



INSTITUTO NACIONAL DE
TECNOLOGIA  95
anos



CERÂMICA VERMELHA | PROJETO EELA NO BRASIL

CERÂMICA VERMELHA

Projeto EELA no Brasil

Organizadores:

Mauricio F. Henriques Jr.

Joaquim Augusto P. Rodrigues

Instituto Nacional de Tecnologia

Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações

Rio de Janeiro

Fevereiro/2017



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra
Agencia Suiza para el Desarrollo
y la Cooperación COSUDE

swisscontact

INSTITUTO
NACIONAL DE
TECNOLOGIA

IINTE

95
anos

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES



| Instituição Executora

Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC)

Ministro: Gilberto Kassab

| Instituto Nacional de Tecnologia (INT)

Diretor Geral: Fernando Cosme Rizzo Assunção

| Coordenação de Tecnologias Aplicadas (COTAP)

Coordenador: Antonio Souto de Siqueira Filho

| Divisão de Energia (DIENE)

Chefe: Mauricio Francisco Henriques Júnior

| Co-execução

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologias Espaciais (FUNCATE)

Programa de Eficiência Energética na Indústria de Cerâmica Vermelha – Projeto EELA

Coordenador: Joaquim Augusto Pinto Rodrigues

| Cooperação Internacional

Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE)

Swiss Foundation for Technical Cooperation (Swisscontact)

| Organizadores

Mauricio Francisco Henriques Júnior e Joaquim Augusto Pinto Rodrigues

| Autores

Joaquim Augusto Pinto Rodrigues

Mauricio Francisco Henriques Júnior

Marcelo Rousseau Valença Schwob

Julia Santos Nunes de Campos

Marcia Carla Ribeiro de Oliveira

Luiz Felipe Lacerda Pacheco

Renata de Sousa Candido

Maria Elizabeth Morales Carlos

Roberto Segundo Enrique Castro Tapia

Rosana Medeiros de Novais

Fabício dos Santos Dantas

Márcio Azevedo Guimarães

Felipe Rezende Belém

| Revisão

Marcia Carla Ribeiro de Oliveira e Renata de Sousa Candido

| Diagramação

Jeferson Toledo Barros e Vivian Fernandes Domingues de Souza

| Capa

Fernanda Guimarães

É proibida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte e que a informação não seja para a venda ou qualquer fim comercial. Os textos são de exclusiva responsabilidade dos autores.

Cerâmica Vermelha – Projeto EELA no Brasil / Mauricio F. Henriques Jr., Joaquim Augusto P. Rodrigues (organizadores). – Rio de Janeiro: INT/MCTIC, 2017. 135p.

ISBN 978-85-99465-16-5

1. Cerâmica Vermelha, 2. Fornos, 3. Biomassa, 4. EELA, 5. Energia

Equipe Técnica/Colaboradores

| Equipe Técnica INT

Joaquim Augusto Pinto Rodrigues
Mauricio Francisco Henriques Júnior
Marcelo Rousseau Valença Schwob
Jamil Duailibi Filho
Julia Santos Nunes de Campos
Marcia Carla Ribeiro de Oliveira
Luiz Felipe Lacerda Pacheco
Maria Elizabeth Morales Carlos

Renata de Sousa Candido
Rosana Medeiros Moreira
Márcio Azevedo Guimarães
Patrícia Miranda Dresch
Roberto S. E. Castro Tapia (*in memoriam*)
Fabrício dos Santos Dantas
Carlos Magno Pereira

| Equipe de Apoio INT

Maria Aparecida Sarmiento da Silva
Maria José de Oliveira
Maria Carolina Santos
Vinicius Bernardo Vedovi
Felipe Rezende Belem
Bernardo L. da S. Costa Passos

Daniele Felipe P. dos Santos
Márcio Gabriel Moura Neto
Leila V. M. Salustiano da Silva
Fernanda Manhães Bernardes
Cleide de Oliveira Silva
Gabriel dos Santos Pereira

| Equipe Swisscontact

Jon Bickel
Adrián Montalvo
Patrícia Tord
Jorge Luis Delgado
Magali Benítes
Jimmy Martinez

Miguel Mucha
Jocelyn Bueno
Gianella Schettini
Sandra Luna
Rocío Pérez

| Equipe COSUDE

Jocelyn Ostolaza
Jean Gabriel Duss

Rafael Millán
Martin Jaggi

| Facilitadores regionais/Colaboradores

Josiclei José da Silva
Maura Nucia Franco
Ricardo Barbosa dos Santos
Antonio Cubano Rissone
Joana D'Arc Dantas Bezerra

Amando Alves de Oliveira
Alisson Henrique C. de Souza
Emerson Dias
Márcio Américo

Equipe Técnica/Colaboradores

| Empresas/Instituições parceiras

- **AMBIO** – Soluções Ambientais
- Associação Plantas do Nordeste – **APNE**
- Banco do Nordeste – **BNB**
- Centro de Produção Industrial Sustentável – **CEPIS**
- Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte – **IDEMA/RN**
- Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – **INEMA/BA**
- Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado da Bahia – **SECTI/BA**
- Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico e da Ciência e Tecnologia – **SEDETEC/SE**
- Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial do Estado da Bahia – **SENAI/BA**
- Serviço Florestal Brasileiro – **SFB**
- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – **SEBRAE/NA** e dos estados do RN, PB, CE, PE, BA e SE
- Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste – **SUDENE**
- **Sustainable Carbon** – Projetos Ambientais LTDA

| Associações e Sindicatos

- Sindicato da Indústria de Cerâmica para Construção do Estado do Rio Grande do Norte – **SINDICER/RN**
 - Sindicato da Indústria de Cerâmica Vermelha do Estado da Paraíba – **SINDICER/PB**
 - Sindicato da Indústria de Cerâmica para Construção do Estado de Pernambuco – **SINDICER/PE**
 - Sindicato da Indústria de Produtos Cerâmicos do Estado de Alagoas – **SINDICER/AL**
 - Sindicato das Indústrias de Cerâmicas e Olarias do Estado de Sergipe – **SINDICER/SE**
 - Sindicato das Indústrias de Olaria e Produtos Cerâmicos do Estado do Ceará – **SINDICER/CE**
 - Sindicato das Indústrias de Cerâmica para Construção do Estado do Maranhão – **SINDICER/MA**
 - Sindicato das Indústrias de Cerâmica para a Construção do Estado do Piauí – **SINDICER/PI**
 - Sindicato Intermunicipal das Indústrias de Cerâmica para Construção e Olaria do Estado da Bahia – **SINDICER/BA**
 - Associação Nacional da Indústria Cerâmica – **ANICER**
 - Associação dos Ceramistas do Seridó – **ACESE/RN**
 - Associação dos Ceramistas do Vale Carnaúba – **ACVC/RN**
 - Associação de Cerâmica Vermelha do Sertão e Seridó da Paraíba – **SÓLIDOS/PB**
 - Associação das Cerâmicas do Sudoeste da Bahia – **ACESUBA/BA**
 - Associação da Indústria Cerâmica Vermelha do Vale do Jaguaribe – **ASTERUSSAS/CE**
 - Associação dos Ceramistas de São José dos Pinhais – **ASCESJP/PR**
 - Associação das Cerâmicas do Vale do Assu e Apodi – **ACEVALE/RN**
 - Associação Nacional dos Fabricantes de Máquinas e Equipamentos para Indústria Cerâmica – **ANFAMEC**
-

Prefácio

As mudanças climáticas registradas nos últimos anos trazem grande preocupação para a sociedade pela possibilidade do aumento da temperatura acima de 2°C, representando um risco para o planeta. Com o crescimento e desenvolvimento dos países, não podemos ignorar que o atual modelo de desenvolvimento praticado no mundo moderno tem sérios problemas de utilização dos recursos naturais, o que o torna insustentável. Na COP 22 foi mencionado que 60% da infraestrutura necessária em 2050 ainda não está construída. Isto representa um grande desafio para a indústria de construção e fornecedores de materiais, mas também uma boa oportunidade para impulsionar produtos com menor teor de carbono.

O Programa da Agência Suíça para o Desenvolvimento e Cooperação (COSUDE), "Eficiência Energética na Indústria de Cerâmica Vermelha – EELA", desenvolvido em sete países da América Latina, executado pela Swisscontact e seus parceiros, promoveu o conceito de sustentabilidade. Este programa tinha como objetivo principal a mitigação dos gases de efeito estufa na produção de tijolos e telhas auxiliando as empresas do setor na implementação de tecnologia e outras ações para o uso eficiente de energia. Também promoveu o aumento da oferta e da utilização da biomassa renovável como fonte de energia para processos de fabricação.

Sendo assim, para maior consistência e sustentabilidade, o Projeto envolveu os diversos agentes de mercado que participam do processo de transformação. Este modelo de trabalho criou uma relação mais estreita entre as empresas de cerâmica, provedores de tecnologia, órgãos ambientais, agentes financeiros, centros de pesquisa e outros, o que permitiu uma forte sinergia entre todos, facilitando os resultados sem precedentes no Brasil, particularmente na Região Nordeste.

Jon Bickel

Representante - SWISSCONTACT PERU

Director EELA

Agradecimentos

A equipe do Instituto Nacional de Tecnologia (INT) - Programa EELA agradece a confiança e o enorme apoio prestado pela Swisscontact e ao financiador do trabalho nas cerâmicas no Brasil – Agência Suíça de Cooperação para o Desenvolvimento (COSUDE).

Agradecemos aos sindicatos (SINDICERs) de todos os estados na Região Nordeste que apoiaram as ações desenvolvidas, em especial ao: SINDICER/RN, nas figuras de Vargas Soliz Pessoa e Júlio Lourenço; SINDICER/SE, representado por José Abílio e Joaldo Carvalho; SINDICER/PE, através de Otíniel Barbosa; SINDICER/PB, através de João Neto e SINDICER/CE, nas figuras de Fernando Ibiapina e Marcelo Tavares; às diversas associações regionais: Associação dos Ceramistas do Vale Carnaúba (ACVC/RN) – José Roberto (Beto) e Francisco Dantas (Neném), Associação dos Ceramistas do Seridó (ACESE/RN) – Olavo Dantas, Associação das Cerâmicas do Sudoeste da Bahia (ACESUBA/BA) – Dirceu Cruz e Fernando Alves, Associação de Ceramistas do Sertão e Seridó da Paraíba (SÓLIDOS/PB) – Wilson Sabino e Gedeão Tibúrcio; Associação da Indústria Cerâmica Vermelha do Vale do Jaguaribe – Helano Lima e Maurício Martins; Associação dos Ceramistas de São José dos Pinhais (ASCESJP/PR) – Altevir Buhner e Joel Barbosa; ao apoio prestado pela Associação Nacional da Indústria Cerâmica (ANICER), através de Luís Lima, César Vergílio, Natel Moraes, João Neto, e toda sua equipe; e pela Associação Nacional dos Fabricantes de Máquinas e Equipamentos para Indústria Cerâmica (ANFAMEC).

Agradecemos, também, aos fabricantes e provedores de tecnologia que nos apoiaram em diversos momentos do Programa, a saber: Bonfanti, Alutal, Rogesesi, Rogefran, Ricci, Thermo, Raça, Paulo Dantas (forno cedan), Verdés S.A., Natreb, MS Souza, Gelenski, Duracer e Bergamo.

Devemos nosso especial agradecimento pela parceria de fundamental importância com às seguintes instituições: Serviço Florestal Brasileiro – SFB/MMA, na figura de Newton Barcellos (*in memoriam*), Alencar Garlet e equipe; ao SEBRAE/RN, através de Edilton Cavalcanti e Luana Betícia; SEBRAE/Nacional, através da Helena Greco, Associação Plantas do Nordeste – APNE, liderada por Frans Pareyn e Enrique Riegelhaupt, Centro de Produção Industrial Sustentável – CEPIS, representado por Aluzilda de Oliveira; ao Banco do Nordeste, em particular ao Agnelo Peixoto e à Maria do Carmo Duarte; e ainda ao Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – INEMA/BA, através de Eduardo Topázio e ao Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente – IDEMA/RN, representado por Noilza Paiva e Vanessa Grandi.

Mas sem dúvida o presente programa não teria alcançado pleno êxito sem o forte engajamento de inúmeras empresas cerâmicas, em particular aquelas localizadas nas regiões do Seridó e do Assu, no Rio Grande do Norte, que disponibilizaram suas instalações fabris, tanto para estudos quanto para demonstrações das tecnologias mais modernas e eficientes. São as seguintes cerâmicas: Tavares, São Francisco e Bela Vista, localizadas na cidade de Parelhas; São Francisco, JRA, Chico de Keka e Nossa Senhora dos Impossíveis, em Carnaúbas dos Dantas; União II, União I e RN, na cidade de Cruzeta; Acari e Seridó em Acari; Luciano em Currais Novos; Ouro Branco no município de Ouro Branco; Pataxó em Ipanguaçu; Portal do Vale em Assu e Itajá na cidade de Itajá.

Ao longo dos anos de Projeto não poderíamos deixar de agradecer aos parceiros fundamentais que atuaram em diversas ações e representam todos os ceramistas participantes. São eles: Rildo (*in memoriam*), Ranulfo, Naldinho, Terezinha, Beto, Nonato, Dedé, Ednaldo, Nena, Reginaldo, Cícido, Chico de Keka, Branquinho, Auxiliadora, Vanca, Pedrão, Nenem, Sidiney, José Filho, Gedeão, Mororó, Lucimário, Fan, Jardel, Jonecleide, Sandoval, Vargas, Karita, Ítalo e Wallace.

Por fim, agradecemos à direção do INT, a toda equipe do Projeto EELA Brasil, e às demais áreas internas como a Divisão de Comunicação (Jorge Pereira, Nelson Peres e Justo D'Ávila), e à Divisão de Desenho Industrial (Gil Brito, Ricardo Fontes, Jeferson Toledo Barros e Vivian F. D. de Souza) pelo auxílio no desenvolvimento dos materiais diversos de disseminação de informações.

Sumário

Prefácio.....	05
Agradecimentos.....	06
Apresentação.....	08
1. Panorama do Setor de Cerâmica Vermelha no Brasil.....	11
2. Principais Fornos Empregados no Setor.....	35
3. Caracterização do Consumo de Biomassa Combustível no Setor.....	51
4. Estudos Específicos Realizados pelo Projeto EELA.....	61
4.1. Eficiência Energética.....	62
4.2. Comparação de Fornos Empregados na Região do Seridó – RN.....	70
4.3. Mudança na Arrumação Interna das Peças para Melhorar a Qualidade da Produção.....	73
4.4. Melhoria da Combustão Através da Injeção de Ar/Uso de Ventiladores.....	76
4.5. Viabilidade de Projetos de Crédito de Carbono.....	79
4.6. Panorama Atual e Caminhos Futuros do Uso de Biomassa Combustível no Setor.....	88
4.7. Dinâmica da Oferta de Lenha de Caatinga Manejada no Nordeste.....	91
4.8. Algarobais Espontâneos e Potencial de Mitigação Junto ao Setor.....	94
4.9. Central de Processamento de Biomassa.....	97
5. Licenciamento Ambiental.....	101
6. Financiamento.....	105
7. Casos de Sucesso.....	115
8. Resultados Gerais do Projeto EELA.....	123

Apresentação

O Programa “Eficiência Energética na Indústria de Cerâmica Vermelha” (EELA – Eficiência Energética em Ladrilleras) teve por objetivo central desenvolver ações para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa (GEE) nas empresas do setor na América Latina (AL), contribuindo para atenuar as mudanças climáticas, e também implementar medidas sustentáveis para melhorar a qualidade de vida da população envolvida. Para tal, o Programa EELA desenvolveu ações específicas voltadas para a implantação e a massificação de tecnologias para o uso eficiente de energia e para o aumento da oferta e do emprego de biomassas renováveis no setor, contando com um forte envolvimento de diversos atores da cadeia produtiva.

O Programa foi financiado pela Agência Suíça de Cooperação Internacional (COSUDE) e executado pela Swisscontact (fundação independente para a cooperação internacional para o desenvolvimento), junto aos seus parceiros em sete países participantes, a saber: Argentina, Bolívia, Colômbia, Equador, México, Peru e Brasil. Coube ao Instituto Nacional de Tecnologia (INT), do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), todo o trabalho de coordenação e de execução do Projeto EELA no Brasil.

Este Projeto foi iniciado em 2010, e contou com a parceria de diversos agentes, devendo ser destacados: Serviço Florestal Brasileiro (SFB) do Ministério do Meio Ambiente (MMA), SEBRAE-RN, SEBRAE-NA, Associação Nacional da Indústria de Cerâmica Vermelha (ANICER), sindicatos das indústrias de cerâmica em vários estados da região Nordeste do Brasil (SINDICERS), associações locais e/ou regionais (ACESE, ACEVALE, SÓLIDOS, ASTERUSSAS e ACESUBA) e do Banco do Nordeste (BNB).

Em cada um dos países mencionados foram escolhidas regiões ou polos produtivos alvo, de modo que os estudos, ações de incorporação de tecnologias e de outras medidas pudessem ser replicadas para outras zonas produtoras. No caso do Brasil, foram selecionadas quatro regiões piloto, a saber: Seridó,

abrangendo os estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba (Fase 1 do Programa), e Sergipe, Alagoas e a Região Sudoeste do Estado da Bahia (situada em torno dos municípios de Caetité e Guanambi), agregados na Fase 2 do Programa.

Seguindo os objetivos centrais do Projeto, foram desenhadas estratégias para reduzir o consumo de combustíveis nos processos fabris das empresas e também para a promoção de uma maior oferta e uso de biomassa renovável. Nesse sentido, na chamada Fase 1, o Projeto se dedicou a estabelecer um diagnóstico detalhado do setor, incluindo as tecnologias empregadas e os principais gargalos existentes, além de atuar na promoção de capacitações, e na disseminação e demonstração de algumas tecnologias.

Posteriormente, a partir de 2013, quando se iniciou a Fase 2, foi introduzido um novo modelo de atuação, que passou a considerar toda a cadeia produtiva e de mercado, dentro de um enfoque sistêmico, onde todos os agentes envolvidos foram considerados, de forma a buscar uma autossustentação das propostas que começavam a ser vislumbradas. Assim, nesse modelo, além de prosseguir com as metas anteriores visando promover e massificar a implementação de fornos energeticamente mais eficientes e da oferta de biomassas renováveis, diversos outros agentes de mercado passaram a ser envolvidos, incluindo provedores de tecnologias e de serviços, órgãos de meio ambiente, agentes financeiros, dentre outros. Dessa forma, foi possível avançar em temas ligados a políticas públicas, capacitação das empresas, e ampliar a sensibilização e a disseminação de informações. Neste caso, buscando a massificação das ações no setor, o Projeto no Brasil produziu manuais diversos focados em temas, tais como: eficiência energética no processo fabril, fornos mais eficientes, secadores e secagem, uso eficiente de energia elétrica, oferta de biomassa, licenciamento ambiental, e outros materiais na forma de vídeos e cartilhas. Também foram realizados dezenas de eventos, contando com palestras de especialistas e

Apresentação

visitas a empresas que implementaram novos equipamentos nas suas fábricas.

No Brasil, o INT contou ainda com o apoio de empresas de suma importância para o Projeto, como os fabricantes de fornos: Rogesesi, Rogefran, Bergamo, Thermo Industrial, Gelenski, Ricci, Raça Máquinas e Paulo Dantas, e de instituições que realizaram estudos e pesquisas específicos, tais como: Associação Plantas do Nordeste (APNE), Centro de Produção Industrial Sustentável (CEPIS), Sustainable Carbon e Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI-BA).

Como resultado, no Brasil, em particular na Região Nordeste, onde estão instaladas cerca de 1.600 micro, pequenas e médias empresas, foi contabilizada a introdução de 112 novos fornos, que operam com conceitos mais modernos de uso eficiente de energia, além de produzir menor poluição local e de garantir produtos de melhor qualidade e com menores perdas em comparação com os fornos antigos. Estes novos fornos, no conjunto, estão proporcionando uma redução de emissões de GEE de aproximadamente 277.000 tCO₂/ano, que representam cerca de 9,6% das emissões totais atribuídas ao setor de cerâmica vermelha na Região Nordeste, tendo em vista que parte da biomassa empregada, na forma de lenha, ainda se dá de desmatamentos irregulares.

No que se refere ao uso de biomassa renovável, foi considerado um aumento do aporte na oferta de três origens basicamente: manejo florestal sustentável da caatinga (bioma principal onde está instalada a maior parte das empresas na região), emprego de resíduos florestais, tais como podas, serragem e outros, e finalmente a algaroba, espécie exótica e que tem permissão para exploração. Ou seja, a partir do aumento da oferta destas biomassas renováveis, o emprego da mata nativa da caatinga, cuja queima resulta em emissões de GEE, pôde ser reduzido. Essa parcela de biomassa “não-renovável” que deixa de ser usada determina uma diminuição na emissão de GEE da ordem de 217.000 tCO₂/ano (considerando

somente o incremento da lenha da oferta de planos de manejo absorvido pelo setor). E isso equivale a cerca de 7,5% das emissões de CO₂ atribuídas ao setor no Nordeste. Portanto, no conjunto, eficiência energética advinda da troca de fornos e o emprego de biomassa renovável, como base nos levantamentos realizados em 2016, houve uma redução total de cerca de 494.000 tCO₂/ano, valor expressivo diante dos desafios que o País assumiu nos acordos internacionais.

Fora a questão das emissões de GEE que estão sendo evitadas, fica claro que o setor de cerâmica na região de atuação do Projeto tem amadurecido de forma significativa, compreendendo bem seu papel na sociedade, na importância de se preservar o meio ambiente, e que é possível produzir melhor mantendo ou aumentando a rentabilidade das empresas.

Nos capítulos seguintes são apresentadas sínteses dos principais trabalhos específicos desenvolvidos no Projeto EELA no Brasil. No Capítulo 1 é apresentado o panorama do setor de cerâmica vermelha no Brasil, onde são destacadas as principais características das empresas em cada estado, suas produções e produtos, uso de energia, dentre outros aspectos. No Capítulo 2 são descritos os principais fornos empregados no setor, destacando-se suas características principais, vantagens e desvantagens. O Capítulo 3 traz uma síntese da evolução do emprego da biomassa no setor, enfatizando as mudanças da origem desta. Em seguida, no Capítulo 4 há uma coletânea de sínteses de estudos específicos que foram realizados ao longo do Projeto. Neste, os seguintes temas estão apresentados: eficiência energética, comparação de fornos, rearranjo de peças no interior de fornos, melhoria de combustão em fornos com injeção de ar, viabilidade de créditos de carbono no setor, panorama do uso e dinâmica de preços da biomassa, oferta de lenha de planos de manejo da caatinga e de algarobais espontâneos, e um *case* sobre central de biomassa. No Capítulo 5 é apresentada uma síntese das principais informações sobre o processo de licenciamento ambiental e como

Apresentação

este impacta o setor cerâmico. Seguindo a lógica de se explorar alguns gargalos do setor, o Capítulo 6 aborda o tema do financiamento, buscando formas de viabilizar a implementação de algumas medidas e processos para uma produção alinhada com um desenvolvimento sustentável e de maior produtividade.

Finalmente, nos Capítulos 7 e 8, respectivamente, estão apresentados alguns casos de sucesso e um resumo dos principais resultados do Programa EELA no Brasil. Importante notar que, além dos resultados quantitativos expressos em toneladas de carbono que foram evitadas, ponto focal do Projeto, pôde-se constatar uma mudança na cultura das

empresas no setor e na região alvo do Projeto. As empresas hoje parecem ter maior interesse e consciência de que é possível trabalhar de forma mais eficiente e em harmonia com o meio ambiente, usufruindo ainda de ganhos econômicos. Atualmente, há um maior engajamento das indústrias na busca de uma melhor tecnologia, de informações, não somente técnicas, mas também gerenciais, há preocupação em obedecer requisitos de qualidade e de segurança, e de se cumprir com normas ambientais. Evidentemente que ainda há bastante a se fazer e, por isso, o Projeto EELA deixa aqui essa semente para que o modelo de projeto aqui desenvolvido possa prosperar e se expandir para o restante do País.

Mauricio Francisco Henriques Júnior
Joaquim Augusto Pinto Rodrigues
(Organizadores)

Rio de Janeiro, Fevereiro de 2017.

Panorama do Setor de Cerâmica Vermelha no Brasil

Autores: Marcelo Rousseau Valença Schwob
Maurício Francisco Henriques Júnior
Maria Elizabeth Morales Carlos
Luiz Felipe Lacerda Pacheco
Renata de Sousa Candido

O presente artigo traz uma síntese de dois estudos realizados no âmbito do Projeto Eficiência Energética na Indústria Cerâmica (EELA) – um realizado entre 2011 e 2012, intitulado “Panorama da Indústria de Cerâmica no Brasil” (INT/EELA, 2012), e o segundo, finalizado em 2013, “Panorama da Indústria de Cerâmica Vermelha na Região Nordeste” (INT/EELA, 2013), que tratou em detalhe os nove estados dessa região.

Apresentação

Importante notar que esse diagnóstico apresenta muitas características do setor em cada estado brasileiro, indicando dados de produção das principais regiões produtoras, dos equipamentos de queima e dos combustíveis empregados, parâmetros que podem ser muito úteis para estabelecer cenários, oportunidades de negócios e também políticas públicas.

No entanto, dado ao elevado número de empresas existentes, muitas de micro e pequeno porte, à alta informalidade e grande dispersão em todo território nacional, os dados levantados terminam apresentando alguma imprecisão ou mesmo se desatualizando com o tempo.

Dessa forma, reconhecendo o importante papel que o setor desempenha na economia brasileira, na geração de empregos, além de sua interface estreita com o meio ambiente, faz-se fundamental que estudos como estes indicados sejam incentivados e ampliados, de forma a se ter um quadro o mais real possível e atualizado do setor no País.

Introdução

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). Responde por um faturamento de R\$ 18 bilhões/ano (US\$ 5,1 bilhões/ano), segundo dados da Anicer – Associação Nacional da Indústria Cerâmica, e conta com a participação de aproximadamente 7.000 empresas, na maior parte micro e pequenas empresas de origem familiar. Emprega diretamente cerca 293 mil pessoas (média de 42,4 empregados por empresa) e outros 1,25 milhões de empregos indiretos, constituindo um dos maiores parques de produção de cerâmica vermelha no mundo.

A produção mensal média do setor no Brasil é de 3.500 mil milheiros, enquanto que a produtividade média por trabalhador seria da ordem de 18,3 milheiros/mês (31,1 t/empregado.mês), valor de 11 a 12 vezes menor que a produtividade média europeia atual, acima de 200 milheiros/trabalhador.mês, onde o porte das empresas é bem superior, como também o nível de automatização dos processos produtivos é bastante alto.

A maior concentração de empresas de cerâmica vermelha está na Região Sul, seguida pela Região Sudeste do Brasil e os principais estados produtores são: São Paulo, Rio Grande do Sul e Paraná, nesta ordem e que juntos representam cerca de 40% da produção brasileira.

Por outro lado, pela grande quantidade de empresas e ampla pulverização geográfica no território nacional de suas unidades fabris, com participação amplamente dominante do capital nacional, baixo valor agregado da produção, além da frequente natureza familiar dos empreendimentos e da assimetria de sua estrutura empresarial (escalas de produção variáveis – de micro a grandes empresas,

níveis diversos de qualidade do produto final, natureza dos processos - artesanais e automatizados), a indústria brasileira de cerâmica vermelha apresenta aspectos específicos em relação a outros segmentos industriais, que merecem ser considerados e que influenciam sobremaneira na imprecisão dos dados estatísticos disponíveis sobre o mesmo.

O setor claramente acompanha a evolução da economia nacional e do setor de construção, sendo impulsionado por grandes obras e por programas de governo voltados para casas populares.

Afora esses aspectos, o setor, dada a sua constituição majoritária de micro e pequenas empresas, frequentemente apresenta algumas dificuldades, via de regra correlacionadas ao seu elevado grau de informalidade. Com isso, pode ocorrer dificuldade de acesso ao crédito, dificuldade na obtenção de licenças ambientais, competição predatória (por preço), má qualidade de produtos e outros. No entanto, um grupo já significativo, já mais atento, busca inovações, redução de custos e maior produtividade. Essa parcela dos produtores tem avançado e incorporado tecnologias mais modernas e eficientes, gerando maiores retornos financeiros, melhor qualidade, atendimento a normas, maior segurança e maior preservação ambiental.

Características do setor por estado

Os dados apresentados a seguir estão dispostos por estados do País e foram obtidos através de visitas a empresas, associações e sindicatos do segmento de cerâmica vermelha, via envio de questionários e outros, e ainda através de estudos específicos realizados no segmento entre 1997 e 2016, por instituições de pesquisa e secretarias específicas de alguns estados.

Rio Grande do Sul

O estado do Rio Grande do Sul é o terceiro maior produtor de cerâmica vermelha no país, com uma produção estimada em 356.000 milheiros/mês (10,2% da produção nacional) através de 795 empresas com produção específica de 531 milheiros/empresa.mês, porém, tal valor inclui um montante de cerca de 220 olarias (produção abaixo de 200 milheiros/mês).

A produção estadual compõe-se de cerca de 60% de blocos (destaque para o bloco de 6 furos redondo), 30% de telhas (destaque para a telha portuguesa) e 10% de outros (lajotas e pisos).

Em relação aos tipos de fornos utilizados, encontram-se fornos reversíveis retangulares e do tipo abóbada, Hoffman, túnel pequeno e grande, vagão e campanha. Percebe-se uma considerável incidência (30%) de fornos túnel de pequena capacidade.

O espectro dos combustíveis consumidos nos fornos é representado pelos resíduos vegetais (55%) de origem agrícola (casca de arroz e outros) e industrial (serragem, cavaco e outros), da lenha (45%) de replantio e nativa.

A distribuição das indústrias no estado está apresentada na Figura 1, e se mostra particularmente concentrada nas regiões Central, Metropolitana, Serra Gaúcha e Sul, sendo significativas nas cidades de Santa Maria, Campo Bom, Ipê e Farroupilha, e Gravataí, respectivamente.

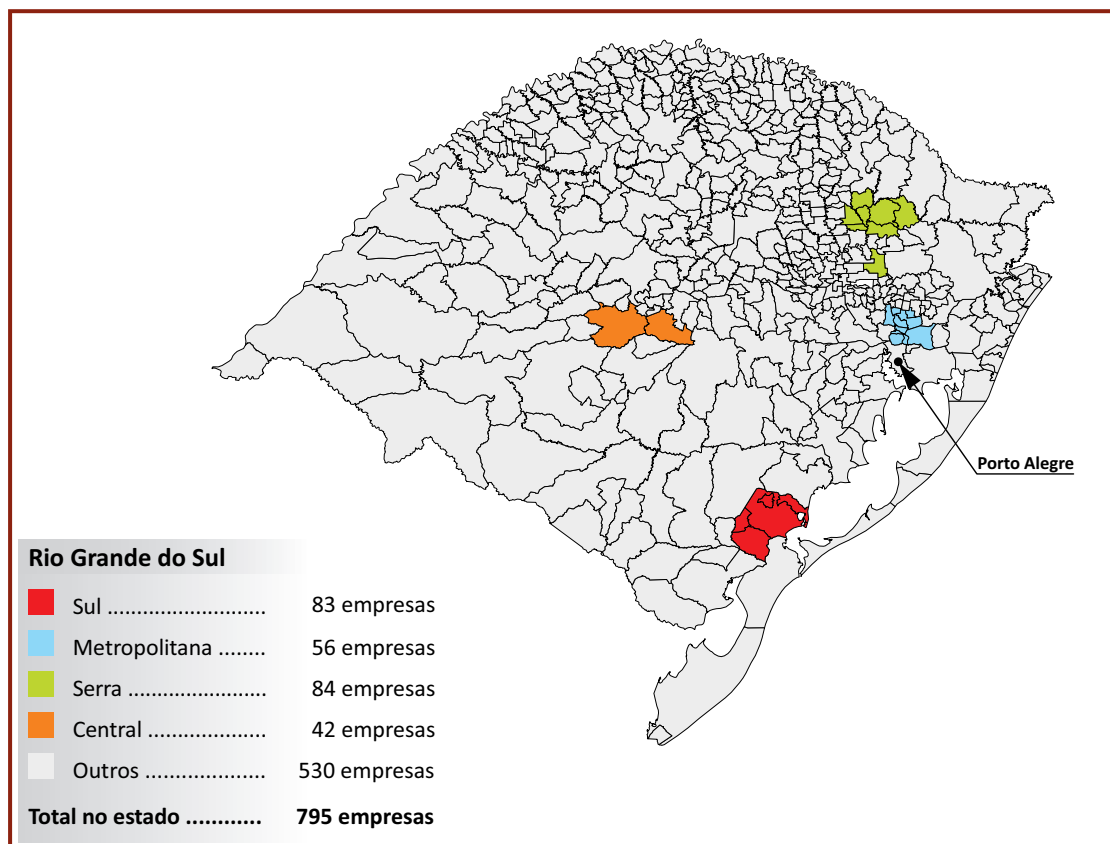


Figura 1: Principais regiões produtoras de cerâmica vermelha no estado do Rio Grande do Sul.

Santa Catarina

O estado apresenta cerca de 625 empresas, sendo 256 sindicalizadas, produzindo 426.000 t/mês de produto final (2.000 kg/milheiro). Este valor equivale a 213.000 milheiros/mês ou 6,1% da produção nacional e leva a uma produção específica de 13,3 milheiros/trabalhador.mês e de 304 milheiros/empresa.mês, sendo 20% de telhas (60.000 milheiros/mês) e 80% de blocos (244.000 milheiros/mês).

Os fornos mais empregados na região são os do tipo abóbada e paulistinha (60%), garrafão (20%), Hoffman (15%) e túnel (5%).

Os combustíveis predominantes nos fornos das empresas da região são a lenha e os resíduos vegetais (cepilho-casca, cavaco e serragem). Por outro lado, no período entre 2004 e 2009, houve um

pequeno consumo de gás natural no segmento, especificamente nas indústrias que operam com produtos de valor agregado mais elevado.

O polo de produção com maior importância, contendo aproximadamente 274 empresas e uma produção de aproximadamente 100.000 milheiros/mês, é a região de Morro da Fumaça localizado no litoral do estado e que engloba treze municípios, com destaque para sete: Criciúma, Morro da Fumaça, Sangão, Jaguaruna, Treze de Maio, Cocal do Sul e Içara.

Outra região importante é a de Canelinha e Alto Vale do Rio Tijucas que apresentam cerca de 130 empresas distribuídas e produção de cerca de 30.000 milheiros/mês. Os polos cerâmicos e seus municípios integrantes são apresentados na Figura 2.

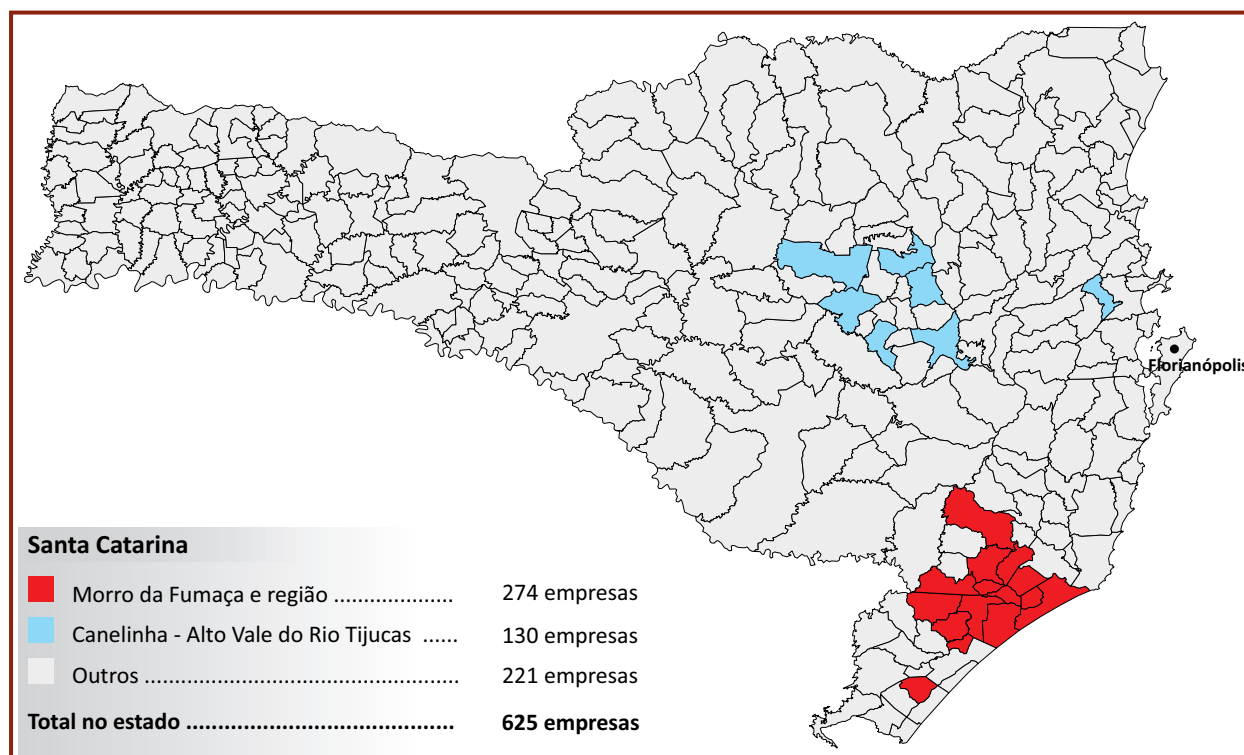


Figura 2: Principais regiões produtoras de cerâmica vermelha no estado de Santa Catarina.

Paraná

Segundo o SINDICER do Paraná, o estado congregava em 2011 cerca de 620 unidades de produção de cerâmica vermelha. A produção estadual média de 288.000 milhares/mês, o que dava uma média de produção mensal para cada empresa da ordem de 460 milhares/empresa.mês. Desta produção, cerca de 210.000 milhares/mês é constituída por blocos (70% tijolo de 6 furos redondos), 30.000 milhares/mês de telhas e 48.000 milhares/mês relativos a lajotas, pisos e outros itens.

Com relação ao emprego de fornos, há um predomínio dos 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%).

A participação percentual dos combustíveis utilizados nas empresas do estado é a seguinte: lenha - 11%, resíduos - 40%, cavaco/serragem/outros - 49%.

A produção paranaense de cerâmica vermelha apresenta concentrações destacadas em quatro regiões, como apresentado na Figura 3, em função da qualidade da argila local, da oferta de energia e da proximidade dos mercados de consumo. São elas: Médio Baixo Vale do Rio Ivaí, Costa Oeste, Eixo Prudentópolis e Norte Pioneiro.

Na região do Rio Ivaí, predomina o uso como combustível de 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.

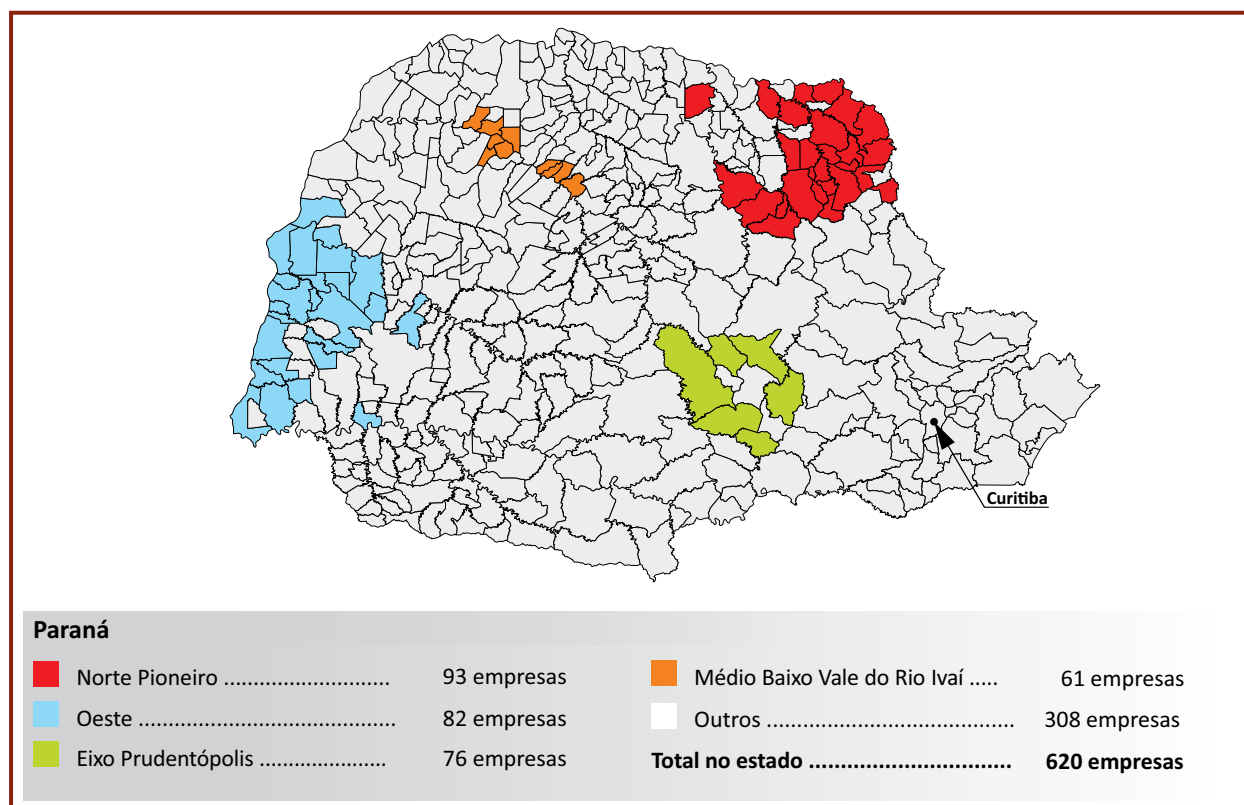


Figura 3: Principais regiões produtoras de cerâmica vermelha no estado do Paraná.

São Paulo

O estado de São Paulo conta com o mais dinâmico segmento de cerâmica estrutural do país, produzindo 731.000 milheiros/mês (92,6% de blocos e 7,4% de telhas), valor que representa 21,2% da produção nacional.

O segmento envolve cerca de 750 unidades industriais com produção de 975 milheiros/empresa.mês, o que perfaz a elevada média de ligeiramente mais elevada que em outros estados, fato evidenciado pelo nível de automatização um pouco maior.

Os fornos empregados são de diversos tipos, com predomínio dos fornos intermitentes, tipo garrafão e paulistinha/abóbada, com participação acima da média de fornos contínuos, empregando lenha e resíduos vegetais em 90% dos casos, apesar de seu custo elevado.

As principais regiões do estado onde se concentram as indústrias de cerâmica vermelha são: São Paulo – Guarulhos, Itú e região, Porto Ferreira – Tambaú, Tatuí, Barra Bonita e Região Oeste – Panorama, conforme demonstrado na Figura 4.

Dos polos mencionados, os principais do estado são: polo de Itu e região e o de Barra Bonita, com 67 e 60 empresas, respectivamente. O polo de Itu e região produz cerca de 65.000 milheiros/mês, (média de 970 milheiros/empresa.mês) sendo 54% de blocos (70% de vedação e 30% estrutural) e 46% de telhas. Os fornos empregados são de diversos tipos, garrafão e paulistinha/abóbada, com participação acima da média de fornos contínuos, empregando lenha e resíduos vegetais em 90% dos casos.

Situado na região do Médio Tietê, o polo de Barra Bonita-Igaraçu Tietê se concentra fortemente (95%) na produção de telhas (dos tipos francesa e portuguesa)

com uma produção total da ordem de 15.000 milheiros/mês, com predomínio do emprego de fornos do tipo abóbada, correspondendo a uma produção

média específica de 250 milheiros/empresa.mês, destinada aos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Paraná.

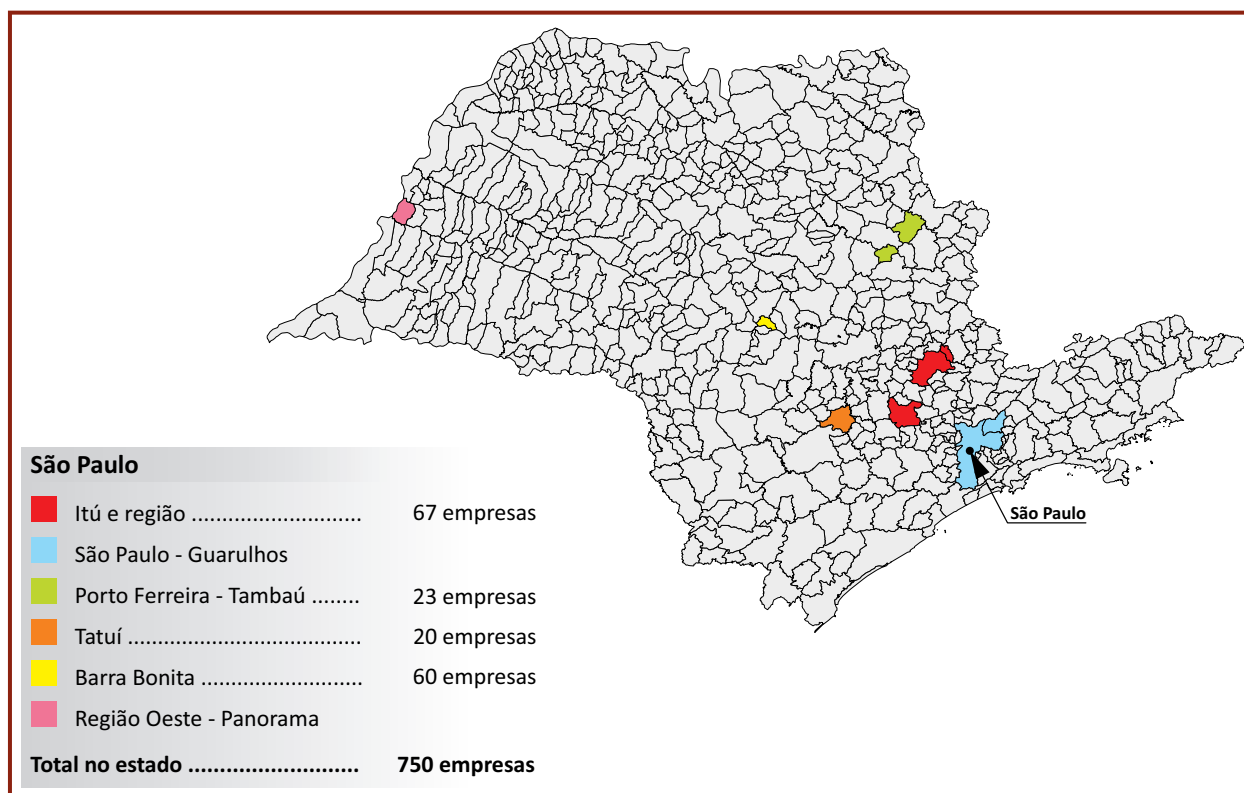


Figura 4: Principais regiões produtoras de cerâmica vermelha no estado de São Paulo.

Rio de Janeiro

O segmento no estado do Rio de Janeiro é o quarto maior do país e apresenta cerca de 220 empresas em operação, com 207 produtoras de material cerâmico com uma produção de 220.000 milheiros/mês (1.062 milheiros/empresa.mês).

Desse total, cerca de 170 empresas (82%) encontram-se em três áreas de concentração, divididas em Campos (94), Itaboraí (51) e região e Região Serrana-Médio Vale do Paraíba (25) com produção da ordem de 150 mil milheiros/mês entre blocos vedação (92%), telhas (4%) e blocos estruturais (4%).

O polo de Campos tem suas empresas concentradas na margem direita do Rio Paraíba do Sul e produzem cerca de 90.000 milheiros/mês com predomínio de blocos de vedação (80%). Até a década de 80, as empresas da região usavam óleo combustível em seus fornos e sistemas de secagem, todavia, com o aumento relativo dos preços do mesmo, o setor voltou a usar a lenha tal como até a década de 60.

Neste polo percebe-se uma grande participação dos fornos do tipo Hoffman (86%) e alguma participação dos fornos tipo túnel (3%). Os outros tipos de fornos encontrados na região são: caieira (7%), vagão (2%), câmara e abóbada (1%, cada).

O polo da região de Itaboraí, segundo maior do estado, tem uma produção da ordem de 52.000 milheiros/mês com uma média de 1.019 milheiro/empresa.mês. Este polo apresenta uma distribuição de fornos entre: abóbada (60%), Hoffman (30%) e túnel (10%).

E por fim, o polo da Região Serrana tem uma produção de cerca de 28.000 milheiros/mês e apresenta uma distribuição de tipos de fornos entre: abóbada (35%), Hoffman (30%), caieira (10%), plataforma (5%) e túnel (20%).

Os polos cerâmicos do estado são apresentados no mapa da Figura 5.

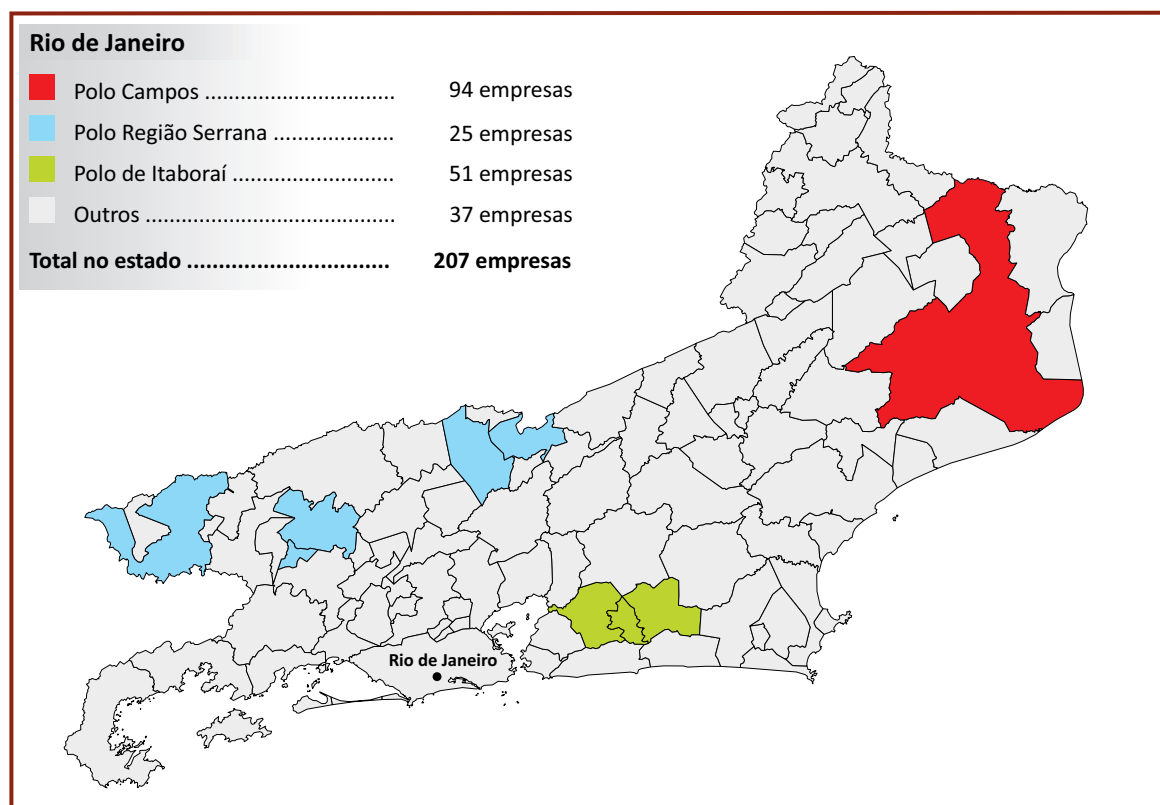


Figura 5: Principais regiões produtoras de cerâmica vermelha no estado do Rio de Janeiro.

Minas Gerais

O segmento de cerâmica estrutural em Minas Gerais congrega 740 empresas, sendo cerca de 270 olarias, com uma produção total de 426.000 milheiros/mês (576 milheiros/empresa.mês), que o coloca em segundo lugar entre os maiores produtores estaduais do país, ficando atrás apenas do estado de São Paulo, com uma participação nacional de 12,3%. A produção se divide em 362.000 milheiros/mês (85%) de blocos e 64.000 milheiros/mês (15%) de telhas.

Os principais polos de produção do estado, apresentados na Figura 6, são a Grande Belo Horizonte; o Vale do Rio Paranaíba, um dos maiores na produção de telha no país; o Centro Oeste e Governador Valadares, onde se concentram a produção de tijolos.

Em geral, os polos de Minas Gerais consomem lenha, serragem e resíduos como combustíveis para seus fornos intermitentes.

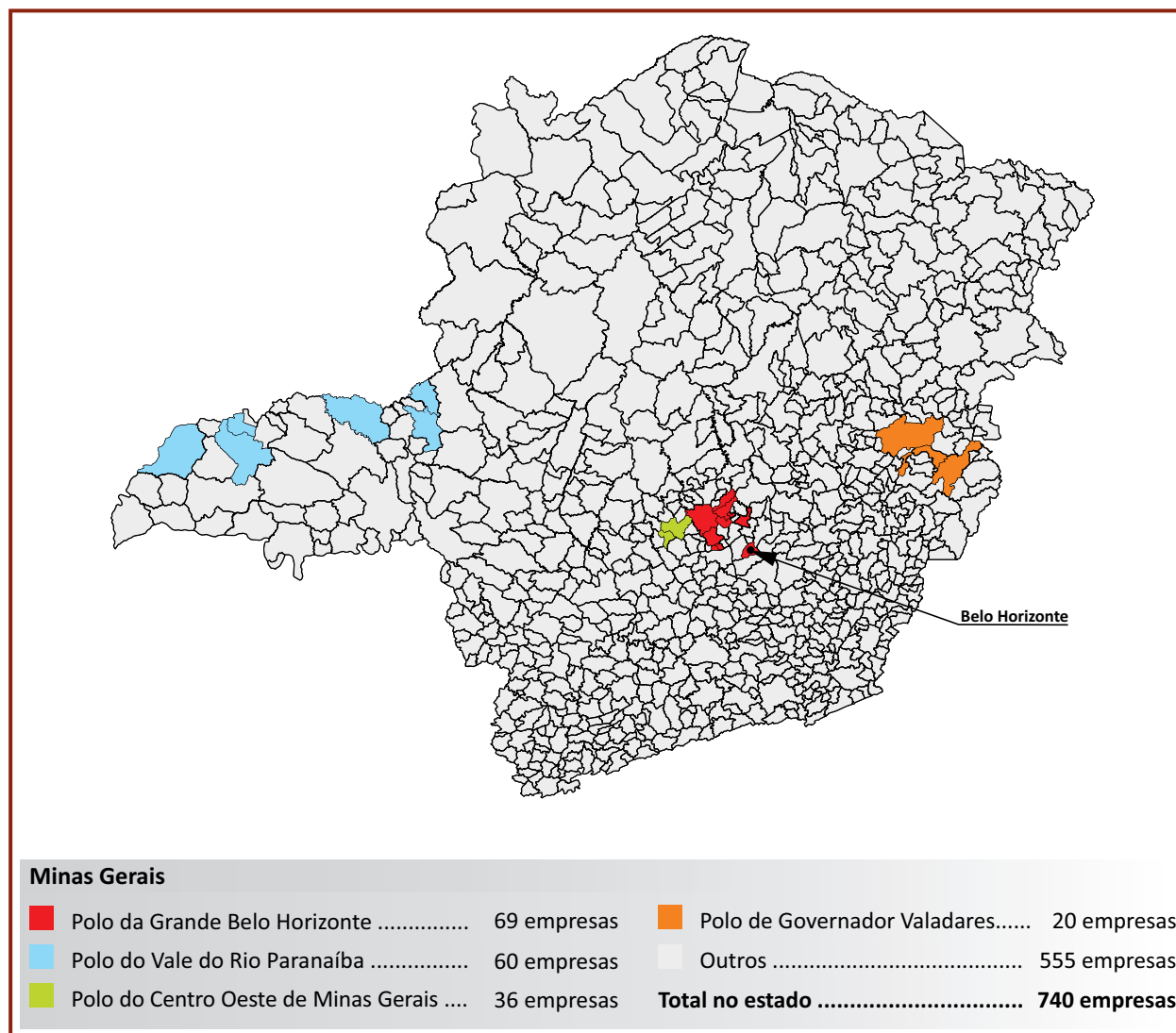


Figura 6: Principais regiões produtoras de cerâmica vermelha no estado de Minas Gerais.

Espírito Santo

O setor de cerâmica vermelha no estado conta com 110 empresas produzindo cerca de 50.000 milheiros/mês, sendo 40% de lajotas, 30% de telhas e 30% de tijolos.

Destaca-se no estado uma produção de valor agregado acima da média nacional em função da tipologia dos produtos fabricados, o que faz com que o faturamento do setor capixaba represente quase 2% do faturamento nacional do setor de cerâmica vermelha.

No estado há dois polos principais de produção (Figura 7), um na Região Sul e outro na Região Central. O polo da Região Sul produz cerca de 15.000 milheiros/mês de lajotas e telhas, utilizando lenha e resíduos como combustível de fornos Hoffman e paulistinha.

Já o polo da Região Central produz 35.000 milheiros/mês de telhas, blocos de vedação, canaletas e elementos vazados, utilizando lenha e serragem em fornos do tipo paulistinha, reversível e túnel.

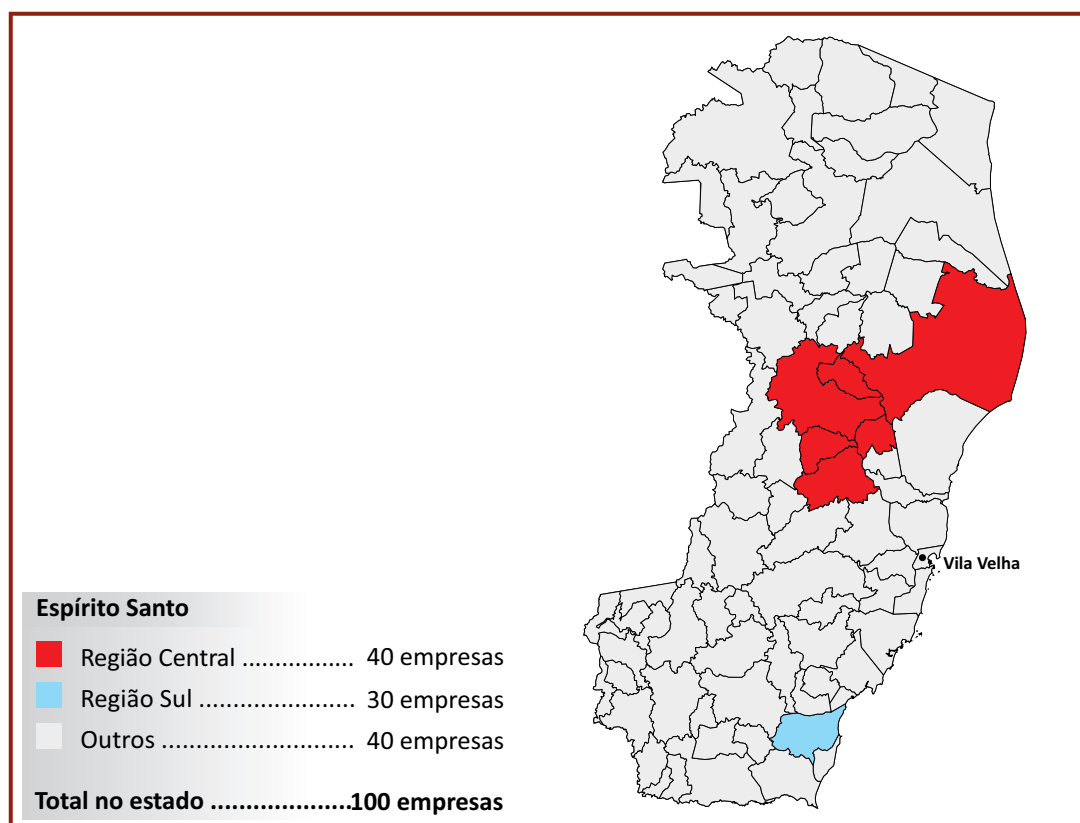


Figura 7: Principais regiões produtoras de cerâmica vermelha no estado do Espírito Santo.

Bahia

O segmento de cerâmica estrutural na Bahia congrega 520 empresas. A produção total do estado é da ordem de 210 mil milheiros/mês, sendo blocos (86%) e telhas (14%), o que a coloca em sexto lugar no cenário da produção nacional, com uma participação de 3,7%.

Os fornos mais utilizados são: abóbada, paulistinha, caieira, Hoffman, túnel, nesta ordem, e os combustíveis empregados são bem heterogêneos, indo do uso de lenha de desmatamento (Caatinga e Cerrado) às lenhas de reflorestamento (eucalipto) e de resíduos da agroindústria e da indústria madeireira.

Os principais polos de produção de cerâmica vermelha na Bahia são: Sudoeste do estado, Salvador

- Litoral Norte, Paraguaçu – Centro, Oeste, Litoral Sul, entre outros.

Dentre estas regiões principais destacam-se a Região Sudoeste, que produz cerca de 70.000 milheiros/mês através de 156 empresas, produzindo tijolos de 8 furos e com predominância de fornos do tipo abóbada e alguns do tipo cedan com consumo de lenha como combustível; e a região de Salvador – Litoral Norte que engloba 105 empresas que somam uma produção total de 63.000 milheiros/mês e que tem o mais elevado nível tecnológico do estado por apresentar plantas de maior capacidade de produção, várias delas acima de 1.500 milheiros/mês, muitas empregando fornos semicontínuos e contínuos.

Os polos cerâmicos e seus municípios integrantes são apresentados no mapa apresentado na Figura 8.

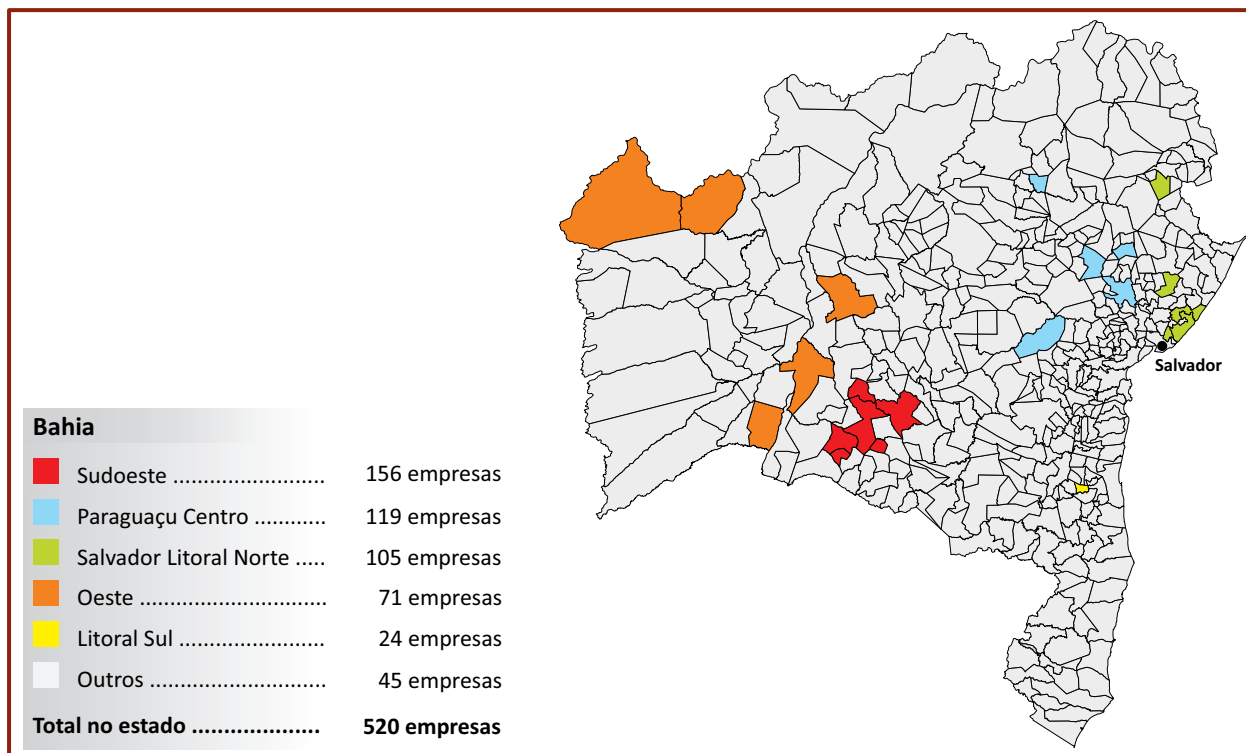


Figura 8: Principais regiões produtoras de cerâmica vermelha no estado da Bahia.

Sergipe

O estado de Sergipe agrupa aproximadamente 156 empresas de cerâmica vermelha em seu território, produzindo cerca de 38.000 milheiros/mês de tijolos (85%) e telhas (15%).

Os fornos empregados são os do tipo Hoffman (80%) e intermitentes de tipos diversos (20%). O combustível empregado é a lenha em 100% dos casos.

As regiões com concentração de empresas do setor são: Sul Sergipano, Agreste Central e Baixo São Francisco. Os polos cerâmicos e seus municípios integrantes são apresentados no mapa da Figura 9.

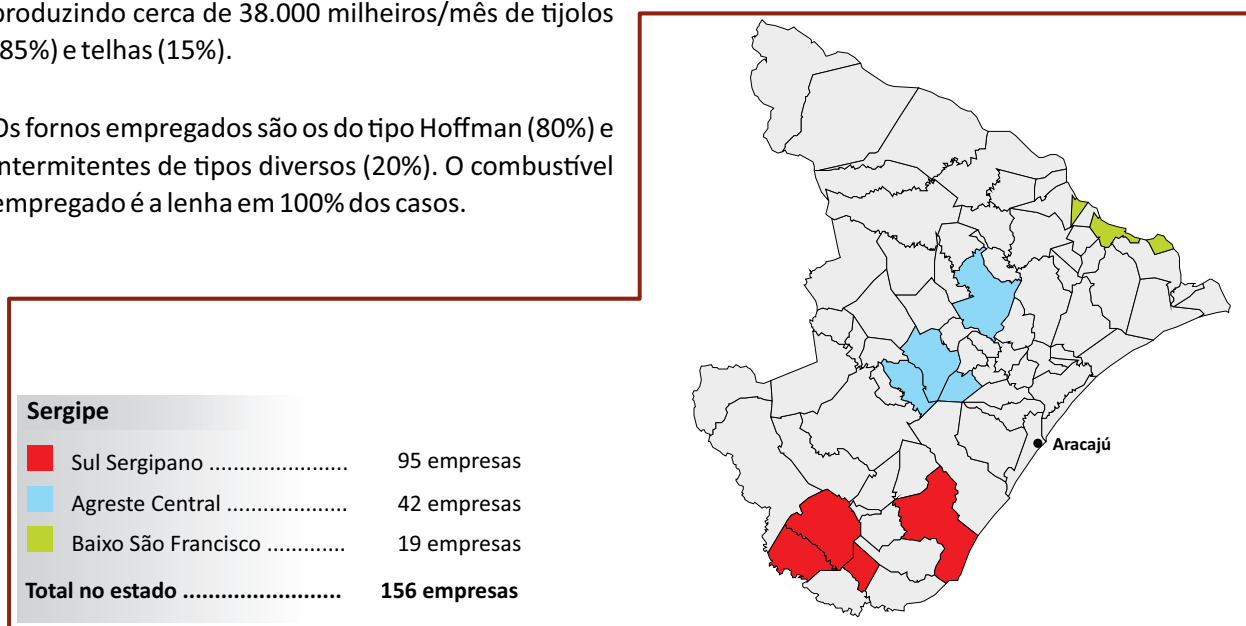


Figura 9: Principais regiões produtoras de cerâmica vermelha no estado do Sergipe.

Alagoas

A indústria de cerâmica vermelha apresenta 48 empresas formalizadas e associadas ao Sindicato. Além delas, existe uma quantidade, da ordem de 22 empresas não associadas (olarias), permitindo concluir que o estado apresenta em torno de 70 empresas cerâmicas em operação.

A média de produção do estado é de 23.000 milheiros/mês, sendo a produção média por empresa de 450 a 500 milheiros/mês considerando as de maior porte e de 35 a 80 milheiros/mês nas olarias,

resultando na média de 330 milheiros/empresa.mês, no estado. Cerca de 80% dessas empresas de maior porte opera com fornos do tipo Hoffmann, produzindo aproximadamente 85% de blocos cerâmicos e 15% de telhas.

O combustível empregado no estado é a lenha e em algumas regiões há a utilização de resíduos vegetais como a casca de coco, bagaço de cana e bambu.

Os principais polos de produção do setor, apresentados na Figura 10, são o Litoral Norte, Maceió e região e uma parte Central do estado.

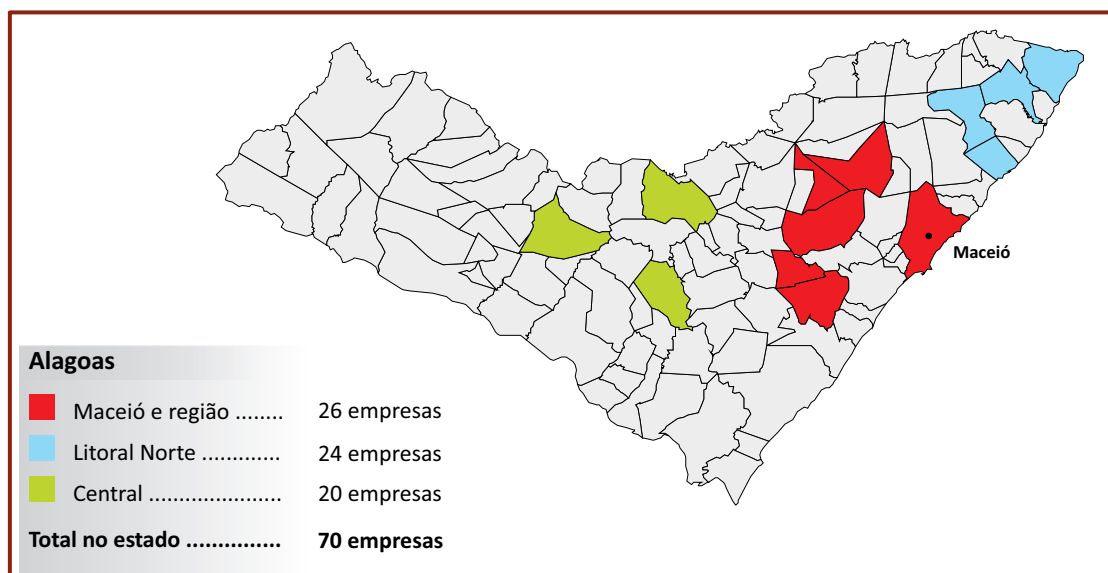


Figura 10: Principais regiões produtoras de cerâmica vermelha no estado de Alagoas.

Pernambuco

A indústria de cerâmica vermelha no estado é composta de 90 unidades fabris com uma produção de 68.000 milheiros/mês (378 milheiros/empresa.mês), sendo 63 delas de porte produtivo acima de 700 milheiros/empresa.mês.

As principais regiões produtoras de cerâmica no estado são Nazaré da Mata – Paudalho que apresenta

uma produção de 43.000 milheiros/mês, e Caruaru com produção de cerca de 14.000 milheiros/mês.

A produção está composta de blocos cerâmicos (89%) e telhas (11%), destacando a predominância na produção de blocos de vedação, através de fornos do tipo Hoffmann, túnel e campanha.

Os polos cerâmicos e seus municípios integrantes são apresentados no mapa da Figura 11.

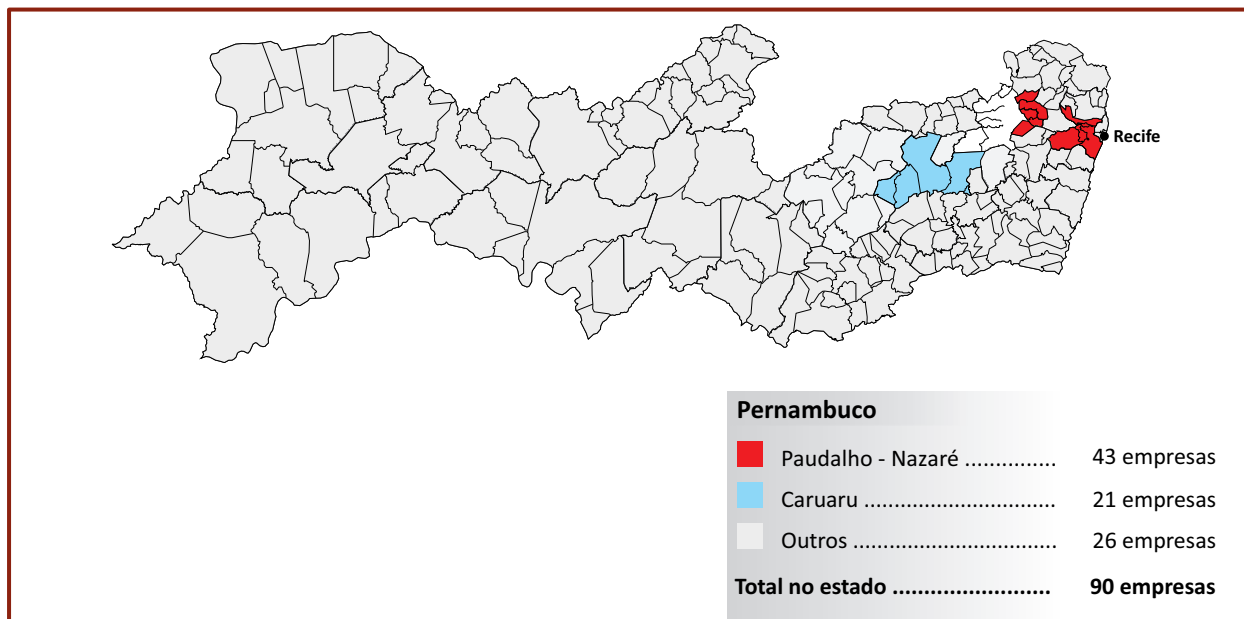


Figura 11: Principais regiões produtoras de cerâmica vermelha no estado de Pernambuco.

Paraíba

A indústria de cerâmica vermelha no estado, segundo o SINDICER-PB, apresenta 66 unidades mecanizadas em operação, sendo 30 sindicalizadas e com uma produção de 41.000 milheiros/mês.

Os polos produtores de cerâmica vermelha, apresentados na Figura 12, são o Seridó Paraibano, Guarabira e região e Litoral do estado. No Seridó

Paraibano o foco principal está na produção de telhas por extrusão em fornos tipo caipira. Já nas regiões de Guarabira e o Litoral do estado predominam a produção de blocos cerâmicos e lajotas em fornos do tipo Hoffman, com produção da ordem de 500 milheiros/empresa.mês.

Os combustíveis se resumem a lenha e resíduos vegetais como complemento.

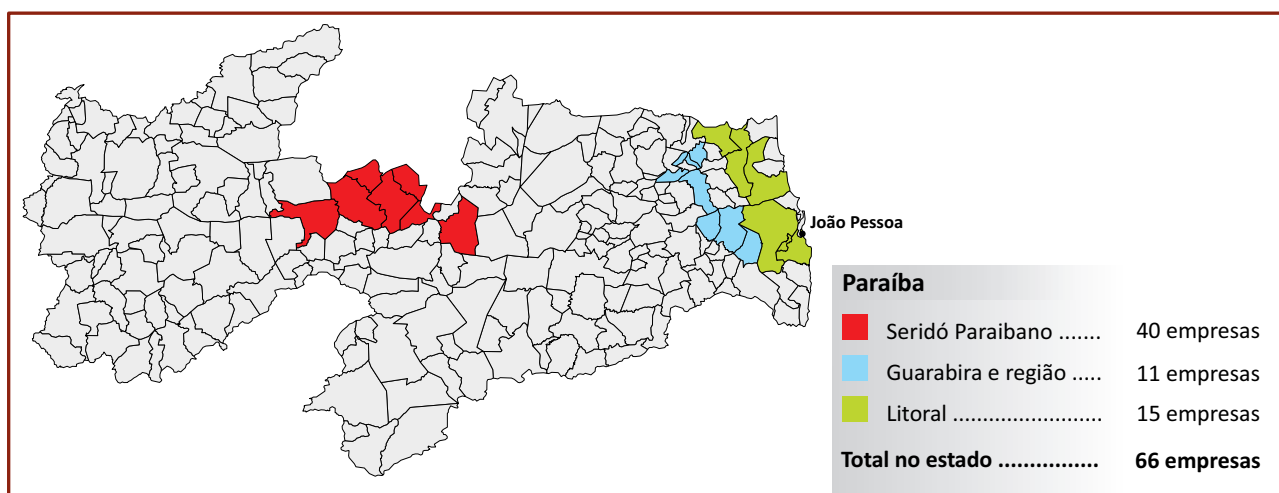


Figura 12: Principais regiões produtoras de cerâmica vermelha no estado da Paraíba.

Rio Grande do Norte

O Rio Grande do Norte é um dos estados com maior produção no segmento de cerâmica vermelha do Nordeste e ainda o maior produtor de telhas do país, contando com 186 empresas em atividade com uma produção de 111.000 milheiros/mês, sendo 54% de telhas, 42% de blocos de vedação e 4% de outros produtos.

O estado apresenta diversas regiões produtoras do setor cerâmico. São elas: Bacia do Seridó, Baixo Assu, Bacia de Trairi-Jacu, Bacia do Potengi, Chapada do Apodi e Zona Centro e Serrana.

A Bacia do Seridó tem as maiores concentrações de empresas nos municípios de Parelhas e Carnaúba de Dantas, apresenta uma produção de cerca de 63.000 milheiros/mês e produção específica de 640 milheiros/empresa.mês com predominância de telhas coloniais.

Na região do Baixo Assu destaca-se a produção de blocos de vedação e de telhas com produção total de aproximadamente 24.000 milheiros/mês e produção

específica de 730 milheiros/empresa.mês, principalmente nas cidades de Itajá e Assu.

Já a região de Trairi-Jacu tem uma produção total estimada em 9.500 milheiros/mês tanto de blocos de vedação como de telhas, e produção específica de 455 milheiros/empresa.mês.

As outras regiões produzem bloco de vedação e telhas e tem produção entre 3.000 e 8.000 milheiros/mês.

Há uma grande diversidade de fornos, indo desde os do tipo caipira e caieira até aqueles mais modernos, tais como metálico móvel e vagão, além dos tradicionais tipo cedan, abóbada e outros.

O consumo total de combustível é da ordem de 103.000 m³/mês, sendo cerca de 50% de lenha (planos de manejo de caatinga, mata nativa e algaroba) e outros 50% compostos por resíduos vegetais (poda de cajueiro, principalmente).

Os polos cerâmicos e seus municípios integrantes são apresentados no mapa da Figura 13.

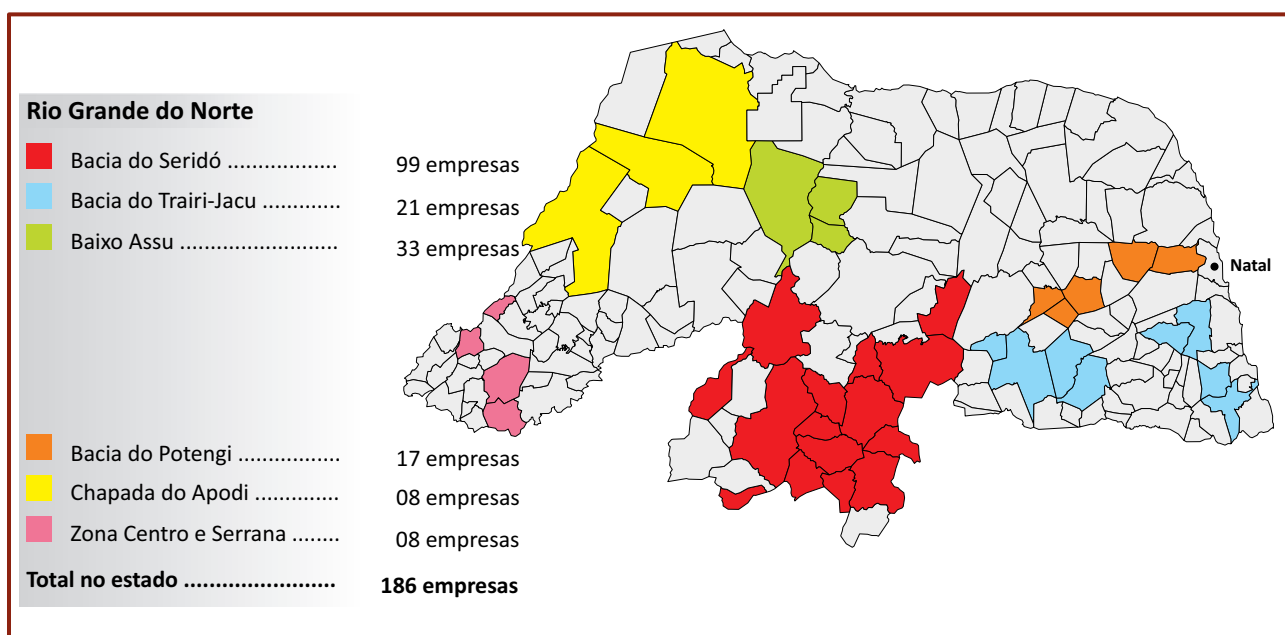


Figura 13: Principais regiões produtoras de cerâmica vermelha no estado do Rio Grande do Norte.

Ceará

O segmento de cerâmica vermelha do estado conta com cerca de 412 empresas, com produção média mensal de 207.000 milheiros distribuídos entre microempresas (23%), empresas de pequeno porte (75%) e empresas de médio porte (2%) com predominância de produção de tijolos (65%) e telhas (32%), além de uma pequena parcela de lajotas (2%) e outros produtos.

Os fornos mais utilizados no estado são abóbada (59%), Hoffman (34%), túnel (2%), entre outros (5%).

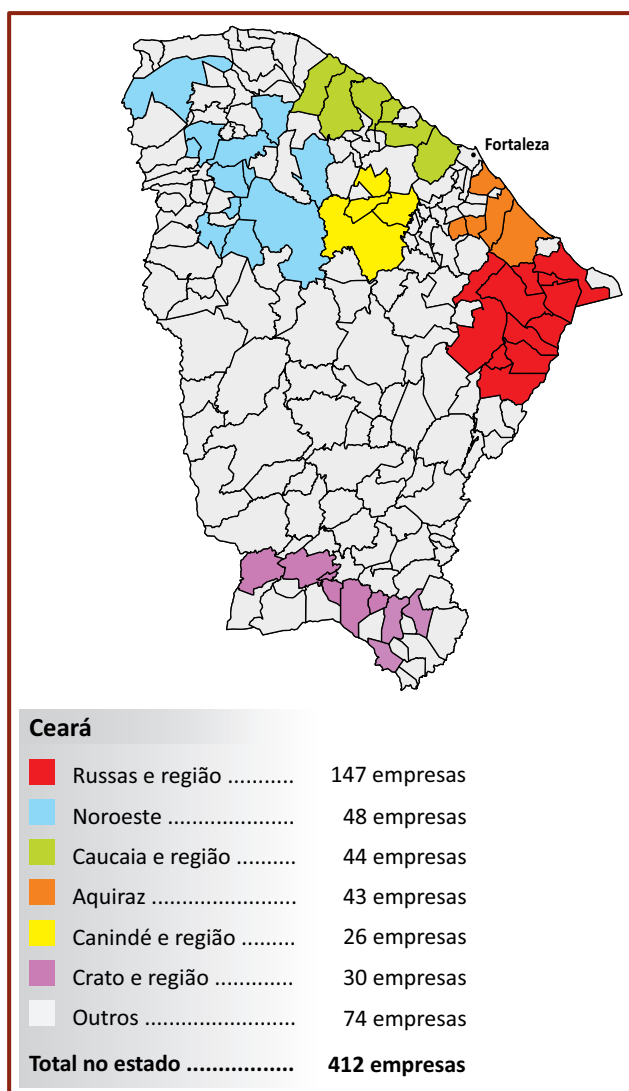


Figura 14: Principais regiões produtoras de cerâmica vermelha no estado do Ceará.

E a matéria-prima combustível utilizada no estado se origina em sua maior parte da poda de cajueiro, seguida do uso de lenha de plano de manejo florestal e resíduos (bucha de coco, serragem, lenha nativa, entre outros).

As principais regiões com concentração de empresas do setor (Figura 14) são: Russas e região com produção de aproximadamente 70.000 milheiros/mês, Noroeste (20.145 milheiros/mês), Caucaia e região (33.052 milheiros/mês), Aquiraz (33.052 milheiros/mês), Crato e região (25.425 milheiros/mês) e Canindé e região (37.360 milheiros/mês), entre outras.

Piauí

No estado estão instaladas 123 empresas produzindo em conjunto cerca de 77.000 milheiros/mês, em sua maioria de blocos cerâmicos, seguida de telhas extrusadas e prensadas, e em menor escala, blocos estruturais e canaletas. A produção média por empresa é de 620 milheiros/empresa.mês, com 87% delas entre 500 e 1.000 milheiros/mês e 13% abaixo de 300 milheiros/mês.

Os principais polos de produção estão distribuídos em Teresina – Campo Maior, Barra – Piracuruca – Batalha, Corrente – Curimatá e Sussuapara – Valença do Piauí – Oeiras, entre outros.

Teresina – Campo Maior, região do Meio Norte do estado, concentra a maior área de indústrias de cerâmica vermelha do estado com produção total de 32.400 milheiros/mês, e lenha de eucalipto e lenha nativa de plano de manejo como combustível.

Mais ao norte, a região de Barras – Piracuruca – Batalha tem uma produção de 17.500 milheiros/mês e utilizam algaroba e poda de cajueiro como biomassa combustível. Já as regiões de Corrente – Curimatá e Sussuapara – Valença do Piauí – Oeiras apresentam produções mais modestas de um pouco mais que 8.000 milheiros/mês cada.

O tipo de forno mais empregado é o tipo abóbada, que representa cerca de 80% do parque produtivo. Os fornos do tipo Hoffman representam uma parcela de 11% e a parcela restante é composta de fornos de tipos diversos, como Federico, Paulistinha e Campanha.

Os polos cerâmicos e seus municípios integrantes são apresentados no mapa da Figura 15.

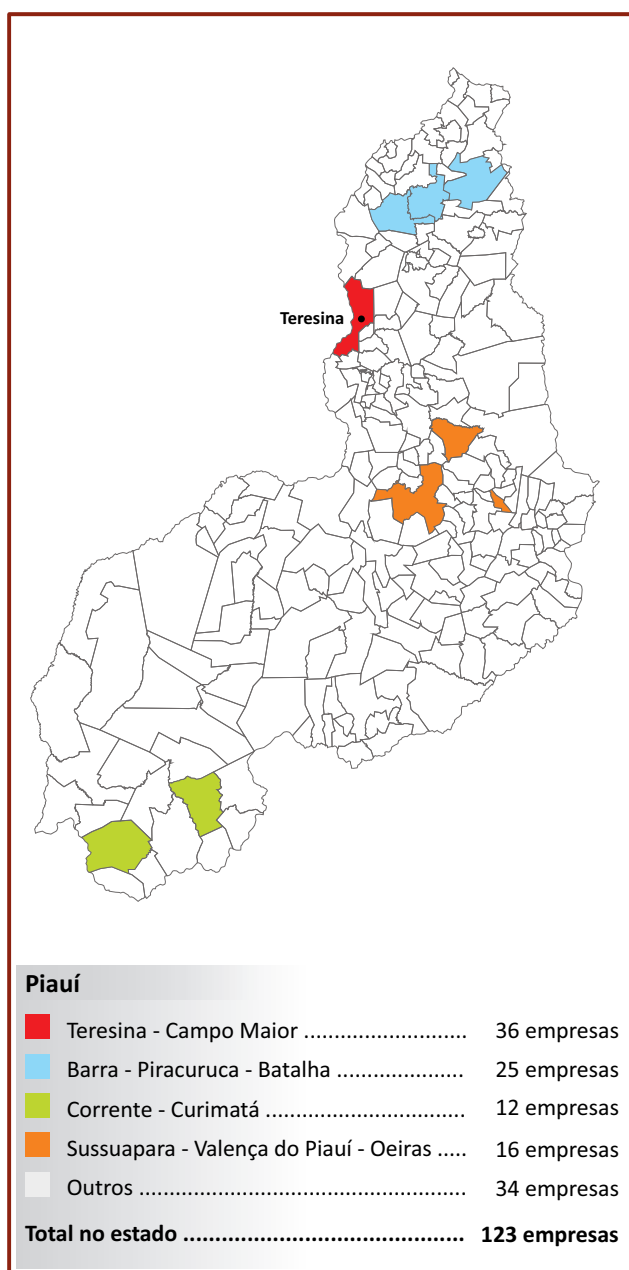


Figura 15: Principais regiões produtoras de cerâmica vermelha no estado do Piauí.

Maranhão

O estado do Maranhão conta com 91 empresas de cerâmica vermelha. A produção envolvida é da ordem de 53.000 milheiros/mês (média de 580 milheiros/empresa.mês) sendo 67% de blocos e 33% de telhas.

Predominam os fornos do tipo Hoffmann com capacidade de produção de 400 a 700 milheiros/mês, ainda que exista a ocorrência de fornos do tipo caipira em algumas empresas. Na região de Imperatriz, a segunda maior região de concentração de empresas, existe maior variação de tipos de fornos: abóbada (maior parcela), Federico e túnel.

O uso efetivo de lenha é cerca de 40%, enquanto que o de resíduos representa a parcela complementar de 60%.

As principais regiões produtoras estão apresentadas na Figura 16 e compreendem as cidades de: Itapecurumirim – Rosário e região, Imperatriz – Porto Franco e Timon e região, entre outras.

A região de Itapecurumirim – Rosário e região apresenta 54% das unidades industriais do setor no estado, com uma produção de 24.500 milheiros/mês e produção específica de 500 milheiros/empresa.mês concentrados em blocos de vedação.

O polo de Imperatriz – Porto Franco tem produção de 16.000 milheiros/mês e produção específica de 800 milheiros/empresa.mês.

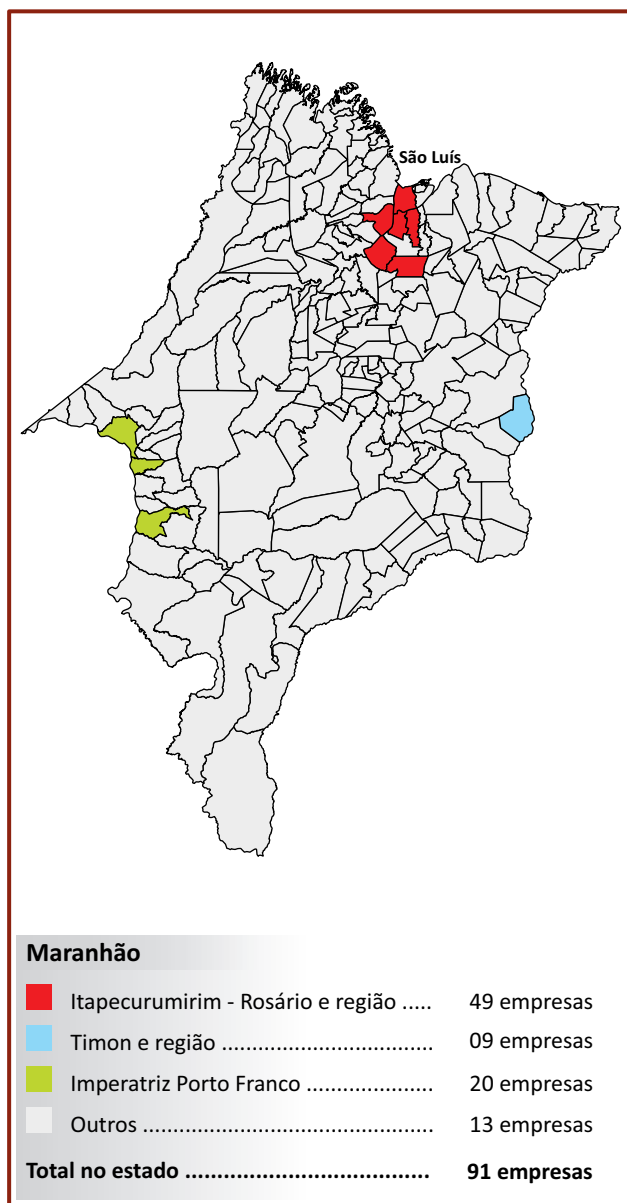


Figura 16: Principais regiões produtoras de cerâmica vermelha no estado do Maranhão.

Distrito Federal

O Distrito Federal apresenta um conjunto de somente 16 empresas de cerâmica vermelha, incluindo-se 10 olarias de produção em baixa escala. A produção total do segmento no estado é da ordem de 6 mil milheiros/mês, equivalendo a um volume produzido da ordem de 12 mil toneladas mensais.

Mato Grosso

O estado de Mato Grosso apresenta um conjunto de cerca de 150 empresas de cerâmica vermelha, sendo aproximadamente 110 olarias e 40 empresas de maior porte, onde 25 delas são associadas ao sindicato estadual (SINDICER/MT). A produção total estimada do segmento no estado é da ordem de 21.000 milheiros/mês. O consumo equivalente em lenha das indústrias locais foi estimado como sendo da ordem de 310.000 m³/ano, sendo parcialmente atendido pela oferta local de resíduos agrícolas e industriais.

Os polos produtores de cerâmica vermelha no estado se encontram na região de Primavera do Leste e Várzea Grande, conforme a Figura 17.



Figura 17: Principais regiões produtoras de cerâmica vermelha no estado de Mato Grosso.

Goiás

O estado apresenta uma indústria de cerâmica vermelha de porte considerável, com cerca de 350 empresas de porte médio em operação, sendo 65 sindicalizadas e 204 de porte acima de 200 milheiros/mês. Nesse montante, não estão consideradas as olarias, cerca de 146 empresas, por seu porte diminuto de capacidade produtiva e consumo energético.

O segmento envolve no estado uma produção de 170.000 milheiros/mês (486 milheiros/empresa.ano), sendo 70% de blocos, 20% de telhas e 10% de lajotas.

Os fornos mais utilizados nas regiões produtoras goianas são: abóbada – 80%; paulistinha – 12% e

contínuos - 8%. Os combustíveis empregados são a lenha e resíduos, sendo a lenha nativa ou de reflorestamento, e os resíduos de milho e da cana-de-açúcar, e também da indústria madeireira, uma vez que existem cerca de 80 serrarias (Taguatinga, Ceilândia, Guará e outros) e mais de 100 indústrias moveleiras com considerável potencialidade de fornecimento de serragem e cavaco de madeira para as indústrias do estado.

A localização dos principais polos do estado é a seguinte: Anápolis, Campo Limpo, Abadiânia, Goiânia, Silvânia e Vianópolis.

Os polos cerâmicos e seus municípios integrantes são apresentados no mapa da Figura 18.

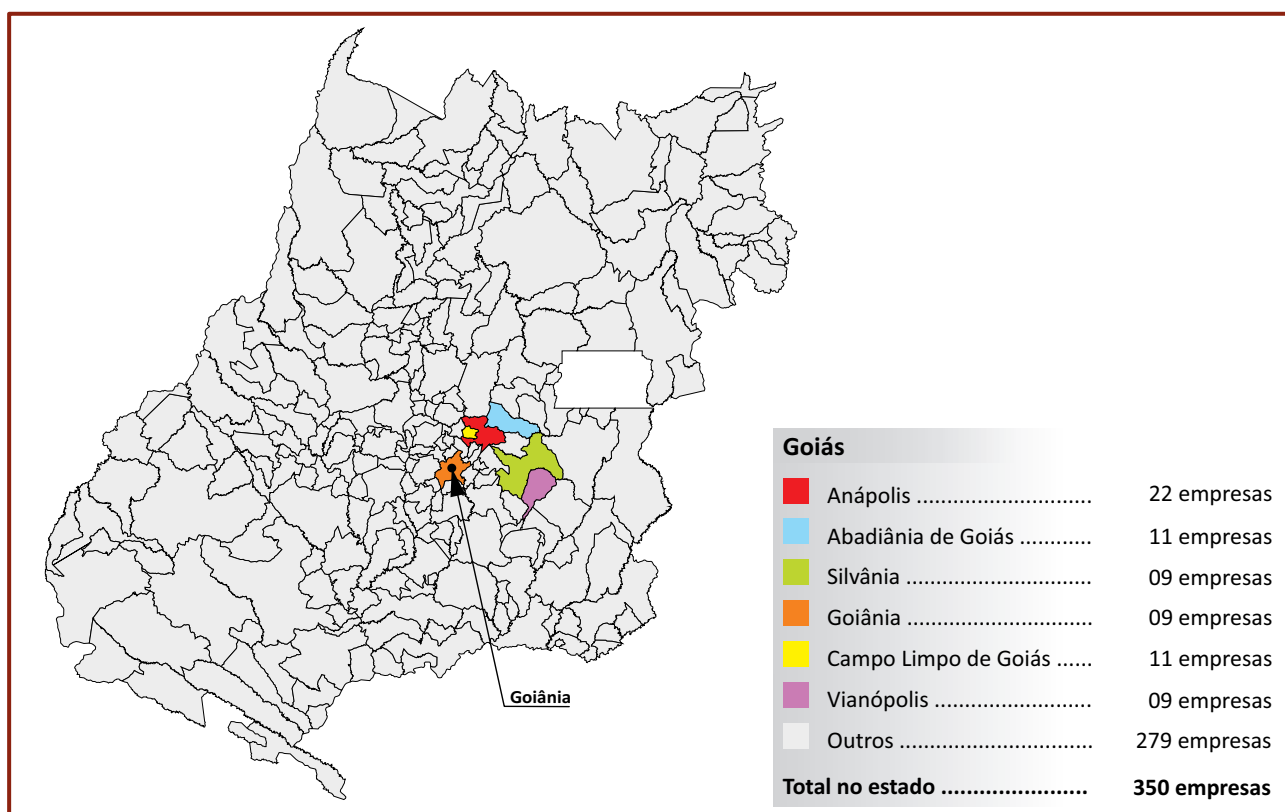


Figura 18: Principais regiões produtoras de cerâmica vermelha no estado de Goiás.

Mato Grosso do Sul

O estado congrega 120 empresas, sendo cerca de 65 olarias e 55 instalações de porte acima de 200 milheiros/mês gerando uma produção total de 24.000 milheiros/mês entre blocos (59%) e telhas (41%). A produção média é da ordem de 163 milheiros/empresa.mês e as empresas apresentam sistema tradicional de gestão familiar e operação intensiva em mão de obra.

Os principais polos de produção do estado, são Rio Verde – Coxim, Três Lagoas e região e Dourados e região. O polo de Rio Verde – Coxim apresenta produção da ordem de 8.000 milheiros/mês e das empresas presentes neste polo 67% são de pequeno porte e 33% de médio porte, representando 41% da produção estadual de blocos cerâmicos, 100% das telhas rústicas e 2% das telhas. Há grande incidência de fornos Hoffman e túnel utilizando-se lenha como combustível. No polo de Três Lagoas e região está situado o principal polo de produção de telhas do estado, cerca de 80% do total, além de tijolos maciços e blocos vedação. A maioria das empresas utilizam fornos intermitentes do tipo abóbada operando com lenha e às vezes, serragem como combustível.

A região de Dourados é responsável pela fabricação de 33% dos blocos e 73% dos tijolos maciços produzidos no estado em um total de 3.000 milheiros/mês. As empresas empregam lenha, serragem e casca de arroz como combustível dos fornos intermitentes utilizados na produção.

Os pólos cerâmicos do estado são apresentados no mapa da Figura 19.

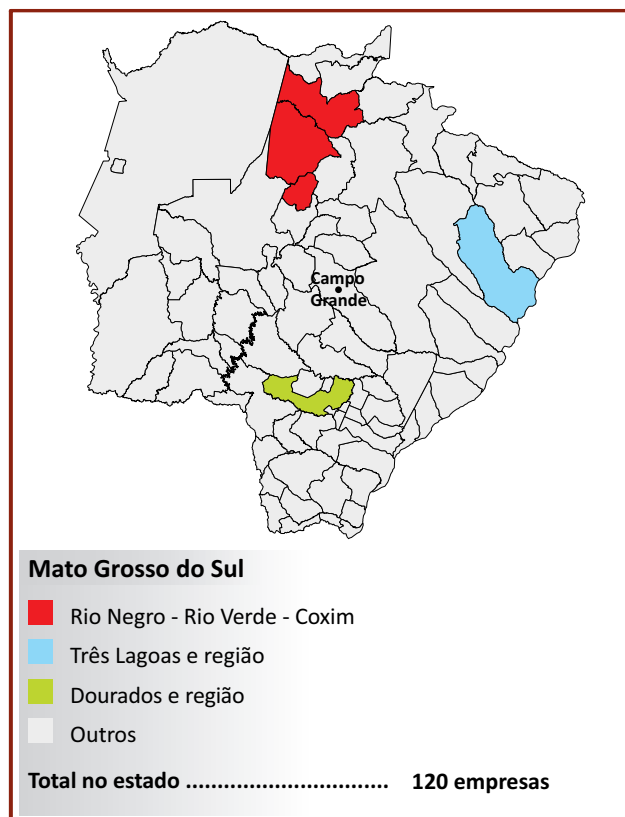


Figura 19: Principais regiões produtoras de cerâmica vermelha no estado de Mato Grosso do Sul.

Tocantins

Segundo informações obtidas junto aos fabricantes, ao SINDICER/TO e outras entidades ligadas ao setor cerâmico, o estado de Tocantins conta com 60 empresas de cerâmica vermelha em operação, além de cerca de 40 olarias, produzindo por volta de 40.000 milheiros/mês com média de 660 milheiros/empresa.mês.

Os fornos mais empregados são os do tipo intermitente de chama reversível (paulistinha e abóbada), com apenas 4% de participação de fornos Hoffman, todos eles operando com lenha (95%) e resíduos de biomassa e carvão (4%).

A produção estadual se divide em 75% de blocos, 20% de telhas e 5% de lajotas e outros. O consumo estimado equivalente em lenha no estado é da ordem de 44.000 m³/mês (1,0 a 1,2 m³/milheiro), mas inclui

cerca de 20% de uso de resíduos, dentre os quais casca de coco babaçu, palha de arroz e capim elefante, além de finos de carvão.

A produção no estado se distribui entre os polos de Palmas na ordem de 15.000 milheiros/mês, Araguaína com cerca de 10.000 milheiros/mês e Gurupi com aproximadamente 8.000 milheiros/mês. As cidades citadas são apresentadas no mapa da Figura 20.

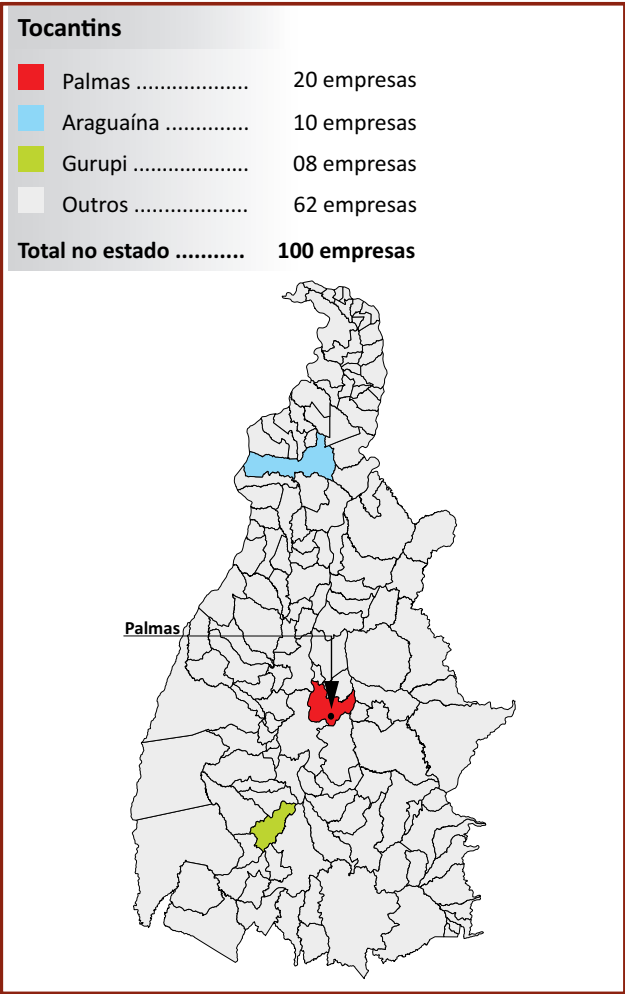


Figura 20: Principais regiões produtoras de cerâmica vermelha no estado de Tocantins.

Pará

O estado apresenta um setor de cerâmica vermelha com estimativa de 570 empresas, englobando grande parcela de micro empresas (cerca de 490 olarias)

localizadas no interior do estado e 80 empresas de maior porte atendendo às grandes cidades (Belém, Santarém etc), perfazendo uma produção total da ordem de 46.000 milheiros/mês.

Os principais polos do estado, apresentados na Figura 21, são São Miguel do Guamá e Santarém. Representando 85% da produção total do estado, o polo de São Miguel do Guamá apresenta uma produção total de 30.000 milheiros/mês de blocos e 9.000 milheiros/mês de telhas com média de produção específica entre 800 a 900 milheiros/empresa.mês.

Os fornos utilizados no polo são: 80% fornos abóbada; 12% fornos paulistinha e 8% fornos contínuos.

Em relação aos combustíveis utilizados, ocorre uso intenso, mais de 60%, de serragem de madeira, caroço de açaí e a casca da castanha-do-pará. O polo de Santarém possui empresas de porte pequeno e médio.

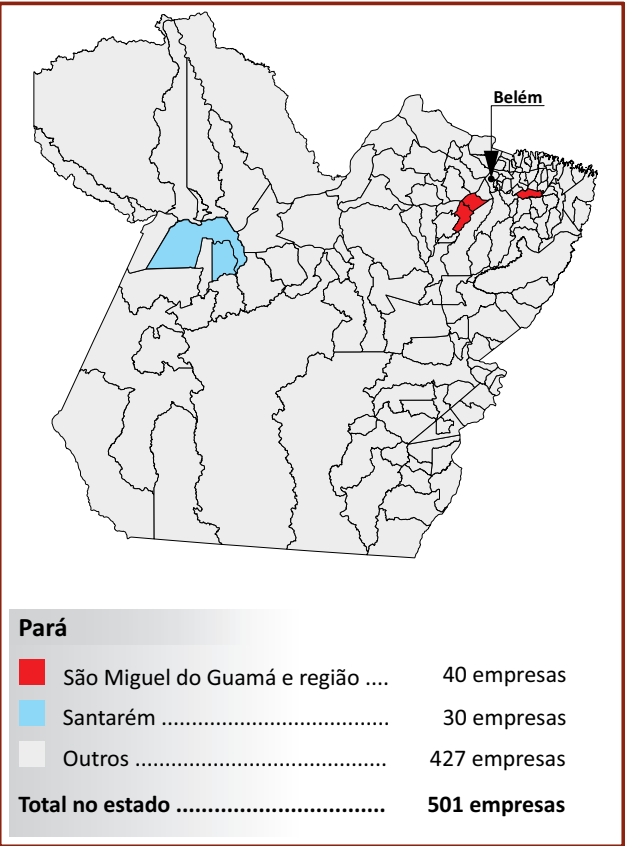


Figura 21: Principais regiões produtoras de cerâmica vermelha no estado do Pará.

Amazonas

O estado do Amazonas apresenta um parque produtivo de cerâmica vermelha composto de cerca de 100 empresas, segundo o Sindicato das Olarias de Manaus, universo que inclui uma parcela de 50% de instalações de pequena escala de produção, algumas delas localizadas pelo imenso território do estado.

Os dados do sindicato mencionam uma produção setorial de 43.000 milheiros/mês divididos entre blocos (83%) e telhas (17%).

No cenário produtivo da cerâmica do estado, se destaca a participação de 27 empresas de maior porte de produção localizadas nos polos de Manacapuru e Iranduba, conforme a Figura 22, responsáveis pela produção de cerca de 34.000 milheiros/mês. Em Iranduba, situada a 40km de Manaus, polo responsável por quase 50% da produção do estado (20.000 milheiros/mês) encontram-se 18 empresas, com capacidade média de produção um pouco acima de 1.000 milheiros/mês.

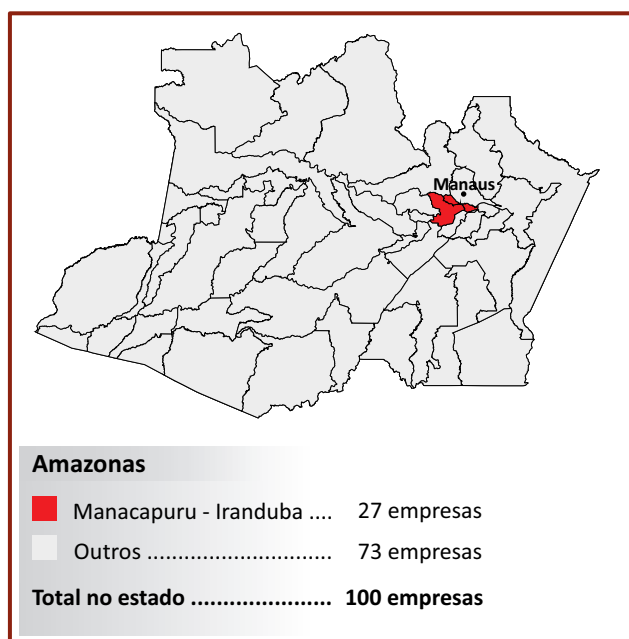


Figura 22: Principais regiões produtoras de cerâmica vermelha no estado do Amazonas.

Em Manacapuru, a 79km de Manaus, encontram-se mais sete empresas, com capacidade média de produção próxima de 700 milheiros/mês, com uma produção total acima de 5.000 milheiros/mês. Em conjunto, os dois polos apresentam duas empresas fabricantes de telhas e as demais de blocos de vedação.

Acre

O setor de cerâmica vermelha no Acre apresenta uma produção total de 9.000 milheiros/mês (90% de tijolos e 10% de telhas e pisos), através da operação de 21 empresas com média de 428 milheiros/empresa.mês.

De modo geral, nas empresas locais predomina o emprego de fornos tipo caieira (78%), operando com lenha, o que indica uma certa precariedade na infraestrutura de produção das empresas e um uso ineficiente da lenha (2 m³/milheiro), evidenciando as características gerais da produção semi-artesanal das olarias.

Ainda que pequena, existe no estado uma concentração de 13 empresas em região próxima à cidade de Epitaciolândia onde predomina o emprego de fornos tipo caieira (78%), operando com lenha.

O polo cerâmico é apresentado no mapa da Figura 23.

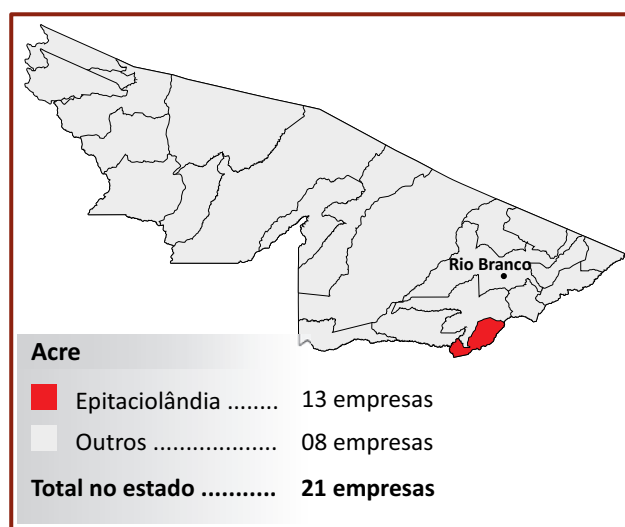


Figura 23: Principais regiões produtoras de cerâmica vermelha no estado do Acre.

Amapá

O setor de cerâmica vermelha no Amapá apresenta uma produção total da ordem de 5.000 milheiros/mês, sendo 83% de tijolos comuns de vedação de seis furos (10x15x20cm) e 17% de telhas prensadas (apenas dois fabricantes) e blocos de vedação de tipos diversos.

Os fornos mais empregados são os dos tipos caieira e circular de chama reversível nas empresas de micro e pequeno porte, enquanto que nas de maior porte encontram-se fornos Hoffman, contínuos e abóbadas. O energético mais empregado é a lenha de procedência nativa de extração local, além de serragem e caroço de açaí.

A escala de produção das empresas locais varia de 80 a 450 milheiros/empresa.mês e atende apenas ao mercado local (Macapá e cidades do interior).

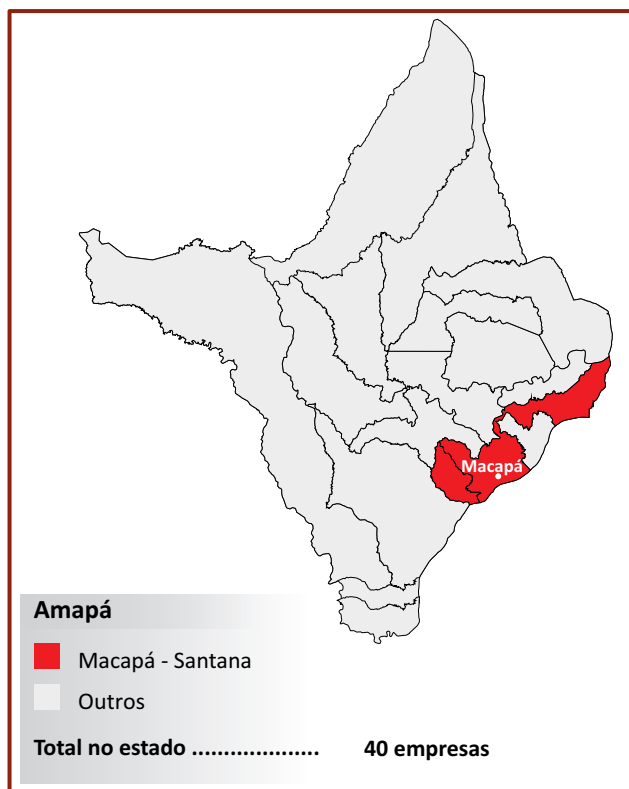


Figura 24: Principais regiões produtoras de cerâmica vermelha no estado do Amapá.

Rondônia

A produção cerâmica de Rondônia é promovida atualmente por cerca de 80 empresas, incluindo cerca de 50 olarias, com produção específica da ordem de 250 milheiros/empresa.mês, levando a uma produção total da ordem de 20.000 milheiros/mês.

O município de Cacoal concentra o maior número de oleiros cerâmicos do estado, composto por, aproximadamente, 65 empresas.

Há outras localidades com concentração de indústrias cerâmicas, como: Pimenta Bueno, Rolim de Moura e ainda a Zona da Mata, conforme a Figura 25.

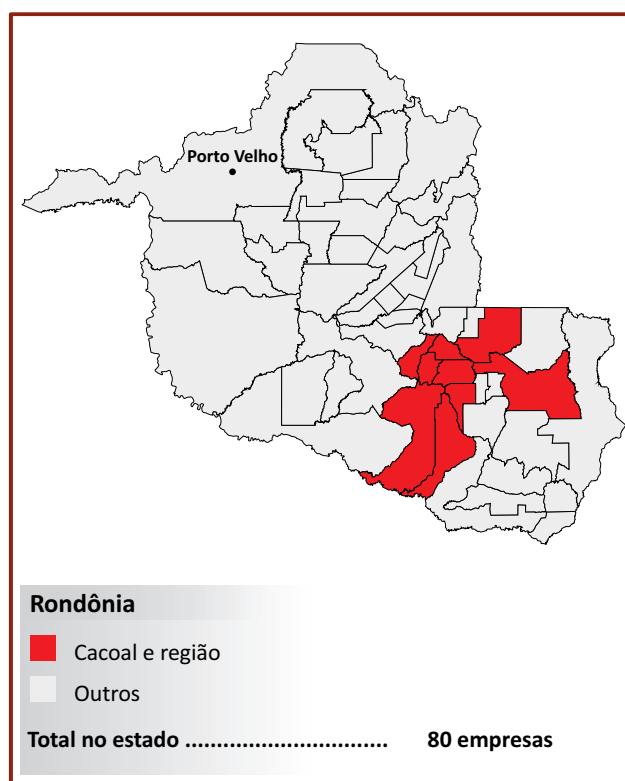


Figura 25: Principais regiões produtoras de cerâmica vermelha no estado de Rondônia.

Roraima

O estado de Roraima conta com aproximadamente 30 indústrias de cerâmica vermelha visando ao atendimento de Boa Vista e Mucajaí, conforme Figura 26, com telhas e blocos de vedação, estimando-se que envolva uma média específica de produção da ordem de 150 milheiros/empresas.mês, perfazendo uma produção total de 2.000 milheiros/mês.



Figura 26: Principais regiões produtoras de cerâmica vermelha no estado de Roraima.

Resumo

De forma a agregar os valores de produção, consumo de lenha e energia elétrica, a tabela a seguir faz um resumo desses parâmetros de forma a ajudar na visualização do panorama geral do país.

Nota-se que a região com maior número de empresas do país é a região Sul com aproximadamente 29% do total, seguida das regiões Sudeste e Nordeste com 26% e 24%, respectivamente, das empresas do setor.

Já a região que concentra a maior produção do país é a região Sudeste com 41% do total, com destaque para o estado de São Paulo que detém a maior produção do país com 731.000 milheiros/mês (aproximadamente 1.462 ton/mês) e cerca de 650 empresas mecanizadas e que conseqüentemente os fazem ser os maiores consumidores de lenha e de energia elétrica.

As regiões Sul e Nordeste apresentam valores totais de produção total, consumo de lenha e energia elétrica com aproximadamente 24% do total do país, cada, e a região Centro Oeste detém 7%. Já a região Norte apresenta produção, em sua maior parte de forma artesanal representando cerca de 3% do setor nos parâmetros apresentados.

A Tabela 1 faz um resumo da produção, consumo de lenha e consumo de energia elétrica de cada estado.

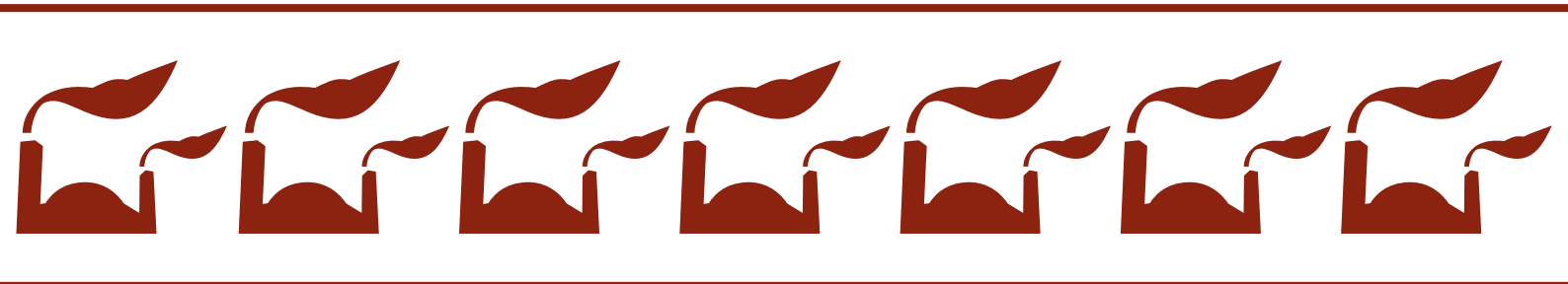
Tabela 1 - Produção e consumo de energia (lenha e energia elétrica) no Brasil.

UF	Nº de Empresas	Produção		Consumo de Lenha		Consumo de Energia Elétrica MWh/mês
		(10 ³ milheiros/mês)	(10 ³ toneladas/mês)	Específico (m ³ /milheiro)	Equivalente (10 ⁶ m ³ /ano)	
RS	795	356	712	1,22	5,22	24.920
SC	625	213	426	1,26	3,23	14.910
PR	620	288	576	1,25	4,32	20.160
SP	750	731	1.462	1,22	10,66	53.752
RJ	207	220	440	1,21	3,20	15.404
MG	740	426	852	1,28	6,52	29.820
ES	110	50	100	1,26	0,75	3.500
BA	520	210	420	1,24	3,13	19.600
SE	156	38	76	1,28	0,58	2.660
AL	70	23	46	1,26	0,35	1.610
PE	90	68	136	1,24	1,01	4.760
PB	66	41	75	1,24	0,61	2.870
RN	186	111	170	1,19	1,58	4.945
CE	412	207	414	1,30	3,24	14.494
PI	123	77	154	1,25	1,16	5.390
MA	91	53	106	1,29	0,82	3.710
GO	350	170	340	1,27	2,59	11.900
DF	16	5	56	1,23	0,07	840
TO	100	40	80	1,27	0,61	2.800
MS	120	24	48	1,23	0,36	1.680
MT	150	21	42	1,22	0,31	1.470
RO	80	20	45	1,25	0,36	3.010
AM	100	43	86	1,29	0,67	1.960
AC	21	9	18	1,24	0,13	3.220
PA	500	46	92	1,38	0,76	350
AP	40	5	10	1,42	0,09	140
RR	30	2	4	1,25	0,03	70
TOTAL	7.068	3.497	6.986	1,26	52,36	249.945

Bibliografia

INT/MCTI, 2012. **Panorama da indústria de cerâmica vermelha no Brasil**. Rio de Janeiro/RJ. 83p.

INT/MCTI, 2013. **Panorama da indústria de cerâmica vermelha na região Nordeste do Brasil**. Rio de Janeiro/RJ. 44p.



Principais Fornos Empregados no Setor

Autores: Mauricio Francisco Henriques Júnior
Marcelo Rousseau Valença Schwob
Joaquim Augusto Pinto Rodrigues
Felipe Rezende Belém

Apresentação

Pode-se dizer que na fabricação de produtos cerâmicos todas as etapas do processo fabril têm sua devida importância, devendo influenciar a qualidade final das peças fabricadas, a produtividade e o consumo de energia.

A etapa de cozimento ou de sinterização, ou ainda de queima, é onde se dá o maior consumo de energia térmica, e neste processo são empregados diversos tipos de fornos, indo dos mais rudimentares e ineficientes, até os mais modernos e de alta produtividade.

Nos fornos cerâmicos os produtos previamente secos são submetidos a uma curva de temperatura entre 850°C e 950°C, conforme o tipo de matéria-prima, durante certo número de horas, também variável de acordo com o tipo de forno e do tipo de peça a ser queimada.

Os fornos podem ser divididos em dois grupos principais: de operação intermitente (ou batelada), e de operação contínua. O primeiro grupo reúne tipos construtivos mais antigos, de menor rendimento e produção, haja vista que os fornos precisam constantemente sofrer processos de aquecimento e de resfriamento, o que contribui para um gasto energético adicional. Nestes casos, boa parte da energia é perdida para o ambiente ou é gasta para aquecer toda a estrutura de refratários, o que constitui perda de calor. Neste grupo de fornos intermitentes estão os tipos: caipira, caieira, abóbada

ou redondo, garrafão, metálico móvel, vagão, paulistinha, igreja e outros.

No grupo dos fornos de operação contínua, a queima se dá permanentemente, ou numa determinada zona fixa do forno ou em várias câmaras interligadas que vão sendo queimadas de forma sequencial. O calor gerado na queima sempre é reaproveitado, podendo servir para preaquecer, no próprio forno, os produtos crus ou não cozidos. Nestes fornos também é comum recuperar calor para preaquecer o ar de combustão ou usar ar quente da zona de resfriamento como fonte de calor em secadores. Por operar continuamente, as perdas de calor nos fornos contínuos são menores, conferindo a estes maior economia de energia (combustíveis), maior controle da operação, melhor qualidade dos produtos finais, maior produtividade, e menores níveis de emissão de poluentes locais (fuligem). Neste grupo estão os fornos do tipo: Hoffmann (semi contínuo), câmaras (cedan, por exemplo) (semi contínuo) e túnel.

No Brasil ainda são encontrados outros tipos de fornos derivados destes modelos citados anteriormente. São fornos adaptados e que sofreram algumas modificações nos seus desenhos e conceitos originais. Alguns exemplos são: charutão, federico, ouro branco etc. Esse último, por exemplo, usa o conceito do forno caipira, que será descrito a seguir, mas tem uma cobertura em refratário e dutos internos que canalizam os gases de exaustão.

A seguir estão descritas as principais características dos fornos mais empregados no Brasil.

Forno caipira

São fornos mais simples, de formato retangular e que possuem câmara de combustão na parte inferior (Figuras 1 e 2). Esta câmara é alimentada por seis a oito bocas, onde o operador insere a lenha a ser queimada. Este tipo de forno não apresenta cobertura, o que dificulta o reaproveitamento do calor. O calor do processo de combustão segue uma trajetória ascendente, passando pela carga a ser cozida e atingindo o topo. Devido ao seu baixo custo de construção e operação, é amplamente utilizado em zonas mais pobres e onde não há demanda de produtos de maior qualidade. É muito empregado para a fabricação de telhas do tipo colonial.

Resumo

- Dimensões externas: comprimento de 7,4 a 9,0m, altura de 2,5 a 4,0m e largura de 2,5 a 4,0m;
- Número de bocas: seis ou oito;
- Capacidade por carga: 25.000 a 38.000 peças (31 a 47 t por carga);
- Capacidade mensal: aproximadamente 250 milheiros por forno/mês (310 t/mês);
- Produtos: telhas (90%) e tijolos;
- Consumo específico de lenha: 1,2 a 2,0m estéreos (st)/milheiro (valores corrigidos para atender uma produção plenamente sinterizada);
- Consumo específico médio de energia térmica: >1.000kcal/kg;
- Eficiência térmica média: 18%;
- Ciclo completo de queima: média de 38 horas;
- Tempo de queima: 7 a 12 horas;
- Peças de 1ª qualidade: 5 a 15%;
- Perdas: 10 a 15%.



Figura 1: Forno caipira.



Figura 2: Conjunto de fornos caipira construídos lado a lado aproveitando paredes laterais.

Forno paulistinha

É muito usado no setor cerâmico do Brasil. O forno paulistinha (Figura 3) constitui 15% dos fornos em operação, mas apresenta desempenho térmico inferior aos outros fornos presentes no mercado à exceção do caipira e do caieira. No entanto, há uma tendência decrescente na sua aplicação devido à modernização pela qual o setor vem passando. Sua concentração é maior em regiões de menor nível tecnológico.

A estrutura do forno é em alvenaria, sem isolamento térmico e possui formato retangular e crivos no chão para tiragem de gases quentes gerados na combustão que seguem um fluxo descendente chamados de chama reversível. Apresenta de 4 a 6 fornalhas que são dispostas em uma das paredes laterais do forno. Normalmente, operam em conformação geminada de modo a aproveitar ao máximo o calor da queima ou do resfriamento. O controle do fluxo é realizado por “dampers”, que assim ajustam a pressão interna do forno.



Figura 3: Forno paulistinha de pequena capacidade.

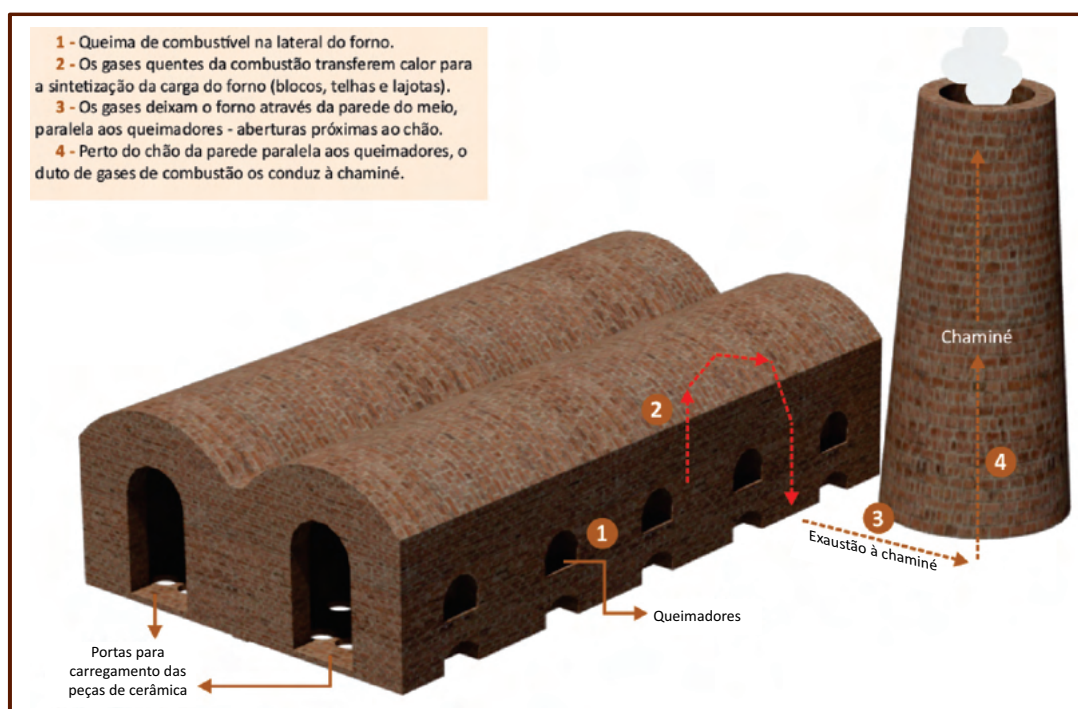


Figura 4: Croqui do forno paulistinha.

Resumo

- Dimensões externas: comprimento de 7,0 a 15,0m, largura de 3,5 a 6,0m e altura por volta de 3,5m;
- Capacidade: 30.000 a 60.000 peças;
- Produtos: tijolos, telhas e lajotas;
- Peças de 1ª qualidade: entre 50 e 70%;
- Perdas: entre 5 e 8%;
- Consumo específico de lenha: 1,25 a 1,7 st/milheiro (peças de 1,8kg);
- Consumo específico de energia térmica: 583 a 914 kcal/kg;
- Eficiência térmica: 35%.

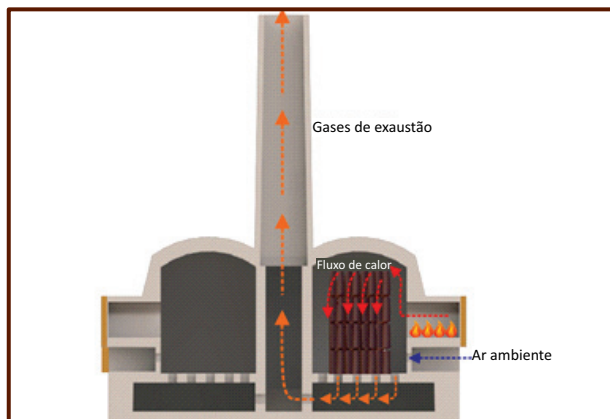


Figura 5: Fluxos de calor no forno paulistinha.

Vantagens

- Facilidade e possibilidade de construção com mão de obra e material da empresa;
- Custo atrativo;
- Facilidade de operação;
- Recuperação de calor;
- Uso de diversos tipos de combustível;
- Produção diversificada (blocos, telhas e lajotas).

Desvantagens

- Queima pouco homogênea (cantos do forno com menor incidência de calor);
- Consumo energético específico alto;
- Resfriamento lento;
- Elevado insumo de mão de obra em relação a outros tipos de fornos;
- Insalubridade para empregados (porque precisam descarregar o forno ainda com certa temperatura elevada);
- Percentual de produtos de primeira qualidade relativamente baixo.

Custo de Aquisição

Um forno paulistinha com capacidade de 40 milheiros/carga ou 72 toneladas com dimensões internas de 8m de comprimento, 5m de largura e 2,5m de altura, e para uma produção mensal de 260

milheiros custa por volta de R\$ 90 mil, mais R\$ 30 mil de obra civil referente às canalizações de tiragem dos gases e sistema de controle. Na construção de um segundo forno, os custos com canalização de gases se reduzem.

Forno abóbada (ou redondo)

Os fornos tipo abóbada são muito utilizados no Brasil, representando 40% dos fornos em operação na indústria de cerâmica vermelha brasileira. São considerados mais eficientes que os fornos caipiras e os do tipo paulistinha, mas ainda apresentam baixo desempenho térmico. Sua tendência de participação no país é estável, sendo decrescente em regiões com mais tecnologia disponível e crescente nas regiões com menos tecnologia.

De formato circular, o forno tipo abóbada apresenta de 4 a 6 fornalhas em seu perímetro lateral, onde é realizada a queima, e um teto no formato de abóbada. O calor produzido nas fornalhas segue inicialmente um fluxo ascendente e depois, ao atingir o teto, tem a direção descendente, passando pela carga e por um piso crivado de passagem para os gases.

Apresenta também duas portas opostas por onde a carga é introduzida. A parte inferior é conectada a uma chaminé, que induz a tiragem natural dos gases,



Figura 6: Forno abóbada.

embora esta também possa ser realizada com a ajuda de exaustores. A parte inferior também é conectada a secadores, de modo que o calor residual (ar quente) possa ser recuperado na secagem das peças durante a fase de resfriamento.

Resumo

- Dimensões externas: 5 a 11m de diâmetro e 2,2 a 3,0m de altura;
- Número de fornalhas: de quatro a seis;
- Capacidade: 30.000 a 110.000 peças (40 a 130t por carga); capacidade mensal: 180 a 600 milheiros (240 a 710t/mês);
- Produtos: telhas, tijolos e lajotas;
- Ciclo e tempo de queima: tempo de queima de 20 a 40 horas, dependendo do tipo da argila e da lenha empregada, e ciclo completo: 3,5 a 4,5 dias;
- Peças de 1ª qualidade: > 60%;
- Perdas 2 a 5%;
- Consumo específico de lenha: 1,15 a 1,6 st/milheiro (peças de 1,8kg);
- Consumo específico de calor: 536 a 860kcal/kg;
- Eficiência térmica média: 38%.

Vantagens

- Facilidade de construção;
- Possibilidade de construção com mão de obra e material da empresa;
- Facilidade de operação;
- Custo atrativo;
- Possibilita recuperação de calor;
- Uso de diversos tipos de combustível e produção diversificada (blocos, telhas e lajotas).

Desvantagens

- Taxa de aquecimento desigual entre as zonas superior e inferior;
- Consumo energético específico alto;
- Elevado insumo de mão de obra em relação a outros tipos de fornos;
- Índice de perdas mediano, derivado das deficiências de queima e da manipulação do produto;
- Produtos com qualidade mais baixa na zona junto ao piso (zona mais fria);
- Condições insalubres para o descarregamento do forno (alta temperatura interna e poeira).

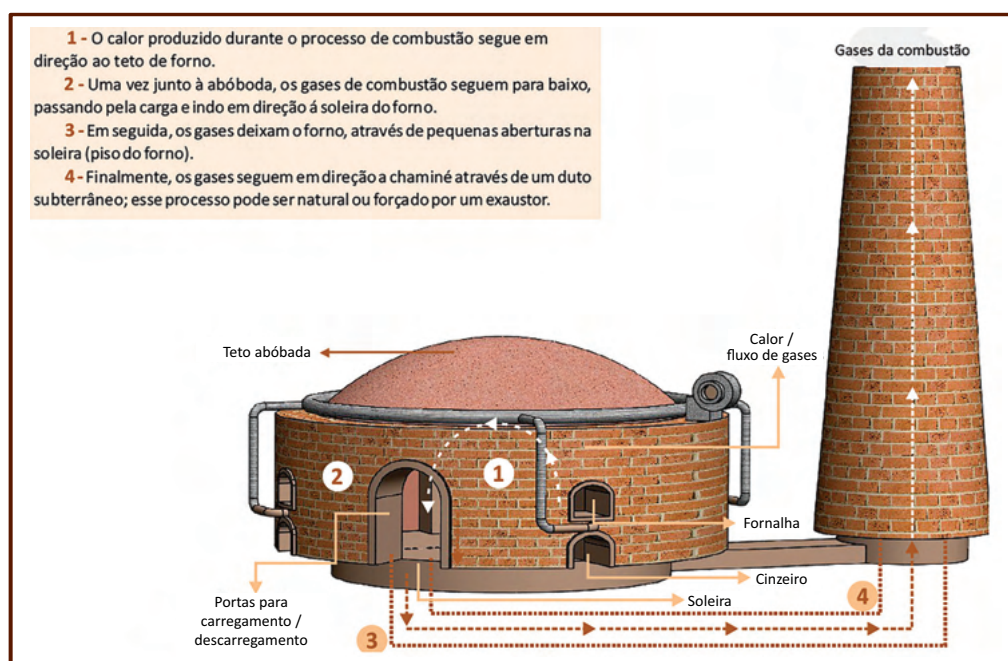


Figura 7: Croqui do forno tipo abóbada.

Custo de Aquisição

Um forno abóbada com capacidade para 50 milheiros/carga de bloco 9x19x19 (90t), com dimensões internas de 8m (diâmetro) e 2,5m de altura e capacidade mensal de 300 milheiros/mês, custa por volta de R\$ 100 mil, mais R\$ 30 mil de obra civil referente às canalizações de tiragem dos gases e sistema de controle. Apresenta a vantagem de poder ser construído parcialmente com mão de obra da empresa.

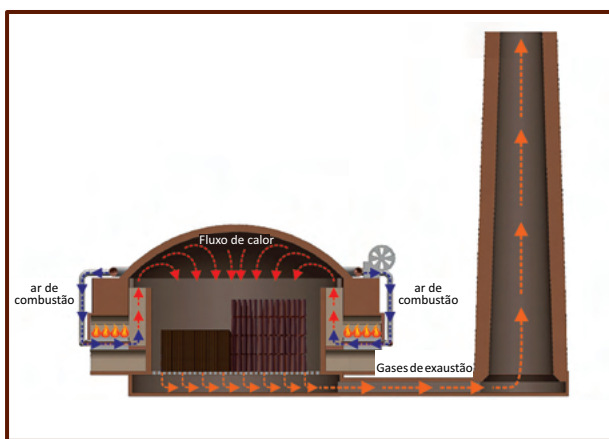


Figura 8: Fluxos de calor no forno tipo abóbada.

Forno Hoffmann

Desenvolvido no século XIX, foi pioneiro na concepção de que o calor da exaustão poderia ser usado em uma câmara posterior para pré-aquecimento da carga fria, o que conferiu uma grande redução no uso de combustível. Seu uso se intensificou no Brasil a partir da década de 60 e hoje representa entre 15% a 20% dos fornos operando no País. No entanto, devido ao seu alto custo, esse tipo de forno vem sendo cada vez menos incluído nos planos de expansão das empresas ou nos de criação de novas empresas.

O comprimento dos fornos pode variar de 60 a 120m, com 12 a 16 câmaras. A estrutura do forno é toda de alvenaria, com paredes grossas para resistir aos

efeitos de choque térmico devido às constantes operações de aquecimento e resfriamento, e para sustentar as abóbadas das câmaras de forno. A tiragem dos gases é feita por chaminé, podendo usar um sistema de exaustão, caso a tiragem natural não seja suficiente.



Figura 9: Forno Hoffmann.

Resumo

- Dimensões externas: comprimento de 60 a 120m; altura de 2,5 a 3,0m e largura de 3,5 a 4,5m;
- Número de câmaras: 12 a 16 (com queima na parte superior);
- Capacidade mensal: 800 a 1.200 milheiros/mês (1.440 a 2.160 t/mês);
- Produtos: tijolos e lajotas;
- Ciclo completo de queima: 2 a 4 dias;
- Tempo de queima: 6 horas por câmara; queima média de 4 câmaras por dia (40 a 48 milheiros/dia);
- Peças de 1ª qualidade: > 90%;
- Perdas < 2%;
- Consumo específico de lenha: 0,9 a 1,2 st/milheiro (peças de 2,2kg);
- Consumo específico de energia térmica: 418 a 637 kcal/kg;
- Eficiência térmica média: 50%.

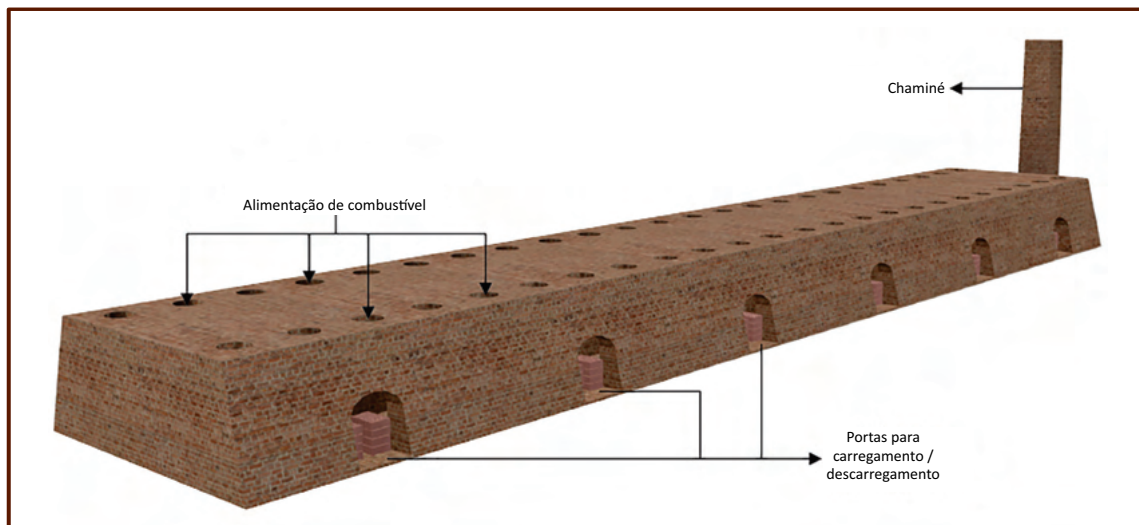


Figura 10: Croqui do forno Hoffmann.

Vantagens

- Produtos de primeira acima de 90%;
- Permite a modulação da velocidade da queima;
- Adapta-se a diferentes tipos de matéria-prima;
- Baixo índice de perdas;
- Bom desempenho energético;
- Recuperação de calor;
- Uso de diversos tipos de combustível.

Desvantagens

- Construção cara;
- Operação mais complexa (operação permanente de abertura e fechamento de registros, posição das barreiras de papel e do ritmo de avanço das câmaras);
- Produção apenas de blocos;
- Requeima na soleira e falta de queima na abóbada;
- Vazamento nos canais e manchas laterais nos produtos causadas pela falta de ar na queima.



Figura 11: Fluxos de calor no forno Hoffmann.

Forno vagão metálico

Os fornos do tipo vagão metálico começaram a ser empregados no Brasil em 2015 com o incentivo da maior oferta de fibra cerâmica de fabricação nacional ou importada a preço competitivo, considerando ser a isolamento térmico nesses fornos um dos principais itens no custo final.



Figura 12: Forno vagão.

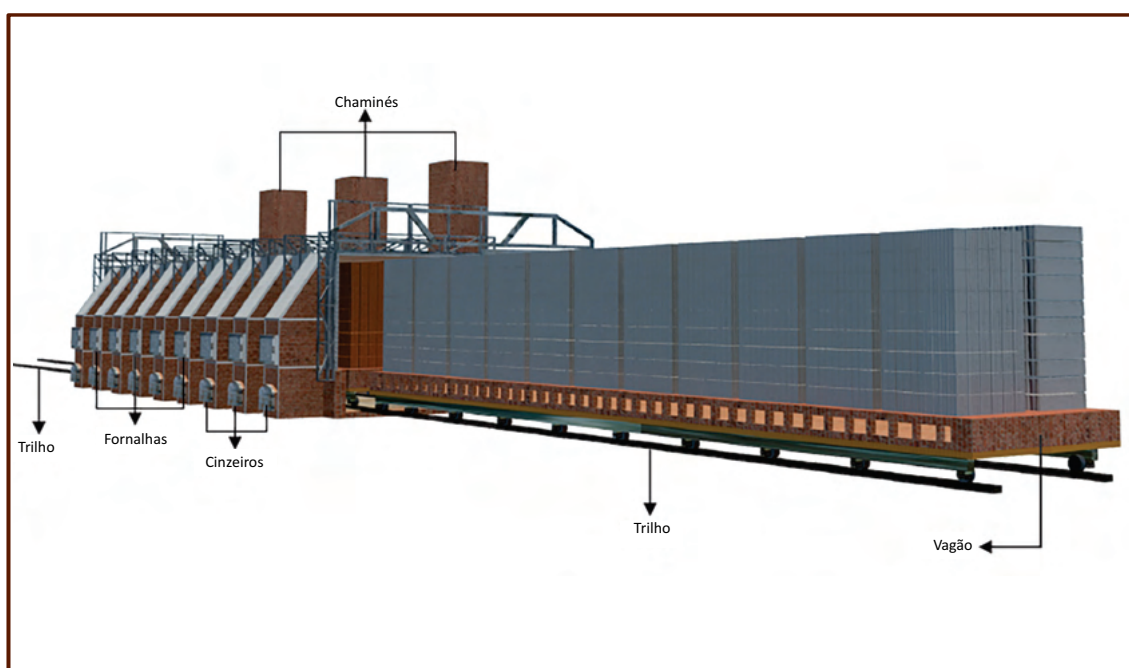


Figura 13: Croqui do forno vagão metálico.

O vagão metálico é um forno cerâmico intermitente composto de um corpo fixo, com estrutura metálica (laterais e teto) e revestimento interno de fibra cerâmica especial (espessura de 15cm) e duas estruturas móveis (plataformas ou vagões), que se deslocam sobre trilhos, levando e retirando a carga do interior da estrutura fixa, o que ocorre nas duas entradas do forno. Cada plataforma apresenta uma estrutura cerâmica com crivos para tiragem dos gases quentes da queima. Em uma das paredes das laterais da parte fixa, ficam acopladas as fornalhas de queima, com 6 a 9 bocas. Nesse tipo de forno, é imprescindível a secagem das peças antes da queima, que pode ser realizada com a recuperação do calor residual do forno.

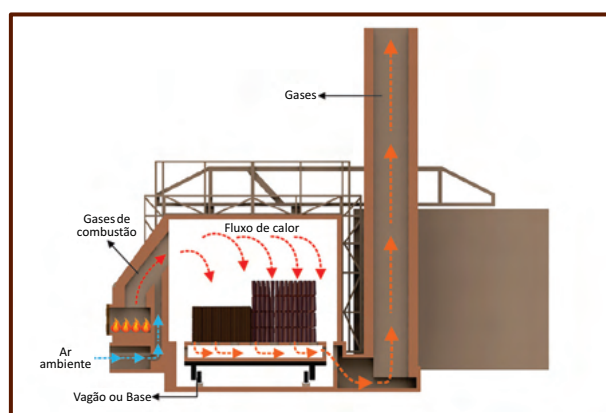


Figura 14: Fluxos de calor no forno vagão metálico.

Resumo

- Dimensões: comprimento de 18 a 24m; altura interna de 2,7m e largura interna de 3 a 4m;
- Número de fornalhas: seis a nove (numa das laterais);
- Capacidade por carga: 30.000 a 55.000 peças (aproximadamente 75 a 140 t por carga);
- Capacidade mensal: 390 a 690 milheiros (975 a 1.725 t/mês);
- Produtos: telhas, tijolos e lajotas;
- Consumo específico de lenha: 0,8 a 0,9 st/milheiro de peças de 1,8kg;
- Consumo específico de energia térmica: 450 a 580 kcal/kg;
- Eficiência térmica média: 49%;
- Ciclo completo de queima: 2,0 a 2,5 dias;
- Tempo de queima: 15 a 25 horas, conforme tipo de argila empregada;
- Peças de 1ª qualidade: > 90%;
- Perdas: < 1%.

Vantagens

- Redução na demanda de energia térmica e na emissão de carbono;
- Projeto modulado, podendo ser adequado à demanda da empresa;
- Pode empregar diferentes combustíveis;
- Custo de investimento competitivo, em comparação com modelos da mesma categoria;
- Baixo custo operacional;
- Recuperação de calor para a secagem;
- Menor insumo de mão de obra;
- Melhores condições de salubridade no ambiente da produção;
- Maior velocidade de produção;
- Ciclo de queima curto;
- Queima homogênea;
- Facilidade de operação;
- Desmontável e transportável;
- Financiável por bancos de fomento, em geral, 60%;

- Baixa inércia térmica (estrutura leve de metal com revestimento de fibra cerâmica).

Desvantagens

- Não aplicável a escalas de produção acima de 2.000 t/mês;
- Deve operar com peças cruas bem secas (< 6% de umidade);
- Exige cuidados com o sistema de tracionamento da carga.

Custo de Aquisição

Forno vagão metálico de menor capacidade (produção de 30 milheiros/carga de bloco de 2,5kg e capacidade mensal de 390 milheiros/mês) pode custar cerca de R\$ 300 mil, mais R\$ 60 mil de obra civil referente às plataformas, crivos e canais de tiragem para o secador e a exaustão na chaminé, totalizando R\$ 360 mil.

Do valor do forno, cerca de 40% corresponde à isolamento térmica com fibra cerâmica e o restante à estrutura metálica e de alvenaria, instalação elétrica, sistema de controle, instalação etc.

Fornos maiores (24 x 4m) para 50 milheiros /queima ou 650 milheiros/mês podem custar aproximadamente R\$ 550.000,00.

Forno metálico móvel

Os fornos cerâmicos do tipo metálico móvel começaram a ser empregados no Brasil há menos de seis anos e já estão em operação cerca de 200 unidades, o que representa 5% da produção nacional de cerâmica vermelha, com tendência crescente de participação no mercado produtivo.

Essa estrutura se move sobre trilhos, acoplando-se sobre duas ou três bases de queima fixas, também chamadas de plataformas fixas, em lajotas cerâmicas, que constituem os crivos do forno através dos quais se dá a extração de gases quentes da queima (tiragem do forno).



Figura 15: Forno metálico móvel.

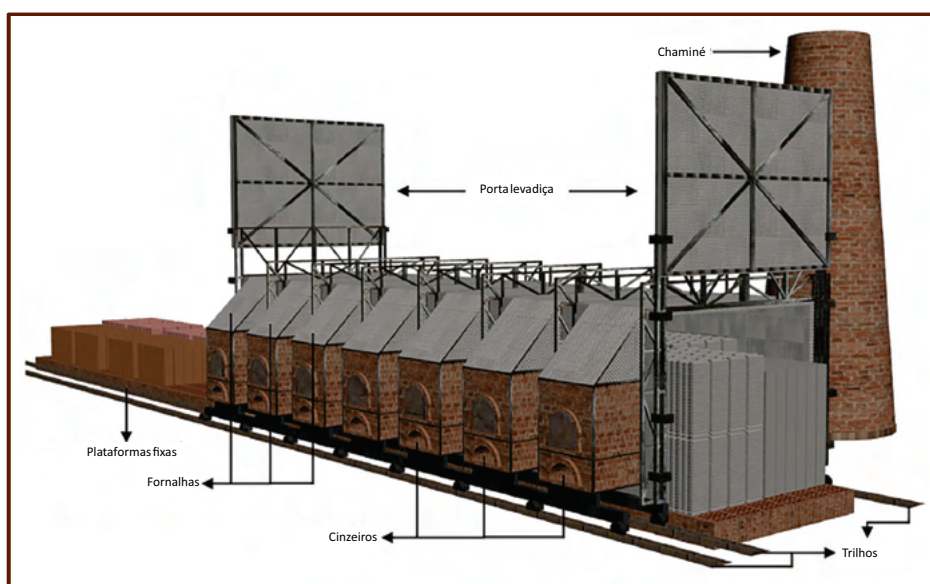


Figura 16: Croqui do forno metálico móvel.

O revestimento interno do forno em fibra cerâmica (material de baixa densidade e muito leve) visa a refletir o calor e reduzir a sua absorção pela estrutura da parte móvel, proporcionando uma baixa inércia térmica ao conjunto, que se traduz em: redução da perda de calor na estrutura, aumento da velocidade de aquecimento e redução da velocidade de resfriamento.

Numa das laterais da parte móvel ficam acopladas as fornalhas de queima que somam 6 a 9 bocas.

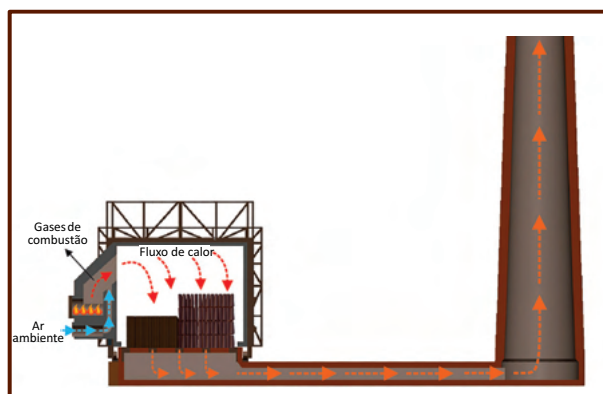


Figura 17: Fluxos de calor no forno metálico móvel.

Resumo

- Dimensões externas: comprimento de 15 a 25m; altura de 3,5 a 4,0m e largura de 4,5 a 6,6m;
- Número de fornalhas: 6 a 12;
- Dimensões da câmara: 200 a 600m³;
- Capacidade por carga: 50.000 a 120.000 peças (80 a 200 t por carga);
- Capacidade mensal: 600 a 1.500 milheiros (1.100 a 2.700 t/mês);
- Produtos: telhas, tijolos e lajotas;
- Consumo específico de lenha: 0,7 a 0,8 st/milheiro (peças de 1,8 kg);
- Consumo específico de energia térmica: 397 a 519 kcal/kg;
- Eficiência térmica média: 56%;
- Ciclo completo de queima: 2,0 a 2,5 dias;
- Tempo de queima: 15 a 25 horas;
- Peças de 1ª qualidade: > 90%;
- Perdas: < 1%.

Vantagens

- Redução drástica na demanda de energia térmica e da emissão de carbono;
- Projeto do forno adequado à demanda da empresa;
- Pode usar vários tipos de combustível;
- Custo de investimento competitivo com outros tipos de fornos de mesma capacidade;
- Custo operacional inferior ao da maioria dos fornos;
- Plena possibilidade de recuperação de calor (80%) para a secagem;
- Menor insumo de mão de obra;
- Melhores condições de salubridade no ambiente da produção;
- Maior produtividade;
- Maior velocidade de produção;
- Menor tempo de ciclo;
- Queima homogênea (consegue-se > 90% de material de primeira qualidade);
- Menor manipulação do produto (menos perdas);

- Programação conveniente (pode ser desligado nos fins de semana, evitando pagamento de horas-extra);
- Desmontável e transportável;
- Financiável por bancos de fomento.

Desvantagens

- Não aplicável a escalas de produção acima de 2.000 t/mês;
- Exige boa secagem dos produtos.

Custo de Aquisição

Forno móvel metálico de menor capacidade (produção de 50 milheiros/carga de bloco 9x19x19 com volume de 15x5x3m e capacidade mensal de 600 milheiros/mês) pode custar cerca de R\$ 350 mil, mais R\$ 150 mil de obra civil referente às plataformas, crivos e canais de tiragem para o secador e a exaustão na chaminé, totalizando R\$ 500 mil.

Do valor do forno (R\$ 350 mil), cerca de 40% (R\$ 140 mil) correspondem à isolamento térmica com fibra cerâmica e R\$ 210 mil à estrutura metálica e de alvenaria, instalação elétrica, sistema de controle, instalação etc. Fornos maiores (24 x 8 x 3,5m) para 150 milheiros/queima ou 1.800 milheiros/mês (duas plataformas) podem custar aproximadamente R\$ 1 milhão.

Forno câmaras - cedan

Os fornos de câmara do tipo cedan foram desenvolvidos há cerca de 15 anos e representam uma evolução em relação aos fornos de câmaras convencionais e aos fornos Hoffmann. A partir de 2008, por suas características técnicas e vantagens econômicas, passou a ser difundido com grande aceitação na indústria de cerâmica vermelha no Brasil. Atualmente, estima-se a existência de mais de cem fornos desse tipo em operação no país, com perspectiva de rápida ampliação.



Figura 18: Forno cedan – tipo câmaras.

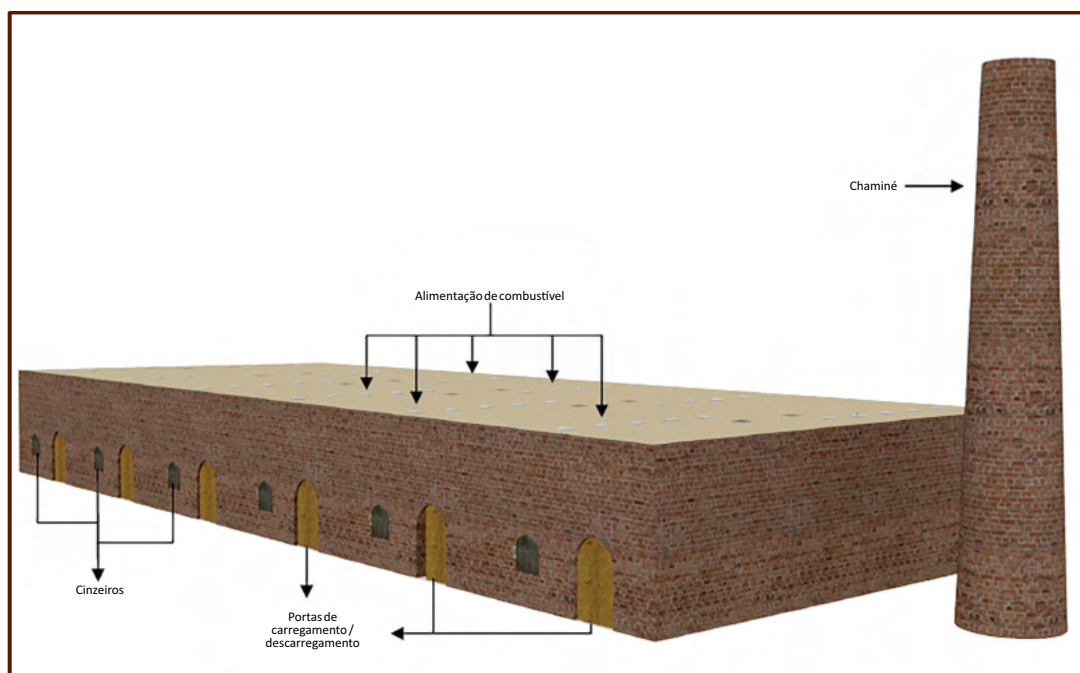


Figura 19: Croqui do forno cedan.

O forno cedan é constituído por multicâmaras interligadas, com aproveitamento interno de calor entre elas, proporcionando uma operação semicontínua. O arranjo mais comum para os fornos consiste em um conjunto de 6 ou 8 câmaras de cada lado do forno, interligadas lateralmente por passagens abaixo do piso (crivo) e por passagens internas na parte superior lateral das câmaras. A capacidade de

cada câmara pode variar entre 25.000 a 40.000 peças (32 a 52t), de acordo com as dimensões internas e conforme o tipo de produto enfiado.

A alimentação de combustível, na forma de lenha em toras, cavacos ou serragem, se dá pelo topo do forno (teto), podendo ser de forma contínua ou em bateladas (intermitente).

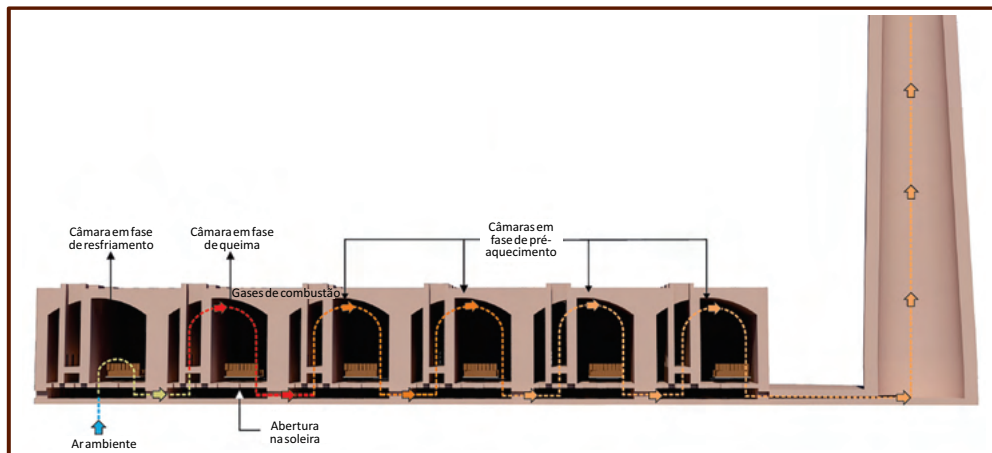


Figura 20: Fluxos de calor no forno cedan.

Resumo

- Dimensões externas: comprimento de 36 a 50m; altura de 4,2m e largura de 15,0 a 24,0m;
- Dimensões da câmara: 3,0 x 5,3 a 12,0 x 3,0 a 3,5m (altura x profundidade x largura);
- Capacidade por câmara: 25.000 a 40.000 peças (32 a 52t por carga);
- Capacidade mensal média: 900 milheiros (aproximadamente 1.100t/mês);
- Produtos: telhas, tijolos e lajotas;
- Consumo específico de lenha: 0,6 a 0,7 st/milheiro (peças de 1,8kg);
- Consumo específico de energia térmica: 409 a 545 kcal/kg;
- Eficiência térmica média: 54%;
- Tempo de queima: 15 a 18 horas, dependendo do tipo da argila e da lenha empregada;
- Cadência de processamento: 1 a 2 câmaras por dia;
- Peças de 1ª qualidade: > 90%;
- Perdas: < 2%.
- Flexibilidade de produção, já que são “lotes” de cerca de 30 mil peças;
- Possibilidade de queima de vários tipos de lenha (toras, varas finas, tarugos extrusados, briquetes, cavacos e serragem);
- Baixo custo operacional;
- Possibilidade de recuperação de calor para a secagem;
- Condições razoáveis de salubridade no ambiente da produção (principalmente durante a queima);
- Boa produtividade e velocidade de produção;
- Queima homogênea e baixo nível de perdas por quebras e trincas.

Desvantagens

- Custo de investimento relativamente elevado;
- Operação um pouco complexa.

Custo de Aquisição

O custo de investimento num forno cedan com capacidade de produção com 12 câmaras (900 milheiros/mês) é da ordem de R\$ 400 a 500 mil, considerando o emprego de mão de obra da própria empresa e de boa parte da alvenaria, composta de tijolos maciços e que pode ser produzida na própria fábrica.

Vantagens

- Redução drástica na demanda de energia térmica e da emissão de carbono;
- Projeto do forno adequado à demanda da empresa;
- Baixo consumo de energia térmica e de emissão de carbono;

Forno túnel

Os fornos cerâmicos do tipo túnel são empregados no Brasil há décadas, porém em uma proporção bastante restrita em função do alto custo de investimento e da escala de produção que ele exige, geralmente superior a 2.000t/mês, muitas vezes fora da realidade das empresas. A projeção atual é de que a quantidade de fornos do tipo túnel de adequada capacidade (>2.000t/mês) no mercado produtivo dobre nos próximos dez anos.



Figura 21: Forno túnel e vagonetas carregadas.

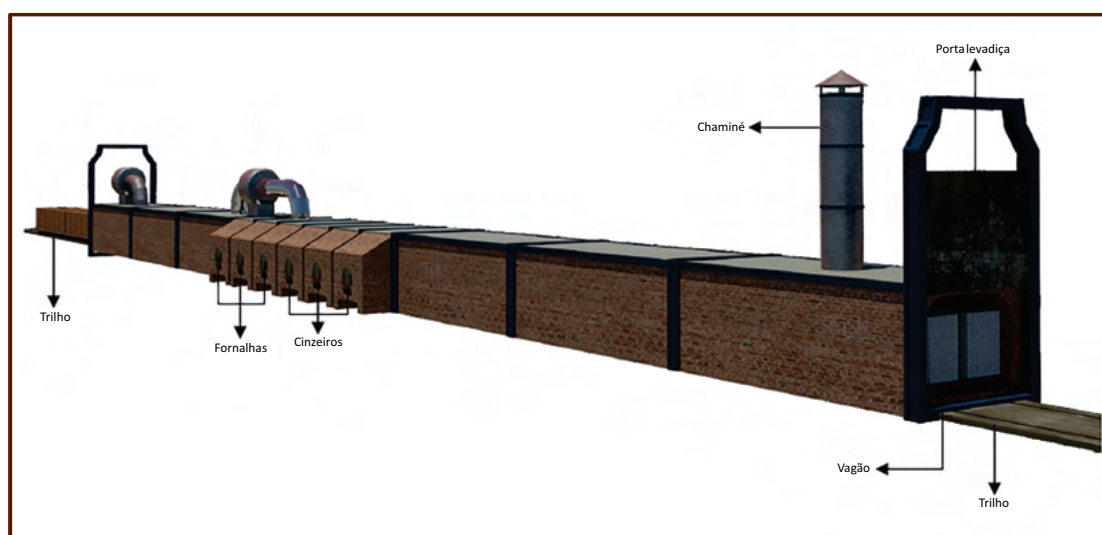


Figura 22: Croqui do forno túnel.

O forno túnel é um forno cerâmico contínuo constituído de um corpo fixo único, com comprimento variável de 50 a 120m, e com duas paredes laterais (altura de 2 a 3m) e um teto reto ou com abóbada interna. Em sua parte interna, o túnel é percorrido por vagonetas de produtos a serem sinterizados. O forno é dividido em três zonas: preaquecimento, queima e resfriamento. O produto cru, disposto em vagonetas, entra pela extremidade da zona de preaquecimento, passa pela zona de queima na parte central, segue pela zona de resfriamento e deixa o forno na saída oposta,

conforme Figura 23. De outro lado, os gases de combustão produzidos na zona de queima seguem o sentido contrário do fluxo da carga ou das vagonetas. Ou seja, os gases seguem na direção da chaminé, posicionada próxima à entrada da carga, e têm o papel de ceder calor para preaquecer o material cru. Na zona de resfriamento há a injeção de ar frio ambiente, que resfria os produtos queimados. Esse ar, agora quente, pode ser aproveitado como ar de combustão na zona de queima e ainda ser coletado através de exaustores para uso nos secadores.

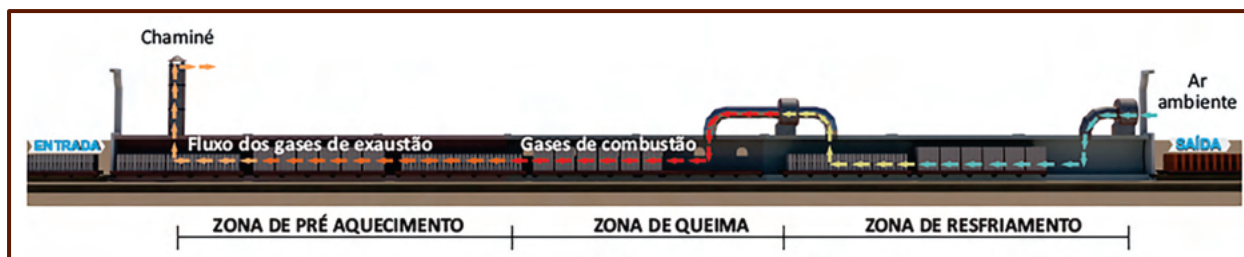


Figura 23: Fluxos de calor no forno túnel.

Resumo

- Dimensões externas: comprimento de 50 a 120m; altura de 2 a 3m e 4 a 8m de largura;
- Número de queimadores ou fornalhas (caso de combustíveis sólidos): 6 a 12 (ambos os lados);
- Capacidade mensal: >1.100 milheiros/mês (>2.000t/mês);
- Produtos: telhas, tijolos e lajotas;
- Consumo específico de lenha: 0,60 a 0,65 st/milheiro (peças de 1,8kg);
- Consumo específico de energia térmica: 341 a 422 kcal/kg;
- Eficiência térmica: 66%;
- Peças de 1ª qualidade: > 95%;
- Perdas: < 1%.

Vantagens

- Redução drástica na demanda de energia térmica e de emissão de carbono;
- Pode ser adequado à demanda da empresa, porém sempre acima de 2.000t/mês;
- Pode usar vários tipos de combustíveis;
- Plena possibilidade de recuperação de calor;
- Menor insumo de mão de obra;
- Melhores condições de salubridade no ambiente da produção;
- Maior produtividade;
- Maior velocidade de produção;
- Queima homogênea (>95% de material de primeira qualidade);
- Menor manipulação do produto (menos perdas);
- Processamento de todo tipo de produto (blocos, lajotas e telhas).

Desvantagens

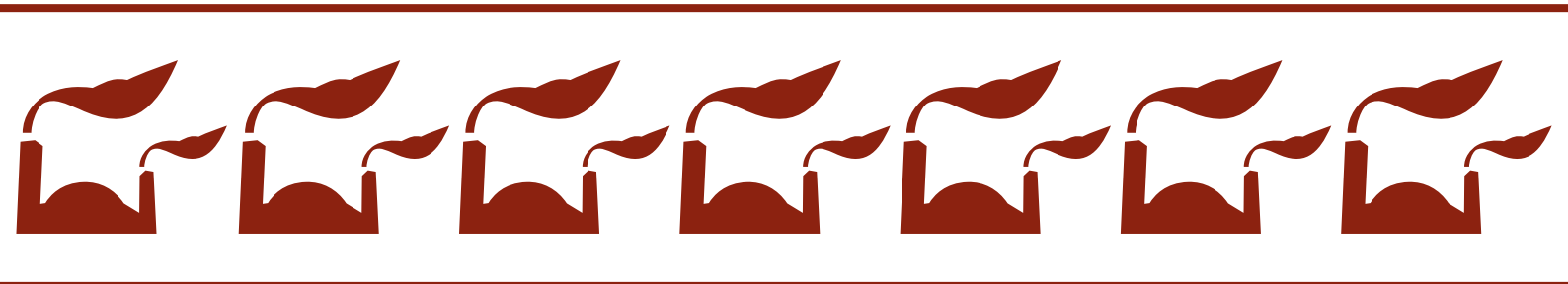
- Investimento elevado;
- Demanda precisão na obra de montagem;
- Demanda pessoal com boa capacitação para uma operação com ajustes finos;
- Exige cuidados de manutenção com o sistema de comando eletrônico da queima;
- Demanda cuidado com impactos no revestimento interno de fibra cerâmica;
- Maior dificuldade para eventuais paradas de produção.

Custo de Aquisição

Um forno túnel de 2.000t/mês de capacidade (1.100 milheiros/mês de bloco 9x19x19) pode custar por volta de R\$ 1,2 milhão.

Bibliografia

HENRIQUES JR., M. F.; SCHWOB, M. R. V.; RODRIGUES, J. A. P. 2015. **Manual de fornos eficientes para a indústria de cerâmica vermelha**. Rio de Janeiro/RJ: INT/MCTI. 80p.



Caracterização do Consumo de Biomassa Combustível no Setor

3

Autores: Julia Santos Nunes de Campos
Marcia Carla Ribeiro de Oliveira

Biomassas empregadas como combustível no setor cerâmico

A biomassa¹ como fonte de energia térmica para sinterização de produtos cerâmicos (“cozimento”) é responsável por 95% da demanda no Brasil (EELA BRASIL, 2012).

A lenha² é a biomassa combustível mais utilizada nas indústrias de cerâmica vermelha no Nordeste, sendo listadas a seguir as fontes mais expressivas:

Florestas nativas

Obtém-se a lenha por corte das árvores nativas, no caso, do Bioma Caatinga. Pode ser explorada por dois modelos gerais:

- Manejo florestal sustentável: quando não há alteração significativa no uso do solo, isto é, a formação florestal da área sob exploração comercial é mantida permanentemente e poderá ser cortada novamente depois de um certo número de anos onde sua recomposição é esperada ou induzida (para mais informações, consultar item 4.8).
- Mudança de uso do solo: lenha obtida quando há mudança na função social da terra. Pode ser para agricultura, para pastagem, crescimento urbano etc. É uma forma de exploração florestal não sustentável, porque a floresta cortada é definitivamente eliminada.

¹ Biomassa: conceito amplo que abriga materiais orgânicos biodegradáveis e não fossilizados, que são originários de vegetais, animais e outros micro-organismos, incluindo produtos, subprodutos, resíduos e rejeitos agrícolas e florestais e das indústrias relacionadas, bem como as frações orgânicas biodegradáveis e não fossilizadas de rejeitos municipais e industriais diversos. A concepção também abrange gases e líquidos recuperados da decomposição de material orgânico biodegradável e não fossilizado (UNFCCC, 2005).

² Lenha: material obtido pelo desdobramento dos galhos e troncos das árvores em tamanhos adequados, e utilizado como combustível em fornos, caldeiras, fogões, lareiras etc. (IBGE, 2009).



Figura 1: Lenha de Caatinga colhida em talhão sob plano de manejo.

Plantios florestais

A lenha é obtida pelo corte de árvores plantadas, como por exemplo de plantações de eucalipto, pinus e outras espécies.

Povoamentos espontâneos de espécies exóticas

Os exemplos mais típicos da Região Nordeste são povoamentos de algaroba no sertão e bambuzais espontâneos no litoral baiano (para mais informações, consultar item 4.8).



Figura 2: Lenha de algaroba (Prosopis juliflora (Sw.) DC.).

Podas

Este material é obtido por corte de uma parte dos galhos ou ramos de árvores. As mais empregadas são as podas de frutíferas e árvores de sombra.



Figura 3: Lenha de poda de cajueiro (Anacardium occidentale L.), a mais empregada no setor cerâmico.

Resíduos

São restos de biomassa, lenhosa ou fibrosa, originados em atividades agrícolas, processos agroindustriais e da construção civil. Os principais resíduos utilizados em cerâmica vermelha são:

- Sarrafos³ e pó de serra das indústrias madeireiras;
- Cascas (de caju, de coco, de babaçu, outras) obtidas nos locais de beneficiamento de frutas e durante a colheita;
- Resíduos da construção civil.

³ Sarrafo, costaneira e aparas são resíduos provenientes do processamento mecânico das toras para produção de painéis de madeira (Iwakiri, 2005).



Figura 4: Resíduos de processamento mecânico de madeira.



Figura 5: Resíduos do processamento de coco (Cocos nucifera L.).

Na Região Nordeste as biomassas utilizadas em maiores proporções são, em ordem de importância, as lenhas originárias do Bioma Caatinga, de povoamento de algaroba, de resíduos de plantios comerciais de espécies frutíferas, bem como resíduos de processamento mecânico de madeira de silvicultura (EELA BRASIL, 2016).

Muitos tipos de biomassa estão sendo usadas atualmente e outros tipos poderão ser utilizadas, dependendo de sua disponibilidade, custo e adaptação de fornos e tecnologia de queima.

Legalidade x Sustentabilidade das biomassas utilizadas

A biomassa utilizada pode ser legal ou não, porém esta não garante a sustentabilidade da fonte, visto que requer a garantia de renovação do recurso aproveitado e a legalidade requer somente o cumprimento das normas legais existentes. A síntese das biomassas legais versus sustentáveis encontra-se na Tabela 1.

Esta triagem se faz extremamente necessária para viabilizar atividades que visem o fomento à um

mercado inclusivo com uso sustentável dos recursos naturais aliados ao desenvolvimento industrial, norteando tomadores de decisão que estarão encarregados de legislar, planejar e executar ações sobre a matéria.

Para o EELA Brasil, este filtro norteou a reestruturação da cadeia de biomassa, uma vez identificado o déficit na oferta de biomassa sustentável para fins energéticos e necessidade de incentivar novos fornecedores e novas fontes (para mais informações, consultar item 4.6).

Tabela 1 - Classificação das biomassas de acordo com sua legalidade e sustentabilidade.

BIOMASSAS	ILEGAIS	LEGAIS
Não sustentáveis	Lenha de desmatamentos (com mudança de uso de solo).	- Lenha de derrubada de árvores frutíferas caso não replantadas; - Lenha de caju gigante substituído por caju anão.
Sustentáveis	- Lenha nativa de cortes não autorizados, com pousio suficiente e sem mudança de uso de solo; - Lenha obtida em áreas de reserva legal; - Lenha de algaroba obtida dentro de APPs.	- Lenha de PMFS; - Lenha de reflorestamento; - Lenha de algaroba obtida fora de APPs; - Resíduos de biomassa; - Podas de frutíferas, se as árvores seguem vivas ou são substituídas.

Fonte: Pareyn et al., 2016.

Demanda geral de biomassa combustível no Nordeste

A demanda de biomassa pelo setor cerâmico no Nordeste está na ordem de 3 milhões de toneladas de matéria seca por ano (EELA BRASIL, 2016A), sendo a Bahia o estado com maior consumo, cerca de 30% do total demandando pelo setor na grande região (Figura 6), sendo consideradas as diferentes somas de empresas por região na Tabela 2.

Deste total, cerca de 55% é atendido por fontes não renováveis no momento (EELA BRASIL, 2016A), ou seja, biomassas que não estão inseridas em um ciclo de fixação do carbono lançados à atmosfera no momento de sua combustão.

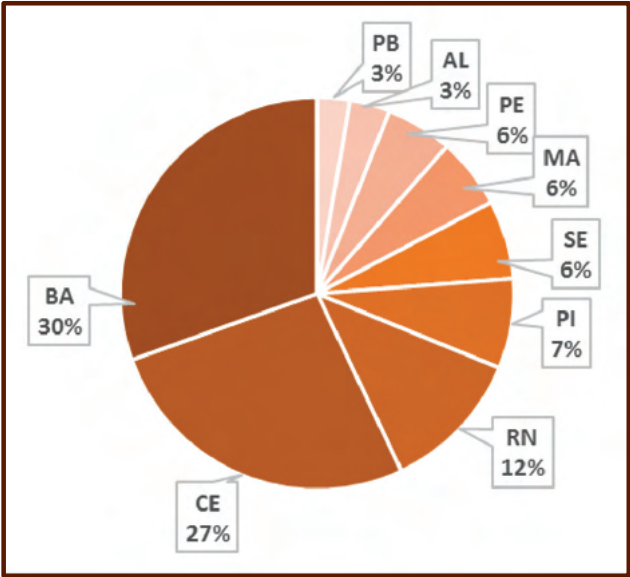


Figura 6: Consumo percentual de biomassa por estado.

Tabela 2 - Consumo de biomassa estimado para o setor cerâmico da região Nordeste em 2012.

Estados	Nº de empresas	Consumo de biomassa tMS/ano	Consumo médio/empresa tMS/ano
Paraíba	66	75.153	1.139
Alagoas	70	92.287	1.318
Pernambuco	90	154.056	1.712
Maranhão	91	164.152	1.804
Sergipe	156	182.313	1.169
Piauí	123	207.411	1.686
Rio Grande do Norte	186	332.878	1.790
Ceará	412	751.572	1.824
Bahia	520	862.017	1.658
Total	1.714	2.821.841	1.646

Fonte: Panorama da indústria de cerâmica vermelha na região Nordeste do Brasil. EELA BRASIL, 2013.

Dinâmica temporal do uso de biomassa sustentável no setor cerâmico

Sendo comprovado o déficit de biomassa renovável⁴ para atender a demanda dos diversos setores consumidores (EELA BRASIL, 2016A), é inegável que a atividade cerâmica gera emissões de gases de efeito estufa (GEE), principalmente CO₂, por ainda utilizar combustíveis que não possuem ciclagem. Por outro viés também é inegável o avanço do setor em direção à adaptação a uma economia que gera impactos ambientais.

Comparando-se a presente configuração com a década passada, onde 80% da matriz era não renovável (Riegellhaupt & Pareyn, 2010), e a demanda em 2,8 MtMS/ano (EELA BRASIL, 2013), tem-se um balanço de quase um milhão de toneladas de gás carbônico evitadas no setor pela ação direta dos ceramistas em modernização dos processos, capacitação e emprego de combustíveis renováveis (Tabela 3).

Tabela 3 - Dinâmica entre demanda e oferta sustentável entre os anos de 2006 e 2016 no setor de Cerâmica Vermelha no Nordeste.

	2006	2016	Unidade
Demanda total NE	2,8	3	MtMS/a
Oferta não renovável NE	80%	55%	-
Demanda geradora de GEE	2,24	1,65	MtMS/a
Balanço	-0,59		MtMS/a
	-1,03		MtCO ₂ /a

Legenda: MtMS/a - milhões de toneladas de matéria seca por ano.
MtCO₂/a - milhões de toneladas de dióxido de carbono por ano.

⁴ Biomassa renovável: Material lenhoso ou não, residual ou não que seja originário das fontes enquadradas como biomassa e que respeite certos padrões estabelecidos como: não originar mudança de uso do solo (salvo os casos em que a destinação final é florestal), realizar práticas sustentáveis para manutenção dos estoques de carbono a longo prazo e respeitar as legislações estabelecidas para a região (UNFCCC, 2006).

É necessário considerar o momento analisado na tabela acima e pontuar os fatores que vem proporcionando esta transição, como a forte fiscalização dos órgãos ambientais que pressionam os ceramistas tanto para a troca de fornos quanto para a troca de combustível, visto que a atividade é enquadrada legalmente como potencialmente poluidora.

É importante também salientar que a principal destinação da algaroba, forrageira, teve sua eficácia colocada em dúvida quando esta planta foi associada à doenças ligadas ao trato intestinal dos animais, que poderia tanto ser causada por “espinhos” da árvore quanto pelo fato de se alimentarem diretamente do chão, engolindo partículas de areia junto das vagens. O fato é que a primeira atividade foi colocada em segundo plano, dando lugar à destinação energética dos povoamentos de algaroba, contribuindo para a diminuição das emissões.

Nota-se que o manejo florestal sustentável passou pela fase de decolagem em meados de 2006, após regulamentação pelo Decreto nº 5.975, sendo seus sub produtos lenhosos, atualmente, encontrados a preços acessíveis em locais próximos às bacias fornecedoras.

Também em 2006 foi aprovada a Lei nº 11.284, que discorre sobre a Gestão de Florestas Públicas, sendo contemplada no artigo 83 (reescrivendo o art. 19 do Código Florestal de 65 (BRASIL, 1965)), a reordenação das competências relativas às florestas, públicas e privadas, passando a jurisdição da União para os Estados Federativos de forma abrupta, e desde então, acentuaram-se as fiscalizações em alguns estados e a política empregada basicamente foi de comando e controle. Este marco normativo instituiu o Serviço Florestal Brasileiro (SFB), órgão executor do

Ministério do Meio Ambiente de suma importância para o desenvolvimento do setor e do fortalecimento das instituições relacionadas.

Dinâmica dos preços das biomassas utilizadas no setor

Como observado no presente livro, diferentes coletas de dados propiciaram a caracterização de certos agrupamentos ou polos cerâmicos nordestinos. Estas informações apontam para a existência de quatro fontes principais de biomassa combustível: lenha de Caatinga (manejada e de cortes não autorizados), lenha de algaroba, poda de caju e lenha de eucalipto.

Sendo a atividade ceramista consumidora de biomassa desde sua origem, pelo fato deste combustível ainda compor mais de 90% da matriz de energia térmica do setor no Nordeste, (EELA BRASIL, 2012A), e ainda que a oferta e o custo são os principais norteadores para os empresários do setor decidirem qual combustível usar, conclui-se da importância de monitoramento dos preços das biomassas utilizadas para a expansão deste setor.

O estudo realizado em 2015 teve por objetivo caracterizar a dinâmica dos preços das principais biomassas utilizadas como combustível e considerou os polos de Fortaleza e Russas no estado do Ceará, Assu e Natal no estado do Rio Grande do Norte, Paudalho e Caruarú no estado de Pernambuco e polo do Recôncavo no estado da Bahia⁵.

Os dados são provenientes de duas etapas, àquela referente ao custo quando a entrega da matéria-prima energética se dá na fábrica (preços “posto na cerâmica”), bem como a venda direta no local da colheita da biomassa (preços “na mata”).

⁵ Estes locais foram selecionados, pois participaram do levantamento inicial de dados referente a segunda fase do Projeto EELA Brasil.

Tabela 4 - Dinâmica dos preços das biomassas utilizadas no setor cerâmico no Nordeste entre 2013 e 2015.

UF	Município	Cerâmica	Combustível	Preço anterior (2013)	Preço atual (2015)	Dinâmica do preço 2013 - 2015
PE	Paudalho	Tijolos Paudalho	Caatinga (PMFS)	-	R\$ 46,00/st	-
	Caruarú	Kitambar	Algaroba	R\$ 45,00/st	R\$ 60,00/st	133%
			Caatinga	R\$ 41,00/st	não está usando	-
			Casca de coco	-	R\$ 20,00/m ³	-
			Serragem	-	R\$ 125,00/t	-
	Bezerros	Rochedo	Algaroba	R\$ 50,00/st	R\$ 60,00/st	120%
			Caatinga	R\$ 45,00/st	R\$ 45,00/st	100%
			Poda de caju	-	R\$ 35,00/st	-
CE	Russas	Bezerra	Caatinga	R\$ 30,00/st	R\$ 30,00/st	100%
			Poda de caju	R\$ 30,00/st	R\$ 30,00/st	100%
BA	Mata de São João	Universal	Eucalipto	R\$ 65,00/st	R\$ 70,00/st	108%
			Sarrafo	R\$ 40,00/st	R\$ 60,00/st	150%
			Outro resíduo=bambu	-	R\$ 30,00/st	-
RN	Seridó	ACESE	Algaroba	R\$ 32,00/st	R\$ 37,50/st	117%
			Caatinga (ilegal)	-	R\$ 30,00/st	-
			Poda de caju	-	R\$ 25,00/st	-
	Itajá	Aldenor	Algaroba	R\$ 19,00/st +frete	R\$ 43,00/st	-
			Caatinga (ilegal)	-	R\$ 39,00/st	-
			Poda de caju	R\$ 27,00/st	R\$ 29,00/st	107%
			Outro resíduo=mangueira	-	R\$ 33,00/st	-
	Santana do Mato	Fan	Poda de caju	-	R\$ 30,00/st	-
PB	Mamanguape	Miriri	Bagaço de cana comum	R\$ 130,00/ton	R\$ 100,00/t	77% ⁶
			Bagaço de cana hidrolisada	R\$ 150,00/ton	R\$ 130,00/t	87%

Fonte: APNE, 2015.

⁶ A redução do preço do bagaço provavelmente é devido ao período do levantamento em 2013 na entressafra e em 2015 na safra.

Após a organização dos dados nos diferentes horizontes de tempo, foi possível concluir que:

- o preço da lenha de algaroba aumentou entre 17 e 33%;
- o preço da lenha de Caatinga se manteve igual;
- o preço da poda de caju aumentou até 7%;
- o preço de eucalipto aumentou até 8%;
- o preço de sarrafo³ aumentou 50%.

A compilação dos dados referentes aos preços praticados demonstrou um aumento específico nas biomassas conhecidas como “liberadas”, ou seja, que não requerem autorizações dos órgãos ambientais, como algaroba, poda de caju, eucalipto, resíduos etc. E, no caminho contrário à esta, a estagnação do preço da lenha de caatinga, ilegal ou não, compõe a dinâmica de custos encontrada para as principais fontes. Além disso, entre 2013 e 2015 os preços variaram significativamente, entre 7 e 50%, dependendo da região e da biomassa.

Dada a variedade de unidades de medidas encontradas para se referir à mesma grandeza durante a comercialização de biomassa neste setor (estéreis, carradas, metros etc.), se fez importante a padronização destas através de uma unidade comparativa convencionada sendo esta, então, toneladas de matéria seca (tMS), que gera o preço específico da biomassa (R\$/tMS) apresentados em valores médios para o ano de 2015 na tabela 5, onde convencionou-se Caatinga como unidade comparativa por ser a mais utilizada.

Tabela 5 - Valores médios para o ano de 2015.

Biomassa	Preço (R\$/tMS)	%
Caju	140	82%
Caatinga	170	100%
Algaroba	190	110%
Eucalipto	200	117%

Fonte: APNE, 2015.

Indo além, convencionando-se a unidade comparativa em poder calorífico, as diferenças encontradas são muito menores quando comparadas por unidade de volume em estéreis (st)⁷. O eucalipto custa 82% mais por unidade de volume que a lenha de Caatinga, porém somente custa 17% a mais, por unidade de peso seco. A lenha de caju, com custo por estéreo 22% menor que a de Caatinga, resulta somente 18% mais barata quando comparada pelo peso seco.

Observa-se na Tabela 6 que o poder calorífico básico (expresso em kcal/kg com 0% de umidade) é praticamente igual em todos os tipos de biomassas, lenhas e resíduos.

As diferenças observadas na prática em termos de temperatura da fornalha, rendimento e consumo específico são devidas ao maior ou menor conteúdo de umidade da biomassa no momento de ser queimada, e também, ao peso seco do estéreo (que pode ser bem maior ou menor que o peso seco do estéreo de lenha de Caatinga, utilizado como referência).

⁷ Estéreo ou metro cúbico estéreo é uma pilha com um metro de comprimento, um metro de largura e um metro de altura, incluindo os espaços vazios entre as peças.

Tabela 6 - Propriedades das lenhas mais utilizadas no Nordeste.

	Caatinga	Caju	Algaroba	Eucalipto
Peso seco do estéreo (kgMS ¹ /st)	240	247	287	303
Peso verde do estéreo (kg/st)	280 a 320	450	380 a 430	500 a 600
Umidade (%)	<i>inferior</i>	40	20	40
	<i>superior</i>	50	40	50
Poder calorífico (kcal / kgMS)	4.600	4.500	4.600	4.500
Poder calorífico de um estéreo (kcal/st)	1.104.000	1.113.750	1.320.200	1.361.250

Fonte: EELA BRASIL, 2016A.

Bibliografia

APNE, 2015 – Associação Plantas do Nordeste. **Dinâmica dos preços das biomassas utilizadas no setor de cerâmica vermelha no Nordeste.** Recife: Associação Plantas do Nordeste. 7p.

BRASIL. **Lei nº 4.771, 15 de setembro de 1965.** Institui o Novo Código Florestal. Revogado pela Lei nº 12.651, de 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm. Último acesso em: 22/02/2016.

BRASIL. **Decreto nº 5.975 de 30 de novembro de 2006.** Regulamenta os arts. 12, parte final, 15, 16, 19, 20 e 21 da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, o art. 4º, inciso III, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, o art. 2º da Lei nº 10.650, de 16 de abril de 2003, altera e acrescenta dispositivos aos Decretos nos 3.179, de 21 de setembro de 1999, e 3.420, de 20 de abril de 2000, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/decreto/d5975.htm. Último acesso em: 21/03/2017.

BRASIL. **Lei nº 11.284, 2 de março de 2006.** Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a redução sustentável; institui, na estrutura do Ministério do Meio

Ambiente, o Serviço Florestal Brasileiro - SFB; cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal - FNDF; altera as Leis nos 10.683, de 28 de maio de 2003, 5.868, de 12 de dezembro de 1972, 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, 4.771, de 15 de setembro e 1965, 6.938, de 31 de agosto de 1981, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11284.htm. Último acesso em: 22/03/2017.

EELA BRASIL, 2012 – Programa de Eficiência Energética en Ladrilleras de América Latina para Mitigar el Cambio Climático, Projeto Brasil. **Panorama da indústria de cerâmica vermelha no Brasil.** Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Tecnologia/Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. 83p.

EELA BRASIL, 2013 – Programa de Eficiência Energética en Ladrilleras de América Latina para Mitigar el Cambio Climático, Projeto Brasil. **Panorama da indústria de cerâmica vermelha na região Nordeste do Brasil.** Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Tecnologia/Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. 44p.

EELA BRASIL, 2016A – Programa de Eficiência Energética em Ladrilleras de América Latina para Mitigar el Câmbio Climático, Projeto Brasil. **Seminário Temático: Biomassas combustíveis, sustentabilidade e redução de emissões de GEE na indústria de cerâmica vermelha no Nordeste: panorama atual e caminhos futuros.** Recife: Associação Plantas do Nordeste e Instituto Nacional de Tecnologia/Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. 7p.

EELA BRASIL, 2016B – Programa de Eficiência Energética em Ladrilleras de América Latina para Mitigar el Câmbio Climático, Projeto Brasil. **Relatório de Sistematização de Questionário.** Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Tecnologia / Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. 87p.

IBGE, 2009 – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da extração vegetal e da silvicultura: Conceitos e normas de preenchimento.** Gerência de silvicultura e extração vegetal. 6p. Disponível em: [http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/instrumentos de coleta/doc2681.pdf](http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/instrumentos%20de%20coleta/doc2681.pdf). Último acesso em: 19/01/2017.

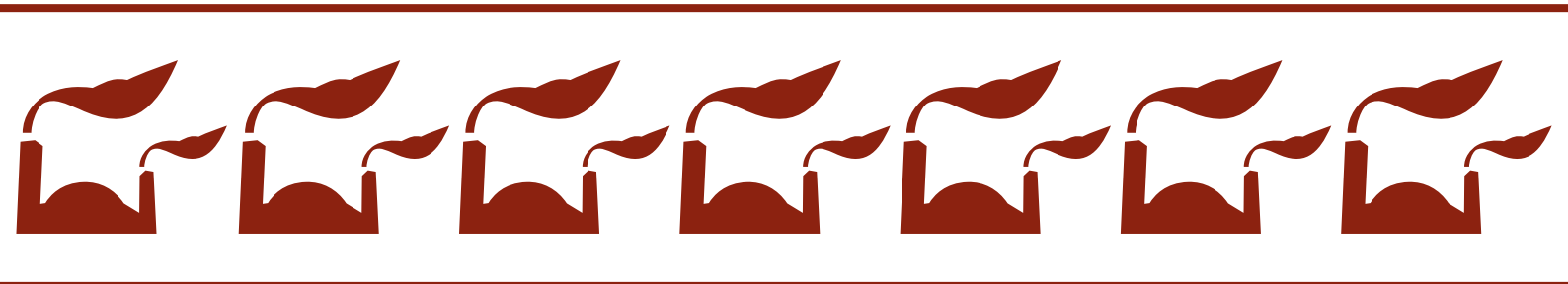
IWAKIRI, S. 2005. **Painéis de madeira reconstituída.** Curitiba: FUPEF. 247p.

PAREYN, F.; RIEGELHAUPT, E.; CAMPOS, J.S.N.; OLIVEIRA, M.C.R. 2016. **Manual para escolha da biomassa combustível em indústrias de cerâmica vermelha no Nordeste.** Rio de Janeiro: INT/MCTIC. 60p.

RIEGELHAUPT, E.M.; PAREYN, F.G.C. 2010. **A questão e o manejo florestal da caatinga.** In: Gariglio, M.A.; Sampaio, E.V.S.B.; Cestaro, L.A.; Kageyama, P.Y. (Org.). Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro. p. 65-75.

UNFCCC, 2005 – United Nations Framework Convention on Climate Change. **Clarifications on definition of biomass and consideration of changes in carbon pools due to a CDM Project Activity.** EB 20 Report Annex 8 page 1. Disponível em: <https://cdm.unfccc.int/EB/020/eb20repan08.pdf>. Último acesso em: 19/01/2017.

UNFCCC, 2006 – United Nations Framework Convention on Climate Change. **Definition of renewable biomass.** 23 CDM Executive Board report. Annex 18. 2p. Disponível em: https://cdm.unfccc.int/EB/023/eb23_repan18.pdf. Último acesso em: 19/01/2017.



Estudos Específicos Realizados pelo Projeto EELA

4

Neste capítulo são apresentadas sínteses de estudos específicos que foram realizados durante o Projeto EELA.

Abordando o tema de eficiência energética, o item 4.1 apresenta o resultado de estudos desenvolvidos sobre medidas de eficiência energética que visam principalmente a redução do consumo de combustíveis, a melhoria da qualidade dos produtos e a redução de emissões de material particulado.

Na temática de fornos estudada no Projeto, o item 4.2 relata o estudo realizado na comparação do uso de fornos caipiras e abóbadas, o item 4.3 apresenta as vantagens para a redução do consumo de energia e a melhoria da qualidade dos produtos em fornos caipira quando há mudança na arrumação interna das peças e por fim, o item 4.4 avalia as vantagens

obtidas na produção e consumo dos fornos com o uso de ventiladores em fornos (uso de ar forçado).

O item 4.5 apresenta o trabalho realizado sobre a viabilidade de projetos de créditos de carbono no setor na região do Seridó com avaliação de três padrões de certificação de emissões de gases de efeito estufa (GEE).

Ao final do capítulo há uma abordagem sobre o tema biomassa, sobre o qual o item 4.6 apresenta um panorama atual e futuro do uso da biomassa, além da dinâmica de preços empregada; o item 4.7 versa sobre a oferta de lenha de plano de manejo da Caatinga no Nordeste; o item 4.8 apresenta um estudo sobre algarobais espontâneos e o seu potencial para o setor e o item 4.9 relata um caso sobre a utilização de uma central de processamento de biomassa.

4.1 - Eficiência Energética

Autores: Mauricio Francisco Henriques Júnior
Marcelo Rousseau Valença Schwob
Joaquim Augusto Pinto Rodrigues

Este trabalho apresenta informações sobre medidas de eficiência energética, tomando como base alguns estudos desenvolvidos no âmbito do Projeto EELA, com o objetivo de auxiliar as empresas de cerâmica vermelha a se tornarem mais competitivas e sustentáveis num cenário futuro de maiores dificuldades na oferta de energia e pela necessidade de se cuidar efetivamente do meio ambiente.

Algumas das indicações tecnológicas aqui apresentadas visaram não somente proporcionar redução do consumo de combustíveis, mas também outros benefícios, tais como: redução de custos, aumento de produtividade, redução de perdas, melhoria da qualidade de produtos e redução de emissões de material particulado. Através da redução do emprego de combustíveis, consegue-se também uma diminuição da emissão de gases de efeito estufa que aceleram o aquecimento global.

Eficiência Energética

O conceito de eficiência energética está relacionado à ideia de uso otimizado dos recursos energéticos sem alterar a produção da indústria de cerâmica vermelha, buscando explorar as possibilidades de redução do consumo de energia e suas vantagens econômicas e ambientais, tanto na parte térmica como elétrica.

A eficiência energética pode abranger desde medidas mais simples e de baixo custo, até outras bem mais complexas e caras, mas que mesmo assim podem apresentar boa atratividade econômica. Quanto mais se empregam técnicas, equipamentos e processos eficientes, menor deverá ser o consumo e o seu custo.

Para se ter uma ideia do quão eficiente ou não uma

indústria se situa, um método muito comum e simples é conhecer o seu “consumo específico de energia”, tanto na forma de combustível quanto de energia elétrica, e buscar comparar com outras empresas com o mesmo tipo de produção.

O consumo específico de energia é dado pela relação entre o consumo de energia, por exemplo, o consumo de lenha, dividido pela produção. Na verdade, este indicador que aponta se estamos trabalhando bem ou mal com relação ao uso da energia, e quanto potencialmente seria possível conseguir melhorar com base num valor definido como ideal.

Assim, sabendo que é possível economizar energia, é importante conhecer algumas alternativas ou opções tecnológicas, conforme apresentado a seguir.

Uso Eficiente de Energia

Por vezes, algumas das medidas para o uso eficiente de energia podem parecer à primeira vista algo inviável economicamente. Mas não é bem assim. Na verdade, algumas medidas permitem obter outros ganhos associados que levam a um resultado final muito bom.

Esse é o caso, por exemplo, de medidas que podem trazer, além da economia de energia, aumento de produtividade e redução de perdas, aumento da produção de peças de primeira qualidade, produção de artigos de maior valor (por exemplo: lajotas) e aumento de produção. Ou seja, esses ganhos também devem ser contabilizados quando se investiga a possibilidade de implantar algumas ações e projetos de eficiência energética. De qualquer forma, a implementação de projetos e modificações numa empresa devem ser precedidas de uma avaliação cuidadosa.

No caso dos fornos, o calor produzido na combustão se distribui para vários pontos, mas somente uma parcela é utilizada pelos produtos cerâmicos. Uma parcela maior é perdida nos gases de combustão (fumaça) que saem do forno, outra parte fica armazenada nas paredes e teto ou abóbada e outra fica retida nos próprios produtos queimados. Estes itens são considerados perdas de calor, conforme ilustrado abaixo.

Portanto, o ideal é que se possa trabalhar usando a menor quantidade de energia possível, o que pode ser conseguido destinando-se uma menor quantidade de calor para estes itens que constituem

perdas ou, alternativamente, buscar algum tipo de recuperação para uso no processo, como, por exemplo, na secagem.

A queima no forno é a principal etapa do processo de fabricação de produtos cerâmicos em termos energéticos, envolvendo, em geral, mais de 95% de toda a energia térmica demandada pela empresa. Os 5% restantes referem-se à secagem naquelas empresas que fazem uso deste processo.

Serão apresentadas a seguir sete possibilidades técnicas que geralmente trazem boa economia de energia.

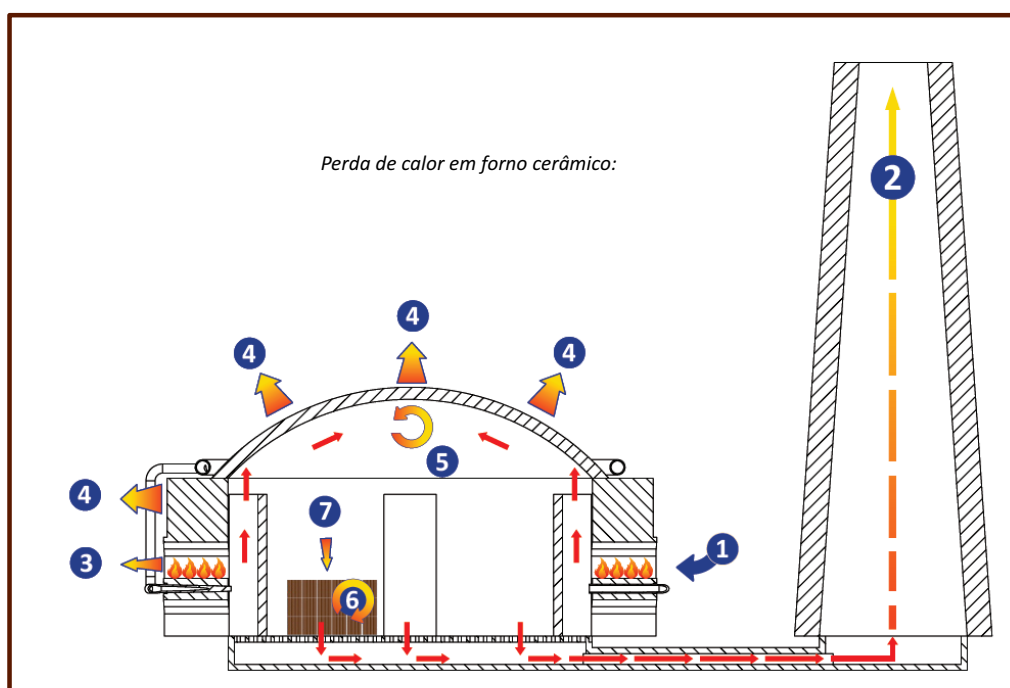


Figura 1: Fluxo de calor em forno cerâmico.

- | | |
|--|--|
| 1. Fornecimento de calor/queima de combustível | 5. Calor acumulado nas paredes do forno |
| 2. Perda de calor nos gases de combustão/chaminé | 6. Calor acumulado nas peças produzidas |
| 3. Perdas em aberturas e frestas | 7. Calor útil absorvido pelas peças no cozimento |
| 4. Perdas através de paredes e teto/abóbada | |

Melhoria da combustão

O processo de combustão transforma a energia química do combustível em calor que, por sua vez, é transmitido para a carga processada (telhas, blocos e lajotas).

Uma boa combustão exige uma série de cuidados, mas deve partir de um correto dimensionamento das fornalhas ou câmaras de combustão (volume e forma da câmara de acordo com o tipo de combustível e carga a ser processada). Por exemplo, uma câmara de combustão muito pequena, alimentada com muita lenha, pode não receber ar suficiente para uma boa queima, e assim gerar muita fuligem e desperdício de energia.

Portanto, cada tipo de combustível (lenha, óleo ou gás) deveria implicar numa fornalha específica para se conseguir uma combustão bem conduzida e equilibrada (sem desperdício e sem fuligem).

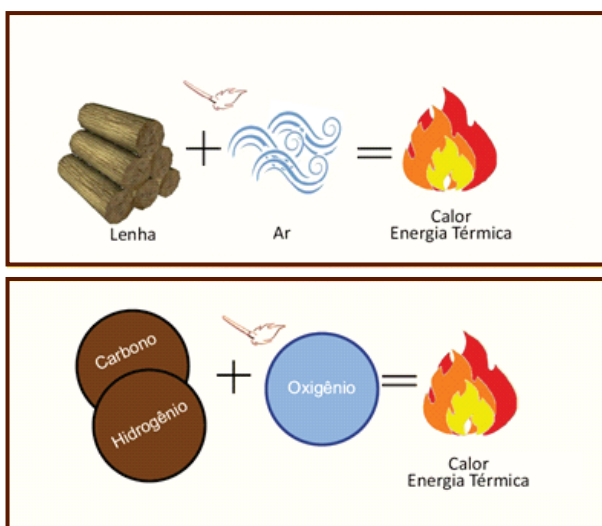


Figura 2: Esquema de combustão.

O controle da queima também deve ser feito, e o ideal seria realizá-lo através do monitoramento da quantidade de ar presente na combustão.

Isto pode ser feito com testes do teor de CO₂ (gás carbônico) ou de O₂ (oxigênio). Mas como esse

controle é difícil no dia a dia, o ideal é que se tenha uma alimentação contínua de combustível e observar a intensidade da radiação das chamas, e se há ou não produção de fuligem na chaminé. Fuligem excessiva representa má combustão por falta de ar e consequente perda de energia. A alimentação contínua reduz as flutuações na combustão e garante um melhor aproveitamento do calor produzido na queima.



Figura 3: Alimentador automático de combustível.

Além do correto dimensionamento das câmaras de combustão, do controle de combustão e da alimentação mais contínua possível, o insuflamento de ar e o uso de lenha picada ou serragem podem ajudar bastante.

Emprego de ar forçado (injeção de ar)

O insuflamento de ar de combustão por meio de ventiladores (ar forçado), quando bem operado, pode permitir a redução do tempo de queima e do consumo de combustível da ordem de 15%, assim como melhoria da qualidade do produto através do adequado fornecimento de calor à carga do forno.

Esta solução pode reduzir os problemas frequentes de má distribuição do calor em fornos, evitando a queima com chama de cor amarelada, o que indica combustão ineficiente. Evidentemente ocorre um consumo de eletricidade nos ventiladores, mas que geralmente pode ser compensado pela economia de lenha.

Uso de lenha picada

A forma da lenha ou do resíduo de biomassa empregada (troncos, galhos, cavacos etc) como combustível interfere muito no processo de combustão.

Quanto mais subdividido estiver o combustível (na forma de cavacos, chips ou briquetes), mais fácil se torna sua queima e menor a demanda de ar de combustão. E quanto menor a quantidade de ar de combustão (atendendo limites mínimos), menor será a perda de calor nos gases de combustão na chaminé e mais econômico será o processo.

Da mesma forma, a presença de água no combustível

(lenha muito úmida) também prejudica o processo de combustão. Quanto mais subdividida a forma do combustível, mais fácil e rápida se dá a perda da umidade presente. Assim, quando a lenha é picada, reduz-se de imediato o percentual de água na combustão, como também fica diminuída a demanda de ar para a queima do referido combustível, resultando em imediata diminuição da perda de calor no processo de combustão.

Uma terceira vantagem refere-se ao controle da combustão e da temperatura no interior do forno, que se torna possível por se empregar um produto (lenha) mais homogêneo, quando picado. O emprego de lenha picada pode proporcionar economias de combustível de até 20%.



Figura 4: Insuflamento de ar de combustão.



Figura 5: Exemplo de uso de lenha picada.

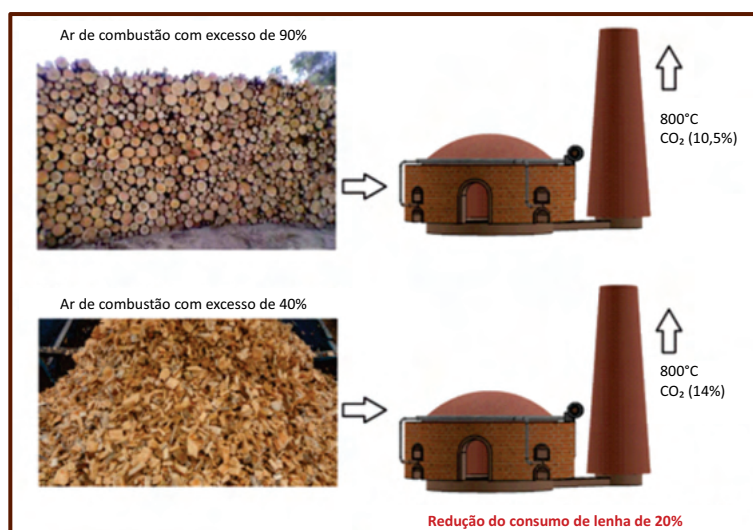


Figura 6: Comparativo entre lenha em toras e lenha picada.

Recuperação de calor

Os fornos para produção de artigos de cerâmica vermelha, mesmo os melhores, geralmente têm perdas de calor da ordem de 30 a 60% através dos gases de exaustão, assim como na etapa de resfriamento. Portanto, trata-se de uma parcela muito elevada e que pode ser aproveitada em muitas situações.

As recuperações típicas possíveis são para uso em estufas ou secadores de peças cruas ou no preaquecimento de carga a ser queimada.

Cada tipo de forno irá possibilitar um ou outro tipo de aproveitamento, permitindo economias entre 15 e 30%.

Vários tipos de fornos permitem a recuperação de ar quente na fase de resfriamento para uso na estufa de secagem.

Esse procedimento se faz com o insuflamento de ar frio através das portas na câmara ou no forno já queimado, e o ar quente é retirado através de dutos com a ajuda de exaustor.

O desafio maior neste tipo de iniciativa é conjugar a operação contínua de um secador com a operação, em geral, descontínua dos fornos. A forma de se fazer isso é complementando o calor necessário na estufa através da instalação de fornalha auxiliar.



Figura 7: Secagem.

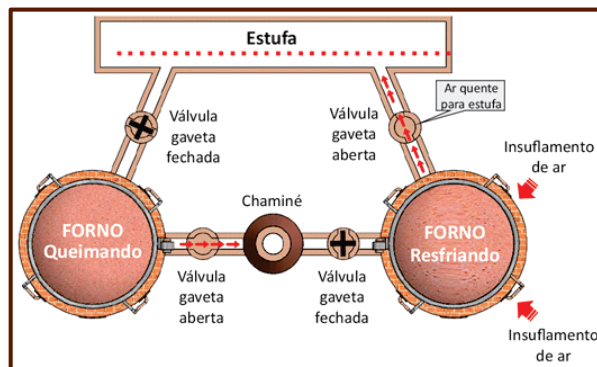


Figura 8: Desenho da recuperação de calor para estufa.

Recuperação para forno

Este processo é utilizado em alguns tipos de fornos onde é possível interligar as câmaras ou os próprios fornos. Assim, é possível fazer o preaquecimento dos produtos de uma câmara que ainda será queimada com o aproveitamento dos gases quentes de uma câmara que está sendo queimada.

A recuperação de calor pode ser feita em fornos paulistinha, abóbada, Hoffmann, cedan e em outros fornos tipo câmara. Nos fornos intermitentes (por bateladas), por exemplo, do tipo redondo/abóbada, deve-se ter o cuidado para não interferir negativamente na queima do forno que está sendo queimado, onde o controle de temperatura deve seguir bem monitorado.

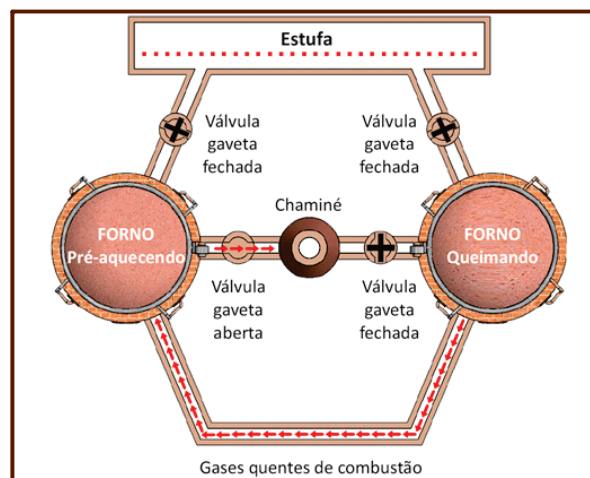


Figura 9: Desenho da recuperação de calor para forno.



Figura 10: Dutos para preaquecimento.

Arranjo das peças nos fornos

A disposição das peças cerâmicas no interior dos fornos é de grande importância não somente para uma boa eficiência da queima, como também para se conseguir maior proporção de produtos de primeira qualidade e mais uniformes.

Os produtos devem ser acomodados e alinhados de forma a permitir uma boa circulação dos gases quentes de combustão entre as peças cerâmicas, de modo a tornar mais homogênea a troca de calor com a carga do forno, atingindo a correta temperatura de queima e o tempo necessário para sinterização.

A redução de consumo energético e tempo de operação podem ser de 5%, e o incremento de peças de primeira qualidade pode ser ainda maior, lembrando que esse procedimento não apresenta custo de investimento, apenas uma mudança do método ou da rotina de arrumação das peças no interior do forno.

Emprego de resíduos na massa cerâmica

É possível aproveitar alguns tipos de resíduos agrícolas e industriais na produção de artigos de cerâmica vermelha. Estes resíduos podem ser: finos de carvão, coque de petróleo, turfa, borra de óleo e outros. Estes materiais são empregados misturados à

massa cerâmica em proporções entre 1 a 5% em peso, dependendo do tipo de resíduo. No caso da fabricação de telhas, esse procedimento não se aplica, pois geralmente ocorre um aumento da porosidade da peça cerâmica e da absorção de água.

A economia de combustível proporcionada pode variar entre 10 e 15%, e a qualidade do produto pode melhorar acentuadamente, em especial a resistência mecânica. Pode haver também economia de energia elétrica na extrusora/maromba, pois a argila crua se torna mais plástica.

Melhoria da isolamento térmica

A eficiência dos fornos pode ser ampliada com o emprego de sistemas adequados de isolamento térmica, buscando reduzir as perdas de calor por radiação e convecção nas paredes e no teto do forno. Estas perdas podem atingir percentuais de até 30% da energia térmica total fornecida ao equipamento através da queima de combustível.

A isolamento térmica é conseguida com o emprego de camadas externas de tijolos isolantes após as camadas internas de refratários. Mantas e coberturas de fibra cerâmica também podem ser empregadas internamente em alguns fornos, principalmente naqueles onde não há contato físico com empregados e materiais.

Por fim, o dimensionamento adequado de paredes e a perfeita vedação de portas e fornalhas também contribuem para uma maior economia de energia.

A economia obtida pelo uso de material isolante apropriado é bastante variável, mas pode representar entre 5 a 12% do consumo de combustível.

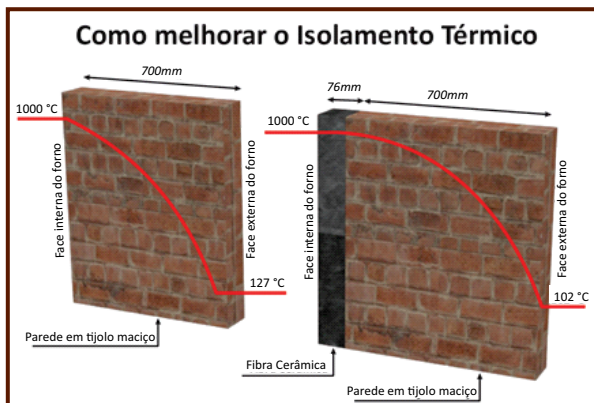


Figura 11: Esquema de melhoria do isolamento térmico.

Emprego de boquilhas de cerâmica dura

Ao longo do tempo, o perfil de extrusão (em aço) na maromba vai se desgastando com o atrito com a sílica da argila, o que promove um aumento no perfil da peça. Com isso, ocorre um gradativo aumento do consumo de argila (peças mais pesadas ao longo do tempo), e também do consumo de energia elétrica no motor da maromba e de calor em estufas e fornos.

Outro ponto negativo que o desgaste acentuado das boquilhas tradicionais em aço causa é a alteração das dimensões dos produtos, deixando-os fora de especificação técnica. Além disso, a troca do perfil exige a interrupção do processo produtivo, o que traz aumento de custo para a empresa.

Portanto, reduzir a frequência de interrupções e as perdas indicadas acima se faz muito importante. E isso pode ser obtido com o emprego de perfis de cerâmica dura (alumina - zircônia), que sofrem menor desgaste, permitindo assim produzir por mais tempo dentro dos padrões técnicos, além de economizar energia.

Emprego de fornos mais eficientes

Diversas tecnologias de fornos estão presentes na indústria de cerâmica vermelha. Muitas delas, desde o tempo do Brasil colonial, caso dos fornos dos tipos caieira, campanha e caipira, cujos índices de consumo energético específico são extremamente elevados (acima de 1.000 kcal/kg), indicando baixa eficiência energética (abaixo de 25%). Ou seja, hoje ainda operam fornos em que as perdas de calor representam pelo menos 75% da energia total fornecida pelo combustível.

Vale lembrar que alguns fornos podem parecer ter menor consumo específico de lenha, mas isso não é exato em função do percentual variável entre a produção de peças de primeira e de segunda qualidade (ou de peças sem atender normas de qualidade).

Em muitos polos de produção são operados fornos intermitentes (por bateladas), mas de nível tecnológico melhor, caso dos fornos paulistinha e abóbada (redondo), em que os valores de consumo energético específico se encontram na faixa de 550 a 1.000 kcal/kg (eficiência térmica entre 30 e 40%).

Na categoria logo acima, se encontram os fornos semi-contínuos, como os do tipo Hoffman, Federico, cedan e outras adaptações destes, além dos fornos do tipo metálico móvel, com consumo energético específico entre 400 e 650 kcal/kg eficiência térmica entre 45 e 55%. E no topo dos mais eficientes, encontram-se os fornos do tipo contínuo (tipo túnel), com valores de consumo energético específico entre 330 e 450 kcal/kg e eficiência energética entre 55 e 70%.

Entretanto as vantagens de alguns fornos não se restringem somente ao uso de energia. Vários tipos permitem obter maior parcela de produtos de primeira qualidade e menores perdas de produção, conforme indicado na tabela a seguir:

Tabela 1 - Parâmetros técnicos dos fornos utilizados no setor.

FORNOS	Caipira	Paulistinha	Abóbada	Hoffman	Cedan	M. Móvel	Túnel
Consumo Específico de lenha (st/millar)	1,2 a 1,5	1,25 a 1,7	1,15 a 1,6	0,9 a 1,2	0,6 a 0,7	0,7 a 0,8	0,6 a 0,65
Consumo Específico de Energia (kcal/kg)	<i>inferior</i>	795	583	536	418	409	397
	<i>superior</i>	1104	914	860	637	545	519
Capacidade média por queima milheiros	23 a 40	30 a 60	60 a 110	35/câmara	28/câmara	50 a 120	100 a 130 t/dia
Peças de 1ª Qualidade %	20 a 40	50 a 70	60 a 80	90	90	90	95
Eficiência Térmica média (%)	27	35	38	50	54	56	66
Perdas de Produção média (%)	10 a 20	5 a 8	2 a 5	<2	<2	<1	<1
Produtos	Te/Ti	Te/Ti/La/BE	Te/Ti/La	Te/Ti/La/BE	Te/Ti/La/BE	Te/Ti/La/BE	Te/Ti/La/BE
Recuperação de calor <i>sim/não</i>	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Emissão de Fuligem	Grande	Pouco	Pouco	Muito Pouco	Muito Pouco	Muito Pouco	Muito Pouco
Custo mil R\$	25 a 30	100 a 150	100 a 150	750 a 850	400 a 500	450 a 550	1.100 a 1.300

Te: Telha; Ti: Tijolo; La: Lajota; BE: Bloco Estrutural.

¹Tomando-se como base o poder calorífico para a lenha de 3.650 kcal/kg, uma massa variável de 1240 a 2.500 kg de produtos cerâmicos por milheiro, admitindo-se a variabilidade da biomassa combustível entre 225 a 320 kg por estêreo e a premissa de que o calor útil para a queima de 10 kg de material cerâmico é de 250 kcal, segundo as premissas para cada tipo de forno.

As emissões atmosféricas também passam a constituir um tema importante a ser considerado, em particular as de material particulado (fuligem). Os órgãos de meio ambiente dos estados vêm atuando cada vez mais no controle de tais emissões, seguindo resolução do CONAMA.

Em alguns estados, as emissões de fornos cerâmicos precisam atender a limites máximos, como também precisam ser monitoradas periodicamente através de serviços especializados.

Alguns fornos não têm como atender estes requisitos, como os dos tipos caipira e caieira, que não têm chaminés. E mesmo com chaminés, alguns tipos de fornos emitem muita fuligem, principalmente quando alimentados com lenha, pela falta de ar de combustão nas fornalhas.

Para atenuar ou resolver esse problema, uma medida que pode ajudar é o emprego de lenha picada com

alimentadores contínuos, o que vai atenuar a falta de ar de combustão, reduzindo a ocorrência de fuligem. É possível acoplar nesses fornos sistemas de lavagem de gases.

Fornos contínuos ou semi-contínuos tendem a emitir menor quantidade de fuligem, dada a arquitetura interna, onde há obstáculos e mudanças de direção dos gases de combustão, e condições para que o material particulado fique depositado internamente, deixando de atingir as chaminés. Evidentemente, o material depositado deverá ser retirado de tempos em tempos dos canais internos dos fornos.

Bibliografia

HENRIQUES JR., M. F.; SCHWOB, M. R. V.; RODRIGUES, J. A. P., 2013. **Manual de Eficiência Energética na Indústria de Cerâmica Vermelha**. Rio de Janeiro/RJ: INT/MCTI. 24p.

4.2 - Comparação de Fornos Empregados na Região do Seridó – RN

Autores: Mauricio Francisco Henriques Júnior
Marcelo Rousseau Valença Schwob
Roberto Segundo Enrique Castro Tapia
Rosana Medeiros de Novais
Márcio Azevedo Guimarães
Felipe Rezende Belém

O texto a seguir é uma síntese do trabalho “Estudo comparativo dos fornos tipo caipira x tipo abóbada”(INT/MCTI, 2012).

Objetivo

A produção de cerâmicas envolve o emprego de diversos tipos de fornos, tanto de produção intermitente quanto de forma contínua. Os primeiros tendem a ser menos eficientes energeticamente, como também geralmente são mais poluentes e mais insalubres na sua forma de operar.

O foco do presente estudo comparativo foi concentrado na avaliação de fornos caipira versus fornos do tipo abóbada (redondo), conforme tendência observada na região a partir de 2011.

Fornos

Fornos tipo caipira

São fornos simples, de forma retangular e que possuem câmara de combustão na parte inferior. Esta câmara é alimentada por seis a oito bocas, onde o operador insere a lenha a ser queimada. Este tipo de forno não apresenta cobertura, o que dificulta o reaproveitamento do calor. O calor produzido no processo de combustão segue uma trajetória ascendente, passando pela carga a ser cozida e atingindo o topo.

As peças são colocadas no interior do forno em camadas. Geralmente, as duas ou três camadas (ou fileiras) da parte inferior (acima da grelha ou crivos) são de tijolos furados (com furos na vertical). Depois são

colocadas mais três ou quatro camadas de telhas na posição vertical, seguidas de mais uma ou duas camadas de tijolos. Por fim, sobre a carga a ser queimada, é feita uma cobertura com telhas prontas para abafamento do forno.



Figura 1: Vista frontal de forno caipira por onde se dá a alimentação de lenha.

O ciclo de queima desse tipo de forno é composto por 2 a 12 horas de preaquecimento e a queima leva de 7 a 12 horas, ambos os processos dependendo da umidade da carga e da própria lenha.

Por fim, o processo de resfriamento leva em torno de 20 a 24 horas, totalizando um ciclo em média de 38 horas. Trata-se, portanto, de um ciclo relativamente curto.

Fornos tipo abóbada (redondos)

Os fornos do tipo abóbada são fornos de geometria circular, abastecidos por 4 a 6 fornalhas dispostas em seu perímetro lateral de maneira equidistante e localizadas a cerca de 1 metro de altura. O chão é composto por tijolos furados (crivos), de maneira que o calor possa passar por esses furos. A carga é

colocada dentro do forno através de duas portas em posições opostas.

O forno apresenta sistema de chaminé e canais subterrâneos, de maneira que os gases quentes provenientes da queima nas fornalhas subam até a abóbada e desçam pela parte central, passando pelas peças a serem cozidas e através do crivo na soleira, onde serão recolhidos para exaustão pela chaminé. Normalmente, os fornos redondos apresentam uma estufa de secagem acoplada, o que permite um melhor controle da umidade da carga a ser cozida.

O ciclo de queima neste forno é maior que o ciclo do forno caipira. O preaquecimento se dá de 6 a 8 horas, a queima de 36 a 48 horas e o resfriamento até 3 dias.

Devido a sua forma redonda, o forno não apresenta cantos extremos, de modo que a perda de calor se torna um pouco menor. Os fornos redondos apresentam diâmetro de cerca de 7m e altura de 2,5m.

Avaliação

Fornos tipo caipira

Os fornos do tipo caipira são os mais usados, devido ao seu baixo custo de construção e operação, o que

implica em baixos custos com mão de obra e combustível. No entanto, esse tipo de forno apresenta rendimento muito baixo, pois o reaproveitamento do calor é dificultado. O consumo nos fornos do tipo caipira varia de 0,5 st/milheiro a 2,0 st/milheiro.



Figura 2: Forno abóbada, onde se visualiza uma fornalha, cinzeiro (abaixo desta), uma porta de carregamento do forno, e tubulação de ar de combustão.

A distribuição de calor nesses fornos também se mostra pouco eficiente, de modo que as fileiras nas partes superiores recebem menor quantidade de calor, via de regra insuficiente em termos de temperatura para uma boa sinterização. No exemplo do gráfico abaixo, as fileiras somente atingem a temperatura de sinterização no processo de resfriamento, como também isso se dá por pouco tempo.

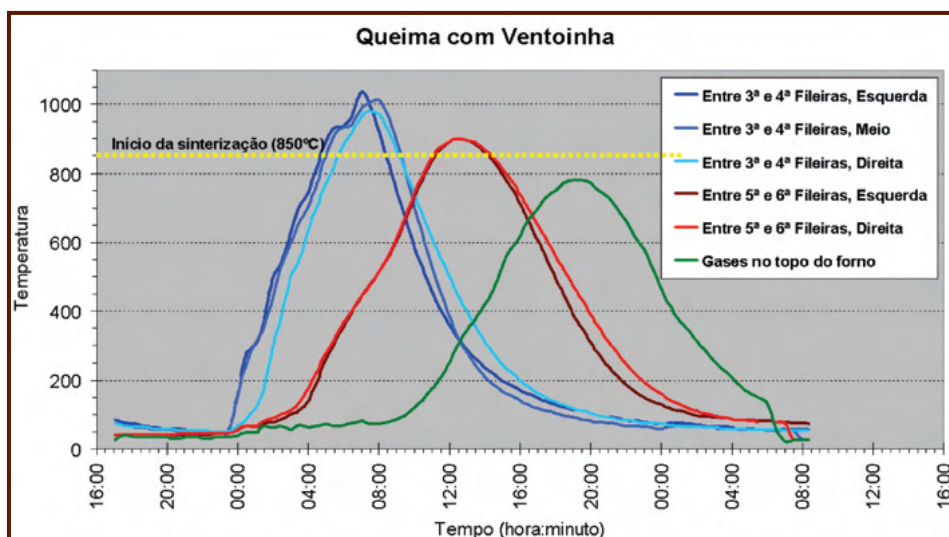


Figura 3: Gráfico com queima com a ventoinha.

Esse perfil de distribuição de calor tem como consequência a produção de peças em diferentes qualidades, prevalecendo as de 2ª qualidade. Muitas peças produzidas são descartadas devido à falta de sinterização ou pela presença de trincas, que são causadas pelo rápido resfriamento, característico principalmente das peças das fileiras superiores.

A porcentagem de produtos de 1ª qualidade fica em torno de 5% a 20%, embora em raras situações e em fornos bem controlados possa se conseguir até 30%.

A ausência de cobertura dificulta o processo de reaproveitamento de calor no forno caipira, mas não o impossibilita.

Existe a possibilidade de reaproveitamento na fase de resfriamento através de dutos na parede lateral do forno. Para que se torne uma prática atraente economicamente, a estufa de secagem que irá se beneficiar do calor reaproveitado deve estar localizada perto do forno.

Outra maneira de reaproveitar o calor é a implantação de uma cobertura do tipo abóbada e utilização de chaminés, o que requer um sistema de sustentação.

Fornos tipo abóbada (redondos)

O forno redondo apresenta consumo de 0,5 st/milheiro a 1,2 st/milheiro, com média de 0,8 st/milheiro. A capacidade de produção por batelada é maior, produzindo em torno de 55.000 a 80.000 peças. A distribuição de calor nesse forno é mais otimizada, de modo que apenas a parte inferior do forno não receba calor suficiente, produzindo peças de segunda qualidade.

Essa melhor distribuição confere uma melhor qualidade de peças, produzindo mais de 50% de peças de 1ª qualidade, além de haver pouco descarte por quebras.

Quanto ao reaproveitamento de calor, parte do calor contido nas peças e na estrutura do forno pode ser reaproveitado para a secagem de peças na estufa. Durante a queima, o calor também pode ser reaproveitado.

Neste caso, o calor rejeitado é direcionado ao preaquecimento de fornos vizinhos, contando com o auxílio de um exaustor, que conduz os gases de exaustão ao forno vizinho, ao invés de serem expulsos pela chaminé.

Conclusão

A utilização dos fornos tipo caipira, em um primeiro momento, pode parecer mais vantajosa, devido aos seus custos diretos. A construção, operação e mão de obra utilizada nesse tipo de forno são mais baratas, porém parte da produção é descartada e é de qualidade inferior (vendida a preços mais baixos).

Os fornos redondos, mesmo com custos mais altos para construção, mão de obra e operação, apresentam receita quase 3 vezes maior que o forno caipira, graças a maior quantidade de peças produzidas e melhor qualidade.

Essa vantagem, somada ao melhor controle e uniformidade na operação, recuperação constante do calor rejeitado e menor consumo de lenha por massa enfiada ou cozida colocam o uso do forno redondo como a melhor opção.

Bibliografia

INT/MCTI, 2012. **Estudo comparativo dos fornos tipo caipira x tipo abóbada**. Rio de Janeiro/RJ. 16p.

HENRIQUES JR., M. F.; SCHWOB, M. R. V.; RODRIGUES, J. A. P., 2015. **Manual de fornos eficientes para a indústria de cerâmica vermelha**. Rio de Janeiro/RJ: INT/MCTI. 50p.

4.3 - Mudança na Arrumação Interna das Peças para Melhorar a Qualidade da Produção

Autor: Felipe Rezende Belém

O texto a seguir é uma síntese do “Relatório Final: melhoria na qualidade das telhas dos fornos caipiras”, elaborado pelo Centro de Produção Industrial Sustentável (CEPIS, 2010), produzido no âmbito do Projeto EELA, visando reduzir o consumo de energia em fornos caipira, melhorar a qualidade das peças produzidas e reduzir perdas.

Modelo tradicional de queima em fornos caipira

O calor proveniente da queima na câmara de combustão aquece o forno por condução e convecção, dentro do conceito de chama ascendente.

O perfil deste calor é parabólico, o que não possibilita uma distribuição homogênea no forno, resultando na produção de peças com qualidades diferentes, de acordo com o posicionamento no forno.

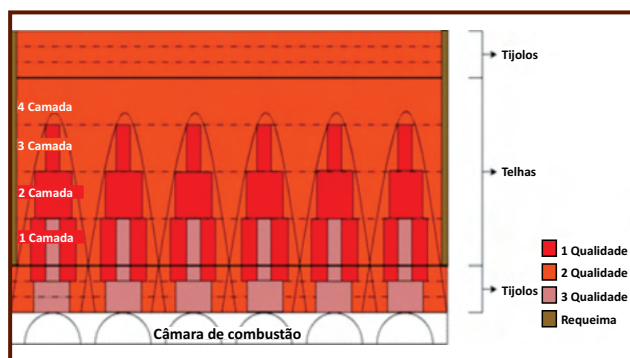


Figura 1: Obtenção de peças no interior de forno caipira conforme a qualidade destas após a queima.

Com isso, poucas peças produzidas são de 1ª qualidade, e há predominância de peças de 2ª qualidade, além de perdas elevadas (Figura 1).

A fim de melhorar a qualidade das peças produzidas, foi elaborado um método de distribuição das peças

no interior do forno, de modo que em pontos específicos existam canais formados por telhas, aqui “batizados” de chaminés internas.

Ao utilizar o mecanismo de chaminés, a distribuição de calor passa a ser mais homogênea e se dá conforme observado na Figura 2.

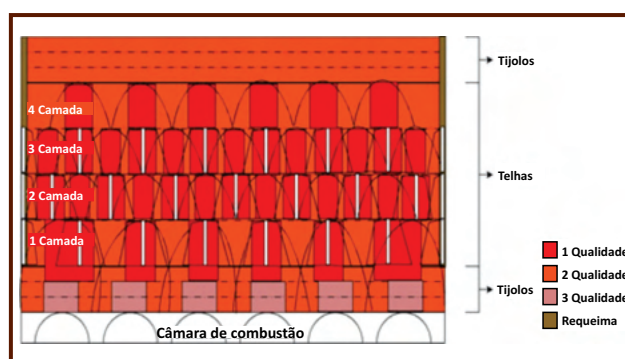


Figura 2: Obtenção de peças no interior de forno caipira conforme a qualidade destas após a queima considerando a reorganização de peças e criação de chaminés internas.

Funcionamento

Normalmente, as camadas de telha são dispostas em um único sentido, ou seja, a parte côncava da telha encosta na parte convexa da telha vizinha. O uso de chaminés implica na alteração dessa orientação em pontos específicos, de modo que haja a formação de um canal (chaminé).

O perfil de distribuição varia conforme o número de peças a serem produzidas. No caso de 94 peças, o forno apresenta o perfil, conforme a Figura 3.

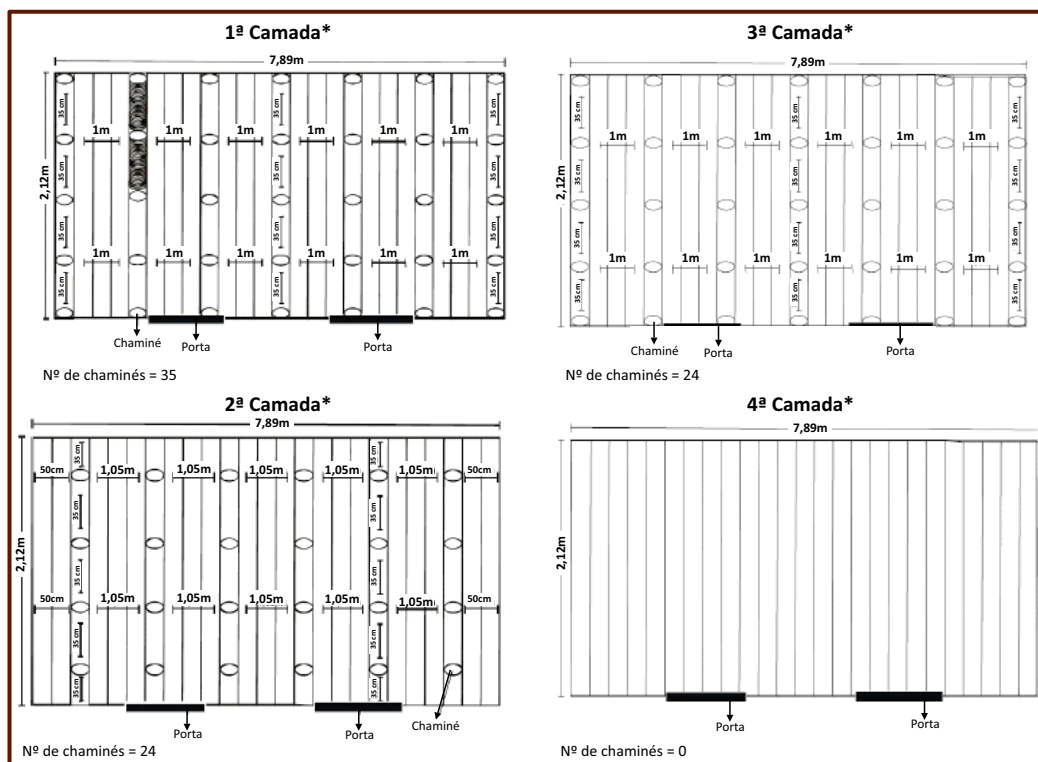


Figura 3: Disposição das peças na arrumação com chaminés em uma produção de 94 peças.

As chaminés estão localizadas em pontos diferentes em cada camada, a fim de otimizar a distribuição do calor.

Resultados

Para avaliar as possíveis melhorias dessa prática, foram realizados testes em 3 fornos, com e sem chaminé, totalizando 6 medições.

O estudo realizado com o auxílio de termopares, que serviram para avaliar as curvas de temperatura em quatro pontos do forno durante o processo de queima. Para ilustrar o trabalho desenvolvido, é apresentado a seguir o resultado específico de um dos testes.

Teste sem chaminé

Neste forno, as curvas de queima apresentaram um bom perfil, uma vez que a alimentação de lenha se deu com o auxílio da indicação registrada com o emprego dos termopares.

Teste com chaminé

Neste experimento foi possível manter a temperatura entre 850°C e 950°C por 5 horas, sendo um patamar de maior duração do que no forno sem chaminés, além de haver telhas de segunda qualidade com melhor coloração, indicativo de que essas peças quase se tornaram peças de primeira qualidade. Outro ponto positivo foi a ausência de picos de temperatura, o que evita a formação de peças vitrificadas.

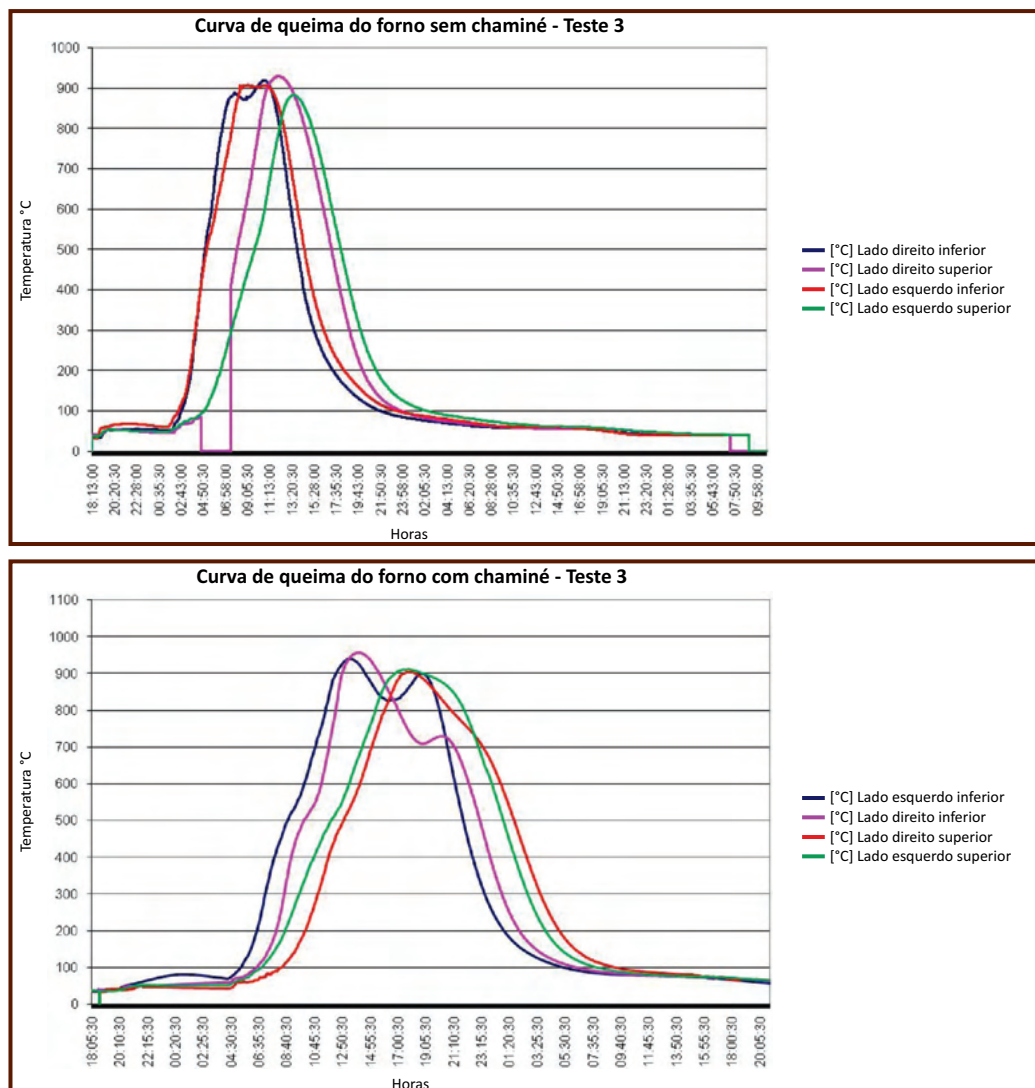


Figura 4: Curvas de temperatura do forno caipira – sem e com chaminés internas.

Conclusão

Foi constatado que a presença das chaminés confere melhor distribuição de calor nas diversas zonas do forno e entre as camadas, favorecendo a produção em maior quantidade de peças de primeira qualidade e a redução de perdas.

Classificação das telhas (%)					
Arrumação	1ª Qual.	2ª Qual.	3ª Qual.	Requeima	Quebra
Com chaminé	40,3	54	3,51	1,5	0,69
Normal	15,7	79,75	3	1,5	0,05

Bibliografia

CEPIS/SEBRAE/INT, 2010. **Relatório final: melhoria na qualidade das telhas dos fornos caipiras**. Campina Grande, PB. 29p.

4.4 - Melhoria da Combustão Através da Injeção de Ar/Uso de Ventiladores

Autores: Mauricio Francisco Henriques Júnior
Rosana Medeiros de Novais
Joaquim Augusto Pinto Rodrigues
Fabrício dos Santos Dantas
Márcio Azevedo Guimarães
Roberto Segundo Enrique Castro Tapia
Felipe Rezende Belém

O texto a seguir é uma síntese do trabalho “Avaliação comparativa da injeção de ar forçado para combustão na queima de artefatos cerâmicos em forno caipira”(INT/MCTI, 2011).

Introdução

A utilização de ventiladores na queima da lenha em fornos cerâmicos fornece ar pressurizado e assim pode melhorar a produção e o consumo dos fornos. Visando avaliar estes ganhos, foram realizados testes comparativos, com e sem o uso de ventiladores, tomando como base a Cerâmica JRA, localizada em Carnaúba dos Dantas, no Rio Grande do Norte.

Testes

O forno utilizado para os testes foi um forno do tipo caipira (forno nº 4), com as seguintes características:

- Tipo: caipira com 6 bocas;
- Capacidade nominal: 60 t/fornada;
- Dimensões: 4 x 9 x 4 m (largura, comprimento, altura);
- Espessura das paredes: 50 cm;
- Área total da superfície exposta ao ambiente: 112 m²;
- Área total da boca das fornalhas: 8,5 m².

Os testes contaram com um acompanhamento da curva de queima, consumo de lenha e qualidade das peças produzidas. As curvas de queima foram obtidas com a ajuda de um registrador de temperatura Fluke Hydra Series II modelo 2625 e contou com a ajuda de termômetros digitais Salveterm 1200K, empregando termopares tipo K.

Foram instalados 6 termopares, dos quais três foram posicionados entre a 3ª e 4ª fileiras, dois foram posicionados entre a 5ª e 6ª fileiras, e o último no topo do forno.

Um ciclo de queima normal de forno caipira costuma ser composto por 2 a 12 horas de preaquecimento, dependendo da umidade da lenha, 7 a 12 horas de queima e, por fim, um resfriamento de 20 a 24 horas, totalizando um ciclo com duração média de 28 horas.

Teste com ventiladores (ventoinhas)

O carregamento do forno terminou por volta das 11:00 h do dia 12/07/11 e deu-se início ao aquecimento (esquente) às 12:00 h, com uma duração de aproximadamente 12 horas. A partir daí iniciou-se a queima propriamente dita perfazendo um total de 7 horas, seguido do período de resfriamento por 20 horas, equivalente ao total de 39 horas no ciclo.

As curvas vermelhas (Figura 1) apresentam forma irregular e temperaturas máximas de 900°C, com gradiente de temperatura de aproximadamente 65°C/h, o que revela menores trocas de calor. Os valores mais baixos são justificados pela região em questão receber gases de combustão mais frios.

Por fim, a curva verde (Figura 1) apresentou formato uniforme e temperaturas máximas de 800°C, com gradiente de temperatura de 40°C/h. Estes valores indicam que as peças colocadas na zona mais alta do forno estão recebendo calor insuficiente para uma sinterização plena, ou seja, os produtos ali colocados não estão sendo submetidos a uma temperatura de pelo menos 800°C durante o tempo necessário para um bom cozimento. Os termopares forneceram a curva da Figura 1.

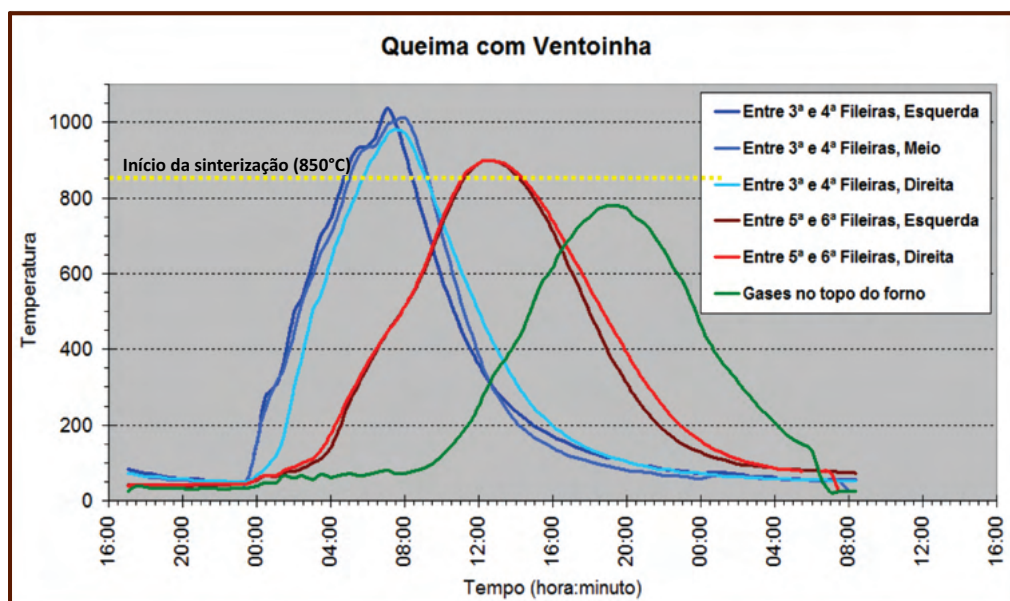


Figura 1: Curvas de temperatura da queima de peças cerâmicas em forno caipira com injeção de ar de combustão.

Teste sem ventiladores (ventoinhas)

O preenchimento da carga do forno no ensaio sem ventoinha foi concluído por volta das 16:00 h do dia 15/08/11. O esquento foi iniciado às 17:15 h e teve duração de 2 horas, aproximadamente, sucedendo-

se 12 horas da queima propriamente dita e aproximadamente 24 horas de resfriamento, fechando o ciclo com o total de 38 horas.

Os mesmos termopares e pontos similares foram usados e forneceram as curvas mostradas na Figura 2.

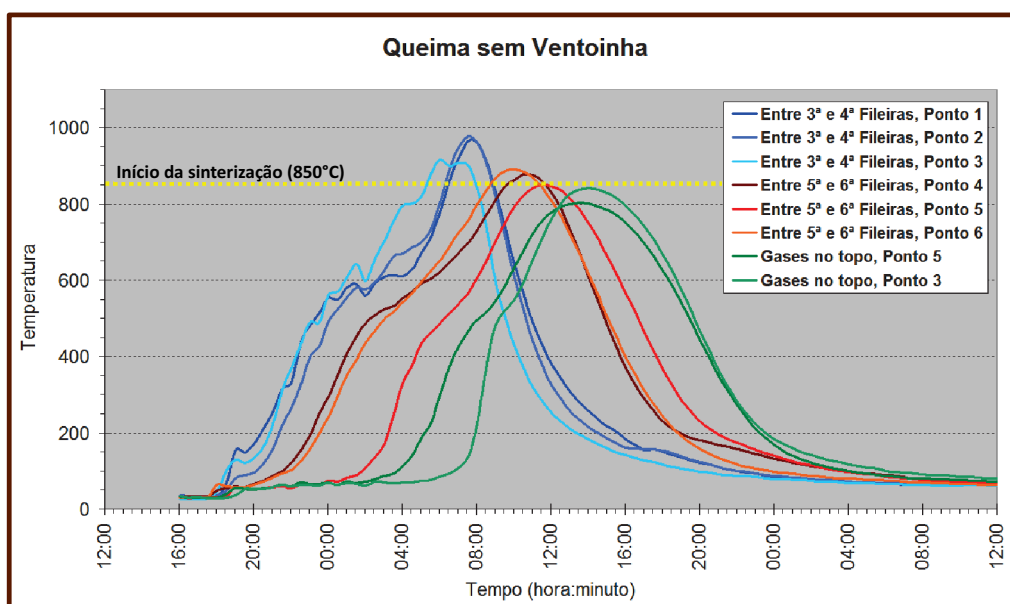


Figura 2: Curvas de temperatura da queima de peças cerâmicas em forno caipira com injeção de ar de combustão.

As curvas azuis apresentaram uma forma irregular, com muitas oscilações, atingindo temperaturas máximas de 970°C, com um gradiente de temperatura de 60°C/h.

A irregularidade é justificável pela combustão instável devido à variação de ar entrando nas fornalhas, que não é mais pressurizado, nem constante, como no caso do uso de ventoinha.

As curvas vermelhas apresentaram uma forma menos irregular, com temperaturas máximas de aproximadamente 850°C e gradiente de temperatura de 47°C/h. Estes dados indicam que nesta região ocorreram menores trocas de calor entre gases de combustão e carga dos fornos, em virtude da circulação de gases mais frios.

As curvas de cor verde apresentaram uma temperatura máxima aproximada de 800°C, com um gradiente de temperatura de aproximadamente 44°C/h.

Resultados e conclusões

Usando o método do cálculo do calor absorvido/calor fornecido foi quantificada a eficiência térmica em cada uma das queimas e os respectivos consumos específicos de energia. O uso de ar injetado pela ventoinha promoveu uma economia de energia equivalente a 29%, na forma de lenha além de ser obtida uma quantidade 17% maior de produtos do que no teste sem ventoinha. Considerando apenas produtos plenamente sinterizados (critério térmico) no teste com ventoinha, o rendimento térmico obtido foi de 20,9% e o consumo específico térmico de 829 kcal/kg.

No caso do teste sem ventoinha o rendimento térmico foi de apenas 15,1% e o consumo específico térmico aumentou para 1.166 kcal/kg. Nota-se também que os consumos específicos térmicos

obtidos nestes testes, com valores superiores a 800 kcal/kg, são muito elevados para a produção de cerâmica vermelha, quando em comparação com a queima em outros fornos mais modernos e tecnologicamente mais eficientes, que se situam entre 400 e 500 kcal/kg.

Em suma, o emprego de ar injetado através de ventiladores gera menor consumo energético e produção com maior qualidade, que resulta em ganhos econômicos significativos para as empresas que adotam esta prática. O resultado poderia ser ainda melhor, caso houvesse o emprego de uma alimentação contínua de combustível, pois geraria uma combustão mais estável e sem as oscilações percebidas ao longo das queimas.

Bibliografia

INT/MCTI, 2011. **Avaliação comparativa da injeção de ar forçado para combustão na queima de artefatos cerâmicos em forno caipira**. Rio de Janeiro/RJ. 17p.

4.5 - Viabilidade de Projetos de Crédito de Carbono

Autores: Joaquim Augusto Pinto Rodrigues
Renata de Sousa Candido

Este capítulo é uma síntese do “Estudo de viabilidade – PoA setor cerâmico região Nordeste com foco no Seridó”, desenvolvido pela Sustainable Carbon – Projetos Ambientais no âmbito do Projeto EELA com o objetivo de avaliar a possibilidade de desenvolvimento de projetos de reduções de emissões em cerâmicas localizadas na região do Seridó.

O Projeto EELA teve como linha de ação contribuir para mitigação das mudanças climáticas, através da redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) na América Latina, mediante o incentivo a implementação de modelos de alternativas tecnológicas eficientes e utilização de combustíveis renováveis. Os modelos propostos foram baseados na adaptação e/ou substituição dos fornos ultrapassados por outros com tecnologias mais eficientes, que reduzissem o consumo de combustíveis e combatessem o desperdício de matérias-primas no processo fabril.

Estas atividades foram complementadas com as iniciativas para o fortalecimento da consciência empresarial em relação ao atendimento das normas e exigências ambientais, permitindo maior acesso a linhas favoráveis de crédito e a novos mercados.

O mercado de carbono surgiu como uma alternativa economicamente viável para o compromisso assumido pelos países, empresas e indivíduos, na diminuição das emissões de GEE. Os créditos de carbono podem estar dentro do cumprimento e observações das prerrogativas do Protocolo de Quioto ou em atendimento ao mercado voluntário, o qual não é juridicamente vinculado, porém foi desenvolvido para aqueles que estão interessados em neutralizar as emissões de carbono.

Sendo assim, além do mercado de carbono oficial (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL) regulado pelas instituições da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (UNFCCC, em inglês), passou a existir um mercado baseado em compromissos voluntários adotados por empresas privadas que tentam compensar os impactos ambientais gerados em suas unidades produtivas. De forma similar, os objetivos dos mercados oficial e voluntário visam muito mais que a questão exclusivamente do clima.

Os projetos de MDL também devem contribuir com os objetivos de desenvolvimento sustentável dos países, contemplando ações para redução da pobreza e a melhoria do nível de vida das zonas rurais.

Diversas empresas de grande porte estabeleceram voluntariamente metas de redução de GEE, tomando decisões baseadas em estratégias de investimento futuro, além do desenvolvimento sustentável e da responsabilidade social em temas ambientais que fortalecem o negócio. É dessa forma que o mercado de ativos de carbono vem funcionando nos últimos anos, sobretudo nos países em desenvolvimento, que podem participar através de Programas de Atividades (PoA) internos e orientados para a redução das emissões em atividades atomizadas e dispersas em determinado espaço geográfico.

A elaboração de um PoA visa ampliar as oportunidades no mercado de carbono para projetos que, em virtude do volume de reduções obtidas, não teriam como optar pela modalidade tradicional, tornando-se, desta forma, uma oportunidade para que governos, empresas e outros órgãos públicos e privados possam reduzir emissões em maior escala contemplando

atividades pequenas em explorações agrícolas, micro e pequenas empresas, entre outras; fortalecendo ainda mais as medidas para melhorar a eficiência energética nestas atividades.

As indústrias cerâmicas estão estabelecidas por todo território do país e utilizam combustíveis que geram impacto ambiental, além de ainda serem utilizados fornos de baixa eficiência energética pela maioria das empresas, que possuem elevado consumo de combustível, produzem peças com baixa qualidade e afetam negativamente a qualidade do ar, além de emitirem GEE, que potencializa as mudanças climáticas. A adoção pelas empresas de medidas para a melhoria de sua eficiência com a redução das emissões possibilita a comercialização de créditos de carbono.

O Projeto EELA teve a consultoria da Sustainable Carbon, que realizou o presente estudo com a premissa de avaliar projetos agrupados em um PoA, no âmbito do mercado voluntário de carbono, obedecendo aos aspectos, requisitos, metodologias e regras do mercado voluntário, bem como seus padrões e atualizações.

Para a composição do estudo foram utilizadas as informações e características das empresas da região do Seridó obtidas e tabuladas pela equipe do Projeto nos levantamentos e estudos realizados na caracterização inicial e formação da linha de base.

Foram avaliados três padrões de certificação de reduções de emissões GEE, sendo eles:

Verified Carbon Standard (VCS)

O VCS foi criado pelas entidades The Climate Group, the International Emissions Trading Association – IETA e The World Economic Forum em 2005. Este padrão é usado para a contabilização de reduções de emissões de GEE, com o objetivo de fornecer metodologias que tornem os projetos verificáveis, mensuráveis, adicionais, permanentes, conservadores nas estimativas e registrados numa base de dados

transparente. Os projetos submetidos podem ser desenvolvidos de acordo com as metodologias aprovadas pelo VCS ou ainda com as metodologias para o MDL e para Climate Action Reserve, atendendo aos princípios da norma ISO 14064, conforme especificado abaixo:

- Relevância
- Integridade
- Consistência
- Precisão
- Transparência
- Conservadorismo

SOCIALCARBON®

Originado na aplicação da metodologia do Carbono Social desenvolvida pela ONG Instituto Ecológica, o padrão *SOCIALCARBON* foi reconhecido no mercado voluntário em 2006. A estrutura teórica é baseada no *Sustainable Livelihood Approach (SLA)*, uma metodologia mundialmente reconhecida no planejamento e desenvolvimento de atividades de avaliação da contribuição de atividades existentes para a sustentabilidade.

O *SOCIALCARBON* é um padrão complementar, ou seja, estabelece critérios de monitoramento de impactos sociais e ambientais do projeto, não incluindo regras para quantificação das reduções de emissões. Desta forma, é utilizado em conjunto um padrão de contabilidade de carbono, tal como, o VCS, o MDL, dentre outros. Ao se aplicar a metodologia do *SOCIALCARBON* devem-se cumprir os seguintes critérios: elegibilidade do projeto de redução de emissões; uso da metodologia *SOCIALCARBON*; monitoramento e melhoria contínua do desempenho do projeto; e auditoria independente por uma entidade certificadora.

Gold Standard (GS)

O padrão *Gold Standard (GS)* pode ser usado nos projetos MDL, adicionando aos critérios uma

avaliação dos benefícios trazidos pelos projetos, ou seja, critérios adicionais de sustentabilidade.

O GS tem por objetivo promover as boas práticas no mercado voluntário. Sua diferença nos requisitos entre aqueles do MDL e do VCS é a exigência de monitoramento contínuo dos impactos do projeto e seu desenvolvimento sustentável. Para tanto, os projetos GS monitoram as reduções de emissões e os impactos dos indicadores de sustentabilidade. O GS atende as regras dos requisitos de projetos MDL. Porém, para ser aprovado com certificação *Gold Standard*, os seguintes critérios de elegibilidade devem ser atingidos pelo projeto:

- As reduções de emissões podem incluir os GEE: CO₂, CH₄ ou N₂O;
- Três tipos de projetos são aprovados: uso de energia renovável; projetos de eficiência energética pelo lado da demanda; manejo e disposição de resíduos sólidos.

Após o estudo pormenorizado de cada um dos três padrões e suas variações para o PoA do setor cerâmico na região do Seridó a escolha da melhor opção foi avaliada contemplando os seguintes critérios:

- Tempo de ciclo de projeto;
- Créditos retroativos;
- Critérios para adesão de novas atividades de projeto com uma área de localização determinada na linha de base (VPAs);
- Custos de desenvolvimento de projeto;
- Critérios de adicionalidade;
- Preço das Emissões Reduzidas Verificadas (VERs);
- Avaliações por terceira parte.

Ao avaliar as possibilidades de aplicação, suas vantagens e desvantagens, o estudo apontou o padrão da metodologia do mercado voluntário *Gold Standard* como a de melhor opção.

Descrição do projeto avaliado para o Seridó

A identificação de oportunidades e as análises dos projetos para a redução das emissões foram feitas com diferentes cenários e avaliação dos seguintes parâmetros: eficiência dos fornos, implantação de novas tecnologias e troca de combustível.

Os cenários do estudo de viabilidade foram projetados para um período de 20 anos, permitindo computar as mudanças na parte tecnológica, no volume de produção e no nível de formalidade. As medidas consideradas serão descritas a seguir.

Forno eficiente melhorado

Os cenários propostos possuem dois índices de consumo específico para o polo cerâmico do Seridó. O primeiro valor de consumo específico foi validado pelas informações cedidas pelas cerâmicas em entrevistas aplicadas pela equipe do INT durante os levantamentos de campo.

O segundo valor estimou-se com base nos questionários aplicados nas empresas, que refletiam a porcentagem de perdas de peças pela queima ineficiente dos fornos abertos, e que não são comercializadas. Assim, o segundo valor de consumo específico adotado para as cerâmicas do Seridó foi estimado como a quantidade total de lenha não renovável, utilizada para produzir uma determinada quantidade de peças que realmente eram comercializáveis.

Implantação de equipamentos para queima eficiente

A atividade de projeto de troca de combustível não renovável por renovável exige mudanças de logística, por exemplo, na compra, uso e armazenamento de biomassa, e adaptações às mudanças de condições de queima dos fornos.

Para aperfeiçoar o uso de biomassa como combustível tornou-se importante o monitoramento

da chamada curva de queima nos fornos para análise da temperatura ideal através do monitoramento da temperatura em diferentes pontos dos fornos ao longo do ciclo de queima.

Combustível (alternativas para substituição do consumo atual)

Através do relatório do Projeto EELA “Avaliação de oferta de biomassa para uso em indústrias de cerâmica vermelha na região do Seridó” de outubro de 2011, chegou-se a conclusão de que a região da Caatinga em que estão inseridas as cerâmicas vermelhas no Seridó possui como combustível disponível a lenha de manejo florestal, lenha de algaroba, poda de cajueiro e uma oferta, ainda não mensurável, de poda de árvores urbanas dos municípios da região.

Além disso, mesmo não sendo objeto do presente estudo, este apontou que seria necessária uma análise detalhada e criteriosa da disponibilidade de combustíveis alternativos à lenha nativa não renovável levando em consideração aspectos locais, quantidade disponível, capacidade produtiva e atividades concorrentes ao uso destes combustíveis na região.

Nos itens descritos acima foram abordadas variáveis importantes para o desenho de possíveis cenários para o desenvolvimento de projeto PoA na região do Seridó, consumo específico dos fornos cerâmicos usados no processo produtivo e projeção das cerâmicas que integrariam um projeto PoA no prazo de 10 anos. Nesta projeção das cerâmicas foram considerados os seguintes aspectos:

- % de cerâmicas que possuíam interesse em participar do projeto;
- % de cerâmicas que fariam a troca completa do combustível, ou seja, cerâmicas que irão substituir o uso de lenha não renovável por combustível renovável;
- % de cerâmicas que conseguirão se adequar legalmente atendendo aos requisitos legais aplicáveis.

Os aspectos apresentados anteriormente foram considerados nos cenários hipotéticos, visando fornecer uma ferramenta de análise de risco ao longo do desenvolvimento do projeto, conforme pode ser visto na Tabela 1. O período de 10 anos foi estabelecido como prazo de adequação, legal e organizacional, necessário para que as cerâmicas atendam aos requisitos de participação em um projeto PoA.

Tabela 1 - Cenários propostos para estudo de viabilidade - cerâmicas da região do Seridó.

	Cenário 1 Otimista	Cenário 2 Intermediário	Cenário 3 Conservador
1) Consumo específico médio dos fornos - considerando questionários INT	Projeção das cerâmicas que integrarão o projeto de carbono, num prazo de 10 anos: 100% .	Projeção das cerâmicas que integrarão o projeto de carbono, num prazo de 10 anos: 50% .	Projeção das cerâmicas que integrarão o projeto de carbono, num prazo de 10 anos: 20% .
2) Consumo específico médio - considerando perda de peças			

Análise de oportunidades de redução

As oportunidades de redução de emissões no setor estavam alinhadas a partir da troca de biomassa não renovável por fontes renováveis de energia e através de projetos de eficiência energética.

Pela troca de biomassa não renovável por fontes renováveis de energia, as condições para a sua aplicação precisariam seguir a metodologia *“AMS-I.E: Troca a partir de biomassa não renovável para uso em aplicações térmicas pelo usuário”*, determinada pela UNFCCC, que são:

- Os desenvolvedores do projeto devem provar que biomassa não renovável vem sendo utilizada desde 31 de dezembro de 1989;
- Deve ser possível demonstrar por meio de pesquisas e publicações, a fração de biomassa não renovável que seria utilizada na ausência do projeto.

Já os projetos de eficiência energética podem ser aplicados às atividades de pequena escala em que ocorre introdução de unidades/equipamentos de melhor aproveitamento térmico utilizando biomassa não renovável ou atividades em que ocorre a modernização de unidades/equipamentos já existentes. As reduções de emissões são geradas a partir do aumento de eficiência energética e seguem os critérios e requisitos da metodologia *“AMS II. G - Eficiência energética em aplicações térmicas usando biomassa não renovável”* que é usada, principalmente, em projetos de pequena escala e, geralmente, em projetos localizados em países subdesenvolvidos.

Sendo assim, o fato de a metodologia *AMS II. G* não se adequar à legislação ambiental brasileira que classifica como ilegal o uso de madeira proveniente de áreas sem manejo florestal, se chega à conclusão de que a metodologia que melhor se aplica à possível atividade de projeto nas indústrias cerâmicas da região do Seridó é a *AMS-I.E*, pois o cenário atual das cerâmicas é o uso de lenha não renovável, ou o uso parcial deste combustível na geração de energia

térmica nos fornos. Logo, a potencial atividade responsável por redução de emissões estaria na troca de combustível (lenha) não renovável por renovável. Outro ponto importante é o fato de que os padrões de mercado de carbono voluntário exigem que um projeto de redução de emissões esteja em conformidade com a legislação aplicável do país em que o mesmo está localizado, tornando, logo, inviável o uso da metodologia *AMS-II. G* no Brasil.

Seleção de metodologia de linha de base e monitoramento

A metodologia estabelece, através de uma abordagem técnica, os critérios de elegibilidade para geração de créditos de carbono e determina as equações para cálculo dos mesmos.

Para determinação das emissões da linha de base, de acordo com a metodologia *AMS-I.E.*, assume-se que na ausência do projeto, a linha de base seria o uso de combustível fóssil para atender a demanda de energia térmica atualmente fornecida por lenha não renovável. Isto significa que as emissões da linha de base são aquelas resultantes do uso de combustíveis não renováveis para o processo de queima de peças cerâmicas.

O monitoramento se refere à coleta e arquivamento dos dados necessários para determinação da linha de base e para medir as reduções de emissões dentro do limite de projeto.

Estimativa de redução de emissões – cerâmicas vermelhas da Região do Seridó

As cerâmicas avaliadas com potencial de participação em projeto de redução de emissões foram pré-selecionadas a partir de questionários aplicados pelo INT, dos quais foram obtidos dados de produção, combustível utilizado e especificações de fornos. Estas informações foram agrupadas e utilizadas nas estimativas de geração de redução de emissões.

Pela aplicação dos questionários foi possível saber que as 91 cerâmicas entrevistadas possuíam 441 fornos cerâmicos, sendo a maior parte do tipo caipira (cerca de 80%) e caieira (14%). A produção média destas cerâmicas era de 577 milheiros/mês, considerando um consumo médio informado pelos ceramistas de 0,90 metros estéreos de combustível para queimar um milheiro de peças. Entre as peças produzidas estão tijolo, lajota, telhas e canaletas. Os combustíveis utilizados nos fornos são algaroba, aveloz, lenha oriunda da Caatinga (lenha “nativa”, que inclui jurema preta, pereiro, angico, catingueira, monjuba, oiticica, marmeleiro), poda de cajueiros, briquete e poda urbana.

Os cenários propostos para estimativa de redução de emissões das cerâmicas da região do Seridó seguem os parâmetros da metodologia AMS-I.E. Para facilitar a descrição dos cálculos estes parâmetros foram divididos em parâmetros fixos e parâmetros variáveis. Os parâmetros fixos são estabelecidos pela metodologia (parâmetros $NCV_{biomass}$ e $Ef_{projected_fossilfuel}$) ou conforme referências bibliográficas (fator de conversão de metro estéreo para metro cúbico e densidade da lenha não renovável do bioma Caatinga).

Estes parâmetros estão listados na tabela abaixo:

Tabela 2 - Princípios e parâmetros adotados.

Parâmetros fixos	Valor	Unidade de medida	Fonte do parâmetro
Fator de conversão	0,30	m ³ /st	Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga. Serviço Florestal Brasileiro, 2010 ¹
Densidade - Lenha não renovável	0,88	ton/m ³	Fontes: IPCC ² ; LORENZI, H, 2002 ³ ; OLIVEIRA, E. <i>et al</i> , 2006 ⁴ ; QUIRINO, W. F <i>et al</i> , 2004 ⁵ ; IBAMA. ⁶
$NCV_{biomass}$ - Poder calorífico - Lenha não renovável	0,02	TJ/ton	Metodologia AMS-I.E, versão 05
$Ef_{projected_fossilfuel}$ - Fator de emissão do combustível fóssil residual	81,60	tCO ₂ e/TJ	Metodologia AMS-I.E, versão 05

¹ Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga / Maria Auxiliadora Gariglio... [et al.], organizadores. _ Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010.368p.: il. color.; 23 cm. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/sfb/_arquivos/web_uso_sustentvel_e_conservao_dos_recursos_florestais_da_caatinga_95.pdf. Acesso em 23/10/2012.

² IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change. Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas para UTCUTS - chapter3 – Table 3A.1.9-2.

³ LORENZI, H. Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil, vol.1. 4.ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002.

⁴ OLIVEIRA, E; VITAL, B. R.; PIMENTA, A. S.; LUCIA, R. M. D.; LADEIRA, A. M. M.; CARNEIRO, A. C. O. Estrutura anatômica da madeira e qualidade do carvão de Mimosa tenuiflora (Willd.) Poir. R. Árvore, Viçosa-MG, v.30, n.2, p.311-318, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v30n2/a18v30n2.pdf>. Acesso em: 01/11/2012.

⁵ QUIRINO, W. F.; VALE, A. T. V.; ANDRADE, A. P. A.; ABREU, V. L. S.; AZEVEDO, A. C. S. Poder calorífico da madeira e de resíduos lignocelulósicos. Biomassa & Energia, v. 1, n. 2, p. 173-182, 2004. Disponível em: http://www.renabio.org.br/arquivos/p_poder_lignocelulosicos_11107.pdf. Acesso em: 01/11/2012.

⁶ IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). Madeiras Brasileiras. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/lpf/madeira/caracteristicas.php?ID=195&caracteristica=139>. Acesso em 01/11/2012.

Os parâmetros variáveis são determinados de acordo com o cenário considerado e estão listados abaixo:

- Taxa média de adesão das cerâmicas à atividade de projeto programática;
- Fração de madeira usada na ausência do projeto considerada não renovável ($f_{NRB,y}$);
- Consumo específico de combustível na linha de base (BF_y), medido em metros estéreis de lenha por mil peças produzidas.

A taxa média de adesão das cerâmicas ao projeto de carbono foi estabelecida de acordo com a porcentagem de cerâmica que iria aderir ao projeto num prazo de 10 anos. Para o cenário 01, 02 e 03, esta porcentagem foi de 100%, 50% e 24%, respectivamente.

Durante os três primeiros anos de projeto, considerou-se uma taxa de adesão de cinco cerâmicas por ano, para efeitos de simplificação. Esta estimativa considerou as barreiras normalmente associadas ao desenvolvimento de projetos de carbono, que exigiam uma série de alterações tecnológicas, administrativas e estruturais nas cerâmicas, além de acordos comerciais e jurídicos entre as partes envolvidas. A taxa de adesão de anos futuros dependeria ainda do sucesso do projeto em gerar receitas aos envolvidos, através das vendas iniciais dos créditos de carbono. Além disso, grande parte das cerâmicas optava por participar de um projeto de carbono tendo como exemplo as cerâmicas que já estavam com o projeto implantado e em operação.

Depois da avaliação do risco da atividade de projeto, tendo sido considerados todos os princípios citados na Tabela 2, se estabelecia então o plano para o monitoramento de sustentabilidade, e se determinava de que forma seria feita, no decorrer do ciclo de vida do projeto, a avaliação dos indicadores e parâmetros escolhidos.

Ao aplicarem-se os requisitos necessários do padrão *SOCIALCARBON* para cerâmicas da região do Seridó verificou-se que elas estão submetidas a um cenário

de baixo acesso aos recursos de sustentabilidade, sendo desta forma, um cenário crítico para o cumprimento dos argumentos de sustentabilidade do padrão.

Já no âmbito do padrão *Gold Standard* o cenário atual das cerâmicas vermelhas do Seridó mostrou um baixo risco para o cumprimento dos argumentos de sustentabilidade exigidos pelo padrão.

Desta forma a avaliação dos argumentos de sustentabilidade impostos pelos padrões *SOCIALCARBON* e *Gold Standard* podia-se prever que o desenvolvimento de projetos para a redução de emissões pode gerar melhorias aos funcionários das cerâmicas e a comunidade local como um todo, desde que para isso fossem utilizados os recursos obtidos pelos créditos. Sendo possível também, que o projeto possibilite aprimoramentos aos princípios de sustentabilidade agregando entidades e organizações interessadas e envolvidas no projeto. Por fim, deveria ser lembrado ainda da importância das empresas cerâmicas atentarem para o cumprimento da legislação ambiental de forma a viabilizar a aplicação e o desenvolvimento do projeto.

Avaliação econômica

Os custos de desenvolvimento de Programa de Atividades (PoA), de microescala, usando *Gold Standard* são mencionados na Tabela 3. Diferentemente dos padrões VCS e *SOCIALCARBON*, o GS possui taxas de análise de pré-viabilidade, em casos de atividades de projeto retroativas. Este valor é pago no início do projeto, no momento de requerimento de análise de pré-viabilidade à Fundação *Gold Standard*, calculado com base nas estimativas iniciais de geração de reduções de emissões. Na análise financeira do padrão GS, foi estimado que 20% das atividades de projeto (VPAs) inseridas no PoA após a validação precisariam de análise de viabilidade prévia.

Segundo o padrão GS, a cada período de verificação, o

desenvolvedor de projeto deve destinar à Fundação GS 2% dos créditos verificados, conforme especificado em “*Share of proceeds*”, exceto no primeiro período de verificação em que não se aplica

o pagamento de parcela de recursos. O custo inicial do registro APX é calculado com base no primeiro período de verificação, por isso não se aplica “*Share of proceeds*” neste caso.

Tabela 3 - Custos relacionados ao desenvolvimento de PoA⁷ – padrão *Gold Standard*.

Parâmetro	Valor em dólar americano (USD)
Desenvolvimento do Documento de Concepção de Projeto - DCP	\$50.000
Validação - PoA	\$20.000
Validação - por VPA inicial	\$2.500
Verificação anual - por VPA	\$1.500
Análise pré-viabilidade - (por tCO ₂ e)	\$0,10
Parcela estimada de VPAs que precisam de Análise pré-viabilidade	20%
Abertura conta registro (APX)- (por tCO ₂ e)	\$0,10
Custo de monitoramento - anual	\$5.000
Custo de monitoramento - por VPA	\$100
GS - Custo anual de registro	\$500
GS - Custo inicial de registro APX (por tCO ₂ e)	\$0,10
GS - Custo de emissão no registro APX (por tCO ₂ e)	\$0,05
GS -Parcela de Recursos destinados à Fundação GS (tCO ₂ e) (<i>Share of proceeds</i>)	2%
Preço do crédito de carbono (tCO ₂ e)	\$9,50

⁷ Valores estimados com base na experiência de mercado da empresa Sustainable Carbon – Projetos Ambientais LTDA.

Viabilidade econômica do PoA

O consumo específico de combustível na linha de base (BF_y) tem um efeito mais significativo quanto ao volume de créditos, e consequentemente, quanto à taxa interna de retorno esperada do projeto. Portanto, a viabilidade de um PoA envolvendo as cerâmicas da região do Seridó depende muito do real consumo de combustíveis que tais empresas podiam ter no cenário da linha de base. Logo, recomendou-se que estudos mais detalhados fossem feitos para avaliar tal parâmetro com maior precisão.

Para todos os cenários estudados a fração de madeira não renovável utilizada na ausência do projeto foi considerada como 0,227. Ou seja, considerou-se que aproximadamente 23% do combustível utilizado no

cenário de linha de base da região do Seridó são de origem não renovável. Este valor foi calculado com base na fração de lenha não renovável da Caatinga (por meio da ferramenta da UNFCCC) e na parcela de lenha não renovável usada pelas cerâmicas do Seridó, conforme estudo de matriz energética feita pelo INT.

Porém, tendo em vista a situação de demanda e oferta de madeira na região Nordeste do Brasil, cuja informação é de que aproximadamente 80% da lenha produzida na região tem como fonte principal o desmatamento, foram consideradas duas outras opções de valores para o parâmetro $f_{NRB, y'}$, sendo a premissa de que 50% e 75% do combustível utilizado pelas cerâmicas de Seridó como sendo de origem não renovável.

Conclusão

É possível concluir que o padrão *Gold Standard*, comparado aos *VCS* e *SOCIALCARBON*, mostrou ser o mais economicamente viável. Porém, o *GS* seria mais exigente tecnicamente e apresenta maior risco de aprovação de projeto, pois possui um ciclo de projeto mais longo. Além disso, este padrão determinava uma avaliação de terceira parte mais criteriosa e exigente.

A utilização simultânea dos padrões *VCS* e *SOCIALCARBON* mostrou ser uma alternativa de desenvolvimento de projeto também interessante. Isso porque a aplicação destes padrões, comparada à aplicação do padrão *Gold Standard*, era tecnicamente menos exigente. Além disso, dependendo das condições do mercado de carbono, os créditos *VCS+SC* poderiam ser negociados a um preço médio financeiramente viável, ou seja, ofereciam uma relação custo-benefício positiva.

O presente estudo recomendou, por fim, que fossem avaliados criteriosamente os parâmetros consumo específico de combustível no cenário da linha de base (BF_y) e fração de madeira considerada não renovável usada na ausência de projeto ($f_{NRB,y}$), sendo necessários estudos aplicado à região do Seridó antes ou no início do desenvolvimento do projeto. Tais parâmetros eram essenciais para determinação da viabilidade de se desenvolver um projeto programático envolvendo as cerâmicas da região do Seridó.

Bibliografia

SUSTAINABLE CARBON, 2012. **Estudo de viabilidade: PoA setor cerâmico Região Nordeste com foco no Seridó.** São Paulo/SP. 92p.

4.6 - Panorama Atual e Caminhos Futuros do Uso de Biomassa Combustível no Setor

Autores: Julia Santos Nunes de Campos
Marcia Carla Ribeiro de Oliveira

O presente capítulo consiste na apresentação das informações geradas a partir dos encontros promovidos pelo Projeto EELA em conjunto com a Associação Plantas do Nordeste (APNE), com o objetivo de embasar e discutir os dados obtidos para incrementar a acurácia das informações sobre a oferta e uso da biomassa.

Como visto no capítulo 3, a lenha é a biomassa mais utilizada nas indústrias de cerâmica vermelha do Nordeste, onde são destacadas as obtidas através do plantio de espécies nativas ou exóticas, da exploração de ambientes naturais, podas e resíduos.

O potencial de consumo equivalente de biomassa combustível no Brasil é da ordem de 50 milhões de metros cúbicos de lenha por ano, (EELA BRASIL, 2012).

Propriedades das fontes de biomassa utilizadas e fontes alternativas

As propriedades mais relevantes para as biomassas mais utilizadas pelo setor cerâmico no Nordeste encontram-se resumidas na Tabela 1.

Com relação ao eucalipto, os ponteiros e toretes finos são utilizados por muitas cerâmicas do Recôncavo Baiano e Sul de Sergipe. Esse tipo de madeira não é aceito pelas fábricas de celulose e só tem uso alternativo para carvão vegetal. Para estes não há muitas possibilidades de agregar valor e não encontram-se outros usos concorrentes.

Observa-se que o Poder Calorífico Básico (expresso em kcal/kg) é praticamente igual em todos os tipos de biomassas, lenhas e resíduos. As diferenças observadas na prática em termos de temperatura da

Tabela 1 - Disponibilidade atual e propriedades das biomassas mais utilizadas no Nordeste.

	Caatinga PMFS	Cajueiro	Algaroba	Eucalipto	Bambu	Pó de serra	Bagaço de Cana	Casca de Coco
Peso seco do estéreo (kgMS ¹ /st)	240	247	287	303	126	136	95	112
Peso verde do estéreo (kg/st)	280 a 320	450	380 a 430	500 a 600	210	160	190	150
Umidade (%)	inferior	10	40	20	40	40	15	50
	superior	25	50	40	50			
Poder calorífico (Kcal / kgMS)	4.600	4.500	4.600	4.500	4.600	4.600	4.500	4.500
Poder calorífico de um estéreo (Kcal/st)	1.104.000	1.113.750	1.320.200	1.361.250	579.600	625.600	427.500	506.250
Disponibilidade atual (milhões de estéreos/ano)	5	3,5	2	0,7	Pouco significativa	Pouco significativa	Variável	3
Disponibilidade atual (milhões de tMS/ano)	1,2	0,9	0,6	0,2	Pouco significativa	Pouco significativa	Variável	0,3

Fonte: EELA BRASIL, 2016.

fornalha, rendimento e consumo específico são devidas ao maior ou menor conteúdo de umidade da biomassa no momento de ser queimada, e também, ao peso seco do estéreo – que pode ser bem maior ou menor que o peso seco do estéreo de lenha de Caatinga, utilizado como referência.

A disponibilidade efetiva de cada tipo de biomassa é uma questão local, que pode ser influenciada por muitos fatores próprios de cada região, polo ou município, sendo que as lenhas de plano de manejo e algarobais espontâneos, que atendem a maior parte da demanda, contribuem com cerca de 35% na redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) nos principais estados produtores.

Demanda geral de biomassa combustível no Nordeste

As principais demandas atuais de lenha no setor industrial do Nordeste são devidas a cinco ramos industriais: cerâmica vermelha para construção civil; polo gesso do Araripe/PE, além dos ramos de Alimentos, Siderurgia, Papel e Celulose.

Existe ainda muita incerteza sobre o consumo de dois ramos: “Padaria” e “Siderurgia”. Porém, a produção de cerâmica vermelha para construção civil sempre se destaca como o ramo de maior consumo de biomassa, consumindo de 5 a 10 vezes mais que qualquer outro setor industrial, e provavelmente chega a representar até 50% do consumo industrial total.

Tabela 2 - Estimativa do consumo industrial de biomassa para geração de energia térmica em setores competitivos diretos à cerâmica vermelha, Região Nordeste.

	Cerâmica Vermelha	Padarias	Gesso	Papel e celulose
Consumo atual (milhões de tMS/ano)	2,52	0,32	0,61	1,45
Fontes principais	Caatinga, algaroba, caju	Caatinga, algaroba	Caatinga, caju, algaroba	Algaroba, frutíferas
Estados com maior importância	CE, RN, PB, PE, AL, BA	Todos	PE	PE

Fonte: EELA BRASIL, 2016.

Déficit no fornecimento de biomassa renovável

Considerando-se as políticas de comando e controle para regularização da lenha nas cerâmicas seria necessária a existência de uma oferta legalizada e sustentável para suprir esta demanda, porém a disponibilidade não é suficiente.

Analisando que a oferta potencial de palha da cana disponibilizada através da colheita mecanizada não está sendo aproveitada e que o bagaço de cana praticamente não está disponível pela concorrência

para geração de energia elétrica e forragem; e ainda que o uso da poda de cajueiro não é sustentável devido à tendência encontrada de substituição de cajueiro gigante pelo cajueiro anão; e mesmo que bambu, pó de serra e outros resíduos sejam pouco significativos, resta para geração de energia térmica em pequenas e médias empresas do Nordeste, o equivalente a 2,3 MtMS/ano ou 10,7 Mst/ano.

A demanda de lenha da indústria de cerâmica vermelha está na ordem de 3,0 MtMS/ano (Tabela 3). Assumindo que esta absorve 55% de toda a oferta de biomassa

renovável, o déficit seria de aproximadamente 6 Mst/ano (1,3 MtMS/ano). E, mesmo que toda a biomassa sustentável fosse destinada à fabricação de produtos cerâmicos ainda existiria um pequeno déficit.

Tabela 3 - Oferta de biomassa renovável para geração de energia térmica acessível para indústrias do Nordeste.

	PMFS	Algaroba	Eucalipto	Coco	Total Oferta Sustentável MtMS/ano	Total Demanda Cerâmicas MtMS/ano	Balanco Setor Cerâmica
Oferta (milhões de tMS/ano)	1,2	0,6	0,24	0,3	2,3	3,0	-1,7

Fonte: EELA BRASIL, 2016.

Aumento da sustentabilidade na promoção do uso de biomassa para energia térmica no Nordeste

As opções básicas identificadas para assegurar o atendimento da demanda do setor cerâmico com biomassa totalmente sustentável são:

- Ampliar a área de PMFS;
- Aumentar o uso de resíduos de eucalipto;
- Desenvolver o manejo de algaroba;
- Desenvolver o uso de resíduos de coco;
- Desenvolver o uso de palha de cana;
- Desenvolver a pesquisa em Capim-elefante;
- Desenvolver centrais de beneficiamento/distribuição de biomassa para fins energéticos.

O Projeto EELA trabalhou em conjunto com atores chave de promoção a fontes renováveis de energia térmica. O Serviço Florestal Brasileiro - SFB possui diretrizes em comum e apresenta histórico com sensibilização e capacitação do setor ceramista para boas práticas do processo produtivo e uso eficiente da lenha, atuando diretamente no incremento da oferta sustentável em Assentamentos de Reforma Agrária viabilizando Planos de Manejo Florestal Sustentável.

Os algarobais espontâneos contribuem sobremaneira para a oferta de biomassa na região. Espera-se também

que seja possível trabalhar diretamente na cadeia de fornecimento, principalmente nos algarobais nunca explorados até o momento, para incorporá-los na produção de biomassa sustentável.

Ademais, se faz necessário desenvolver a logística de coleta, processamento e venda, no que tange ao uso de resíduos para queima, para que os mesmos sejam aceitos de forma integral pelo setor e outros usuários.

Bibliografia

EELA BRASIL, 2012 – Programa de Eficiência Energética em Ladrilleras de América Latina para Mitigar el Câmbio Climático, Projeto Brasil. **Panorama da Indústria de Cerâmica Vermelha no Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Tecnologia/Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. 2012. 83p.

EELA BRASIL, 2016 – Programa de Eficiência Energética em Ladrilleras de América Latina para Mitigar el Câmbio Climático, Projeto Brasil. **Seminário Temático Biomassas Combustíveis, Sustentabilidade e Redução de Emissões de GEE na Indústria de Cerâmica Vermelha no Nordeste: panorama atual e caminhos futuros**. Recife: Associação Plantas do Nordeste e Instituto Nacional de Tecnologia/Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. 2016. 7p.

PAREYN, F.; RIEGELHAUPT, E.; CAMPOS, J.S.N.; OLIVEIRA, M.C.R. 2016. **Manual para escolha da Biomassa Combustível em Indústrias de Cerâmica Vermelha no Nordeste**. Rio de Janeiro/RJ: INT/MCTIC, 60p.

4.7 - Dinâmica da Oferta de Lenha de Caatinga Manejada no Nordeste

Autores: Julia Santos Nunes de Campos
Marcia Carla Ribeiro de Oliveira

O manejo florestal foi definido legalmente em 2006, com a sanção da Lei de Gestão de Florestas Públicas, como “administração da floresta para obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto do manejo e considerando-se, cumulativa ou alternativamente, a utilização de múltiplas espécies madeireiras, de múltiplos produtos e subprodutos não madeireiros, bem como a utilização de outros bens e serviços florestais”.

No Bioma Caatinga, a legislação ambiental estabelece que 20% da área da propriedade seja destinada para a Reserva Legal e obriga a proteger as Áreas de Preservação Permanente (APP). O restante da propriedade pode ser utilizado para atividades agrícola, pecuária ou florestal (Figura 1). Porém, só o manejo florestal sustentável é capaz de conservar a biodiversidade.

O Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) consiste de um documento técnico elaborado por um engenheiro florestal, que descreve como o manejo florestal será implementado em uma determinada propriedade; apresenta características da floresta a manejar, assim como a quantidade e a qualidade da madeira disponível; além das técnicas e formas de intervenção prevista, como tipo de corte, talhonamento, intensidade de corte etc.

O esquema de exploração de uma área a ser manejada é apresentado na Figura 1. Esta apresenta um ciclo de corte de 10 anos e é dividida em Unidades de Produção Anual (UPA) ou talhões, onde o número

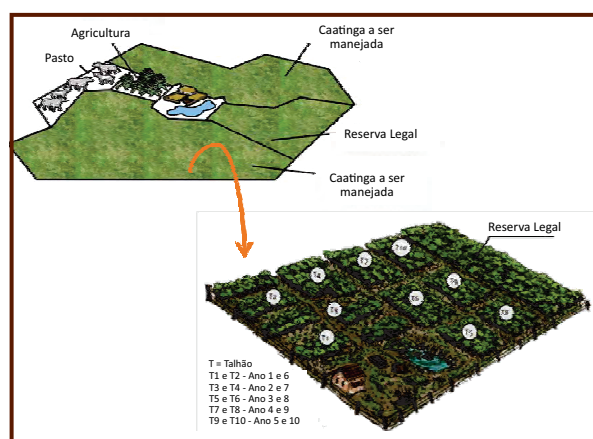


Figura 1: Manejo florestal sustentável da Caatinga.

destes deve ser igual ao ciclo de corte¹, que é o tempo necessário para a recuperação da vegetação.

Essa atividade teve sua ascensão em meados de 2006, após regulamentação dada pelo Decreto nº 5.975 (BRASIL, 2006), viabilizando nos dias de hoje a produção de biomassa combustível sustentável com preços acessíveis em locais próximos às bacias fornecedoras (para mais informações, consultar capítulo 3).

A compreensão sobre a dinâmica da produção de lenha renovável das áreas florestais do Bioma Caatinga, instrumentalizada junto aos órgãos ambientais responsáveis através do PMFS, se faz prioridade de esforços conjuntos desde o princípio do Projeto EELA, visto que esta informação não é encontrada facilmente de forma atualizada e sistematizada para possibilitar o entendimento deste importante componente da oferta de biomassa sustentável legal no Nordeste.

As compilações das informações sobre esta fonte de lenha foram realizadas em 2013 e novamente em 2016, considerando os anos base 2012 e 2015,

¹ Ciclo de corte: o número de anos pode variar de acordo com as características da vegetação e da região a ser manejada.

respectivamente, através da parceria entre o Instituto Nacional de Tecnologia, a Associação Plantas do Nordeste (APNE)² e Órgãos Estaduais de Meio Ambiente (OEMA), viabilizando a reunião das variáveis referentes à homologação de Planos de Manejo Florestais Sustentáveis em cada estado nos períodos indicados.

Entre 2012 e 2015, considerando o Bioma Caatinga, foi identificado acréscimo de 20% no número de PMFS autorizados, incremento de 30% de área manejada e de 20% no volume anual homologado para colheita. Atualmente esta atividade ocupa cerca de 400.000 hectares em todo o bioma, produzindo aproximadamente 710.000 toneladas de matéria seca (tMS) para fins energéticos anualmente (APNE, 2017).

Mesmo que toda a oferta fosse destinada às cerâmicas (desconsiderando-se todas as outras atividades consumidoras deste insumo para geração de energia como casas de farinha, padarias,

churrascarias, gesseiras), esta atenderia somente 25% da demanda estimada para todo o setor ceramista no Nordeste (atualmente em ordem de grandeza de 3 milhões de tMS/ano).

Conforme o gráfico apresentado na Figura 2, a oferta de lenha originária de manejo florestal continua a crescer ainda que seu volume disponível seja insuficiente para atender a matriz energética do Nordeste e que haja morosidade dos órgãos públicos (principal causa da inatividade dos PMFS já protocolados, bem como do déficit em Pernambuco (EELA BRASIL, 2012)). Porém, mesmo com essas adversidades, o PMFS permanece atraente economicamente, valorando o benefício ambiental.

Deve-se ressaltar como boa prática encontrada para incremento representativo desta fonte, o financiamento direto realizado pelo Serviço Florestal Brasileiro – SFB/MMA através da implantação de PMFS em Assentamentos Florestais de Reforma Agrária na Caatinga³.

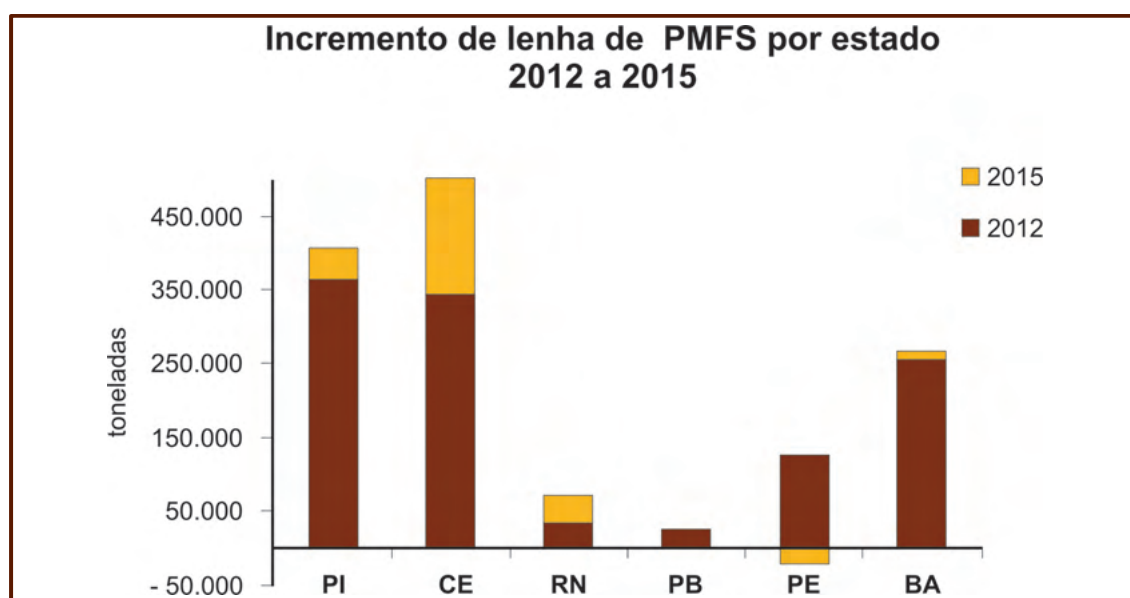


Figura 2: Oferta anual de lenha oriunda de PMFS de Caatinga, com destaque para dinâmica entre os anos de 2012 e 2015.

² Principal facilitador das atividades relacionadas ao tema biomassa no Projeto EELA Brasil.

³ Serviço Florestal Brasileiro (SFB) financia 80 dos 135 Assentamentos Florestais de Reforma Agrária do Nordeste desde 2006. Atualmente 6% do volume de PMFS na Caatinga são de Assentamentos de Reforma Agrária (GARIGLIO, 2015).

Bibliografia

APNE, 2017. Associação Plantas do Nordeste. **Estudo de atualização da estimativa de demanda e oferta de biomassas no Nordeste brasileiro e cenários futuros**. Recife: Associação Plantas do Nordeste, Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento/Ministério do Meio Ambiente. 2017. 24p.

BRASIL. **Decreto nº 5.975 de 30 de novembro de 2006**. Regulamenta os arts. 12, parte final, 15, 16, 19, 20 e 21 da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, o art. 4º, inciso III, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, o art. 2º da Lei nº 10.650, de 16 de abril de 2003, altera e acrescenta dispositivos aos Decretos nos 3.179, de 21 de setembro de 1999, e 3.420, de 20 de abril de 2000, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/decreto/d5975.htm. Último acesso em: [17/03/2017](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/decreto/d5975.htm).

EELA BRASIL, 2012B – Programa de Eficiência Energética em Ladrilleras de América Latina para Mitigar el Cambio Climático, Projeto Brasil. **Estudo de quadro da oferta de biomassa combustível para a indústria de cerâmica: oferta de biomassa renovável para os polos cerâmicos do Nordeste do Brasil**. Recife: Associação Plantas do Nordeste e Instituto Nacional de Tecnologia/Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. 2012. 67p.

EELA BRASIL, 2016B – Programa de Eficiência Energética em Ladrilleras de América Latina para Mitigar el Cambio Climático, Projeto Brasil. **Análise da situação atual do manejo florestal da Caatinga e das dinâmicas envolvidas**. Recife: Associação Plantas do Nordeste e Instituto Nacional de Tecnologia/Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. 2016. 9p.

GARIGLIO, M.A., 2015. **Manejo Florestal Sustentável em Assentamentos Rurais na Caatinga**. In: Estatística florestal da Caatinga. Recife: Associação Plantas do Nordeste. Ano 2. Volume 2. 140p. Disponível em: http://www.plantasdonordeste.org/acervo?lightbox=imagem_190r. Último acesso em: [30/01/2016](http://www.plantasdonordeste.org/acervo?lightbox=imagem_190r).

4.8 - Algarobais Espontâneos e Potencial de Mitigação Junto ao Setor

Autores: Marcia Carla Ribeiro de Oliveira
Julia Santos Nunes de Campos

A Algaroba

A algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.) (Figura 1) é uma espécie exótica originária do Peru, introduzida no Brasil em meados do século passado e difundida em larga escala após plantios financiados pelo Fundo de Investimento Setorial (FISSET), que também viabilizou projetos de produção de coco (*Cocos nucifera* L.) e caju (*Anacardium occidentale* L.), cultivares significativas economicamente no bioma Caatinga até a atualidade. Atualmente as áreas de algaroba financiadas pelo FISSET tiveram por finalidade evitar o abandono ou a modificação do uso do solo.



Figura 1: Algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.).

A algaroba, em especial, adaptou-se bem no Nordeste, particularmente no semiárido, dada a coesão entre os fatores físicos do local e as propriedades fisiológicas da espécie, que uma vez instituída, contribuiu para a geração de diferenciados produtos na região como vagens, mel, madeira e outros derivados.

A espécie perpetuada ao longo das décadas, principalmente por dispersão animal, foi difundida em áreas agrícolas abandonadas de várzeas e baixios, onde existe um subsolo saturado com água durante boa parte do ano, estabelecendo-se nestas por rebrota, sem apresentar caráter invasor em áreas naturais (PAREYN *et al.*, 2016).

Os algarobais espontâneos são povoamentos compostos por indivíduos desta espécie que após a exploração do fuste se regeneram principalmente pela rebrota (APNE, 2014). Por este motivo a lenha de algaroba destes fragmentos é considerada sustentável, pois após o corte não há mudança de uso do solo e, quando se considera a variável tempo, as árvores tendem a recapturar o carbono emitido na combustão, bem como as interações sócioecológicas estabelecidas com estes são mantidas.

A principal finalidade da lenha de algaroba é energética, com participação de 81% do volume total da produção madeireira, tendo por principais destinos os setores cerâmico, gesso e alimentício, destacando-se ainda a produção de carvão vegetal e a demanda domiciliar de um total de 11 ramos consumidores identificados. As estacas e mourões também são derivados lenhosos e compõem o restante do volume colhido (PAREYN *et al.*, 2016).

As informações georreferenciadas obtidas sobre as bacias produtoras de algaroba identificadas para os três estados estão disponíveis no site do Centro Nordestino de Informações sobre Plantas - CNIP - (<http://www.cnip.org.br/algarobais.html>), e ao clicar nos pontos uma tabela se abre com informações como hectares, capacidade produtiva, dentre outras (Figura 2).



Figura 2: Interface do site do CNIP, plataforma online sobre algarobais espontâneos.

A oferta dos algarobais espontâneos

O interesse sobre o detalhamento das populações de algaroba se deu pela expressividade desta na matriz energética das cerâmicas, identificada durante os estudos de linha de base da oferta de biomassa realizado em conjunto com a Associação Plantas do Nordeste (APNE)¹. Esta associação submeteu projeto intitulado: Manejo racional dos algarobais espontâneos para o combate à desertificação no Sertão de Pernambuco à órgão de interesse², que então desenvolveu metodologia de avaliação sobre os algarobais espontâneos do estado.

Após os resultados divulgados, o Projeto EELA viabilizou a replicação do estudo para os estados do Rio Grande do Norte e Paraíba. Baseado nesses estudos, os algarobais espontâneos ocupam aproximadamente 0,55% da área dos três estados (Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte), conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Produção sustentável de biomassa dos algarobais espontâneos.

UF	Algarobais espontâneos	
	Área (ha)	Produção (tMS/a)
PB	28.530	126.695
PE	67.159	288.261
RN	17.465	74.356
Total	113.154	489.312
Atual (70% manejado)	79.208	342.518

Fonte: Pareyn et al. (2016).

A principal contribuição deste estudo é compreender a real disponibilidade de algarobais espontâneos de maneira sistematizada e atualizada.

Os algarobais espontâneos contribuem para o fornecimento de lenha, estacas e mourões que complementam a produção dos Planos de Manejo Florestais Sustentáveis (PMFS) e evitam o uso não racional da Caatinga (Tabela 2).

Tabela 2 - Contribuição de algarobais espontâneos ao uso não regulado da Caatinga.

UF	Corte evitado
	Área (ha)
PB	4.713
PE	10.724
RN	2.766
Total	18.204

Fonte: adaptado de Pareyn et al. (2016).

¹ Ator-chave das atividades relacionadas ao tema biomassa no Projeto EELA Brasil.

² Manifestação de Interesse nº 171/2013, ao Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura – IICA, fomentado pelo Fundo Nacional sobre Mudança do Clima / Fundo Clima – MMA.

Viabilidade de absorção da oferta de algaroba pelas cerâmicas

Nas regiões de intervenção do Projeto EELA, áreas do estudo, foi constatado que no ano de 2015 a lenha mais utilizada pelas empresas do polo de Sergipe e Alagoas foi a de algaroba (58% da matriz), seguida de lenha de caatinga (oriunda de PMFS ou não). No Seridó, esta fonte representa mais de 80% da matriz de energia térmica das empresas cerâmicas.

Devido ao conhecimento obtido sobre o déficit na oferta de biomassa sustentável (para mais informações, consultar o item 4.6) e a boa aceitação dos ceramistas em relação à lenha de algaroba compreendeu-se que a atividade prioritária seria mobilizar as ofertas encontradas e não utilizadas, como no caso dos algarobais espontâneos e fomentar/incentivá-las em livre expansão, como a oriunda de PMFS.

Potencial de redução de emissões pelo emprego de algaroba renovável no setor

A contribuição dos algarobais para evitar emissões de gases de efeito estufa (GEE) é considerável. Atualmente está na faixa de 300 a 500 mil tCO₂e/ano e seu potencial nos três estados é da ordem de 400 a 700 mil tCO₂e/ano.

A Tabela 3 apresenta um resumo das principais contribuições dos algarobais espontâneos nos três estados estudados, considerando as restrições legais.

Tabela 3 - Área ocupada por algarobais espontâneos e potencial para exploração energética considerando restrições legais

Atual	Aspecto	Potencial
79.208	Área total de algarobais (ha)	113.154
60.732	Área de algarobais fora de APP (ha)	86.760
342.392	Produção total (tMS/a)	489.132
262.357	Produção fora de APP (tMS/a)	374.796
212.509	Produção energética fora de APP (tMS/a)	303.585
159.382	Produção energética fora de APP para Indústria de cerâmica (tMS/a)	227.689

Fonte: Pareyn et al. (2016).

Bibliografia

APNE. 2014. **Estudo de quadro da oferta de biomassa combustível para a indústria de cerâmica na região nordeste do Brasil**. Recife, Pernambuco: APNE. 63p.

NOBRE, F.V. 1982. **Algarobeira no Nordeste brasileiro, especialmente no Rio Grande do Norte**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALGAROBIA, 1. Natal. Anais. Natal: EMPARN, 1982. p. 257-282.

PAREYN, F.; RIEGELHAUPT, E.; CRUZ FILHO, J.L.V.; MENECELLI, H.T. 2016. **Levantamento do potencial de oferta sustentável de biomassa de algaroba nos estados de Rio Grande do Norte e Paraíba, e sua potencial inserção na matriz energética da indústria cerâmica**. Recife, 2016. 36p.

RIEGELHAUPT, E.; PAREYN, F.G.C.; CRUZ FILHO, J.L.V.; SILVA NETO, J.R.; GOMES, M.J.S.; BACALINI, P.A. 2014. **Manejo racional dos algarobais espontâneos para o combate à desertificação no Sertão de Pernambuco**. Recife: Associação Plantas do Nordeste – APNE, 68p.

4.9 - Central de Processamento de Biomassa

Autores: Marcia Carla Ribeiro de Oliveira
Julia Santos Nunes de Campos

O presente capítulo apresenta, brevemente, as informações sobre a produção e a utilização da biomassa combustível utilizada no polo cerâmico de São José dos Pinhais, Paraná, com o objetivo de que o caso de sucesso possa inspirar outros arranjos produtivos locais pelo país.

São José dos Pinhais apresenta uma das áreas com relevante concentração de empresas cerâmicas do país, reunindo mais de 100 indústrias. A região possui tradição na produção de artigos cerâmicos para construção, com olarias que datam de mais de 35 anos.

Além disso, a cidade abriga o terceiro polo automotivo do país em seu distrito industrial, que juntamente com outras modalidades fabris produzem resíduos sem destinação final equalizada.

A Associação dos Ceramistas de São José dos Pinhais (ASCESJP) não apresenta fins lucrativos e busca o fortalecimento da produção da cerâmica, bem como de políticas públicas que viabilizem a regularização e normatização das empresas, o avanço em tecnologia nos processos, melhorias na infraestrutura das estradas para facilitar a comercialização, fomento à capacitação profissional, adequação às normas ambientais e suporte técnico e administrativo às empresas.

A ASCESJP conta com 22 associados e estima a produção da região de São José dos Pinhais em cerca de 25 milhões de peças cerâmicas por mês.

Neste polo foi observado um Arranjo Produtivo Local (APL) fundado e gerido por ceramistas, a Central de Logística e Reciclagem (CLR), atuando desde 2013 e que hoje disponibiliza cerca de 1.500 toneladas

mensais de cavacos (Figura 1) oriundos do reaproveitamento de resíduos madeiros da construção civil e das indústrias, com a finalidade de serem utilizados como biomassa combustível nos fornos das cerâmicas da região.



Figura 1: Cavaco produzido na CLR pronto para a queima.

É importante mencionar que os resíduos são compostos de madeiras já processadas para algum fim, sejam pallets, caixas para transporte, móveis, tábuas, dentre outros, porém, todos secos (Figura 2).



Figura 2: Material residual a ser processado.

A CLR trabalha com cerca de seis funcionários, dois caminhões, 10 caçambas para entrega e um picador de 150 cv (Figura 3), com capacidade nominal de 40m³/h, processando 250m³/dia chegando a uma produção média de 1.500 toneladas de biomassa combustível renovável/mês, fornecida para todos os associados da ASCESJP, além de ceramistas da grande Curitiba e ainda para algumas empresas de cal. Assim, contribui diretamente para as metas brasileiras de desmatamento zero e de modificação da matriz energética em direção a alternativas renováveis, bem como para o cumprimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).



Figura 3: Picador utilizado na CLR.

Cerca de 70% do que é produzido é adequado diretamente em uma das caçambas da CLR e enviado para os consumidores. As entregas mais distantes chegam a 50km. Este tipo de fornecimento, viabilizado através de centrais de estocagem e processamento, atende também necessidades de empresas sem áreas para estocagem. Além disso, permite atender demandas específicas de diferentes cerâmicas ao redor da central de abastecimento de biomassa, promovendo assim maior racionalidade e economicidade. Nesse caso,

uma empresa especializada centraliza o fornecimento da biomassa (aquisição, beneficiamento e estocagem) e garante a sua distribuição para as diferentes cerâmicas associadas, pontuando-se o fato de que mesmo desvinculada da associação, a CLR é gerida por ceramistas.

O cavaco é comercializado por aproximadamente R\$ 26,00/m³ para os ceramistas associados, chegando a R\$ 31,00/m³ para empresas de cal, que precisam do material mais seco e solto.

Outra fonte de recursos proveniente do reaproveitamento de materiais descartados (Figura 4) se dá durante o processamento, onde são resgatados na esteira, através de um grande ímã, os pregos utilizados previamente no material. Entre 3 e 4 toneladas de sucata de ferro coletadas são comercializadas, em média, a R\$ 0,25/kg.



Figura 4: Reaproveitamento de material descartado.

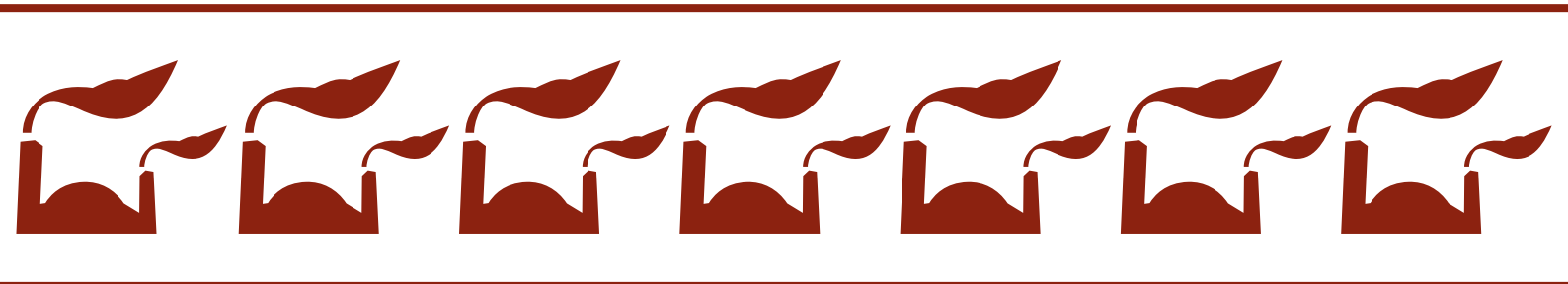
A existência da CLR, de forma geral, fomenta a injeção de tecnologia no processo de queima na região, incentivada pela oferta de combustível com maior eficiência e possibilidade de alimentação automática.

Sabe-se que a disponibilidade deste combustível de qualidade e com ciclo de emissões praticamente fechado, diminuiu de forma considerável as emissões de carbono na atmosfera local.

Em comparação a outros tipos de biomassa encontrados na região, como resíduos de eucalipto e de pinus não processados, o combustível renovável de qualidade disponibilizado pela CLR (cavaco) apresenta-se com uma opção eficiente, de baixo custo e sem maiores desperdícios ao meio ambiente.

Bibliografia

CAMPOS, J. S. N.; OLIVEIRA, M. C. R.; HENRIQUES JR., M. F.; RODRIGUES, J. A. P. 2016. **Caracterização da cadeia produtiva de processamento de biomassa residual para o setor de cerâmica vermelha em São José dos Pinhais/PR**. In: Congresso Internacional de Biomassa - CIBIO. 2016. Curitiba, Paraná. 8p.



Licenciamento Ambiental

Autores: Marcia Carla Ribeiro de Oliveira
Julia Santos Nunes de Campos

O licenciamento ambiental é o procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental tem competência para licenciar a localização, instalação, ampliação e operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetivas ou potencialmente poluidoras, ou aquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares, e as normas técnicas aplicáveis ao caso (Resolução CONAMA, nº 237/97 Art. 1º).

Após o processo de licenciamento, é concedida à empresa uma licença ambiental, que é um documento com prazo de validade, no qual reconhece que o empreendedor está autorizado a exercer suas atividades com o compromisso de preservar a qualidade do meio ambiente da localidade onde sua empresa está situada.

Mesmo sendo uma obrigatoriedade legal, o licenciamento ainda apresenta muitos entraves a serem resolvidos para que, de fato, esse processo seja cumprido e executado devidamente.

O empreendimento que funciona sem licença ambiental está sujeito a advertências, multas e paralisações, entre outros tipos de penalidades administrativas. O não cumprimento do licenciamento também é considerado um crime ambiental, com previsão de detenção, multa, ou ambas.

Entre as principais características avaliadas no processo de licenciamento, pode-se destacar o gerenciamento dos resíduos sólidos, a geração de efluentes líquidos, as emissões atmosféricas, os ruídos e o potencial de riscos de explosões e de incêndios.

Classes de Licenciamento: água x argila x fabricação de produtos cerâmicos

Ao fabricar produtos cerâmicos, são exigidas a outorga para utilização da água, a licença para extração de argila, a emissão de material particulado, bem como a comprovação da origem da lenha, caso essa fonte energética seja empregada na empresa.

Água

A autorização de uso da água tem prazo determinado e condições pré-estabelecidas, segundo a Lei 9.433/97, que estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos.

Para as águas de domínio dos estados, a outorga é de responsabilidade dos órgãos gestores dos sistemas estaduais, baseado na legislação de cada unidade federativa.

O volume utilizado na fabricação de cerâmica vermelha, em muitos casos, é pequeno a ponto de dispensar autorização. Cada estado possui uma regulamentação para a dispensa em outorga de água.

Argila

As etapas de extração da argila e queima do produto são as que merecem maior atenção em relação aos impactos ambientais consequentes. Qualquer empreendimento potencialmente poluidor tem que, obrigatoriamente, ser submetido às condicionantes impostas, caso a caso e específicas da atividade, pelo órgão estadual de meio ambiente (OEMA), responsável também pelas regulações econômicas e trabalhistas.

A argila é a principal matéria-prima dentro do setor cerâmico e faz parte do patrimônio mineral

brasileiro. Por isso, é necessário possuir um título de mineração, que poderá ser a Guia de Utilização, Portaria de Lavra ou Registro de Licença expedido pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) e a Licença Ambiental de Operação, expedida pelo órgão estadual de meio ambiente.

Nesta etapa serão atribuídas condições para a extração, descritas no Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD). Geralmente, a recuperação é gradual, acontecendo conforme o avanço do esgotamento da exploração de uma área, sob responsabilidade de um responsável técnico.

Após a liberação do registro deverá ser recolhida a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM), e emitir o Relatório Anual de Lavra (RAL) (recebimento *online*).

O licenciamento de atividades de extração mineral obrigatoriamente deverá ser feito através de Estudo de Impacto Ambiental (EIA), caso contrário estará sendo desenvolvido de forma inconstitucional.

Fabricação de produtos cerâmicos para construção civil

Para a obtenção da licença ambiental, o primeiro passo é identificar o OEMA onde o processo será conduzido, podendo ser realizado em nível municipal, dependendo da disponibilidade da cidade onde está inserida a atividade.

O Poder Público, no exercício de sua competência de controle, expedirá as três licenças necessárias para fabricação de produtos cerâmicos para construção: a Licença Prévia (LP), que trata basicamente da concepção do projeto; a Licença de Instalação (LI), que autoriza a materialização do estabelecimento/atividade e por fim, a Licença de Operação (LO), que concede o licenciamento ambiental para funcionamento do empreendimento.

A LO concedida pelo órgão ambiental precisa ser

renovada dentro do prazo de validade estabelecido. Essa renovação garante a continuidade do controle ambiental de uma atividade potencialmente poluidora.

Atividades não licenciadas: Termo de Ajustamento de Conduta e Licença de Operação

As indústrias que tiveram as suas atividades iniciadas sem nenhum tipo de licenciamento tem a possibilidade de assinar um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC), onde há em média dois anos para atender as exigências solicitadas pelo órgão ambiental.

Relatório Anual de Atividades

Além da Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental (TCFA), o ceramista também deve entregar o Relatório das Atividades exercidas no ano anterior, cujo modelo é definido pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

O ceramista deve comprovar o atendimento às condicionantes, bem como os controles do desempenho ambiental da fábrica ao longo do período de vigência da licença. Deverão constar também, nos estados onde são exigidas, as informações pertinentes à análise da chaminé: material particulado e gases.

Se o relatório não for entregue dentro dos prazos legais estabelecidos, a empresa fica sujeita à multa.

Encontrando os órgãos ambientais responsáveis por sua região

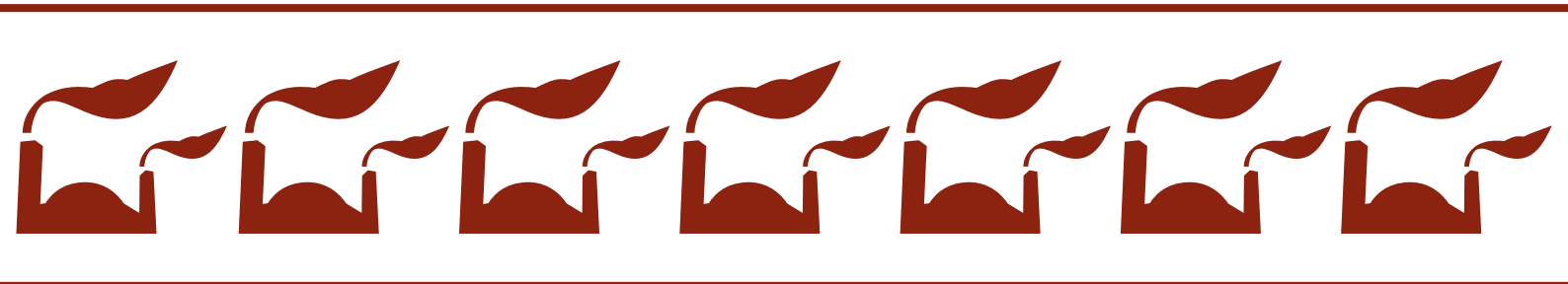
Os órgãos ambientais estaduais têm competência concorrente para realizar maiores exigências em relação à legislação federal, porém não têm autoridade para realizar concessões que não estejam em conformidade com a constituição.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, através da Resolução 237/97, estabeleceu os níveis de competência federal, estadual e municipal para todo o território nacional, de acordo com a extensão do impacto ambiental. Os únicos casos onde o licenciamento acontece a nível federal são aqueles onde a área a ser lavrada abranja mais de um estado.

A regularização ambiental nos estados é de responsabilidade dos órgãos executores da Política Estadual de Meio Ambiente, contando com o apoio técnico dos demais executores do processo de licenciamento.

Bibliografia

OLIVEIRA, M. C. R.; CAMPOS, J. S. N.; RODRIGUES, J. A. P.; HENRIQUES JR., M. F. **Manual de Licenciamento Ambiental para Indústrias de Cerâmica Vermelha no Nordeste**. Rio de Janeiro/RJ: INT/MCTIC, 2016. 28p.



Financiamento

Autor: Luiz Felipe Lacerda Pacheco

Panorama e necessidades do setor

O setor de cerâmica vermelha na região Nordeste é constituído basicamente de empresas de pequeno e médio porte, além de microempresas familiares em vários estados que ainda utilizam técnicas artesanais.

Assim, em comparação com os principais países produtores, percebe-se um certo atraso tecnológico. Com a necessidade de reverter esse quadro, os produtores começaram a buscar linhas de crédito ajustadas às suas necessidades de melhoria da qualidade dos produtos e eliminação de desperdícios no processo de produção, com intuito de se tornarem mais eficientes em energia e com menores danos ao meio ambiente.

Essas melhorias tecnológicas estão associadas às etapas de preparação da massa, secagem e queima, onde estão os equipamentos que necessitam de financiamento, como por exemplo, fornos, secadores e outras máquinas do processo.

Inicialmente o Projeto EELA atuou junto aos produtores para perceber suas necessidades reais de melhorias e em paralelo com os provedores de tecnologia do setor. Depois de mapeado o cenário de necessidades e soluções, a estratégia foi aproximar e despertar o interesse de instituições financeiras em encaixar o setor ceramista dentro de suas linhas de crédito disponíveis e mais vantajosas, ou seja, linhas de crédito para a instalação de alternativas tecnológicas que desenvolvessem as empresas e mitigassem emissões de gases do efeito estufa – GEE.

Parcerias com instituições financeiras

Dentre diversas visitas a bancos privados e públicos, foram escolhidas para o trabalho em parceria com o Projeto EELA as instituições Caixa Econômica Federal – CEF e o Banco do Nordeste do Brasil – BNB, devido às melhores condições de linhas de crédito existentes para os ceramistas.

A CEF é uma instituição financeira integrada ao Sistema Financeiro Nacional, sob a forma de empresa pública do Governo Federal, com patrimônio próprio e autonomia administrativa com sede em Brasília (DF) e filiais em todo o território nacional. Auxilia na política de crédito, submetendo-se às suas decisões e à disciplina normativa ao Ministério da Fazenda, e à fiscalização do Banco Central do Brasil. Além disso, conta, em caráter excepcional, com serviços bancários autorizados pelo Conselho Monetário Nacional (CMN), e suas contas e operações estão sujeitas a exame e julgamento do Tribunal de Contas da União (TCU).

O BNB é uma instituição financeira estatal, constituída na forma de sociedade de economia mista, de capital aberto, controlada pelo Governo Federal, tendo a União como sua acionista majoritária. Sua sede está localizada na cidade de Fortaleza, estado do Ceará. É um banco múltiplo, que tem por finalidade promover o desenvolvimento sustentável da Região Nordeste do Brasil, por meio do apoio financeiro aos agentes produtivos regionais. Sua missão, segundo sua filosofia corporativa, é atuar na promoção do desenvolvimento regional sustentável.

Linhas de crédito disponíveis

Principais produtos financeiros da CEF utilizados pelo setor cerâmico:

Capital de giro

Cheque Empresa Caixa - Crédito rotativo destinado às empresas de qualquer porte que desejam equilibrar as finanças ou formar capital de giro.

Conta Garantida Caixa - Empréstimo rotativo destinado às empresas clientes da Caixa.

Giro Caixa - Linha de crédito destinada às empresas de todos os portes.

Crédito Especial Caixa Empresa - Opção que pode ser utilizada sem destinação específica, o pagamento é parcelado e as taxas de juros podem ser pré ou pós-fixadas.

Giro Caixa Fácil - Empréstimo destinado às empresas clientes da Caixa, com faturamento anual de até R\$ 50 milhões.

BNDES Progeren - Capital de giro com juros baixos e condições especiais para empreender e aumentar o faturamento.

Financiamentos

Crédito a fornecedores - Fornecedores podem suprir as necessidades de fluxo de caixa da sua empresa.

BNDES Automático - Empresas que contribuem para o desenvolvimento do país contam com condições especiais para financiamento de projetos de investimento.

Cartão BNDES Caixa - Financiamento de até R\$ 1 milhão para investimentos em bens e serviços.

PROGER Investgiro - Até R\$ 600 mil para micro ou pequena empresa investir no crescimento dos negócios.

Microcrédito

Financiamentos - Apoio da Caixa para investir no potencial de empreendimentos. Oportunidade de expandir os negócios, modernizar operações ou melhorar a infraestrutura.

Capital de giro - Aquisição facilitada, prazo de pagamento estendido e prestações debitadas diretamente da conta do tomador do empréstimo.

Microcrédito Produtivo Orientado Caixa - Linha de crédito para capital de giro ou investimento fixo, destinada a empreendedores formais e informais com faturamento anual de até R\$ 120 mil.

Imóveis

Financiamento para compra, construção ou reforma.

Principais produtos financeiros do BNB utilizados pelo setor cerâmico:

Programa FNE-MPE

O objetivo do Programa de Financiamento às Microempresas e Empresas de Pequeno Porte e ao Empreendedor Individual (FNE – MPE) é fomentar o desenvolvimento das Micro e Pequenas Empresas e dos microempreendedores individuais dos setores: industrial, inclusive mineração, agroindustrial, de turismo, comercial e de prestação de serviços, inclusive empreendimentos culturais e a produção, circulação, divulgação e comercialização de produtos e serviços culturais, contribuindo para o fortalecimento e aumento da competitividade do segmento.

Programa FNE INDUSTRIAL

O objetivo do Programa de Apoio ao Setor Industrial do Nordeste é fomentar o desenvolvimento do setor industrial, inclusive mineração, promovendo a modernização, o aumento da competitividade, ampliação da capacidade produtiva e inserção

internacional de empreendimentos de pequeno-médio, médio e grande porte.

Programa FNE INOVAÇÃO

O objetivo do Programa de Financiamento à Inovação é promover atividades e empreendimentos inovadores, por meio do apoio financeiro ao desenvolvimento ou aprimoramento significativo de produtos, serviços e/ou processos, e com ênfase na busca de um melhor posicionamento competitivo e novas oportunidades de mercado para empreendedores e empresas da Região; e, promover o desenvolvimento da indústria regional de software e das empresas prestadoras de serviços de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), de forma a ampliar a sua participação no mercado nacional e internacional, incentivar o Processo de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P, D & I) e estimular a melhoria da qualidade dos produtos, serviços e processos.

Programa FNE PROINFRA

O objetivo do Programa de Financiamento à Infraestrutura Complementar da Região Nordeste é promover a ampliação de serviços de infraestrutura econômica, dando sustentação às atividades produtivas da Região.

Programa FNE VERDE

O objetivo do Programa de Financiamento à Conservação e Controle do Meio Ambiente é promover o desenvolvimento de empreendimentos e atividades econômicas que propiciem ou estimulem a preservação, conservação, controle e/ou recuperação do meio ambiente, com foco na sustentabilidade e competitividade das empresas e cadeias produtivas; e, promover a regularização e recuperação de áreas de reserva legal e de preservação permanente que se encontram degradadas.

Programa FINAME

O objetivo do Programa de Financiamento à Produção e Comercialização de Máquinas e Equipamentos é financiar a produção e a comercialização de máquinas e equipamentos novos de fabricação nacional, cadastrados na FINAME, nas modalidades: financiamento à compradora e financiamento a fabricante.

Programa BNDES (FINAME/PSI-BK Novos)

O objetivo do Programa BNDES de Sustentação do Investimento – Subprograma FINAME/PSI-BK Novos é financiar a produção e a aquisição isolada de máquinas e equipamentos novos, inclusive ônibus, caminhões, chassis, caminhões-tratores, carretas, cavalos-mecânicos, reboques, semirreboques, inclusive os do tipo dolly, tanques e afins, novos, cadastrados pela FINAME. No caso de micro, pequenas e médias empresas poderá ser financiado capital de giro associado à aquisição isolada de máquinas e equipamentos.

BNDES Automático

O objetivo do Programa BNDES Automático-Financiamento de Projetos de Investimento é financiar a implantação, ampliação, realocação e modernização de empreendimentos econômicos nos setores rural, industrial, agroindustrial, comercial, de turismo e de prestação de serviços.

Interlocução com as instituições financeiras

Ao longo do Projeto EELA, percebeu-se que o melhor para o setor ceramista seria a utilização das linhas de crédito referentes à capital de giro da CEF e as do programa FNE coordenado pelo BNB, quando o objeto a ser financiado fosse “equipamentos eficientes”.

A partir daí, a estratégia adotada passou a ser promover a aproximação das instituições financeiras

com ceramistas, facilitando a troca de informações e esclarecimentos. Essa iniciativa visava agilizar e fomentar a aplicação de projetos de inclusão de alternativas tecnológicas nas empresas do setor.

O Projeto EELA promoveu eventos, workshops, feiras, mostras técnicas de equipamentos, dentre outras ações, as quais estiveram presentes os produtores de cerâmica vermelha, provedores de tecnologia (fabricantes) e as instituições financeiras parceiras (CEF e BNB). Nestes encontros foi possível realizar a aproximação desejada e iniciar o processo de aquisição de alternativas tecnológicas pelos produtores visando o desenvolvimento das empresas. Por outro lado, percebeu-se que tais ações de aproximação das instituições financeiras com os produtores e provedores necessitavam de um apoio para análise das viabilidades econômico-financeiras dos projetos que começavam a surgir. O Projeto EELA então criou o chamado Plano Econômico Financeiro de Alternativas Tecnológicas – PEFAT, o qual tem como base uma planilha dinâmica que possibilita cada produtor simular as receitas e despesas de sua empresa com a entrada de uma dada alternativa tecnológica. Após a elaboração dessa planilha, o projeto promoveu diversos treinamentos para os agentes de financiamento do BNB, onde eram explicadas as peculiaridades do setor, além do modo operacional da planilha. Após a introdução do PEFAT, acredita-se que os processos internos, tanto nas empresas como nos bancos, foi otimizado, como também o tema das garantias foram minimizadas.

Barreiras para a concessão de financiamentos

Em todos os tipos de financiamentos existentes no mercado é de extrema importância observar as exigências da instituição financeira para aprovação do crédito. Normalmente, os projetos que são submetidos às instituições financeiras buscando financiamento, independente do setor, são

submetidos à análises técnico-econômicas e financeiras, que consideram uma série de fatores para a análise da viabilidade do projeto, a saúde financeira da empresa e o cumprimento de exigências legais no campo social, trabalhista e ambiental.

As principais dificuldades encontradas para a concessão de um financiamento pelas instituições financeiras são:

- Falta de conhecimento técnico dos agentes de financiamento das instituições financeiras;
- Comprovação de solvência dos produtores;
- Apresentação das licenças exigidas pelo produtor, para aprovação do financiamento;
- Burocracia na aquisição das licenças;
- Atendimento às garantias exigidas.

Aplicação do PEFAT

No caso das empresas assistidas pelo Projeto EELA no Brasil, os equipamentos que geralmente requerem apoios dos bancos são: máquinas em geral para o preparo da massa cerâmica, retroescavadeiras, veículos e os fornos que, no final das contas, passou a ser o item focal da aplicação do PEFAT, tendo em vista os objetivos centrais do Projeto – implementar maior eficiência energética nas empresas e contribuir com a redução das emissões de GEE. Para empregar a planilha PEFAT, o ceramista, inicialmente, deve estruturar um quadro com as características atuais de funcionamento de sua indústria. A Figura 1 apresenta duas situações distintas: situação atual - relaciona o tipo de forno utilizado na indústria e os dados operacionais da empresa; situação proposta - o produtor pode simular a troca de fornos e a entrada de equipamentos auxiliares mais eficientes. Com essa simples informação, a planilha consulta um banco de dados e apresenta resultados técnicos econômicos e financeiros, indicando ou não a viabilidade da troca proposta ou de uma nova configuração de produção.

Sistema Atual

Perfis	Tipo de Forno Atual	Capacidade do Forno (Toneladas)	Número de Queimas (Mês)	Produção Mensal do Forno (Toneladas/Mês)
--------	---------------------	------------------------------------	-------------------------------	---

Pequeno Porte	Caipira / Caieira	43,00	6,00	1096,50
---------------	-------------------	-------	------	---------

Valores para o cálculo do volume de carga suportado pelo forno

Perfis	Tipo de Forno Atual	Número de Fornos Atuais	Diâmetro ou Largura (m)	Comprimento (m)	Altura (m)	Volume de Carga (m ³)
--------	---------------------	----------------------------	-------------------------------	--------------------	---------------	---

Pequeno Porte	Caipira / Caieira	5	3	7	3	315,00
---------------	-------------------	---	---	---	---	--------

Sistema Proposto

Novos Perfis	Configuração Proposta	Capacidade do Forno (Toneladas)	Número de Queimas (Mês)	Produção Mensal do Forno (Toneladas/Mês)
--------------	--------------------------	------------------------------------	-------------------------------	---

Grande Porte	cedan	692,77	4,50	3024
--------------	-------	--------	------	------

Valores para o cálculo do volume de carga suportado pelo forno

Novos Perfis	Configuração Proposta	Número de Fornos Propostos	Diâmetro ou Largura (m)	Comprimento (m)	Altura (m)	Volume de Carga (m ³)
--------------	--------------------------	----------------------------------	-------------------------------	--------------------	---------------	--------------------------------------

Grande Porte	cedan	1	10	45	3	1350,03
--------------	-------	---	----	----	---	---------

Nº de Câmaras/Forno 16

Figura 1: Planilha de entrada de dados para o sistema atual e proposto.

Três análises são realizadas, a primeira, econômica, faz uma Relação entre o Custo e o Benefício (RCB), onde ao lucro atual é o benefício e o custo anual é o da aplicação do novo forno. Na segunda análise, financeira, são apresentados alguns índices

financeiros como Taxa Interna de Retorno (TIR), Valor Presente Líquido (VPL) e *payback* com restrições associadas. E na terceira análise, ambiental, calcula-se a redução de toneladas de CO₂ com a aplicação do novo forno.

Análise Econômica

Itens Orçamentários	Valores R\$	Itens Orçamentários	Valores R\$	Valor do Projeto	Valor em Funcionamento	Vida Útil (Anos)	Tx. Juros a.a.	FRC	Custo Anualizado	Custo Total Anualizado	Benefício	RCB
Equipamentos		Mão de Obra		Cálculos								
cedan	700.013,65	Própria	35.000,68	910.017,74	910.017,74	30	15,00%	0,15	138.595,88	138.595,88	1.472.495,93	VIÁVEL
Galpões/Secadores	0,00	Terceirizada	105.002,05		0,00	15						
Picador	0,00	Subtotal M.O.	140.002,73		0,00	10						
Moedor	0,00	Diretos			0,00	10						
Automações	0,00	Transportes	35.000,68		0,00	10						
Rec de Calor	0,00	Benef. de Biomassa			0,00	10						
Rearranjo de Peças	0,00	Subtotal Diretos	35.000,68		0,00	10						
Controle de Temp.	0,00	Indiretos			0,00	10						
Subtotal Equip.	700.013,65	Engenharia/Projeto	21.000,41		0,00	30						
		Adm / Fiscalização	14.000,27		0,00	10						
		Subtotal Indiretos	35.000,68		910.017,74				138.595,88			

Análise Financeira

Perfil Proposto	Capital Anual EXTRA R\$	Investimento R\$	Lucro Liq Anual Atual	Lucro Liq Anual Proposto	Ganho Anual com a Troca	% do Ganho Disponível para Financiamento	Capacidade Anual de Pagamento	Cálculo da TIR e VPL para 8 anos				
								TIR	VPL (R\$)	Pay Back Simples (Meses)	Pay Back Descontado (Meses)	Viabilidade
Grande Porte		910.017,74	906.824,32	2.379.320,25	1.472.495,93	100%	1.472.495,93	11,86%	6.549.112	7,4	8,5	POSITIVA

Análise Ambiental

Tipo de Fornos a serem trocados	Consumo Médio de Lenha por Forno	Quantidade	Consumo Mensal de Lenha	Tipo de Fornos a serem instalados	Consumo Médio de Lenha por Forno	Quantidade	Consumo Mensal de Lenha (st)	Redução da Quantidade de Fornos	Redução do consumo mensal de Lenha	Redução de Emissões tCO ₂
Toneladas				Toneladas				Toneladas		
Caipira / Caieira	100,80	5	504,00	cedan	475,88	1	475,89	4	28,11	12.917,16
Toneladas de Lenha				Toneladas de Lenha				Toneladas		
Caipira / Caieira	0,00	5		cedan	0,00	1		4	0,00	0,00

Figura 2: Análises econômica, financeira e ambiental.

Percebe-se na Figura 2 que se as células de **RCB** e **Viabilidade** estiverem na cor verde a aplicação da alternativa tecnológica é viável, caso contrário a planilha as deixará em vermelho.

Outra funcionalidade importante da planilha é da possibilidade de acrescentar na análise outro

equipamento, além da simples troca do forno. Para isto, basta que o analista abra a planilha de equipamentos auxiliares e marque com um “X” o equipamento desejado para que ele faça parte das análises junto com a troca do forno (Figura 3).

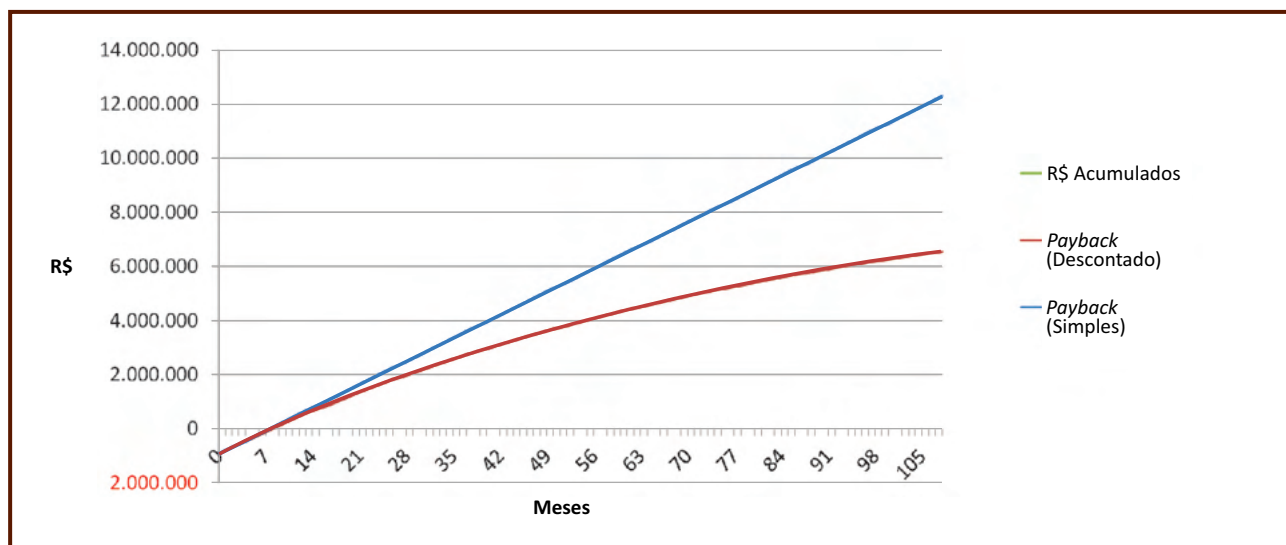
Marque com um "X"	Medidas Complementares	Dados Financeiros				
		Quantidade	Custo Unitário R\$	Custo R\$	% Ganho de Receita	Ganho de Receita Mensal Aproximada R\$
	Construção de galpões secadores de telhas 1000 m ²	1	300.000,00	0,00	8%	0,00
	Construção de galpões secadores de alumínio 1000 m ²	1	500.000,00	0,00	5%	0,00
	Construção de galpões secadores de lona translúcida 250 m ²	1	50.000,00	0,00	10%	0,00
	Construção de secadores artificiais 160 m ²	1	600.000,00	0,00	31%	0,00
	Picador	1	60.000,00	0,00	4%	0,00
	Equipamentos de moagem do cavaco (produção de pó)	1	100.000,00	0,00	7%	0,00
	Alimentação automática	1	60.000,00	0,00	3%	0,00
	Recuperação de calor	1	20.000,00	0,00	2%	0,00
	Ventilador	1	10.000,00	0,00	2%	0,00
	Rearranjo de peças no interior dos fornos	1	0,00	0,00	9%	0,00
	Sistemas de controle de temperatura	1	15.000,00	0,00	8%	0,00
	Automação	1	12.000.000,00	0,00	265%	0,00

Figura 3: Equipamentos auxiliares.

Caso o analista queira fazer as análises apenas da inclusão de equipamentos auxiliares sem realizar troca de forno, basta colocar a mesma configuração de fornos no sistema atual e proposto, e marcar na tabela de equipamentos auxiliares o item que deseja realizar a avaliação.

Para finalizar as funcionalidades da planilha são apresentadas na Figura 4, em forma de gráficos, as condições econômicas e financeiras do projeto simulado.

Sem carência



Com carência

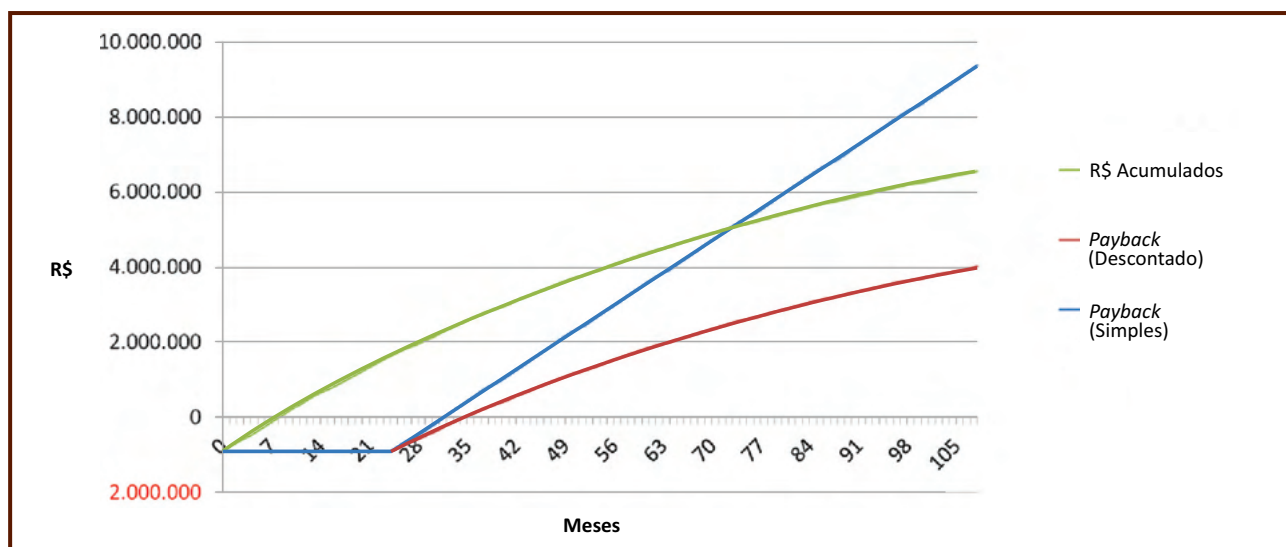


Figura 4: Gráficos de Viabilidade - sem carência e com carência de dois anos.

Percebe-se que, quando o gráfico verde cruza o eixo das abscissas, tem-se o tempo de retorno do investimento do projeto. Trabalhando com o período de carência nota-se o período que esse dinheiro pode ser aplicado (período entre cruzamento do gráfico verde no eixo x e o final da reta vermelha), maximizando os lucros.

Como desdobramento da planilha PEFAT para o Brasil, foi estruturada uma outra planilha para atender aos demais países participantes do Projeto EELA. Neste caso, esta não acessa a banco de dados, mas permite que uma quantidade maior de dados de entrada possam ser trabalhadas (Figuras 5 e 6).

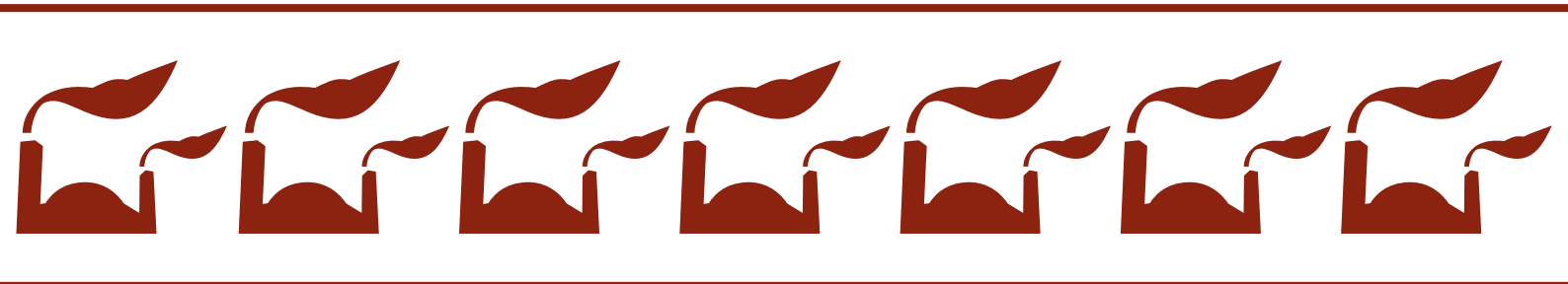


Figura 5: Interface inicial da planilha PEFAT.

Entrada de dados da produção: o usuário preenche uma planilha de identificação e características dos produtos que compõem a produção mensal da indústria.

PEFAT															Produção / Receita	
Plano Econômico Financeiro de Alternativas Tecnológicas																
Valor Mensal Produzido		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Receita Anual		
Percentual Mensal de Venda da Produção		100%	90%	70%	60%	70%	80%	90%	90%	100%	100%	100%	100%	1.396.500,00		
133.000,00		133.000,00	119.700,00	93.100,00	79.800,00	93.100,00	106.400,00	119.700,00	119.700,00	133.000,00	133.000,00	133.000,00	133.000,00			
Produtos		Produção em 700,00	Peso Médio Úmido kg	Peso Médio Seco kg	Pegada/m²	Resistência Média Mpa	Absorção de Água	Quantidade de Produção Mensal em			Preço de venda do Milheiro			% Perdas		
								1ª Qualidade	2ª Qualidade	3ª Qualidade	1ª Qualidade	2ª Qualidade	3ª Qualidade			
Blocos de Vedação	11,5 x 24 x 24 - 8 furos		3	1				300	100		250,00	200,00		5%		
	23 x 11 x 5,6 - 21 furos															
	9 x 14 x 19 - 6 furos															
	9 x 19 x 29 - 8 furos															
	9 x 19 x 19 - 8 furos															
Blocos Estruturais	11,5 x 19 x 29 - 23 furos															
	14 x 19 x 29 - 23 furos															
Blocos Maciços	11,5 x 5,3 x 24															
	11,5 x 2,7 x 24															
Blocos Vazados	7 x 18 x 18															
	25 x 18 x 7															

Figura 6: Interface da planilha de identificação e características dos produtos.



Casos de Sucesso

Autor: Joaquim Augusto Pinto Rodrigues
Mauricio Francisco Henriques Júnior
Marcia Carla Ribeiro de Oliveira

Este capítulo relata experiências bem sucedidas em algumas empresas na região do Seridó, área de intervenção no estado do Rio Grande do Norte, que implementaram medidas de alternativas tecnológicas disseminadas durante o Projeto.

A região do Seridó concentra um importante polo de cerâmica no estado englobando os municípios de Parelhas, Carnaúba dos Dantas, Cruzeta, Acari, dentre outros. As empresas da região vêm se modernizando e adotando alternativas tecnológicas mais eficientes para melhoria do processo, promovendo aumento da lucratividade, redução das emissões e valorização de seus produtos.

Na região a tecnologia de fornos predominante era o do tipo caipira, com as empresas possuindo em média cinco fornos cada, com capacidades em torno de 30.000 peças/queima. A produção das empresas girava em torno de 500 milheiros/mês. A secagem das peças cruas se dava ao ar livre.

A seguir serão apresentadas as alternativas tecnológicas de fornos adotadas.

Implementação do forno abóbada

A Cerâmica Tavares foi a pioneira na adoção de fornos do tipo abóbada, construindo sete fornos no período de 2001 a 2007, se tornando uma cerâmica referência na região.

Os fornos abóbadas passaram, então, a ser adotados por outras empresas a partir de 2010, tendo sido implementado pelas empresas Cerâmica Luciano, Cerâmica União II, Cerâmica Acari, Cerâmica Bela Vista, Cerâmica São Francisco, Cerâmica União I e Cerâmica Seridó.

Com a implementação destes fornos, as empresas

reduziram as perdas de produção e aumentaram a quantidade de peças de primeira qualidade, podendo desta forma melhorar suas rendas e alcançar novos mercados.

Cerâmica Bela Vista (Parelhas – RN)

Situação em 2010

A Cerâmica Bela Vista possuía seis fornos abertos do tipo caipira com capacidades de 35 a 40 milheiros de telhas por queima e sua secagem era realizada, em parte, ao ar livre em pátio da empresa e outra parte empilhada em estantes de madeira dispostas em área coberta com plástico translúcido. O índice de perdas de produção situava-se em cerca de 20%.



Figura 1: Cerâmica Bela Vista - fornos antigos do tipo caipira e secagem.

Situação em 2016

No período de 2010 a 2016 a empresa passou por uma completa transformação. Transferiu suas instalações fabris para uma nova área, onde construiu cinco fornos do tipo abóbada com capacidade de 70 milheiros/queima e com sistema de aproveitamento de calor entre os fornos. Além disso, foram instalados novos equipamentos para linha de produção, sistema de monitoramento de temperatura e implantou-se um sistema de fabricação de briquetes, constituído de serragem e bagaço de cana, que operou até 2014, sendo desativado em virtude da dificuldade na aquisição destes resíduos.

Estes fornos possuem uma melhor condição operacional, e promovem um aumento da produção de peças de 1ª qualidade em cerca de 50%. Os investimentos médios na construção de cada forno foi de R\$ 70.000,00 e as emissões reduzidas pela adoção destes em substituição aos fornos caipira foi de 1.241 tCO₂/ano.

Depoimento do Proprietário: Francildo Francisco da Silva (“Cicido”)

“Quando comecei a construir as novas instalações da empresa tive a sorte de conhecer também o Projeto EELA que chegou aqui em nossa região através do INT (Instituto Nacional de Tecnologia), tendo como representantes Augusto e Mauricio. A partir daí firmamos uma parceria e passamos a receber visitas constantes dos mesmos e de outros representantes, sempre trazendo sugestões de melhoria para o setor. Contamos também com consultorias e muito incentivo por parte dos consultores, os quais contribuíram significativamente para a transformação da empresa tanto na parte estrutural como no controle do processo produtivo.”



Figura 2: Cerâmica Bela Vista - evolução da construção dos fornos abóbada (fornos e pavimentação).

Implementação do forno cedan

Os fornos de câmara do tipo cedan foram implementados na região do Seridó a partir de 2014, com a entrada em operação na Cerâmica Luciano em Currais Novos, e na Cerâmica RN em Cruzeta, servindo estas como modelo para a replicação da experiência. O forno cedan é composto de câmaras interligadas que permitem o aproveitamento interno de calor entre elas, reduzindo o consumo de lenha. Posteriormente, esse tipo de forno também foi implementado pelas empresas Cerâmica São Francisco, Cerâmica Chico de Keka, Cerâmica J.A. Dantas, Cerâmica JRA e Cerâmica Bom Jesus em Carnaúba dos Dantas e Cerâmicas Maracujá e Cerâmica São Francisco, em Parelhas.

Cerâmica São Francisco (Carnaúba dos Dantas – RN)

Situação em 2010

A cerâmica possuía cinco fornos abertos do tipo caipira com capacidade média por forno de 35 milheiros/queima. As peças produzidas eram retiradas da etapa de conformação em carrinhos manuais e dispostas em pátio para secagem ao

natural e, posteriormente, conduzidas para o forno da mesma forma. O índice de perdas situava-se em cerca de 15%.



Figura 3: Cerâmica São Francisco - pátio de secagem e forno caipira.

Situação em 2016

Ao longo dos últimos anos, a empresa implementou melhorias em seu processo produtivo, iniciando pela construção de carrinhos/vagonetas de madeira, que aos poucos foram substituídos por carrinhos metálicos, onde as telhas eram transportadas para secagem ainda ao natural, porém dispostos de forma a diminuir o manuseio das peças. Este sistema de secagem tem funcionado bem devido às condições favoráveis de localização da empresa com boa

incidência solar e vento corrente. A empresa construiu também uma cobertura em plástico translúcido para disposição dos carrinhos com a finalidade de proteger as peças nos períodos de chuva. Em 2015, a empresa iniciou a construção do forno cedan com 14 câmaras e capacidade de 40.000 telhas/câmara.

O forno cedan também proporcionou um aumento na quantidade de peças de 1ª qualidade aliada a uma redução do consumo específico de energia. Os investimentos para construção do forno foram de cerca de R\$ 700.000,00. As emissões reduzidas pela colocação deste forno em substituição aos fornos caipira perfazem o valor de 5.628 tCO₂/ano.



Figura 4: Cerâmica São Francisco - forno cedan em construção e forno cedan ativo.

Depoimento do proprietário: Francisco Bezerra

"A gente trabalhava com forno caipira, mas em 2012, o órgão ambiental sugeriu acabar com este tipo de forno, pois ele poluía muito, tinha pouca qualidade, consumia muita lenha, ou seja, não colaborava com o meio ambiente. Na época já existia este forno (cedan) na região de Assu, onde fui conhecer e comecei a construí-lo. E graças a Deus, está aí o resultado, um forno eficiente, muito econômico no consumo de lenha e com qualidade bem superior ao outro (caipira). E eu estou muito feliz com o forno e tentando melhorar, pois todo dia temos uma coisa para aprender."



Figura 5: Cerâmica Nossa Senhora dos Impossíveis - tijolos montando os fornos caieira.

Implementação do forno vagão metálico

O forno vagão metálico foi implementado na região no ano de 2016 nas Cerâmicas Nossa Senhora dos Impossíveis, em Carnaúba dos Dantas e na Cerâmica Casa de Pedra, em Picuí.

Trata-se de um forno intermitente, que possui uma estrutura metálica com mantas de fibra cerâmica e vagão que se desloca sobre trilhos, levando e retirando a carga do interior da estrutura fixa, trazendo uma vantagem operacional para os funcionários que não necessitam entrar no forno para carregar e descarregar as peças.

Cerâmica Nossa Senhora dos Impossíveis (Carnaúba dos Dantas – RN)

Situação em 2010

A cerâmica queimava em forno tipo caieira com cerca de 50 milhares/queima com uma produção média mensal de 500 milhares/mês. Sua secagem era realizada no pátio ao ar livre.

Situação em 2016

A empresa implantou em 2015 o forno vagão metálico com capacidade para 50 milhares de tijolos por queima. A produção atual da empresa é de 600 milhares/mês.

A adoção do forno vagão metálico em substituição aos fornos do tipo caieira proporcionou um aumento em mais de 50% na qualidade dos produtos da empresa, além de reduzir o consumo de combustível e melhorar as condições de venda. Os investimentos para construção do forno foram de R\$ 500.000,00. As emissões reduzidas com a implantação deste forno em substituição aos fornos do tipo caieira equivalem a 1.793 tCO₂/ano.

Depoimento do Proprietário: Mororó

"A qualidade foi a melhor vantagem da troca de forno, porque quando eu queimava em caieira e chovia, eu perdia a produção, ia dormir preocupado. Agora eu tenho um forno (vagão metálico) que eu estou satisfeito, porque tem a qualidade e aumentou em 20% a produção."



Figura 6: Cerâmica Nossa Senhora dos Impossíveis - forno vagão metálico e plataforma com carga (blocos) pronta para ser retirada.

Implementação do forno metálico móvel

O forno metálico móvel possui uma estrutura metálica com mantas de fibra cerâmica, que se move em uma plataforma para as extremidades, onde estão dispostas as cargas. Estes fornos foram implementados no polo cerâmico do Rio Grande do Norte na região do Assú, nas cerâmicas Pataxó e Portal do Vale. Este modelo de forno também permite que os funcionários manipulem as peças fora do forno, reduzindo significativamente a aspiração de poeira e exposição excessiva ao calor/radiação.

Cerâmica Pataxó (Ipanguaçu – RN)

Situação em 2010

A cerâmica Pataxó procedeu a troca de fornos paulistinha pelo forno metálico móvel, e também instalou secador rápido de talisca.

A cerâmica possuía 12 fornos do tipo paulistinha (18.000 peças), com uma produção média mensal de 900 milheiros/mês. Sua secagem era realizada em secador artificial e galpões. O índice de perdas era da ordem de 5%.



Figura 7: Cerâmica Pataxó - forno paulistinha.

Cerâmica em 2016

A empresa implantou um forno do tipo metálico móvel com capacidade para 85 milheiros de telhas/queima, em 2016, e instalou um secador rápido de talisca com capacidade de 8 toneladas/h. A produção atual da empresa é de 900 milheiros/mês.

A operação do forno metálico móvel no lugar dos fornos paulistinha proporcionou um aumento em mais de 30% na qualidade dos produtos da empresa,

além de permitir uma redução no consumo específico de combustível e acelerar o processo de queima. Os investimentos para construção do forno foram de R\$800.000,00. As emissões reduzidas pela instalação deste forno em substituição aos paulistinhas correspondem a 2.270 tCO₂/ano.



Figura 8: Cerâmica Pataxó - forno metálico móvel.

Depoimento do Proprietário: Kárita

“Os avanços foram bastante significativos, há quase três anos, nós saímos em busca de um forno ideal para uma qualidade melhor para os nossos materiais, e que não era tão boa porque nós queimávamos em forno paulistinha, e ele não dá uma qualidade tão boa e uniforme como esse forno dá. Fomos às visitas em São Paulo, em outros estados onde já havia esse forno e tomamos a decisão. A construção foi um pouco árdua como qualquer outra construção, mas vieram as surpresas depois, que graças a Deus tivemos, como a redução de custo de mão de obra, redução no custo de queima de combustível, redução das emissões de gases na atmosfera e o melhor de tudo, um material de excelente qualidade. Uma queima de 85 mil peças, nós não temos nem 200 peças quebradas.”

Implementação de “inovações”

Cerâmica Tavares (Parelhas – RN)

A Cerâmica Tavares foi fundada em 1995. É pioneira em uma série de ações tornando-se uma referência para seus pares, inclusive para ceramistas de outras regiões do país.

A empresa Tavares implementou os fornos do tipo abóbada ao longo dos anos de 2001 a 2007, tendo ao longo dos tempos conseguido promover melhorias contínuas e gradativas. A empresa utiliza sistema de recuperação de calor entre os fornos e para o secador artificial. Para a melhoria do processo, possui laboratório para avaliação da matéria-prima e dos produtos, permitindo um controle adequado na formulação da massa e a realização de testes nas peças produzidas.



Figura 9: Cerâmica Tavares - forno abóbada e galpão dos fornos.

A empresa produz uma gama diversificada de produtos, sendo um diferencial no mercado pelo fato de oferecer várias opções aos seus clientes, tais como: telhas sextavadas, extra, colonial, americana, romana, tijolos, lajotas, casquilho para revestimento, canaletas e revestimento para piso.

A empresa utiliza resíduos de coco e poda de cajueiro (Figura 10) como combustível, como também recicla cacos para aproveitamento na massa cerâmica.



Figura 10: Poda de cajueiro.

Mostrando sua preocupação com o meio ambiente, a empresa criou um viveiro de plantas (Figura 11) e distribui, de forma gratuita, aos interessados as mudas das árvores frutíferas e típicas da Caatinga para plantio, contribuindo desta forma com o reflorestamento.

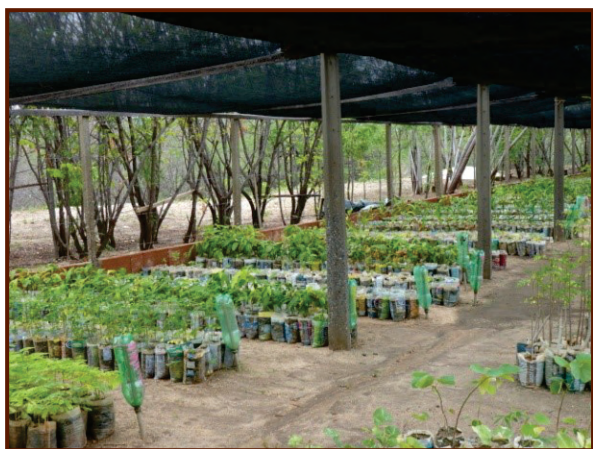


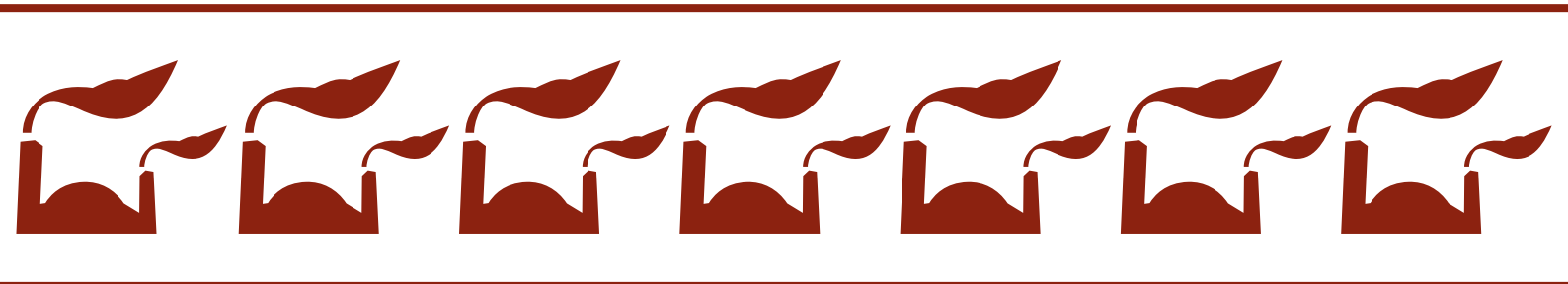
Figura 11: Cerâmica Tavares - viveiro de mudas.

Depoimento do Proprietário: Ranulfo e Rinaldo Tavares

"Agradecemos ao Projeto ELLA, que para nós foi muito proveitoso, no sentido de aprendizado para economia de combustível, também à comitiva que deixou muitos ensinamentos para nossa empresa, e se for possível desejamos continuar para melhorarmos ainda mais..."

Bibliografia

EELA BRASIL, 2016. Programa de Eficiência Energética em Ladrilleras de América Latina para Mitigar el Cambio Climático, Projeto Brasil. **Estudo de Saída do Projeto EELA Brasil - Cadeias de impacto, contexto, considerações e perspectivas.** Rio de Janeiro/RJ: Instituto Nacional de Tecnologia/Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. 86p.



Resultados Gerais do Projeto EELA

Autor: Joaquim Augusto Pinto Rodrigues
Maurício Francisco Henriques Júnior
Renata de Sousa Candido

O Projeto EELA teve por objetivos implementar medidas para redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) e contribuir para o aumento da lucratividade das empresas de cerâmica nos países da América Latina indicados na Figura 1.

Para tanto, foram desenvolvidas ações visando a massificação de melhorias tecnológicas, implementação de medidas de boas práticas produtivas e incentivo ao uso de combustíveis renováveis.



Figura 1: Países com atuação do Projeto EELA.

No Brasil, as ações do Projeto tiveram como base três componentes conforme descrito a seguir:

Componente 1 – Foram desenvolvidas ações de disseminação para os ceramistas sobre as alternativas tecnológicas que melhoram a eficiência do processo, os produtos inovadores, e as medidas de eficiência energética.

Nesta atividade o Projeto buscou envolver os fabricantes de fornos e equipamentos de produção e os consultores de serviços especializados a níveis local e nacional.

Componente 2 – Teve por objetivo incidir sobre as políticas públicas para promover ações de mitigação das emissões de GEE. Para isso, foram realizados encontros junto aos órgãos competentes a níveis municipal, estadual e federal para troca de informações e esclarecimentos sobre as potenciais ações a serem desenvolvidas.

Componente 3 – Objetivou a promoção de atividades de intercâmbio de conhecimento com a finalidade de fortalecer a troca de experiências e a aquisição de novos conhecimentos entre os ceramistas dos países, visando contribuir para o crescimento de todo setor.

O Projeto teve como metodologia de trabalho o enfoque sistêmico ou mercado inclusivo. Nesta estratégia foi desenvolvido um modelo que procurou envolver todos os atores pertencentes ao mercado de forma que cada um pudesse compreender os problemas/dificuldades do setor e suas possíveis soluções, visando a melhoria das empresas na

adoção de alternativas tecnológicas em prol da modernização e maior eficiência, além de atender o cumprimento das exigências normativas e aumento de lucratividade.

A Figura 2 apresenta uma visão da forma de funcionamento do mercado inclusivo.

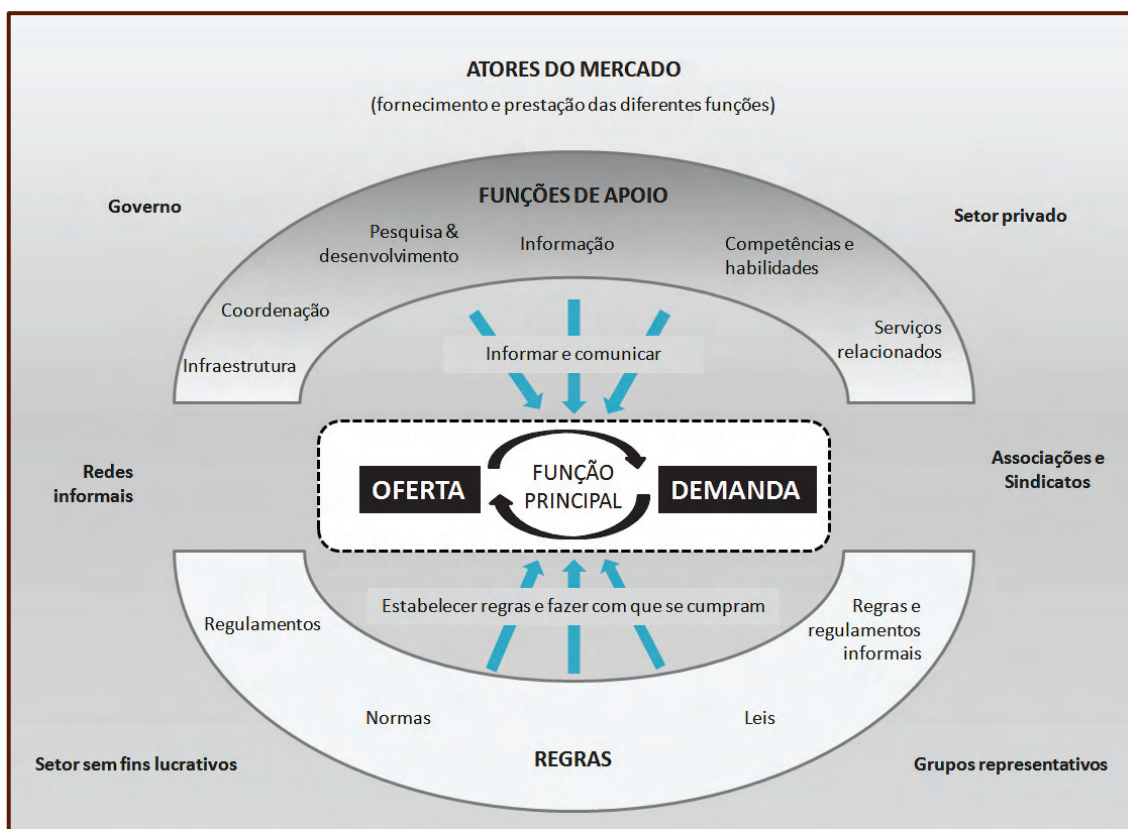


Figura 2: Funcionamento do mercado inclusivo.

O EELA conseguiu alinhar junto aos ceramistas, os provedores de tecnologias, as instituições financeiras, os órgãos ambientais, os profissionais e empresas de consultoria técnica, e ainda as instituições de apoio tecnológico, contando sempre com o auxílio e envolvimento dos sindicatos e associações.

Para a obtenção da redução de emissões projetadas

para as cerâmicas da América Latina, os países participantes adotaram estratégias distintas. No Brasil o trabalho se concentrou em duas cadeias de impacto: a cadeia de fornos, que teve por objetivo promover a modernização/substituição de fornos ineficientes e a cadeia de biomassa, na qual foi desenvolvido o estudo de mapeamento e incentivo à utilização de combustíveis renováveis, conforme tratado a seguir.

Cadeia de fornos

A cadeia de fornos teve por objetivo facilitar as empresas modernizarem seus fornos. Foram mapeados os fornos existentes e seus respectivos consumos de energia, capacidades de produção, eficiências de queima e custos operacionais. A partir deste levantamento o Projeto identificou as oportunidades de melhorias existentes no parque instalado.

Em seguida, foram identificadas as tecnologias mais eficientes existentes no mercado e seus respectivos fornecedores. No início da atuação do Projeto existia uma grande resistência por parte dos ceramistas com relação à substituição dos fornos com os quais estavam operando, o que gerou uma barreira a ser trabalhada em função da desconfiança na mudança e da cultura preexistente em algumas localidades.

Os fornos do tipo caipira, por exemplo, comumente utilizados pelos ceramistas de algumas regiões, são bastante rudimentares e ineficientes, mas por outro lado, possuem um custo de investimento baixo e foram responsáveis durante anos pelo sustento da economia em certas localidades. Em algumas zonas produtoras os ceramistas, por questões culturais, tinham esse tipo de forno como modelo “perfeito” e não conseguiam visualizar a sua ineficiência. E isso precisava mudar.

Além disso, para agravar o quadro de desperdício e degradação ambiental, o mercado sempre absorveu os produtos sem uma maior exigência de qualidade, mostrando que, embora fossem comercializadas por um valor mais baixo, as peças de segunda qualidade ainda detinham um bom mercado comprador.

A partir do aumento das exigências dos órgãos ambientais obrigando a realização de medições das emissões de materiais particulados, a substituição de fornos caipiras e de outros rudimentares despertou maior interesse. Esses fornos do tipo caipira, pelo fato de serem abertos, não permitiam efetuar as medições exigidas.

As ações de massificação das tecnologias de fornos eficientes foram pautadas em um conjunto de instrumentos, a saber: elaboração de manual sobre fornos eficientes, manual sobre medidas de eficiência energética e na confecção de vídeos explicativos em 3D com a demonstração das características operacionais dos fornos e suas descrições gerais. Estes materiais serviram para que os ceramistas tivessem a informação sobre as tecnologias mais eficientes, suas formas de operação e custos de investimentos, tornando-se uma excelente fonte de consulta e apoio na hora de eleger a tecnologia que melhor se adequasse às condições das empresas.

O conjunto de fornos mais eficientes que foram apresentados para substituir fornos caipira cobriu vários tipos, como por exemplo: fornos do tipo abóbada, de câmaras, vagão e metálico móvel.

O forno do tipo abóbada apresentava várias vantagens, dentre elas um valor inicial menor quando comparado a outros tipos de fornos.

O forno do tipo cedan é um forno de câmaras inspirado na tecnologia do forno Hoffman. Ele permite um aproveitamento do calor da queima de uma câmara para o preaquecimento das peças nas câmaras seguintes e do ar de combustão, possibilitando a redução no consumo de combustível. Esta tecnologia de forno foi introduzida em algumas regiões como uma boa alternativa para a produção de telhas e foi despertando interesse em virtude de suas condições operacionais favoráveis. À medida que esta tecnologia foi sendo utilizada, os ceramistas foram observando os resultados e as empresas passaram a ter esta opção de construção. O investimento nesta tecnologia é mais elevado que o abóbada em virtude de sua maior capacidade de produção, sendo desta forma uma opção para as empresas com um volume de produção mais expressivo.

As tecnologias dos fornos de estrutura metálica, tanto as do tipo metálico móvel quanto do tipo vagão metálico, estão também avançando na região Nordeste do Brasil. São fornos do tipo intermitente de

baixa inércia térmica em virtude da estrutura metálica com mantas, que fazem com que o consumo de energia seja menor. Outra característica operacional destes fornos que agrada aos ceramistas é o fato de não ser necessária a entrada dos funcionários no interior dos fornos, melhorando as condições de trabalho.

As ações realizadas junto aos fornecedores de fornos na disseminação das tecnologias eficientes com a distribuição dos manuais e vídeos ajudou a impulsionar a adoção destas tecnologias descritas. Para tal o Projeto EELA participou nos encontros do setor, como os promovidos pelos Sindicatos dos estados do Nordeste, os Encontros Nacionais da Anicer e da Anfamec, além dos eventos promovidos pelo Projeto como palestras, mostras técnicas e visitas de intercâmbio.

No total, contabilizando todas as trocas de fornos na região Nordeste, foram identificados 112 novos fornos em substituição aos fornos ineficientes ou em

expansão da produção das empresas. A Tabela 1 representa uma síntese da quantidade de novos fornos construídos por estado.

Em virtude da maior eficiência de queima estes novos fornos possibilitam a redução no consumo específico e consequente redução nas emissões de GEE no valor de **277.197 tCO₂/ano**, tomando-se por base o uso de 20% de biomassa renovável na matriz energética das empresas da região. Outros benefícios são a melhoria da qualidade dos produtos e a diminuição do índice de perdas.

A redução no consumo específico permitiu diminuir a quantidade de lenha utilizada trazendo desta forma um aumento da lucratividade na ordem R\$ 6 milhões por ano nas empresas que implementaram os novos fornos.

Tabela 1 - Número de fornos implementados nos estados do Nordeste.

Troca de fornos										
AL	BA	CE	MA	PB	PE	PI	RN	SE	Total Nordeste	Total Brasil
8	20	9	6	10	12	2	35	10	112	182

Cadeia de biomassa

A disponibilidade efetiva de cada tipo de biomassa é uma questão local que depende de fatores próprios de cada região, polo ou município. Na região Nordeste, de forma geral, as biomassas utilizadas em maiores proporções são as lenhas de árvores frutíferas, de algaroba, de Caatinga, poda de cajueiro, poda urbana, lenha de resíduos de eucalipto, serragem e outros.

A cadeia de biomassa pretendeu promover um aumento da utilização de biomassas alternativas e renováveis em detrimento da utilização de lenha

nativa. Para tanto, o Projeto buscou identificar a demanda de biomassa do setor através dos levantamentos de campo realizados e em cálculos baseados nos valores de produção média e tecnologia de fornos predominantes nas regiões avaliadas. Paralelo a isso e com o apoio de instituições parceiras, o Projeto realizou trabalhos de identificação de ofertas potenciais de biomassas renováveis oriundas de Planos de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) e outras já citadas anteriormente.

O trabalho realizado nesta cadeia contemplou uma tarefa de conscientização dos ceramistas para a importância da utilização de combustíveis

alternativos e da biomassa renovável, contando com o envolvimento dos órgãos ambientais para o apoio na legalização das empresas e empreendimentos para cumprimento das normativas ambientais.

Devido ao conhecimento obtido com os estudos dessa cadeia, observou-se que o importante era mobilizar as ofertas encontradas e não utilizadas, como no caso dos algarobais espontâneos, e fomentar e incentivar aquelas em livre expansão, como as provenientes de PMFS.

Estes estudos ajudaram a superar importantes barreiras, como a atualização da oferta de PMFS descrita na Tabela 2. Não havia conhecimento dos montantes disponíveis de forma completa e sistematizada, bem como a real disponibilidade de algarobais espontâneos e a comprovação do déficit de biomassa renovável para atender as demandas industriais do Nordeste.

O Projeto promoveu encontros para a discussão do tema com a participação de instituições representativas do setor e demais interessados de forma a avaliar as potencialidades e dificuldades a serem superadas para o suprimento da demanda de biomassa de lenha renovável.

Foram também produzidos materiais informativos, distribuídos junto aos ceramistas nos encontros e eventos promovidos pelo Projeto, como a Cartilha

para a Escolha do seu Biocombustível e o Manual da Escolha da Biomassa Combustível em Indústria de Cerâmica Vermelha no Nordeste.

O levantamento da oferta de biomassa renovável oriunda dos PMFS foi iniciado no ano de 2012 em parceria com a Associação Plantas do Nordeste – APNE. Esta informação foi, então, atualizada em 2016 para verificação do aumento da oferta disponível. Esse balanço contemplou o período de 2012 a 2015, apresentando a quantidade incremental por estado pesquisado e o total da região Nordeste (Tabela 2).

Após diversos debates com atores chave sobre o déficit de 6 Mst/ano (1,3 MtMS) na oferta, concluiu-se que a demanda do setor cerâmico no Nordeste é da ordem de 3 MtMS/a, e que cerca de 55% não é renovável atualmente.

Com a comprovação da falta de biomassa renovável para atender a demanda dos demais consumidores, é evidente que as atividades cerâmicas geram emissões de GEE pelo fato de ainda utilizarem biomassas não renováveis.

Para o cálculo das emissões evitadas adotou-se uma premissa conservadora de que 50% do volume incremental de biomassa indicado anteriormente é absorvido pela indústria de cerâmica vermelha. Isso gerou uma redução nas emissões de **217.024 tCO₂/ano**.

Tabela 2 - Aumento na disponibilidade de lenha ofertada entre 2012 e 2015 nos estados com o incremento de PMFS (em toneladas de matéria seca por ano) e a quantidade de cerâmicas existentes.

PMFS Quantidade autorizada	PI	CE	RN	PB	BA	TOTAL
Balanço 2012 – 2015 (tMS/a)	44.184	155.958	35.849	823	11.039	247.853
Nº cerâmicas/estado	122	410	183	68	518	1.301

Outras medidas de caráter tecnológico - boas práticas

Para contribuir no alcance da redução das emissões e do aumento da lucratividade das empresas, as ações do Projeto contemplaram também a realização de estudos e de manuais abordando os seguintes temas: fornos eficientes, eficiência energética, biomassa combustível, licenciamento ambiental, eletricidade e sistemas de secagem, conforme ilustrado na Figura 3.



Figura 3: Manuais produzidos pelo EELA Brasil.

- **Estudo da injeção de ar de combustão:** Foram realizados testes comparativos para verificação da eficácia do uso de ventilador no auxílio ao processo de queima. Estes testes apontaram para uma redução de 20 a 30% no consumo de combustível. Essa prática foi efetivamente adotada em muitas empresas.
- **Estudo de rearranjo das peças no interior do forno:** Ao realizar-se um rearranjo das peças no interior dos fornos, obteve-se uma melhoria da distribuição de calor e, conseqüentemente, uma melhor sinterização e qualidade das peças. Neste caso foram realizados testes comparativos com a arrumação convencional das peças e com a proposta de criação de passagens (dutos internos) no sentido vertical dos fornos. Esse modelo de rearranjo das peças proporciona um aumento da produção de telhas de 1ª qualidade em torno de 20 a 25%.
- **Estudo sobre aproveitamento de calor:** Esse estudo visou avaliar a possibilidade de recuperação de calor de um forno na fase de queima para aproveitamento em forno vizinho. Foram medidas as condições e os parâmetros envolvidos e constatou-se uma redução no consumo de lenha do forno com queima subsequente e que recebe calor proveniente da queima do forno anterior a ele da ordem de 30%.
- **Estudo comparativo entre fornos:** Foram realizadas avaliações do funcionamento dos fornos de forma a verificar o desempenho dos mesmos e poder balizar as condições e a forma de operação.

A elaboração de estudos e avaliações foi uma constante ao longo do Projeto, gerando muitos documentos e relatórios que foram enriquecendo o trabalho com informações para as empresas cerâmicas em geral. Estes estudos estão dispostos cronologicamente a seguir (Figuras 4, 5 e 6).

Produtos: Panoramas



Figura 4: Cronograma dos trabalhos realizados sobre panoramas.

Produtos - Avaliações e informes: Fornos

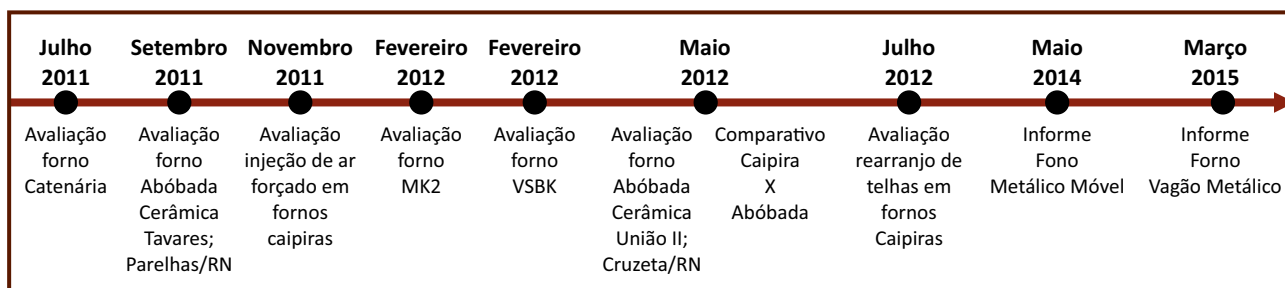


Figura 5: Cronograma dos trabalhos realizados sobre fornos.

Produtos - Avaliações e informes: Biomassa e Carbono

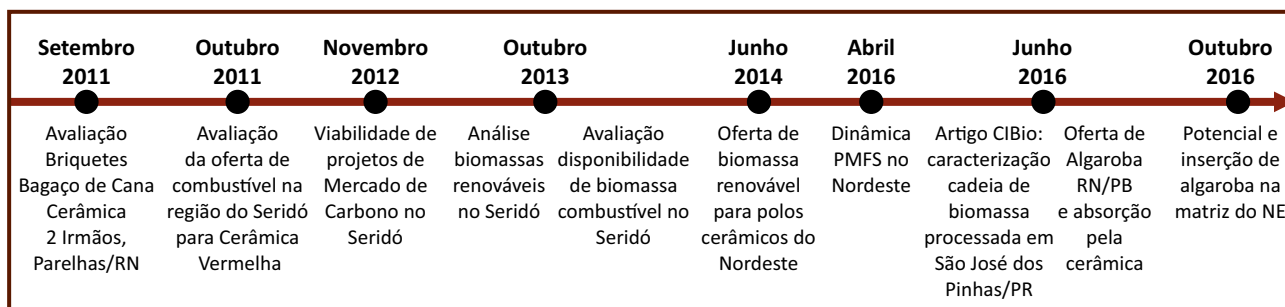


Figura 6: Cronograma dos trabalhos realizados sobre biomassa e carbono.

Por fim, visando auxiliar a implementação das alternativas tecnológicas considerando aspectos econômicos, foi elaborada a planilha Plano Econômico Financeiro de Alternativas Tecnológicas - PEFAT. Trata-se de um instrumento para simular as condições econômico-financeiras dos investimentos realizados para a implementação de fornos eficientes, avaliando os benefícios e riscos envolvidos nas trocas

de tecnologia, dando subsídios às instituições financeiras no momento da aprovação do crédito.

Capacitações realizadas e intercâmbios

Durante o Projeto foram identificadas outras questões que poderiam contribuir para a melhoria da eficiência das empresas. Neste sentido, foram

realizadas diversas ações de capacitação e intercâmbio versando sobre créditos de carbono, gestão financeira, qualidade dos produtos, eficiência de queima, sistemas de secagem, boas práticas, uso de biomassa renovável, legislação ambiental, linhas de crédito e oportunidades de negócios. Estas atividades foram realizadas através de cursos, palestras e consultorias em eventos promovidos pelo Projeto, contando com o apoio dos parceiros locais.



Figura 7: Seminários (Rio Grande do Norte e Bahia).

Nestas ações o modelo chamado de Mostra Técnica foi idealizado para possibilitar aos ceramistas conhecerem as tecnologias de fornos em operação. Estes eventos contaram com a presença de provedores da tecnologia para apresentar esses equipamentos, explicar o funcionamento e dirimir dúvidas. As Mostras Técnicas também contaram com a participação de instituições financeiras para esclarecimentos sobre as linhas de crédito para

aquisição dos fornos, de consultores sobre temas demandados pelos ceramistas, além da presença dos parceiros em geral.



Figura 8: Mostras Técnicas.

Os intercâmbios realizados proporcionaram a ida de ceramistas e de parceiros em eventos internacionais promovidos pelo projeto em diversas oportunidades. Podem ser destacados: Florianópolis/SC - Brasil, em 2010, Bogotá - Colômbia, em 2011, 2015 e 2016, Guanajuato - México, em 2012, Recife/PE - Brasil, em 2013 e Cusco - Peru, em 2014.

Nestes eventos foram discutidas tecnologias de equipamentos e fornos, melhorias de processo e boas práticas, políticas públicas para o setor, linhas de financiamento, inovação de produtos e gestão das empresas.



Cusco - Peru 2014



Bogotá – Colômbia 2015

Figura 9: Eventos Internacionais.



Figura 10: Cerâmica Nossa Senhora dos Impossíveis.

Em 2016 foram organizadas duas Missões Empresariais Internacionais para possibilitar aos ceramistas conhecerem as experiências implementadas pelas empresas do Rio Grande do Norte. Nestas missões estiveram presentes ceramistas brasileiros e de seis outros países: Bolívia, Peru, México, Colômbia, Equador e Zimbábue, além dos demais atores da cadeia produtiva, tais como: provedores de máquinas e fornos, representantes do órgão ambiental, entidade financeira, sindicatos e outros, totalizando cerca de 60 pessoas.

Visitas realizadas

- **Cerâmica Nossa Senhora dos Impossíveis** (Carnaúba dos Dantas-RN): implementou o forno Vagão Metálico da empresa Rogesesi com capacidade nominal de 50 milheiros por queima (aproximadamente 125 toneladas de argila) e média de 3 queimas/semana;

- **Cerâmica São Francisco** (Carnaúba dos Dantas-RN): o forno visitado foi o tipo câmaras cedan, projetado por Paulo Dantas, com 14 câmaras e capacidade nominal de 40 milheiros por sala (aproximadamente 48 toneladas de argila), tendo produção mensal média de 1.200 milheiros;



Figura 11a: Cerâmica São Francisco.



Figura 11b: Cerâmica São Francisco.

- **Cerâmica Tavares** (Parelhas-RN): possui sete fornos tipo abóbada com capacidade nominal de aproximadamente 40 milheiros (80 toneladas de argila/forno), e produção mensal média de 1.000 milheiros. Possui sistema de aproveitamento de calor de fornos, prensas para produção das telhas e uma gama variada de produtos em sua linha de produção;



Figura 12: Cerâmica Tavares.

- **Cerâmica Itajá** (Itajá-RN): possui forno cedan com 14 câmaras e capacidade nominal de 30 milheiros por câmara (aproximadamente 36 toneladas de argila), tendo produção mensal média de 800 milheiros, além de sistema de alimentação automática com serragem, girando em torno de 90kg de matéria seca por tonelada de argila sinterizada;



Figura 13: Cerâmica Itajá.

- **Cerâmica Pataxó** (Ipanguaçu-RN): possui forno metálico móvel da empresa Raça Máquinas com capacidade nominal de 88 milheiros por queima (aproximadamente 220 toneladas de argila); produção mensal média de 800 milheiros, e secador do tipo talisca (secador rápido);



Figura 14: Cerâmica Pataxó.

- **Cerâmica Portal do Vale** (Assú- RN): possui forno metálico móvel da empresa Rogefran com capacidade nominal de 80 milheiros por queima (aproximadamente 200 toneladas de argila) e média de 2,5 queimas/semana, tendo produção mensal média de 1.000 milheiros, composto por lajotas, tijolos e blocos estruturais.



Figura 15a: Cerâmica Portal do Vale.



Figura 15b: Cerâmica Portal do Vale.

Na oportunidade o SINDICER/RN prestou homenagem ao Projeto, destacando a importância de se ter conseguido a cooperação entre os diferentes atores envolvidos com o setor de cerâmica e os resultados positivos alcançados.



Figura 16: Presidente do Sindicer-RN, Vargas Soliz com: Joaquim Augusto Rodrigues – INT e Jon Bickel – Swisscontact.

Premiação

A Associação Nacional da Indústria Cerâmica – ANICER promove, anualmente, entre os associados uma eleição para os destaques do ano nas categorias: Cerâmica, Personalidade, Instituição e Ação Sustentável. No ano de 2016, o Instituto Nacional de Tecnologia – INT, em decorrência dos trabalhos desenvolvidos no âmbito do Projeto EELA, foi agraciado com o Prêmio João de Barro na categoria Instituição 2016. Este prêmio veio coroar a equipe do INT, bem como os parceiros envolvidos, e principalmente os ceramistas com os quais se trabalhou.



Figura 17: Representantes do INT recebendo o Prêmio João de Barro – ANICER 2016 (Campinas/SP).

Resultados finais

Os resultados finais do Projeto dizem respeito aos indicadores de redução de emissões e aumento da lucratividade das empresas.

Nos demais países da América Latina participantes do Projeto EELA, a mitigação de GEE alcançou um total de **991.278 tCO₂/ano**, conforme mostrado na Tabela 3.

Tabela 3 - Redução de emissões por país.

Países	Reduções obtidas (tCO ₂)
Bolívia	39.234
Brasil	494.221
Colômbia	148.703
Equador	21.502
México	182.635
Peru	104.983
Total	991.278

Os resultados no Brasil foram alcançados da seguinte forma: na cadeia de fornos as novas tecnologias implementadas contribuíram para a redução de **277.197 tCO₂/ano**, considerando-se a redução do consumo de lenha na matriz energética. Essa economia de lenha gerou um aumento na lucratividade das empresas de R\$ 6 milhões/ano.

Já na cadeia de biomassa, as ações de incremento da oferta dos planos de manejo florestal, com a premissa de absorção de parte desta oferta pelos ceramistas, possibilitou uma redução de cerca de **217.024 tCO₂/ano**.

Sendo assim, o Projeto como um todo no Brasil fez uma redução de **494.221 tCO₂/ano**.

O Projeto EELA, ao longo dos seis anos de atuação, junto aos ceramistas promoveu o conceito de eficiência energética, mostrando ser possível produzir a mesma quantidade de produtos ou até ter uma produção superior consumindo menos energia.

Para isso, além da disseminação do conceito através de todo material produzido e dos diversos eventos, também incentivou consultorias de profissionais e, de instituições capacitadas no mercado.

Esta metodologia foi ao encontro do conceito de sustentabilidade e criou no setor o sentimento de que as empresas podem satisfazer suas necessidades atuais de demanda de matérias-primas e combustíveis, sem comprometer a capacidade para atender necessidades futuras da sociedade.

Muito do trabalho realizado ajudou no fortalecimento deste conceito e mostrou a importância das ações desenvolvidas pelo setor para a melhoria contínua das condições de trabalho,

aumento da distribuição de renda, fortalecimento da economia local, preservação dos recursos naturais, uso de biomassa renovável, e da importância do cumprimento das exigências legais e ambientais.

Por fim, os resultados alcançados, a repercussão e aceitação dos atores envolvidos nas atividades realizadas permitem atestar a eficácia da metodologia empregada de mercado inclusivo, constituindo um exemplo de sucesso para futuras intervenções deste tipo, neste ou em outros setores.