Revista Econômica do Nordeste
ISSN eletrônica (on line) 2357-9226

Suplemento Especial
Minerais no Nordeste | Out/Dez de 2026

MODERNIZAÇÃO ENERGÉTICA NOS POLOS DE CERÂMICA VERMELHA E GESSO: TECNOLOGIAS, EFICIÊNCIA E A PARCERIA ESTRATÉGICA ENTRE O INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA E O BANCO DO NORDESTE

Energy Modernization in the Red Ceramics and Gypsum Hubs: Technologies, Efficiency, and the Strategic Partnership between the National Institute of Technology and the Bank of the Northeast

Joaquim Augusto Pinto Rodrigues[1]
Maurício Francisco Henriques Junior [2]
Julia Santos Nunes de Campos[3]

1 Engenheiro Elétrico. Doutor em Planejamento Energético pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Pesquisador no Laboratório de Energia e no Laboratório de Avaliações Tecnológicas da Divisão de Avaliações e Processos Industriais no Instituto Nacional de Tecnologia. Avenida Venezuela, 82, Centro, 20081312, Rio de Janeiro, Brasil. *augusto.rodrigues@int.gov.br*

2 Engenheiro Químico. Doutor em Planejamento Energético pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Laboratório de Energia da Divisão de Avaliação e Processos Industriais do Instituto Nacional de Tecnologia. mauriciohenriques@yahoo.com.br

3 Engenheira Florestal. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Laboratório de Energia da Divisão de Avaliações e Processos Industriais do Instituto Nacional de Tecnologia. julia.ufrrj@gmail.com

Resumo: Este artigo analisa as oportunidades de modernização energética nos polos de cerâmica vermelha e gesso do Nordeste brasileiro, com ênfase nas soluções de eficiência energética e no papel das instituições de fomento. A metodologia baseou-se em pesquisas de campo com aplicação de questionários estruturados a uma amostra significativa de empresas dos polos produtivos, em análises técnicas e econômicas em entrevistas com agentes institucionais, conduzidas no âmbito de projetos de pesquisa e desenvolvimento do Instituto Nacional de Tecnologia (INT). Os resultados revelam elevado potencial de economia de energia, de até 30%, com destaque para a substituição de fornos obsoletos, o emprego de lenha picada e alimentação contínua, a recuperação de calor, o isolamento térmico e a adoção de energia solar fotovoltaica. A parceria entre o INT e o Banco do Nordeste (BNB) tem sido fundamental para estruturar linhas de crédito adequadas às necessidades específicas dos setores, como o FNE MPE, o FNE Industrial, o FNE Inovação, o FNE Verde, o FNE Sol e o Cartão BNB. Conclui-se que a integração entre pesquisa tecnológica, financiamento ao desenvolvimento e políticas públicas constitui caminho eficaz para promover a modernização produtiva e a sustentabilidade dos setores de transformação mineral.

Palavras-Chave: eficiência energética, cerâmica vermelha, gesso, financiamento, desenvolvimento regional.

Abstract: This article analyzes the opportunities for energy modernization in the red ceramics and gypsum clusters in the Brazilian Northeast, focusing on energy efficiency solutions and the role of development institutions. The methodology was based on field surveys with structured questionnaires applied to a significant sample of companies in the production companies, on technical and economic analyses (payback, internal rate of return and net present value), and on interviews with institutional agents, conducted within the scope of research and development projects of the National Institute of Technology (INT). The results reveal a high potential for energy savings, of up to 30%, especially through the replacement of obsolete kilns, the use of chipped firewood and continuous feeding, heat recovery, thermal insulation, and the adoption of photovoltaic solar energy. The partnership between INT and the Bank of the Northeast (BNB) has been fundamental in structuring credit lines suited to the specific needs of the sectors, such as FNE MPE, FNE Industrial, FNE Inovação, FNE Verde, FNE Sol, and Cartão BNB. It is concluded that the integration of technological research, development financing, and public policies are an effective path to promote productive modernization and sustainability in the mineral processing sectors.

Keywords: energy efficiency, red ceramics, gypsum, financing, regional development.

Este manuscrito é aberto (*Open access*) e está disponível gratuitamente sob a licença *Creative Commons Attribution 4.0*. Esta permite o uso, a distribuição e a reprodução em qualquer meio ou formato, desde que a sua autoria seja devidamente citada.

Recebido em: 02/09/2026
Aceito em: 09/09/2026

1 INTRODUÇÃO

A indústria de transformação mineral brasileira, especialmente nos segmentos de cerâmica vermelha e gesso, constitui um pilar fundamental para a economia da região Nordeste. Esses setores não apenas geram milhares de empregos diretos e indiretos, mas também movimentam cadeias produtivas inteiras, que envolvem desde a extração de matérias-primas até a comercialização de produtos acabados para a construção civil e outros segmentos industriais. Os Arranjos Produtivos Locais (APL) de cerâmica vermelha e o APL de gesso do Araripe, em Pernambuco, são exemplos paradigmáticos de como a organização produtiva em clusters pode gerar desenvolvimento regional, mas também evidenciam os desafios estruturais que precisam ser superados para garantir competitividade e sustentabilidade a longo prazo.

A indústria de cerâmica vermelha no Nordeste brasileiro representa um dos segmentos mais relevantes da economia regional, tanto pelo seu peso na geração de emprego e renda quanto pela sua capilaridade territorial. Diferentemente do que ocorre em outras regiões do país, onde a produção se concentra em polos mais tecnificados, o Nordeste apresenta uma estrutura produtiva marcada pela predominância de micro e pequenas empresas, forte presença de produção familiar e grande diversidade de realidades tecnológicas.

De maneira similar, o polo gesseiro do Araripe consolidou-se como o principal centro produtor de gesso do Brasil, respondendo por aproximadamente 95% da produção nacional. Com cerca de 510 empresas atuantes nos segmentos de mineração, calcinação e fabricação de pré-moldados, o setor gera cerca de 20 mil empregos diretos e indiretos, movimentando uma receita anual estimada em R$ 420 milhões. A calcinação, etapa central do processo produtivo, é intensiva em energia térmica, suprida basicamente pela queima de lenha extraída majoritariamente da Caatinga. Essa dependência energética coloca o setor diante de um dilema complexo: como conciliar a necessidade de expansão da produção com a preservação de um bioma já severamente impactado pela ação antrópica?

É nesse contexto que a eficiência energética emerge como estratégia para a modernização desses setores. Eficiência energética, no âmbito da produção industrial, significa produzir mais com menos energia, reduzindo desperdícios e adotando tecnologias e procedimentos que permitam otimizar o uso dos recursos energéticos disponíveis. No caso específico da cerâmica vermelha e do gesso, isso envolve desde a melhoria das condições de combustão até a substituição completa de equipamentos obsoletos, passando pelo aproveitamento de resíduos e pela incorporação de fontes renováveis de energia.

Os benefícios da eficiência energética são múltiplos e se estendem para além da redução de custos operacionais. Empresas que adotam práticas eficientes tendem a apresentar maior produtividade, produtos de melhor qualidade, menor índice de perdas na produção e redução das emissões de poluentes atmosféricos. Adicionalmente, a eficiência energética contribui para a segurança energética das empresas, reduzindo sua vulnerabilidade a oscilações nos preços dos combustíveis e a interrupções no fornecimento.

O presente artigo tem como objetivo analisar as oportunidades de modernização tecnológica nos polos de cerâmica vermelha e gesso do Nordeste brasileiro, com ênfase nas soluções de eficiência energética e no papel estratégico das instituições de fomento, a partir dos estudos técnicos desenvolvidos pelo Instituto Nacional de Tecnologia (INT) e da parceria estabelecida entre essa instituição e o Banco do Nordeste (BNB) para estruturar soluções financeiras adequadas às necessidades específicas desses segmentos industriais.

2 METODOLOGIA E BASE DE DADOS

Os estudos que fundamentam este artigo foram conduzidos pelo INT no âmbito do projeto "Eficiência Energética en Ladrilleras – EELA", que contou com auxílio do governo suíço e se deu simultaneamente em mais seis países da América Latina. Além disso, os projetos "Eficiência Energética nos Arranjos Produtivos Locais do Setor de Cerâmica Vermelha na Região do Seridó dos Estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte" e "Eficiência Energética no Arranjo Produtivo Local Gesseiro da Região do Araripe-PE" contaram com o apoio da Coordenação de Tecnologias Setoriais (CGTS) e Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (SETEC) do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI).

A abordagem metodológica adotada combinou pesquisa documental, levantamento de dados primários e secundários e análises técnicas e econômicas. Foram realizadas pesquisas de campo abrangentes, com aplicação de questionários estruturados a uma amostra significativa de empresas dos polos produtivos.

Os questionários foram elaborados para capturar informações sobre: (i) características gerais das empresas (porte, tempo de atuação, número de empregados, regularidade ambiental); (ii) processos produtivos e tecnologias empregadas; (iii) consumo de energia (lenha e eletricidade) e eficiência energética; (iv) principais dificuldades e gargalos; (v) investimentos realizados e planejados; e (vi) acesso a financiamentos e linhas de crédito.

Os dados coletados foram sistematizados em bases de dados robustas, permitindo análises quantitativas e qualitativas detalhadas. Foram calculados indicadores de desempenho, como consumo específico de energia (lenha por milheiro ou por tonelada de produto), perdas na produção e proporção de produtos de primeira qualidade. As análises econômicas incluíram avaliações de viabilidade financeira, cálculos de *payback*, taxa interna de retorno (TIR) e valor presente líquido (VPL) para diferentes tecnologias e cenários de investimento.

Adicionalmente, foram realizadas entrevistas com agentes institucionais, incluindo representantes do BNB, do Sindicato das Indústrias de Gesso de Pernambuco (SINDUSGESSO), do Sindicato da Indústria de Cerâmica Vermelha (SINDICER), da Associação Nacional da Indústria Cerâmica (ANICER), do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) e do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), dentre outros atores. Os estudos também se beneficiaram de extensa revisão bibliográfica, incluindo trabalhos anteriores do INT e de outras instituições, como ADESE/GTZ (2008), SENAI/CTGAS-ER (2012), MMA (2018) e SEBRAE-PE (2019), o que permitiu traçar a evolução histórica dos polos produtivos e contextualizar os resultados atuais.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES: DIAGNÓSTICO DOS SETORES DE CERÂMICA VERMELHA E GESSO

3.1 O APL de Cerâmica Vermelha: Caracterização e Desafios

O setor de cerâmica vermelha no Nordeste no início da década de 2010 era composto por aproximadamente 1.700 empresas, distribuídas pelos nove estados da região, que juntas respondem por uma produção mensal estimada em cerca de 870 milhões de peças de produtos cerâmicos, com predominância de blocos de vedação (tijolos) e telhas coloniais extrudadas. A Bahia concentrava o maior número de empresas (cerca de 520), seguida por Ceará (412), Rio Grande do Norte (186), Pernambuco (90), Sergipe (156), Alagoas (70) e Paraíba (66) (INT/MCTI, 2017). O consumo de biomassa para fins energéticos no setor era estimado em cerca de 2,8 milhões de toneladas de matéria seca por ano, o que posicionava a cerâmica vermelha como o principal setor consumidor de lenha e resíduos vegetais na região. O parque produtivo era marcado por profunda heterogeneidade tecnológica. Estima-se que, há 15 a 20 anos, cerca de 60% dos fornos em operação na região eram dos tipos caipira e caieira, caracterizados por baixa eficiência energética e elevadas perdas de produção.

O balanço entre oferta e demanda de biomassa na região era deficitário. Estudos realizados pelo INT em parceria com a Associação Plantas do Nordeste (APNE/INT, 2014) indicaram que a oferta de biomassa sustentável atendia a cerca de 55% da demanda do setor, sendo o restante suprido por fontes não renováveis, especialmente lenha de desmatamento da Caatinga. O licenciamento ambiental era um dos principais desafios, especialmente no que se refere à comprovação da origem legal da lenha e ao controle das emissões atmosféricas conforme a Resolução CONAMA nº 436/2011.

3.2 O APL de Gesso do Araripe: Caracterização e Desafios

O polo gesseiro do Araripe está situado no extremo oeste de Pernambuco, abrangendo municípios como Araripina, Trindade, Ipubi, Oricuri e Bodocó. O setor é composto por aproximadamente 510 empresas. A etapa de calcinação é a mais relevante do ponto de vista energético, consumindo grandes quantidades de calor para promover a desidratação parcial da gipsita, fornos calcinadores, com amplo predomínio do tipo "barriga quente", presentes em 97% das empresas.

A baixa eficiência energética desses fornos, tipicamente entre 37% e 50%, decorre principalmente das condições de combustão instáveis e das altas perdas de calor nos gases de exaustão. A matriz energética do polo é dominantemente baseada na lenha (97,7%, cujo consumo total representa pressão significativa sobre a vegetação da Caatinga, considerando que cerca de 65% desta ainda seja proveniente da exploração florestal não autorizada (MMA, 2018).

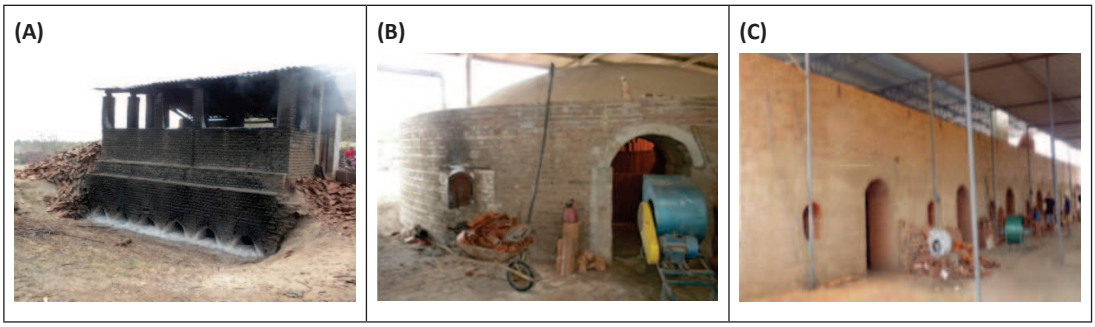
4 OPORTUNIDADES TECNOLÓGICAS PARA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

4.1 Fornos Eficientes para Cerâmica Vermelha

A substituição dos fornos caipira obsoletos por modelos multicâmaras representou a oportunidade mais significativa de modernização. Os fornos multicâmaras operam de

forma semicontínua, com aproveitamento interno de calor entre as câmaras. O consumo de lenha nesses fornos situa-se entre 0,5 e 0,6 m³ st/milheiro, com eficiência térmica média de 54%. O custo de investimento em um forno de 16 câmaras era da ordem de 1 milhão de reais (setembro de 2022). Essa dinâmica de substituição dos fornos se deu em duas ondas tecnológicas no polo piloto da região do Seridó. Em 2011 existiam cerca de 402 fornos do tipo caipira (figura 1A), com capacidades de produção por forno variando de 30 a 50 mil peças por queima, que na primeira onda, boa parte foi substituída por fornos do tipo abóbada (figura 1B), com capacidade média de queima entre 60 e 100 mil peças por batelada. Tal fato teve como premissa o conhecimento prévio destes equipamentos na região e o seu menor valor de investimento. Na segunda onda as empresas foram adotando fornos do tipo multicâmaras (figura 1C) com um valor de investimento superior, porém com maior capacidade de produção, maior aproveitamento de calor e menor consumo de lenha. Nesta segunda onda não só ocorreu uma migração dos fornos caipira para este modelo como também as empresas que fizeram a primeira mudança para o abóbada também partiram para uma nova mudança adotando o modelo multicâmara.

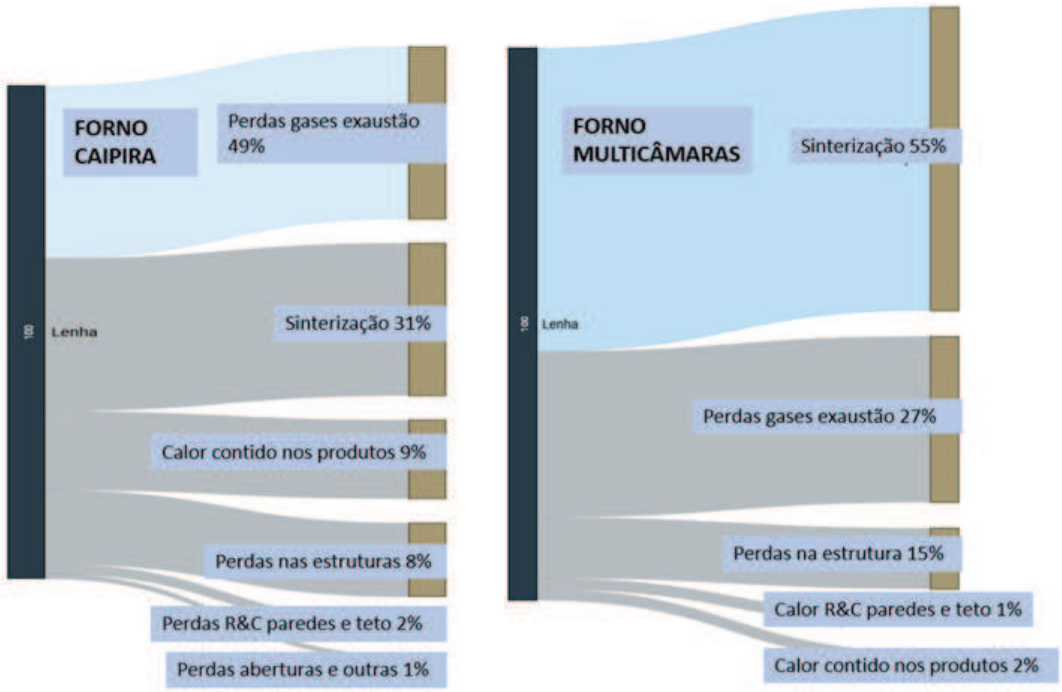
Figura 1 – (A) forno caipira, (B) forno abóbada, (C) forno multicâmara



Em 2022, no Seridó, o parque de fornos cerâmicos já sinalizava uma transição tecnológica: 118 fornos caipira, 40 fornos do tipo "ouro branco" (derivação do caipira), 23 fornos abóbada, 14 fornos multicâmara e 2 fornos móveis. Em 2025, o panorama apresentou ainda mais mudanças com apenas 22 fornos caipira, 7 fornos abóbada, 21 fornos multicâmara e 2 fornos móveis (IEL/SEBRAE/SINCICER-RN, 2025). Vale destacar que o forno multicâmara amplia substancialmente o volume de peças produzidas, pois cada câmara equivale à capacidade média de um forno caipira.

A Figura 2 apresenta dois diagramas de Sankey, representando respectivamente um forno caipira típico e outro do tipo multicâmaras. As diferenças nas perdas de calor são bem expressivas, o que se reflete nas eficiências energéticas finais de ambos. Nota-se que o principal fluxo de calor no forno caipira concentra-se nas perdas nos gases de exaustão, diferentemente do que ocorre nos fornos multicâmaras, resultado de uma operação contínua e do reaproveitamento de calor internamente.

Figura 2 – Diagrama de Sankey dos fluxos de calor típicos em forno caipira e forno multicâmaras



No forno caipira, somente em torno de 31% da energia fornecida pela queima de lenha é efetivamente destinada à sinterização das peças cerâmicas, enquanto em um forno multicâmara esse índice chega a 55%.

4.2 Emprego de Lenha Picada e Alimentação Contínua

O emprego de lenha picada ou processada, em substituição à lenha em toras e galhos, constitui uma tecnologia de grande potencial para aumentar a eficiência energética tanto na cerâmica quanto no gesso. O conceito central dessa tecnologia é melhorar a combustão, reduzindo o excesso de ar necessário e aumentando a estabilidade do processo. A combustão com lenha picada permite uma economia de combustível de 18% a 25%, dependendo das condições operacionais dos fornos e calcinadores. O sistema automatizado, com alimentação contínua e controle por termopares, proporciona maior estabilidade da combustão, melhor controle da curva de queima, produtos mais uniformes e maior qualidade. Com a lenha picada, a combustão se torna mais eficiente e pode operar com menor excesso de ar (45% a 60%), contra níveis acima de 200% com a queima de lenha em toras/galhos.

4.3 Secadores Artificiais na Cerâmica Vermelha

Os secadores artificiais oferecem vantagens substanciais: menores tempos de secagem (cerca de 24 horas) e maior controle das condições ideais de temperatura e umidade. A secagem é uma etapa crítica na produção de cerâmica vermelha, pois peças mal secas podem apresentar trincas, empenos e estouros durante a queima. A secagem natural ao tempo ou em galpões cobertos, embora de baixo custo operacional, está sujeita a variações climáticas, requer grandes áreas, é demorada (48 a 70 horas), e resulta em perdas significativas de produção. O projeto de um secador eficiente requer a definição

de parâmetros como tipo de argilas e comportamento da massa cerâmica. Os secadores contínuos rápidos, conhecidos como "talisca", representam a tecnologia mais recente, com ciclos de secagem que podem ser inferiores a uma hora.

4.4 Energia Solar Fotovoltaica

A energia solar fotovoltaica vem se consolidando como uma alternativa cada vez mais viável e atrativa para a autogeração de energia elétrica nos polos produtivos. A região Nordeste apresenta irradiação solar média anual entre 5,5 e 6,3 kWh/m²/dia. No Seridó 18 empresas já haviam instalado sistemas fotovoltaicos até 2022, com investimentos da ordem de 16 milhões de reais, sendo grande parte com apoio do BNB. No polo gesseiro, a adoção da energia solar também vem crescendo. Diversas empresas já instalaram sistemas, aproveitando a alta incidência solar da região. Os principais benefícios da energia solar fotovoltaica incluem: economia significativa nos custos com energia elétrica (entre 50% e 95%), segurança energética, elevada vida útil dos equipamentos e prazo de retorno do investimento atrativo.

Figura 3 – Usinas de geração fotovoltaica em cerâmicas no Seridó



4.5 Recuperação de Calor e Isolamento Térmico

A recuperação de calor consiste em aproveitar o calor residual de fornos para outras finalidades. Nos calcinadores de gesso, a implementação de um trocador de calor pode gerar economia de cerca de 6%. O isolamento térmico com mantas de fibra cerâmica permite reduzir perdas por radiação e convecção, acelerando os ciclos de aquecimento e resfriamento.

4.6 Melhoria da Combustão e Controle do Processo

O controle de combustão pode ser bastante útil em muitas situações, permitindo adequar as vazões de ar de acordo com o tipo de combustível. Uma redução do excesso de ar de combustão na queima de lenha, por exemplo, pode gerar uma redução no consumo significativa em calcinadores, podendo atingir até cerca de 20%, de acordo com o tipo de equipamento e de outras características.

4.7 Emprego de Gás Natural nos Calcinadores

A adoção do Gás Natural (GN) nas calcinadoras de gesso contempla uma modernização do setor bastante importante, não somente no aspecto interno de cada empresa que pode se tornar mais produtiva, eficiente, limpa e salubre, mas pelo impacto talvez

mais relevante que o combustível pode induzir, na medida em que passa a ajudar na conservação da mata nativa da caatinga.

O GN empregado nos calcinadores pode promover um ganho de eficiência energética entre 18 a 39%, dependendo do tipo de lenha a ser substituída e das características técnicas dos equipamentos. Seu custo direto, no entanto, expresso em "reais/tonelada de gesso", ainda pode apresentar alguma dificuldade para certas empresas, uma vez que se mostra ainda mais elevado do que a lenha, embora uma série de outros ganhos operacionais possa tornar essa alternativa economicamente atrativa. A produção atual do setor e a quantidade de empresas não estão bem estabelecidas e, consequentemente, o potencial técnico do consumo de energia total de todo polo produtor se mostra incerto, desconsiderando outras aplicações (veicular e outras indústrias). Assim, preliminarmente, o consumo de gás natural pode se situar numa faixa bastante ampla, entre 193.000 m³ de GN/dia e 386.000 m³ /dia que, de qualquer forma, constitui um volume bastante expressivo. Aparentemente esse potencial de consumo de gás, entretanto, não se mostra plenamente factível, dado que muitas empresas se encontram muito dispersas em uma região ampla, ou ainda por serem de porte muito pequeno. Portanto, num primeiro momento, situações com maiores aglomerações de empresas, e seguindo os trajetos de rodovias locais, podem favorecer e viabilizar o fornecimento do gás. Essa condição, sem dúvida, facilita a instalação de unidades de regaseificação do Gás Natural Liquefeito (GNL) e a distribuição do gás em gasodutos mais curtos. Numa etapa inicial, a COPERGÁS deve fornecer o GN num volume de cerca de 100.000 m³ de GN/dia, que atenderia a um grupo de calcinadoras. Somente esse volume de gás representaria uma poupança de 171.093 toneladas de lenha por ano, equivalente a aproximadamente 9.500 hectares, caso essa fosse extraída irregularmente de mata nativa da caatinga. O BNB terá um papel importante no apoio aos investimentos necessários para a adaptação dos calcinadores e aquisição de equipamentos para a queima do gás.

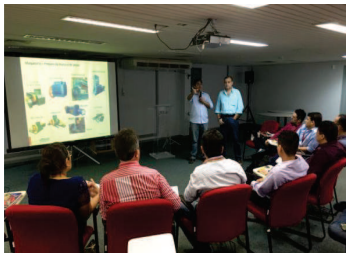
5 A PARCERIA ESTRATÉGICA ENTRE O INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA E O BANCO DO NORDESTE

5.1 Contexto Histórico e Fundamentos da Cooperação

A parceria entre o Instituto Nacional de Tecnologia (INT) e o Banco do Nordeste (BNB) representa um marco significativo na articulação entre pesquisa tecnológica e financiamento ao desenvolvimento produtivo. O Banco do Nordeste teve uma participação expressiva nos projetos realizados pelo INT, participando da maioria dos eventos levando informações sobre linhas de crédito aplicáveis para o setor cerâmico e de gesso. A cooperação foi importante na identificação das barreiras de acesso ao crédito e consequente busca por soluções de financiamento, tendo como marco importante a implementação dos novos fornos do Seridó quando a equipe do INT atuou na capacitação dos agentes do BNB apresentando os ganhos resultantes da mudança tecnológica dos fornos com a realização de simulações através da ferramenta de avaliação de alternativas tecnológicas, elaborando cenários de trocas com os possíveis resultados de aumento de produção, melhoria da qualidade, redução de perdas e economia de combustível alcançáveis, de forma a clarear o entendimento dos benefícios do investimento e reduzir os riscos.

Figura 4 – (A) e (B) Capacitação agentes do BNB, (C) Mostra técnica da tecnologia do forno.

(A)



(B)



(C)



5.2 Estudos e Diagnósticos Conjuntos

A cooperação teve como primeiro passo a realização de estudos sobre o potencial de eficiência energética. Esses estudos culminaram em relatórios técnicos que orientaram as ações do BNB na estruturação de linhas de crédito adequadas.

5.3 Linhas de Crédito do BNB para os Setores

O BNB oferece um portfólio diversificado financiado pelo Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE):

- **5.3.1. FNE MPE:** Destinado a micro e pequenas empresas para aquisição de bens de capital e modernização.
- **5.3.2. FNE Industrial:** Voltado para empresas de médio e grande porte do setor industrial e mineração.
- **5.3.3. FNE Inovação:** Promove a inovação em produtos, serviços e processos organizacionais.
- **5.3.4. FNE Verde:** Foca em empreendimentos que promovam a preservação ambiental e eficiência energética.
- **5.3.5. FNE Sol:** Financiamento de sistemas de micro e minigeração distribuída de energia elétrica.
- **5.3.6. Cartão BNB:** Crédito rotativo pré-aprovado para aquisição de bens e insumos.

5.4 Resultados da Parceria e Indicadores de Crédito

Como fotografia no período de 2020 a 2022, 62% dos financiamentos do BNB para o setor de cerâmica no Seridó foram destinados à energia solar, máquinas e equipamentos (pás carregadeiras, vagonetes e marombas) (15%), capital de giro (13%), caminhões (7%), e fornos (3%). Esses dados refletem a prioridade dos empresários em investir em tecnologias com retorno mais garantido (energia solar) e na modernização dos equipamentos de produção. O diagnóstico revelou que 100% das empresas entrevistadas tinham interesse em troca de fornos e energia fotovoltaica.

5.5 Principais Entraves

Os entraves incluem a informalidade, falta de garantias, oscilação dos preços dos produtos e a falta de projetos técnicos bem elaborados com estudos de viabilidade detalhados.

5.6 Estratégias de Superação

As estratégias envolvem assistência técnica, simplificação de processos pelo BNB, criação de linhas específicas e incentivo à regularização e formalização das empresas.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os estudos evidenciam o enorme potencial de modernização energética nos polos de cerâmica vermelha e gesso. Tecnologias como fornos multicâmara e energia solar são economicamente viáveis e capazes de reduzir o consumo de energia em até 30%. Nesse contexto, o apoio do Banco do Nordeste (BNB) pode impulsionar ainda mais essa transformação: na cerâmica, o fomento à modernização do sistema produtivo, com automação dos processos e sistemas de digitalização e monitoramento da produção, que geram histórico de dados para tomada de decisão preventiva e otimização de processos; no polo do gesso, o financiamento da nova matriz energética, com a entrada do gás natural via GNL, novos queimadores, adaptação e aquisição de calcinadores, além dos sistemas de digitalização e monitoramento da produção. A principal barreira permanece sendo o acesso ao recurso para investimento, frequentemente dificultado pela informalidade setorial. A parceria com o BNB demonstra que a integração entre pesquisa e fomento é o caminho eficaz para a sustentabilidade regional.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado no âmbito dos projetos de eficiência energética conduzidos pelo Instituto Nacional de Tecnologia (INT), com o apoio do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), da Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), da Swiss Foundation for Technical Cooperation (Swisscontact) e do Banco do Nordeste (BNB).

REFERÊNCIAS

ADESE - Agência de Desenvolvimento Sustentável do Seridó/GTZ, 2008. **Diagnóstico do uso da lenha nas atividades agroindustriais do território do Seridó / RN**. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), Caicó.

APNE - Associação Plantas do Nordeste/INT, 2014. **Oferta de biomassa renovável para os Polos cerâmicos do Nordeste do Brasil**. Estudo de Quadro da Oferta de Biomassa Combustível para a Indústria de Cerâmica na Região Nordeste. Relatório Final – Biomassa para cerâmicas do NE. Recife, PE. 36p.

HENRIQUES JR., M. F. 2013. **Potencial de financiamento de eficiência energética: nos setores de cerâmica e gesso no Nordeste.** Banco Interamericano de Desenvolvimento, monografia, 169 f. 2013.

IEL - Instituto Euvaldo Lodi; SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas; SINDICER RN - Sindicato da Indústria de Cerâmica Vermelha para Construção do Estado do Rio Grande do Norte, 2025. **Diagnóstico da Indústria de Cerâmica Vermelha do Rio Grande do Norte**.

INT- Instituto Nacional de Tecnologia; MCTI - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2011. **Base de dados da pesquisa de campo do Projeto EELA/INT para composição de Linha de Base**. Instituto Nacional de Tecnologia, Rio de Janeiro/RJ.

INT- Instituto Nacional de Tecnologia; MCTI - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2012. **Panorama da indústria de cerâmica vermelha no Brasil**. Projeto EELA/INT, Rio de Janeiro/RJ. 83p.

INT- Instituto Nacional de Tecnologia; MCTI - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2013. **Panorama da indústria de cerâmica vermelha na região Nordeste do Brasil**. Projeto EELA/INT, Rio de Janeiro/RJ. 44p.

INT- Instituto Nacional de Tecnologia; MCTI - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2017. **Cerâmica Vermelha - Projeto EELA no Brasil**. Projeto ELLA/INT, Rio de Janeiro/RJ, 135p.

INT- Instituto Nacional de Tecnologia; MCTI - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2021. **Eficiência energética nos arranjos produtivos locais (APL) do setor de cerâmica vermelha na região do Seridó dos estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba - linha de base 2020**. INT, MCTI, Rio de Janeiro, 2021.

MMA - Ministério do Meio Ambiente, 2018. **Biomassa para energia no Nordeste: atualidade e perspectivas** / Ministério do Meio Ambiente, Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – Brasília, DF.

SEBRAE - PE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Cadeia Produtiva do Gesso na Região da Chapada do Araripe**. Recife: SEBRAE-PE, 2019. 33 p.

SENAI-RN - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial do Rio Grande do norte; TGAS-ER - Centro de Tecnologias do Gás e Energias Renováveis. **Diagnóstico da indústria cerâmica vermelha do Rio Grande do Norte.** Natal: SENAI-RN; CTGAS-ER, 2012.