

# **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**

**Instituto Nacional de Tecnologia (INT)**

**Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI)**

### **Equipe / Autores:**

Joaquim Augusto Pinto Rodrigues (Coordenação)

Maurício Francisco Henriques Júnior

Marcia Carla Ribeiro de Oliveira

Renata de Sousa Candido

Julia Santos Nunes de Campos

Rio de Janeiro, fevereiro de 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**

**Desenvolvido por: Instituto Nacional de Tecnologia – INT / Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações - MCTI**

## **Autores:**

Joaquim Augusto Pinto Rodrigues (Coordenação)

Maurício Francisco Henriques Junior

Marcia Carla Ribeiro de Oliveira

Renata de Sousa Candido

Julia Santos Nunes de Campos

O Instituto Nacional de Tecnologia (INT) desenvolveu o presente estudo sob encomenda da Secretaria de Empreendedorismo e Inovação (SEMPI) do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), através de Termo de Descentralização (TED), contando com o apoio da Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Computação Científica (FACC), entidade acreditada de acordo com a Portaria Conjunta MEC/MCTI nº 14 de 16/03/2020.

## **INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA – INT**

Divisão de Avaliações e Processos Industriais (DIAPI) - Laboratório de Energia (LABEN)

Av. Venezuela 82, Rio de Janeiro – RJ, Brasil.

CEP: 20081-312

[www.int.gov.br](http://www.int.gov.br)

Contato:

E-mail: [augusto.rodriques@int.gov.br](mailto:augusto.rodriques@int.gov.br)

E-mail: [mauricio.henriques@int.gov.br](mailto:mauricio.henriques@int.gov.br)

# Sumário

APRESENTAÇÃO.....	6
1. Introdução .....	8
2. Caracterização regional e geográfica .....	9
3. Evolução da Produção de Cerâmica Vermelha .....	12
3.1. Outras Transformações Estruturais.....	17
4. Panorama Atual (Linha de Base – 2020) .....	18
4.1. Metodologia da Etapa 1 .....	20
4.2. Resultados Gerais .....	20
4.2.1. Informações Gerais das empresas .....	20
4.2.2. Situação das Empresas durante a Pandemia de COVID-19.....	24
4.2.3. Produção e Produtos .....	25
4.2.4. Secagem e Queima .....	28
4.2.5. Combustíveis.....	38
4.2.6. Consumo Específico de Energia .....	47
4.2.7. Energia Elétrica.....	49
4.2.8. Energia Solar Fotovoltaica.....	51
4.2.9. Gestão .....	53
4.3. Pontos Fortes e Principais Dificuldades.....	56
5. Conclusões e Comentários Finais .....	57
Referências bibliográficas .....	61

## Índice de Figuras

Figura 1 - Ilustração das etapas do projeto.....	6
Figura 2 - Região do Seridó no Estado do Rio Grande do Norte. ....	9
Figura 3 - Região do Seridó no Estado da Paraíba.....	10
Figura 4 - Pequenos fornos de produção artesanal de telhas de microprodutores informais localizado na área rural de Santa Luzia-PB. ....	13
Figura 5 - Fornos caipiras de pequenos produtores, próximo à Santa Rita-PB.....	13
Figura 6 - Forno caieira para a produção de tijolos no município de Equador-RN. ....	13
Figura 7 - Fornos tipo caipira, construídos contiguamente .....	15
Figura 8 - Forno multicâmaras (tipo Cedan). ....	18
Figura 9 - Principais produtos no polo do Seridó.....	19
Figura 10 - Fluxograma do processo produtivo.. ....	19
Figura 11 - Ilustração da base de dados.....	20
Figura 12 - Distribuição percentual das empresas entre os dois estados componentes da região do Seridó. ....	21
Figura 13 - Distribuição percentual de filiação a associações e sindicatos. ....	21
Figura 14 - Tempo de atuação das empresas da região do Seridó no mercado de cerâmica vermelha. ....	22
Figura 15 - Demonstração da prática comercial realizada pelas empresas entrevistadas. ....	23
Figura 16 - Variação da produção na pandemia de COVID-19.....	23
Figura 17 - Produtos fabricados no Seridó RN/PB. ....	25
Figura 18 - Distribuição percentual dos tipos de produtos fabricados no Seridó RN/PB. ....	26
Figura 19 - Distribuição percentual de tipos de produtos fabricados por estado. ....	27
Figura 20 - Secagem natural.....	29
Figura 21 - Secagem em galpão com cobertura plástica.....	29
Figura 22 - Secadores tipo túnel alimentados por ar e/ou gases quentes. ....	30
Figura 23 - Fornos tipo caipira.....	31
Figura 24 - Vistas das fornalhas e portas de entrada de peças de fornos “Ouro Branco”.....	32
Figura 25 - Forno abóbada. ....	33
Figura 26 - Forno multicâmaras tipo Cedan. ....	33
Figura 27 - Vagão de alimentação e interior do forno vagão metálico.....	34
Figura 28 - Participação quantitativa e percentual de fornos por tipo na região do Seridó.....	35
Figura 29 – Participação quantitativa (milheiros/mês) e percentual dos tipos de fornos na produção total da região do Seridó. ....	36
Figura 30 - Lenha de algaroba. ....	41

Figura 31 - Lenha de cajueiro.....	41
Figura 32 - Manejo Florestal Sustentável da Caatinga.....	43
Figura 33 - Lenha de manejo florestal da caatinga.....	43
Figura 34 - Proporção dos tipos de lenha consumidos para queima das peças nas cerâmicas do Seridó em 2020 .....	44
Figura 35 - Participação percentual das legais no Seridó em 2010, 2016 e 2020 (excluindo-se a participação de lenha ilegal de desmatamentos).....	45
Figura 36 - Evolução das participações dos tipos de lenha no Seridó em 2010, 2016 e 2020, incluindo a lenha de desmatamentos ilegais.....	46
Figura 37 - Consumo específico de energia (em kcal/kg de produto) por tipo de fornos e valores mínimo, médio e máximo encontrados na pesquisa de campo.....	48
Figura 38 - Plantas solares das Cerâmicas Bela Vista e Tavares.....	52
Figura 39 - Finalidades para aplicação dos empréstimos solicitados.....	55
Figura 40 - Finalidade de aplicação de uma possível linha de crédito.....	55

### **Índice de Tabelas**

Tabela 1 - Panorama da evolução da cerâmica vermelha na região do Seridó do RN e PB. ....	16
Tabela 2 - Produção mensal do Seridó nos Estados de RN e PB por tipo de produto e o peso médio de produto queimado.....	26
Tabela 3 - Preços médio de vendas dos produtos em 2016 e 2020.....	28
Tabela 4 – Resumo dos dados referentes a quantidade de empresas, quantitativo de fornos e produção mensal estimada por tipo.....	35
Tabela 5 - Características dos principais tipos de fornos no Seridó.....	38
Tabela 6 - Balanço energético da demanda e oferta de lenhas e outras biomassas empregadas na região Nordeste em 2018. Fonte: MMA (2018).....	40
Tabela 7 - Consumo específico de energia nos fornos.....	48
Tabela 8 - Melhorias realizadas pelas empresas nos últimos três anos.....	54

## APRESENTAÇÃO

O presente Relatório de **Linha de Base 2020** visa atender a Etapa 1 do Projeto “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”.

O objetivo geral deste projeto é promover a melhoria das indústrias de cerâmica vermelha situadas na região dentro do conceito de APL por meio de ações de disseminação de tecnologias e processos de maior eficiência, tornando assim o polo mais produtivo e competitivo em um mercado cada vez mais acirrado e que sofre reflexos da pandemia do COVID-19.

Este projeto contempla resumidamente três etapas:

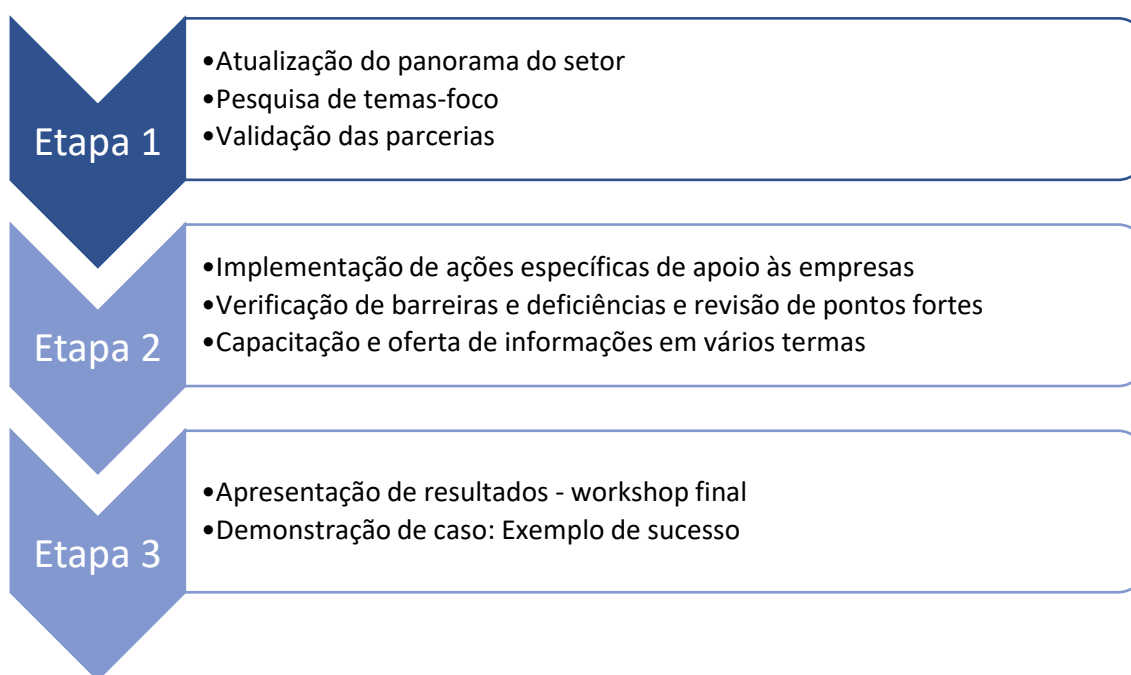


Figura 1 - Ilustração das etapas do projeto.

Neste Relatório é apresentado um panorama atualizado do segmento de produção de cerâmica vermelha, buscando compreender a situação existente, suas principais necessidades, como também seus pontos fortes, e assim desenvolver ações em conjunto com as empresas em prol do crescimento e melhoria contínua do polo produtor. Neste sentido, o Projeto priorizou inicialmente alguns temas relacionados à oferta de biomassa renovável e ao uso eficiente de energia, mas também outras demandas consideradas importantes, de acordo com as entrevistas realizadas, deverão ser abordadas.

O conjunto de ações obtido deve mobilizar e estimular a organização dos agentes regionais em prol das empresas atuantes na região. Para tal está contando com instituições que de alguma forma têm atuado na região alvo, tais como: SEBRAE, SENAI, SINDICER, CTGAS-ER, CEPIS, UFRN, IFRN, SFB, IDEMA, SUDEMA, bancos públicos e algumas associações locais.

Este relatório apresenta uma introdução geral, seguida de uma caracterização regional e geográfica do Seridó, depois um relato da evolução do segmento de produção cerâmica na região e, por fim, a pesquisa propriamente dita do “Panorama Atual ou Linha de Base – 2020”, acompanhada de conclusões e comentários finais.

Rio de Janeiro, fevereiro de 2021.

**Joaquim Augusto P. Rodrigues**

Coordenador do Projeto  
Instituto Nacional de Tecnologia (INT)

## 1. Introdução

A intensificação da produção de produtos cerâmicos na região do Seridó, cobrindo parte do sertão nos estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba teve início nos anos 80 (ADESE/GTZ, 2008). Essa produção surge como alternativa a outras atividades que até então predominavam na região, como a cotonicultura, a mineração e a agricultura de subsistência. Essa produção cerâmica começou em grupos familiares, com estruturas pequenas, bastante artesanal e com algumas máquinas de segunda mão, vindas de regiões onde a produção já se encontrava mais consolidada e avançada. Predominavam fornos do tipo caieira e caipira, bastante rudimentares, de baixa eficiência energética e com perdas de produção muito elevadas.

A produção de telha colonial surgiu por uma demanda crescente na construção civil, onde o produto apresentava um custo competitivo diante de regiões concorrentes no próprio estado do Rio Grande do Norte e no Ceará. O número de empresas fabricantes foi crescendo, alcançando o auge perto de 140 produtores por volta de 2012, considerando os municípios a região do Seridó potiguar e paraibano (INT/MCTI, 2017).

Dessa forma, o polo produtor do Seridó ganhou escala e passou a constituir um Arranjo Produtivo Local (APL) natural, embora não formalizado. Essa região se encaixa no conceito formal dos APLs, ou seja, “são aglomerações de empresas, localizadas em um mesmo território, que apresentam especialização produtiva e mantêm vínculos de articulação, interação, cooperação e aprendizagem entre si e com outros atores locais, como governo, associações empresariais, instituições de crédito, ensino e pesquisa”, de acordo com o MDIC (2011). Assim, dada a grande quantidade de empresas, produção em grande escala de um mesmo tipo de produto, importância econômica e geração de empregos, o polo produtor passou a chamar a atenção de diversas instituições dos poderes público e do setor privado, como também do mercado. A partir daí foram desenvolvidos diversos projetos e programas em prol de toda a comunidade produtora, apoiados pelo Sistema S (SEBRAE e SENAI), universidades e outros agentes públicos.

Estes programas e projetos têm abordado temas variados, sempre em prol da melhoria da produção como um todo. Alguns destes versam, por exemplo, sobre: melhoria da qualidade dos produtos, gestão da produção, tecnologias e maquinários diversos, eficiência energética, apoio ao licenciamento ambiental, oferta de biomassa renovável para energia, dentre outros.



## 2. Caracterização regional e geográfica

A região do Seridó está localizada no sertão dos estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba, abrangendo no total 40 municípios, sendo 25 potiguaras e 15 paraibanos. Está situada no chamado “Polígono das Secas”, nomenclatura dada a diferentes áreas do Nordeste brasileiro, compostas de diferentes zonas geográficas caracterizadas como áridas, com secas prolongadas, relevo com formações antigas, solos suscetíveis à erosão e um sistema hidrológico deficiente (BEZERRA JÚNIOR e SILVA, 2007). De acordo com o Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável do Seridó (PTDRS), do Ministério da Integração Nacional (MI, 2009), o Seridó potiguar apresentava na década passada uma das melhores qualidades de vida do interior nordestino devido à sua histórica liderança política e econômica.

No Rio Grande do Norte, conforme Figura 2, o Seridó abrange as microrregiões do Seridó Ocidental, Seridó Oriental e parte da microrregião do Vale do Açu e da Serra de Santana. A população foi estimada em 2017 pelo IBGE em 303.268 habitantes e os seus municípios, que ocupam uma área total de 10.797 km<sup>2</sup>, são: Acari, Carnaúba dos Dantas, Caicó, Cruzeta, Currais Novos, Equador, Ipueira, Jardim de Piranhas, Jardim do Seridó, Ouro Branco, Parelhas, Santana do Seridó, São Fernando, São João do Sabugi, São José do Seridó, Serra Negra do Norte, Timbaúba dos Batistas, Bodó, Cerro Corá, Florânia, Jucurutu, Lagoa Nova, Santana dos Matos, São Vicente e Tenente Laurentino Cruz.

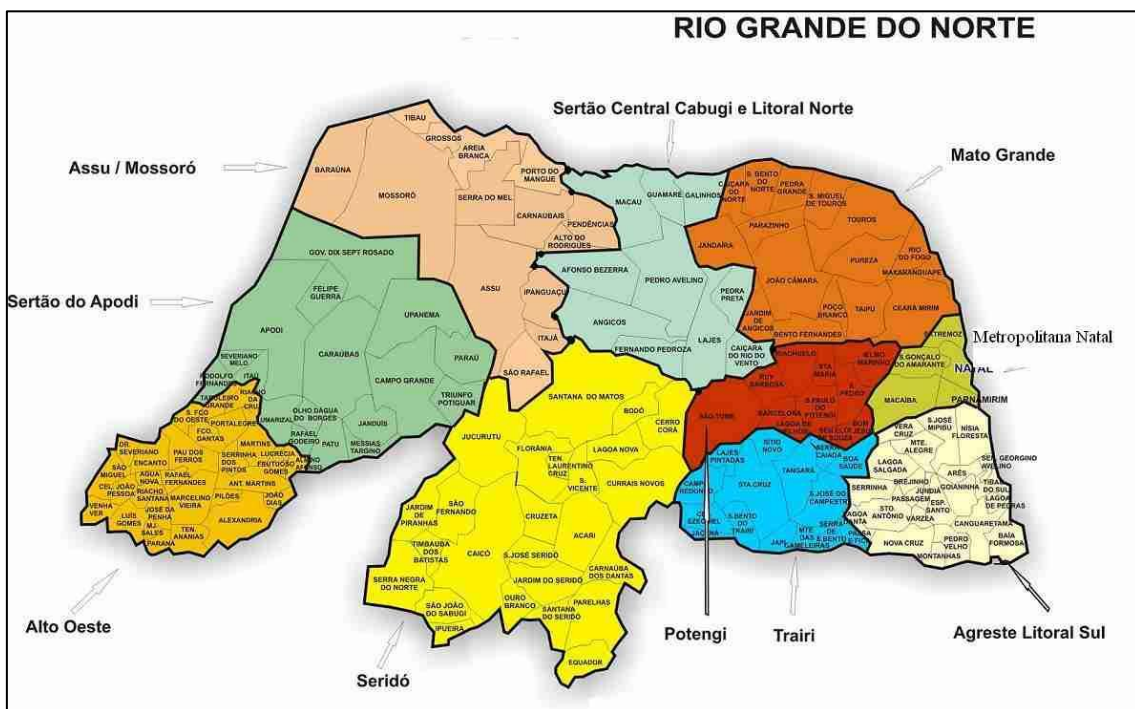


Figura 2 - Região do Seridó no Estado do Rio Grande do Norte. Obs.: Seridó potiguar - em amarelo na parte inferior. Fonte: [https://www.bahia.ws/wp-content/uploads/2013/01/Mapa\\_do\\_RN\\_por\\_territorios.jpg](https://www.bahia.ws/wp-content/uploads/2013/01/Mapa_do_RN_por_territorios.jpg)

No Estado da Paraíba, o Seridó abrange os seguintes municípios: lado ocidental – Junco do Seridó, Salgadinho, Santa Luzia, São José do Sabugi, São Mamede e Várzea; e lado oriental – Baraúna, Cubati, Frei Martinho, Juazeirinho, Nova Palmeira, Pedra Lavrada, Picuí, São Vicente do Seridó e Tenório (Figura 3).

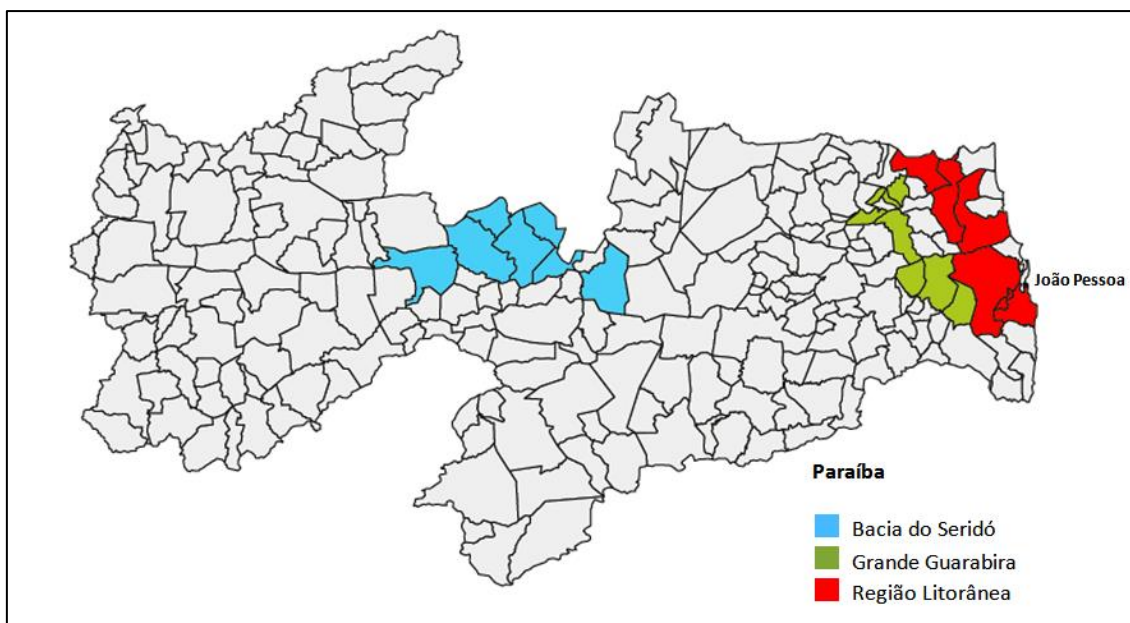


Figura 3 - Região do Seridó no Estado da Paraíba (em azul).

Fonte: INT/MCTIC (2017).

O relevo do Seridó é formado pelas terras altas do Planalto da Borborema e por terrenos mais baixos da chamada “depressão sertaneja” e “tabuleiros”. Esse relevo diminui ao avançar de leste a oeste, encontrando as depressões dos rios Seridó e Piranhas-Açu, entre 50 e 200 metros de altitude. O ponto culminante da região é Serra das Queimadas, no município de Equador-RN, a 807 metros de altitude (SEDEC, 2004).

O território está inserido na região hidrográfica do Atlântico Nordeste Oriental, onde os principais rios são: Piranhas Açu, Seridó, Potengi, Sabugi, Barra Nova e Acauã. Além disso, a região possui inúmeros açudes, cujo objetivo é prover água para a agricultura e consumo humano (MDA, 2009).

Com relação ao clima, a região é dividida em três áreas homogêneas. O clima semiárido predomina com pluviometria entre 400 e 1.000 mm/ano de acordo com as microrregiões específicas. No Seridó Oriental, por exemplo, o clima é tido como semiárido rigoroso, com precipitação variando em torno de 500 mm e temperaturas mais amenas devido à altitude (FELTER *et al.*, 2010). Outro fator resultante do clima semiárido são as secas, fenômenos naturais, mas que são consideradas como responsáveis pela maior parte dos problemas sociais,

econômicos e ambientais da região. Estas secas caracterizam-se pela ocorrência de longos períodos de estiagens, que podem durar meses ou até anos.

A vegetação predominante na região do Seridó é a Caatinga<sup>1</sup>, constituída por uma vegetação de transição entre o campo e caatinga arbórea, além da abundância de cactos e manchas desnudas. Este tipo de vegetação é característico de regiões que apresentam baixa altitude e chuvas mal distribuídas, com temperaturas que variam entre 18°C e 40°C (BRANCO, 1994), com um variado número de plantas e remanescentes ainda preservados, que incluem um número significativo de espécies raras e/ou endêmicas (GIULIETTI *et al.*, 2002).

No caso do Rio Grande do Norte, os domínios da Caatinga abrangem cerca de 80% de suas delimitações, segundo o estudo da ADESE/GTZ (2008). A composição florística da mata não é uniforme em toda a sua extensão, existindo grande variedade de paisagens e de espécies vegetais nativas e exóticas, que desempenham um papel fundamental no que diz respeito à economia informal e na formação de renda das famílias, sendo, muitas vezes uma das únicas alternativas econômicas no período de estiagem (CAMPELLO *et al.*, 1995).

A vegetação é dominada por espécies com características xerofíticas – formações vegetais secas, que compõem uma paisagem cálida e espinhosa, com estratos compostos por gramíneas, arbustos e árvores tortuosas de porte baixo a médio (3 a 7 metros de altura), caducifólias (plantas que perdem as folhas na estação seca), com grande quantidade de plantas espinhosas (exemplo: leguminosas) e suculentas, entremeadas de outras espécies, tais como cactáceas e bromeliáceas (SEPLAN, 1999 *apud* MMA, 2005). De outro lado, as espécies hipoxerófilas povoam basicamente as áreas de agreste e serrana, onde os solos são geralmente mais profundos. Exatamente na vegetação há um problema bastante grave na região referente à extração descontrolada da mata nativa (SANTANA, 2007 *apud* LUCENA, 2019), prática de muitos anos e que vem trazendo alto risco de desertificação (ADESE/GTZ, 2008 *apud* LUCENA, 2019).

Vale ressaltar que, embora a Caatinga possa parecer “pobre ou sem vida” durante os períodos de seca, isso não indica que a mata esteja “morta”. Em períodos de chuva, toda a flora e fauna reaparecem. Na verdade, o bioma abriga uma grande biodiversidade, sendo que somente na região do Seridó, conforme catalogado em seu Museu de História Natural, estariam presentes mais de 1.500 espécies, incluindo insetos, mamíferos, répteis e aves (ADESE/GTZ, 2008).

---

<sup>1</sup> O nome “caatinga” é de origem indígena e significa “mata ou floresta branca”, devido ao aspecto esbranquiçado dos troncos de árvore deixado pela perda das folhas em virtude do clima seco.

O solo do território do Seridó está circunscrito nas delimitações de solos pedregosos, de fertilidade natural alta, de textura arenosa/argilosa e média/argilosa, moderadamente drenado com relevo suave e ondulado. Já os solos arenosos são encontrados em apenas algumas áreas do território seridoense, como a Serra de Santana e de João do Vale, enquanto que os solos de várzeas estão situados nas delimitações do Rio Piranhas-Açu (ADESE/GTZ, 2008).

Conforme comentado, a região se desenvolveu através do cultivo do algodão, pecuária e mineração, sendo que essas duas últimas atividades permanecem. Mas há atividades novas, tais como a produção de cerâmica vermelha (telhas e blocos), foco deste Projeto, e a extração de argila e de lenha, produção de leite e derivados, fabricação de doces e de produtos da panificação, confecção de artigos têxteis e ainda atividades do setor terciário (ADESE/GTZ, 2008). Assim, por um passado pujante e através destas novas atividades produtivas, a região como um todo apresenta uma boa concentração de municípios com Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) relativamente alto ou médio-alto em relação a outras regiões do próprio Nordeste do país, segundo o PNUD (2009).

### **3. Evolução da Produção de Cerâmica Vermelha**

O quadro da produção de cerâmica vermelha na região do Seridó vem se modificando ao longo do tempo, tanto com relação ao número de produtores e volume de produção, quanto às tecnologias em uso, tema que será discutido adiante.

De acordo com o SENAI (2001 *apud* SENAI-RN/CTGAS-ER, 2012), por volta de 2000, estavam presentes no Seridó no Estado do Rio Grande do Norte cerca de 80 produtores, incluindo empresas de pequeno porte e também os chamados oleiros com produção artesanal e/ou semimecanizada.

Em outro levantamento realizado pelo INT e SENAI-PI (HENRIQUES JR. e LIMA, 2002), no Estado da Paraíba em 2002, obteve-se a informação de que existiriam cerca de 40 empresas de pequeno a médio porte, e de mais de 100 microprodutores artesanais de telhas coloniais, estando todos estes localizados na região do Seridó paraibano. Da mesma forma que no Estado do Rio Grande do Norte, estes produtores de pequeno porte podiam produzir desde poucas dezenas de milheiros (mil peças cerâmicas) até algumas poucas centenas de milheiros mensais de telhas. Muitas vezes esses microprodutores possuíam um único forno de dimensões muito reduzidas, conforme ilustrado na Figura 4, localizado na beira de estradas e de caminhos em zonas rurais, como também a produção era completamente informal. Em outras ocasiões, alguns outros produtores, um pouco maiores, já possuíam alguma estrutura e operavam um único forno, do tipo caipira ou caieira, com algumas queimas mensais (Figura 5 e 6).



Figura 4 - Pequenos fornos de produção artesanal de telhas de microprodutores informais localizado na área rural de Santa Luzia-PB.



Figura 5 - Fornos caipiras de pequenos produtores, próximo à Santa Rita-PB (produção entre 20 e 25 milheiros de telhas por queima).



Figura 6 - Forno caieira para a produção de tijolos no município de Equador-RN.

Por volta de 2007, foi conduzido um estudo detalhado pela ADESE/GTZ (2008), voltado para a identificação do emprego da lenha da Caatinga em empreendimentos produtivos na região no Estado do Rio Grande do Norte. Este estudo mapeou a existência de 82 produtores de

telhas e outros artefatos, distribuídos em 13 municípios do Seridó potiguar. Os municípios de Parelhas e Carnaúba dos Dantas concentravam 52% das empresas, isto é, 43 unidades fabris. Neste conjunto, a produção total alcançava 44.543 milheiros/mês, principalmente de telhas do tipo colonial, que resultava numa produção média de 543 milheiros/mês por empresa. Este conjunto de empresas incluía desde produtores bem pequenos (em torno de 50 milheiros/mês) a empresas maiores, que já alcançavam uma produção perto de 750 milheiros/mês à época. Os processos de cozimento das peças se davam basicamente através da operação em vários fornos do tipo caipira. No todo, estes produtores empregavam cerca 2.600 pessoas.

Ainda de acordo com a ADESE/GTZ (2008), apesar da pujança da produção cerâmica e dos benefícios socioeconômicos que a população do Seridó vinha usufruindo à época, essa atividade já causava problemas ambientais, devido à extração desordenada da lenha nativa, que sempre foi o principal insumo energético. Nos 82 produtores cerâmicos identificados foi contabilizado um consumo de cerca de 23.749 m<sup>3</sup> st de lenha/mês, com predominância o uso de caatinga de mata nativa, podas de cajueiro, algaroba, e serragem e cascas de coco em menor quantidade. Não existia uma estimativa da quantidade de lenha nativa ilegal utilizada. Mas como a retirada legal era rara e os planos de manejo sustentável ainda não estavam bem estabelecidos, acredita-se que o volume retirado de lenha nativa fosse superior a 30%.

O estudo da ADESE/GTZ (2008) também tratou do subgrupo das chamadas “olarias”, que operavam fornos do tipo caieira. Neste subgrupo estavam cerca de outros 14 produtores familiares, com uma produção mensal em torno de 17 milheiros/mês/produtor, que resultava numa produção total de cerca de 237 milheiros/mês. Segundo esse estudo, estas olarias consumiam 204 metros/estéreos de lenha por mês, o que aparentava ser um montante subestimado.

Um pouco adiante, entre 2011 e 2013, alguns estudos importantes reavaliaram a produção de cerâmica na região. O primeiro, realizado pelo SENAI-RN/CTGAS-ER (2012), apoiado pelo SEBRAE-RN, e dois outros conduzidos pelo Instituto Nacional de Tecnologia (INT) no Projeto EELA – Eficiência Energética na Indústria de Cerâmica Vermelha (INT/MCTI, 2012; 2013).

Segundo tais estudos, neste período entre 2011 e 2013, encontravam-se em operação 99 empresas produtoras na região do Seridó potiguar, entre pequenos e médios fabricantes, responsáveis por uma produção de cerca de 63.600 milheiros/mês, constituída majoritariamente de telhas (81%), seguida dos blocos de vedação (17%) e o restante de lajotas (INT/MCTI, 2012; 2013). No caso do RN, esse montante representava 57% da produção total do estado, e as empresas estavam mais concentradas nos municípios de Parelhas e Carnaúba dos Dantas.

Os fornos predominantemente continuavam a ser os do tipo caipira, mas naquele momento (2012) em maior número por empresas, e construídos lado a lado, conforme ilustrado na Figura 7. O consumo de lenha no setor no Seridó do RN alcançava cerca de 47.520 m<sup>3</sup> st/mês de lenha, montante que tornava esta região responsável por cerca de 45% do consumo de lenha de todo estado do RN.



Figura 7 - Fornos tipo caipira, construídos contiguamente (uma parede lateral serve a dois fornos).

Os empregos diretos nas empresas no Seridó-RN eram de cerca de 3.500 à época, representando um acréscimo de 35% em relação à 2007.

Pelo lado da região do Seridó paraibano, os estudos do INT identificaram a operação de 40 empresas entre 2011 e 2013. A produção total dessas empresas alcançava 28.000 milheiros/mês (média de 700 milheiros/empresa/mês), e o consumo de lenha cerca de 25.200 m<sup>3</sup>/mês. As empresas empregavam aproximadamente 1.600 pessoas.

Portanto, considerando toda a região do Seridó (RN e PB), por volta de 2013 encontravam-se em operação cerca de 140 produtores, responsáveis pela produção de 91.600 milheiros/mês (659 milheiros/mês/empresa). O consumo de lenha totalizava 72.720 m<sup>3</sup>/mês ou cerca de 523 m<sup>3</sup>/mês por empresa. Esses parâmetros resultavam em um consumo específico de energia de 0,8 m<sup>3</sup> de lenha/milheiro, que representa um valor elevado, puxado pela presença majoritária de fornos obsoletos do tipo caipira.

De outro lado, chama a atenção o número de empregos diretos no setor na região, que chegavam a somar cerca de 5.100. Estes, por sua vez, correspondiam a outros 15.000 empregos indiretos (prestadores de serviços, vendedores, transportadores etc.), que perfaziam um total de 20.400 postos de trabalho na atividade de cerâmica vermelha no Seridó.

A Tabela 1 adiante resume os dados aqui descritos e mostra um crescimento da produção pelo lado do Seridó potiguar. Entre 2012 e 2013 já era possível identificar o

crescimento das empresas no Rio Grande do Norte, ampliando suas instalações e até iniciando movimentos para a implantação de novos fornos com maior capacidade.

**Tabela 1 - Panorama da evolução da cerâmica vermelha na região do Seridó do RN e PB.**

<b>SERIDÓ RN</b>	<b>2000</b>	<b>2007</b>	<b>2011-2013</b>	<b>Δ% 2007/2013</b>
Número de empresas	80	96	99	3,1
Produção (milheiros/mês)	-	44.560	63.600	42,7
Produção por empresas (milheiros/mês)	-	464	642	38,4
Consumo total lenha (m <sup>3</sup> /mês)	-	22.953	47.520	107,0
Consumo lenha por empresa (m <sup>3</sup> /mês)	-	239	480	100,8
Empregos diretos	-	2.600	3.500	34,6
<b>SERIDÓ PB</b>				
Número de empresas	40	40	40	0,0
Produção (milheiros/mês)	-	-	28.000	-
Produção por empresas (milheiros/mês)	-	-	700	-
Consumo total lenha (m <sup>3</sup> /mês)	-	-	25.200	-
Consumo lenha por empresa (m <sup>3</sup> /mês)	-	-	630	-
Empregos diretos	-	1.070	1.630	52,3
<b>TOTAL SERIDÓ</b>				
Número de empresas	120	136	139	2,2
Produção (milheiros/mês)	-	-	91.600	-
Produção por empresas (milheiros/mês)	-	-	659	-
Consumo total lenha (m <sup>3</sup> /mês)	-	-	72.720	-
Consumo lenha por empresa (m <sup>3</sup> /mês)	-	-	523	-
Empregos diretos	-	3.670	5.130	39,8

Fonte: Elaboração própria, a partir dos trabalhos de HENRIQUES JR. e LIMA (2002), ADESE/GTZ (2008), SENAI/CTGAS (2012) e INT/MCTI (2012; 2013).

Interessante também notar, de acordo com a Tabela 1, que o consumo de lenha no caso do Rio Grande do Norte praticamente dobra entre 2007 e 2013, para uma produção que teria aumentado em somente 43%. Neste caso, a hipótese que se tem é de o consumo de lenha não ter sido capturado integralmente no estudo da ADESE/GTZ de 2008, lembrando que a oferta de lenha legal naquela época era bastante limitada.



O aumento da produção de 43% no RN e um acréscimo de somente 3% no número de empresas entre 2007 e 2013 é explicado pelo aumento da capacidade de produção das empresas, que passaram a construir mais unidades de fornos caipiras de um modo geral. Os casos de fornos de maior capacidade e eficiência energética eram muito pontuais antes de 2013, segundo os estudos do INT/MCTI (2012; 2013).

### **3.1. Outras Transformações Estruturais**

Algumas importantes transformações foram observadas no período entre 2000 e 2013 no setor de cerâmica no Seridó, principalmente pelo lado do Rio Grande do Norte. Além do aumento do número de produtores e da produção propriamente dita (43% entre 2007 e 2013 ou cerca de 5% a.a.), as empresas, que iniciaram suas atividades com um maquinário mais antigo e de menor capacidade, passaram a investir na melhoria de seus produtos e na ampliação da produção. Começaram a perceber, por exemplo, que os fornos tipo caipira, que eram empregados maciçamente<sup>2</sup>, vinham perdendo competitividade, dado o elevado desperdício em geral, má qualidade em grande parte da produção, emissão de fuligem em excesso, insalubridade etc. Como consequência, a partir de 2014, muitas empresas, que tradicionalmente empregavam tais equipamentos, foram paulatinamente desativando esses fornos, trocando-os por modelos mais modernos, mais eficientes, de maior produtividade e com maior capacidade.

A secagem das peças era, até por volta de 2010, realizada exclusivamente ao tempo, portanto, sem as condições ideais para uma boa queima. Entre 2012 e 2013 diversos produtores instalaram estufas artificiais ou mesmo galpões cobertos.

A oferta de lenha também foi ampliada na época através da disponibilidade de poda de cajueiro, de algaroba e lenha originária de Planos de Manejos Florestais Sustentáveis (PMFS), que já estavam em plena operação por volta de 2012/13.

No entanto, já em 2014, inicia-se uma forte pressão por parte dos órgãos de meio ambiente com relação às emissões de gases poluentes em chaminés dos fornos, movimento que veio acelerar a implementação de novos modelos mais eficientes. Na ocasião foi estabelecido um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) para a obtenção de licenças, de forma que as empresas viessem a modificar seus equipamentos.

Por fim, em 2016, com uma nova pesquisa de campo realizada pelo INT (2016) no Projeto EELA (Relatório de Sistematização de Questionários do Projeto EELA no Brasil), foi confirmada a substituição de 6 a 10 fornos do tipo caipira numa dada empresa, com uma

---

<sup>2</sup> Segundo o Projeto EELA, executado pelo INT (2012), por volta de 2011, estavam em operação na região do Seridó cerca de 500 fornos do tipo caipira.

produção mensal entre 650 e 900 milheiros por mês, por um único forno de multicâmaras, como o modelo Cedan (Figura 8). Esse forno possibilitava uma produção de até 1.200 milheiros/mês, redução de perdas de produtos, obtenção de produtos de maior qualidade e a eliminação praticamente completa da emissão de material particulado de combustão (fuligem).



**Figura 8 - Forno multicâmaras (tipo Cedan).**

Outra mudança identificada dizia respeito à qualidade dos produtos e na gestão das empresas. Parte destas iniciaram essas melhorias ao perceberem que os investimentos necessários terminavam não sendo custos, mas sim maior receita e lucro com o tempo. Ou seja, passou a existir uma mudança de mentalidade, inclusive com o interesse em outros temas ligados ao processo produtivo como um todo, incluindo mais recentemente o aproveitamento da energia solar, conforme descrito adiante.

#### **4. Panorama Atual (Linha de Base – 2020)**

Conforme salientado anteriormente, a presente pesquisa do Panorama do Setor na região do Seridó em 2020 teve por objetivo reunir e atualizar as informações das empresas de modo a dar um melhor direcionamento nas ações que ainda necessitassem de um maior apoio, como também reforçar aquelas que já constituem pontos fortes do polo produtor. Assim, os quesitos elaborados buscaram cobrir não somente alguns aspectos mais técnicos relacionados à produção, processos, equipamentos, uso de lenha, dentre outros, mas também temas ligados a questões comerciais, mercado, capacitação e outras situações onde o apoio de outras instituições interessadas pudesse ser mais efetivo.

Os produtos centrais e mais importantes no polo do Seridó são, conforme mencionado, a telha colonial, o bloco de vedação (tijolo) de 8 furos e a lajota (Figura 9).

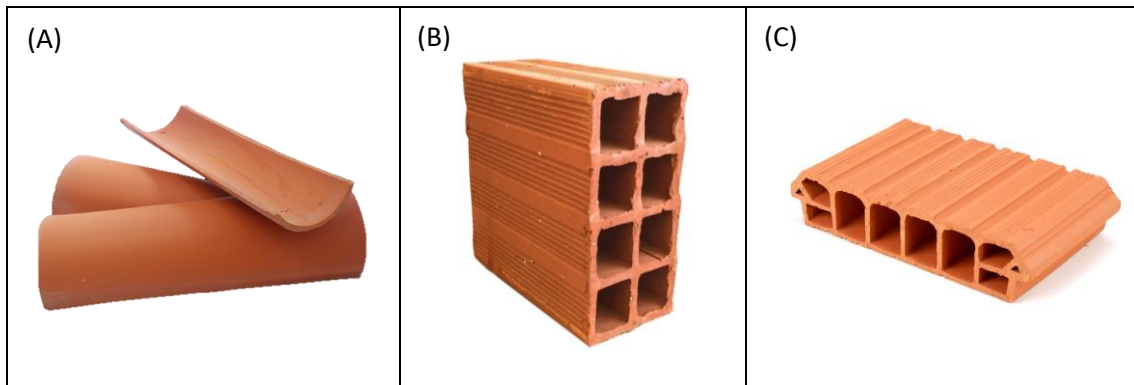


Figura 9 - Principais produtos no polo do Seridó: (A) Telha colonial (~50x18x14,5 cm e 1,15 kg), (B) Bloco de vedação (tijolo) de oito furos (9x19x19 cm e 2,5 kg), e (C) lajota (22x25x10 cm e 2,8 kg).  
Fonte: imagens da internet.

O processo produtivo segue o roteiro padrão das empresas do setor (Figura 10), com o amplo predomínio da extrusão na conformação, tanto de telhas quando de blocos cerâmicos. Apenas uma única empresa possui processo de conformação de telhas através de prensagem.



Figura 10 - Fluxograma do processo produtivo. Fonte: elaboração própria.

## 4.1. Metodologia da Etapa 1

Primeiramente, foi elaborado um questionário (ANEXO 1) contendo perguntas relativas a: informações gerais, informes sobre o período de pandemia, matéria-prima, secagem, fornos, produção, combustíveis, energia elétrica, geração fotovoltaica, melhorias, informações financeiras e disponibilidade de provedores.

Este formulário foi utilizado para pesquisa de campo *in loco* realizada pelo consultor contratado, Rivaldo Nóbrega, que percorreu empresas do setor na região do Seridó nos Estados do RN e PB recolhendo as informações pertinentes ao setor cerâmico.

Após as entrevistas, os dados foram repassados para planilha *Excel*, conforme ilustrado a seguir na Figura 11, e compilados para apresentação dos resultados observados ao decorrer do presente documento.

Número do Projeto	Data	Nome da Empresa	Nome Fantasia	CNPJ	Endereço	CEP	Cidade/Distrito
EXEMPLO	03/12/2020	Cerâmica INT			Av Venezuela, 82	00000-000	Rio de Janeiro
1	03/12/2020	LIP DE AZEVEDO	CERÂMICA OURO BRANCO	19.204.784/0001-06	SIT MALHADA GRANDE, 6 - ZONA RURAL	53347-000	OURO BRANCO
2	03/12/2020	EMPREENHIMENTOS OURO BRANCO LTDA	CERÂMICA OURO BRANCO II	37.468.162/0001-20	SIT POYVADO CURPRAIS NOVOS, 2 - ZONA RURAL	53343-000	JARDIM DO SERIDÓ
3	03/12/2020	ARAUJO & SANTOS FABRICAÇÃO DE CERAMICA LTDA	CERÂMICA ARAUJO	05.904.417/0001-00	SIT CARNAUBA DE BAIXO, SN - ZONA RURAL - KM 03	53374-000	CARNAUBA DOS DANTAS
4	03/12/2020	CERÂMICA ACAFI EIRELI	CERÂMICA ACAFI	06.222.479/0001-12	SIT ACAFI, SN - ZONA RURAL	53370-000	ACAFI
5	03/12/2020	CERÂMICA J. A. DANTAS & FAMILIA LTDA	CERÂMICA AZEVEDO	70.189.437/0001-30	FAZ RAJADA, SN - ZONA RURAL	53374-000	CARNAUBA DOS DANTAS
6	03/12/2020	CERÂMICA BELA VISTA LTDA	CERÂMICA BELA VISTA	01.992.432/0001-99	SIT BDA VISTA, SN - ZONA RURAL	53360-000	PARÉLHAS
7	03/12/2020	FRANCISCO DANTAS BEZERRA CERAMICA	CERÂMICA SÃO FRANCISCO	07.186.786/0001-49	SIT CARNAUBA DE CIMA, SN - ZONA RURAL	53374-000	CARNAUBA DOS DANTAS
8	03/12/2020	FELISBERTO DO NASCIMENTO SILVA	CERÂMICA F. SILVA	09.833.896/0001-00	SIT CALDEIRAO, 6 - ZONA RURAL	53360-000	PARÉLHAS
9	03/12/2020	LIP DE ARAUJO CERÂMICA	LM CERÂMICA	32.244.419/0001-33	SIT AGUA DOCE, 199 - ZONA RURAL	53374-000	CARNAUBA DOS DANTAS
10	03/12/2020	CERÂMICA E LUCIANO DE MACEDO EIRELI	CERÂMICA LUCIANO	35.200.939/0001-32	SIT OPO, SN - ZONA RURAL	53360-000	CURPRAIS NOVOS
11	02/12/2020	CERÂMICA MARACUÁ EIRELI	CERÂMICA MARACUÁ	09.109.800/0001-77	FAZ MARACUÁ, SN - ZONA RURAL	53360-000	PARÉLHAS
12	02/12/2020	CERÂMICA RIO PIRANHAS LTDA	CERÂMICA RIO PIRANHAS	02.577.804/0001-83	SIT SOBRADO, SN - ZONA RURAL	53324-000	JARDIM DE PIRANHAS
13	02/12/2020	VIVIANY SUENY OLIVEIRA DE MACEDO	RN CERÂMICA	05.033.750/0001-83	RDV RN 298 - KM 35, SN - ZONA RURAL	53375-000	CRUZETA
14	03/12/2020	CERÂMICA SÃO FRANCISCO II LTDA	CERÂMICA SÃO FRANCISCO II	07.122.769/0001-87	SIT CALDEIRAO, SN - ZONA RURAL	53360-000	PARÉLHAS
15	03/12/2020	CERÂMICA SUSSUARANA LTDA	CERÂMICA SUSSUARANA	14.365.639/0001-93	SIT SUSSUARANA I, SN - ZONA RURAL	53360-000	PARÉLHAS
16	03/12/2020	CERÂMICA UNIAO AQUINO DANTAS LTDA	CERÂMICA UNIAO II	07.798.809/0001-30	RDV RN 298, Km 04, SN - ZONA RURAL	53375-000	CRUZETA
17	03/12/2020	CERÂMICA JRA LTDA	CERÂMICA JRA	04.971.630/0001-60	SIT CARNAUBA DE BAIXO, SN - ZONA RURAL	53370-000	CARNAUBA DOS DANTAS
18	03/12/2020	LAYSE EMMANUELLY DANTAS	CERÂMICA DANTAS	16.870.026/0001-45	SIT RAJADA, 500 - ZONA RURAL	53374-000	ACAFI
19	03/12/2020	JOSE MACILON DANTAS	CERÂMICA EZEQUEL	04.946.026/0001-09	SIT GALO, SN - ZONA RURAL	53374-000	CARNAUBA DOS DANTAS
20	03/12/2020	CAVALCANTE E DANTAS LTDA	CERÂMICA SERIDÓ	20.256.105/0001-13	SIT PO PEDRECAL, 1 - ZONA RURAL	53370-000	ACAFI
21	03/12/2020	CERÂMICA CHICO DE KEKA LTDA	CERÂMICA CHICO DE KEKA	06.778.092/0001-08	SIT CARNAUBA DE BAIXO, SN - ZONA RURAL	53374-000	CARNAUBA DOS DANTAS
22	03/12/2020	JOSE DE MEDEIROS DANTAS	CERÂMICA SÃO JOSÉ II	07.449.962/0001-71	SIT RAJADA, 9733 - ZONA RURAL	53374-000	CARNAUBA DOS DANTAS
23	03/12/2020	EDICLEIA PEREIRA DE CASTRO DANTAS	CERÂMICA NOSSA SENHORA DOS IMPOSSIVEIS	05.582.760/0001-69	FAZ RAJADA, SN - ZONA RURAL	53374-000	CARNAUBA DOS DANTAS
24	03/12/2020	CERÂMICA TAVARES LTDA	CERÂMICA TAVARES	05.396.444/0001-92	FAZ JOAZEIRO, SN - ZONA RURAL	53360-000	PARÉLHAS
25	03/12/2020	CERÂMICA J.P. DANTAS EIRELI	CERÂMICA NOSSA SENHORA DAS VITÓRIAS	40.982.323/0001-23	SIT CARNAUBA, SN - ZONA RURAL	53374-000	CARNAUBA DOS DANTAS
26	03/12/2020	CERÂMICA BOM JESUS LTDA	CERÂMICA BOM JESUS	09.576.869/0001-92	SIT ERMO, SN - ZONA RURAL	53374-000	CARNAUBA DOS DANTAS
27	01/12/2020	A. DANTAS BARBOSA	CERÂMICA A. J. M. L.	23.385.639/0001-97	SIT TUBUL, SN - ZONA RURAL - GAL PÃO II	53350-000	SANTANA DO SERIDÓ
28	03/12/2020	Á O DA COSTA EIRELI	A. O. DA COSTA EIRELI	70.146.942/0001-98	FAZ MARACUÁ, 1000 - ZONA RURAL	53360-000	PARÉLHAS

Figura 11 - Ilustração da base de dados.

## 4.2. Resultados Gerais

### 4.2.1. Informações Gerais das empresas

Na aplicação da pesquisa de campo foram entrevistadas 49 empresas da região do Seridó, 34 delas localizadas no Rio Grande do Norte e as outras 15 no Estado da Paraíba. A Figura 12 ilustra a distribuição das empresas na região do Seridó, entre esses estados, onde foi constatada uma maior concentração de empresas na região potiguar, com quase 70% das cerâmicas em seu território.

A cidade com maior número de empresas entrevistadas no Estado do Rio Grande do Norte foi Carnaúba dos Dantas, com 16 empresas, seguida por Parelhas com 8 empresas. Também foram coletadas informações em empresas nos municípios de Acari (3), Cruzeta (2), Currais Novos (1), Jardim de Piranhas (1), Jardim do Seridó (1), Ouro Branco (1) e Santana do Seridó (1).

Já na Paraíba a distribuição entre as cidades foi mais homogênea, sendo encontradas 4 empresas em Picuí, seguido por São José do Sabugi e Santa Luzia, ambas com 3 empresas cada, depois São Mamede com (2), Juazeirinho (1), Nova Palmeira (1) e Soledade (1).

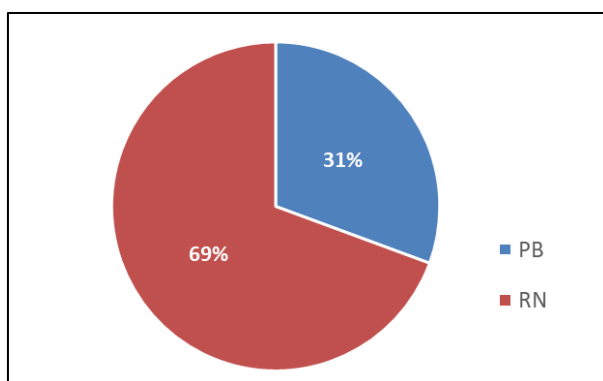


Figura 12 - Distribuição percentual das empresas entre os dois estados componentes da região do Seridó.

A participação em organizações de interesses afins dos ceramistas está expressa na Figura 13. Cerca de 90% das empresas que responderam a essa questão são filiadas a alguma associação ou sindicato regional. A instituição com maior expressividade, com 44% das empresas entrevistadas filiadas, é a Associação dos Ceramistas do Vale do Carnaúba (ACVC), seguida pela filiação (29%) ao Sindicato da Indústria de Cerâmica Vermelha (SINDICER). Foi notado também que 15% das cerâmicas são filiadas a estas entidades e que a quantidade de empresas sem participação em associações ou sindicatos foi de 9%. Além disso, 3% informaram serem filiadas à Associação de Ceramistas do Vale do Assú e Apodi (ACEVALE).

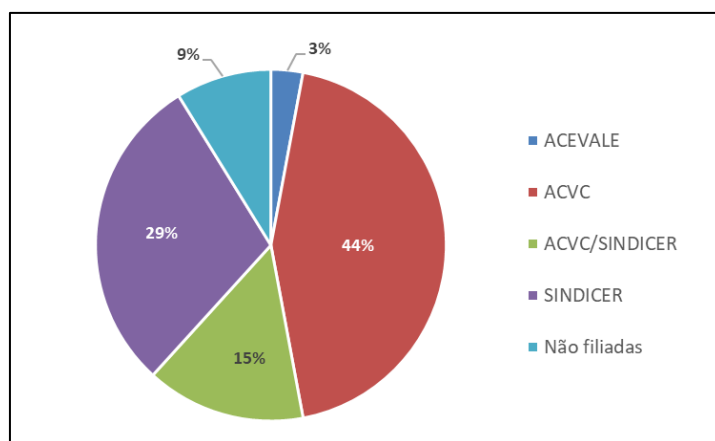


Figura 13 - Distribuição percentual de filiação a associações e sindicatos.

Na Figura 14 observa-se a idade das empresas, com a grande maioria (49%) estando entre 11 e 20 anos de funcionamento. Interessante notar que, mesmo no período pandêmico durante 2020, quatro novas empresas iniciaram produção.

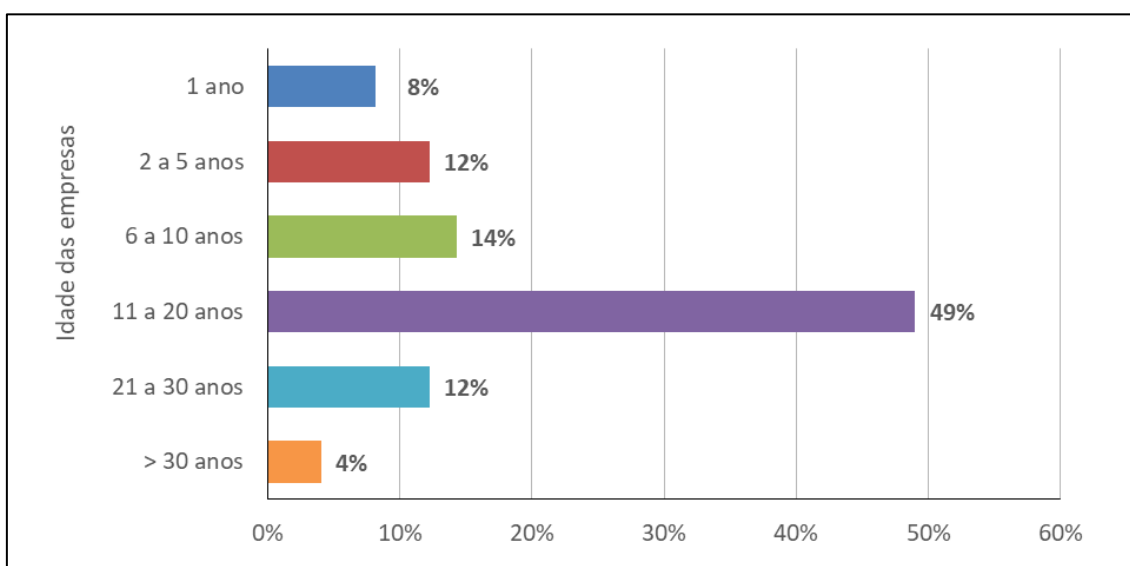


Figura 14 - Tempo de atuação das empresas da região do Seridó no mercado de cerâmica vermelha.

Em relação ao número de funcionários, 71% das empresas têm entre 26 e 50 funcionários no seu quadro de trabalho e 24% apresentam um número superior a 50 pessoas trabalhando em suas instalações.

Todas as empresas entrevistadas possuem terreno próprio para o funcionamento de sua linha de produção; 51% possuem todas as licenças (instalação, operação etc.) necessárias para suas atividades em vigência e 27% estão com as mesmas protocoladas. Todas elas indicaram que não há carência de profissionais habilitados para a elaboração da documentação necessária para iniciar ou renovar os pedidos de licença.

A comercialização de produtos se dá diretamente a particulares (tipo varejo) e a construtoras, como também de forma indireta para lojas de materiais de construção e grandes distribuidoras. Em relação à comercialização dos produtos ser praticada de forma direta ou indireta no mercado, aproximadamente 50% das empresas informaram ter entre 60 e 80% de sua comercialização realizada de forma direta. A Figura 15 apresenta as proporções de comercialização praticada pelas empresas entrevistadas.

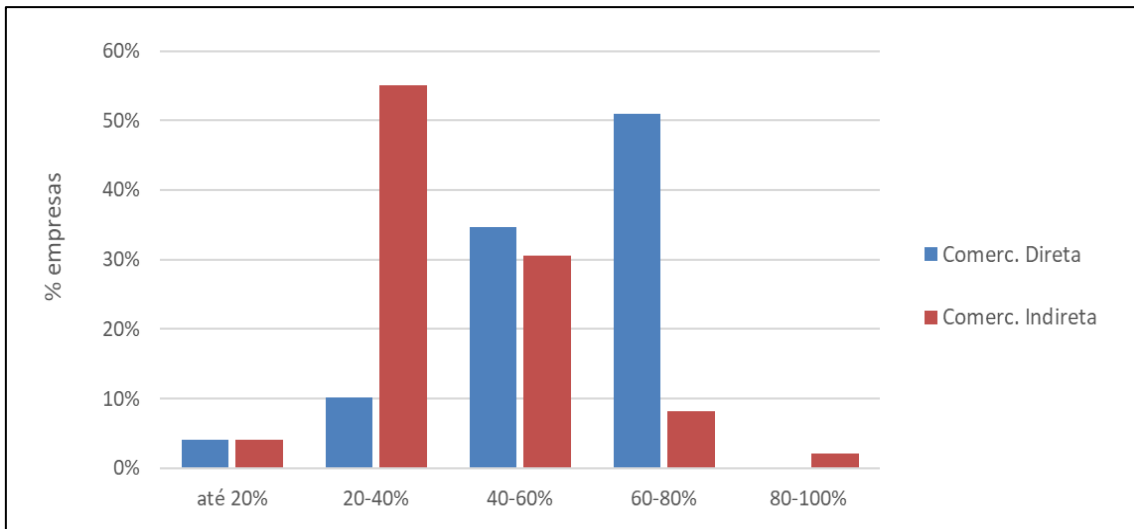


Figura 15 - Demonstração da prática comercial realizada pelas empresas entrevistadas.

A considerar este período atual da pandemia de COVID-19, 67% das empresas relataram não ter havido variação da quantidade de peças comumente produzida, conforme Figura 16. Por outro lado, talvez de forma surpreendente, 14% declararam que aumentaram suas produções no período em questão em até 20%, e outros 4% tiveram produções ampliadas em até 40%. Portanto, uma quantidade apreciável de produtores conseguiu aproveitar um momento de queda na economia nacional como um todo.

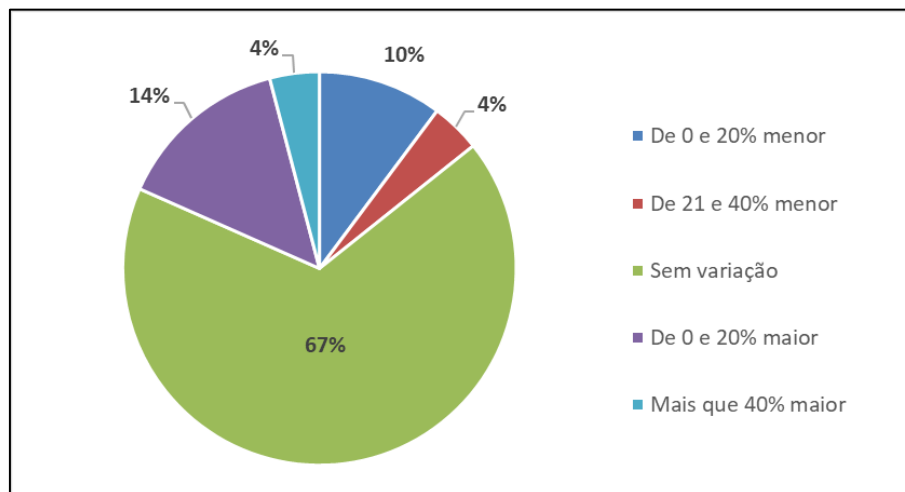


Figura 16 - Variação da produção na pandemia de COVID-19.

Apesar da grande maioria informar não ter variação nas suas produções, há empresas que necessitaram se adaptar ao novo momento, seja ele por elevação ou por queda da quantidade de peças produzidas.

Segundo relatos obtidos, o aumento da produção identificado pode ser associado à distribuição do auxílio emergencial à população e também pela redução de gastos com

atividades de lazer e festividades típicas da região, muito intensas entre junho e julho. Já para aquelas empresas onde foram verificadas reduções na produção, em aproximadamente 14%, foi possível compreender que houve uma dificuldade de adaptação a esta oportunidade de um mercado aquecido e, com isso, acabaram perdendo espaço de venda.

#### **4.2.2. Situação das Empresas durante a Pandemia de COVID-19.**

Com a pesquisa realizada junto aos empresários foi possível detectar impressões que apontam para uma questão positiva neste período de pandemia. Tais fatos estão baseados em algumas afirmativas apontadas ao longo das entrevistas e que são descritas a seguir:

##### **a. Auxílio Emergencial**

O Auxílio Emergencial concedido pelo Governo Federal foi considerado como positivo, pois permitiu uma distribuição de renda junto à população e a movimentação da economia regional, elevando a demanda pelos produtos e o aquecimento do setor da construção civil como um todo. No entanto, de outro lado, ocorreu alguma dificuldade de mão de obra no período, quer para operações nas fábricas, quer na oferta de biomassa, transporte e distribuição. Este fato, de acordo com a visão dos ceramistas, está diretamente relacionado ao auxílio.

##### **b. Medidas de distanciamento social**

Mesmo com as medidas de distanciamento social, as empresas conseguiram manter suas atividades essenciais normalmente. A própria suspensão de eventos e de festividades públicas terminou impactando positivamente nas empresas, que puderam se dedicar mais à produção, uma vez que as vendas se mostravam aquecidas.

Portanto, foi possível inferir que nessa questão da pandemia, apesar de todos os problemas sérios associados, o mercado vem mostrando uma reação positiva para o setor de cerâmica do Seridó. As empresas trabalhavam com uma subvalorização de seus produtos há alguns anos. Os preços praticados já não suportavam mais cobrir os custos de produção, o que determinou o fechamento de muitas fábricas nos últimos anos.

A visão de um modo geral dos empresários para o fim da pandemia é positiva, contando com que os preços possam se manter no patamar atual. Nesse sentido, alguns empresários citam a importância da criação de um programa voltado para a habitação popular nos moldes do programa “Minha Casa Minha Vida”, de forma a manter o setor aquecido.



### 4.2.3. Produção e Produtos

Em relação à obtenção de argila, matéria-prima do processo produtivo de cerâmica vermelha, somente 14% das empresas informaram possuir jazida própria para extração. A distância dessas jazidas para as empresas é maior que 30 km, e são provenientes principalmente da Região do Trairi (RN), Caicó (RN) e do Seridó paraibano. As empresas também relataram que as dificuldades encontradas para a aquisição desta matéria-prima estão no transporte, fiscalização e/ou compra da argila.

A carrada, que significa a quantidade de argila que pode ser transportada de uma única vez, é de cerca de 26 toneladas de argila e tem um custo médio de R\$ 1.360,00. Além disso, aproximadamente 95% das empresas realizam análise laboratorial das argilas.

Em relação aos tipos de produtos fabricados na região, o Seridó é reconhecido como grande produtor de telhas extrudadas do tipo colonial. Esta primeira avaliação, que pode ser visualizada na Figura 17, mostra que cerca de 94% das empresas pesquisadas atuam na produção de telhas extrudadas, e que uma grande parcela dessas empresas (61%) também produz tijolos como seu produto secundário. Na amostra de empresas avaliada, somente duas delas produzem exclusivamente tijolos e/ou blocos cerâmicos.

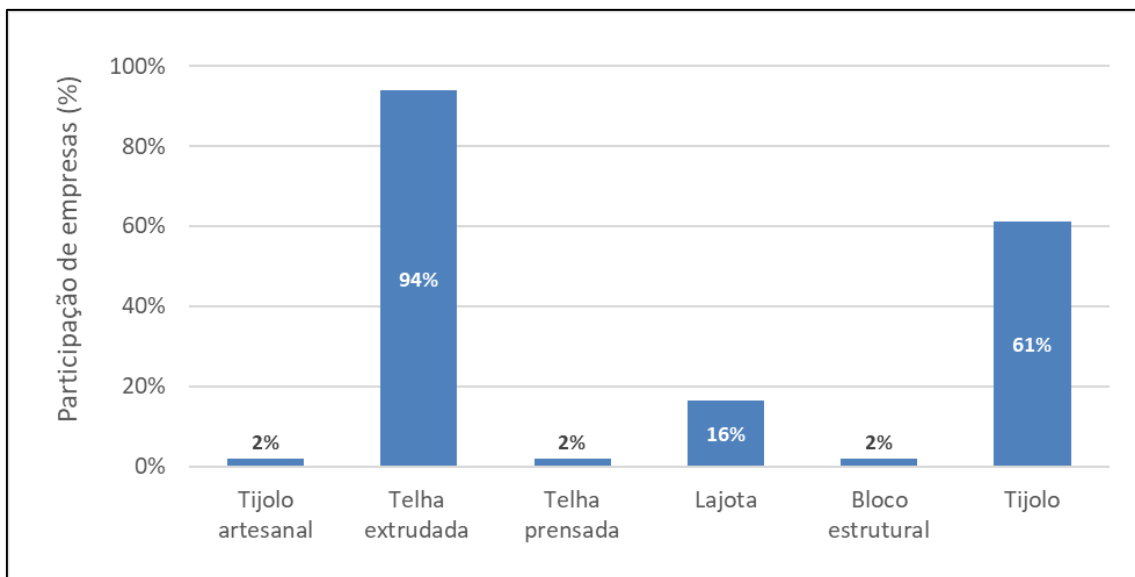


Figura 17 – Participação das empresas por produtos fabricados no Seridó RN/PB.

Quando se analisa a quantidade de peças produzidas, no cenário atual (Figura 18), a telha extrudada é o produto majoritário, contemplando cerca de 80% da produção total fabricada (em número de peças) na região, e é seguida por uma parcela de 17% referente à produção de tijolos. O percentual restante se divide entre outros tipos de produtos, como tijolo artesanal, telha prensada, lajota e bloco estrutural.

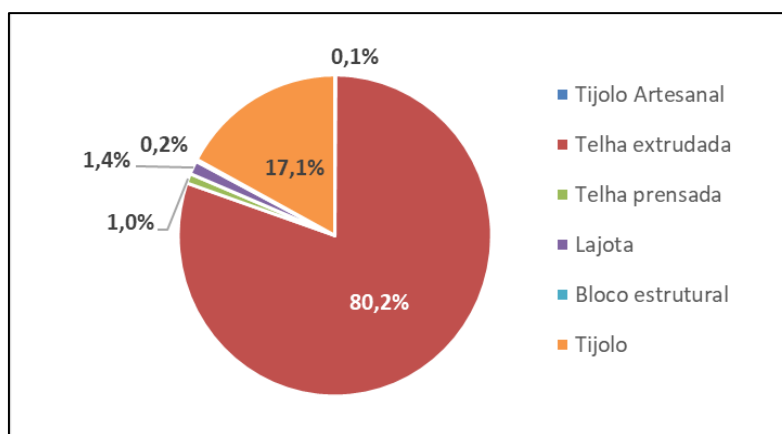


Figura 18 - Distribuição percentual dos tipos de produtos fabricados no Seridó RN/PB.

A Tabela 2 mostra os valores desta produção atual das empresas entrevistadas no Seridó, dividida entre os Estados da Paraíba e Rio Grande do Norte, que no total fica em torno de 60 mil milheiros por mês (90 mil toneladas), onde 74% correspondem ao Seridó potiguar e os demais 26% referentes ao Seridó paraibano. Na mesma tabela são apresentados também os valores do peso médio dos produtos após o processo de sinterização. Em 2013, a produção total da região era dividida em 71% de telhas extrudadas, 21% de tijolos e 2% de telha prensada (INT/MCTI, 2013).

Tabela 2 - Produção mensal do Seridó nos Estados de RN e PB por tipo de produto e o peso médio de produto queimado.

PRODUTOS	Produção mensal do Seridó PB (milheiros/mês)	Produção mensal do Seridó RN (milheiros/mês)	Produção total (milheiros/mês)	Peso médio do produto queimado (kg)
Tijolo Artesanal	-	60	<b>60</b>	1,3
Telha extrudada	14.220	34.335	<b>48.555</b>	1,2
Telha prensada	-	600	<b>600</b>	3,0
Lajota	-	829	<b>829</b>	2,8
Bloco estrutural	-	120	<b>120</b>	5,0
Tijolo	1.480	8.898	<b>10.378</b>	2,5
<b>Total</b>	15.700	44.842	<b>60.542</b>	<b>1,5</b> <i>(peso médio ponderado)</i>
%	26%	74%	<b>100%</b>	

Com base na amostra tomada na pesquisa de campo, a produção total atual da região aparenta ser inferior àquela observada por volta de 2012, conforme os estudos anteriores do INT/MCTI (2012; 2013), que apontavam uma produção naquele ano perto de 91.600 milheiros/mês ou 659 milheiros/empresa/mês. Nos últimos cinco anos muitas empresas

fecharam, enquanto outras ampliaram (até dobraram) suas produções. Assim, estimando que a produção de 60.500 milheiros por mês encontrada nas 49 empresas presentes na amostra aqui tratada seja equivalente a aproximadamente 85% da produção efetiva existente, e que as unidades restantes possuam uma produção média em torno de 1.000 milheiros/mês, a produção total efetiva no polo do Seridó se situaria em cerca de 70.000 milheiros/mês (105.000 toneladas/mês) nesse momento, ou seja, 24% inferior aos montantes identificados por volta de 2012. Curiosamente, a produção média atual mostra uma relação de 1.235 milheiros/empresa/mês (com base na amostra tomada), portanto, quase o dobro do que havia há 7 ou 8 anos, comprovando uma mudança radical no perfil de produção do polo. Esse movimento foi confirmado em 2016, quando da pesquisa de Sistematização de Dados de Saída do Projeto EELA do INT (INT/MCTIC, 2016). Naquela oportunidade foi identificada uma relação de 792 milheiros/empresa/mês. Conclui-se que há uma tendência de diminuição no número de produtores e um aumento do porte das empresas que iniciaram e vêm mantendo suas transformações.

Observando a Figura 19, que representa a distribuição nos estados, tanto a Paraíba quanto o Rio Grande do Norte concentram seus esforços na produção de telhas extrudadas com aproximadamente 91% e 77%, respectivamente. A PB também apresenta uma parcela de 9% do total para a produção de tijolos, mas que ainda é inferior ao praticado no RN conforme observado na Tabela 2. O RN tem uma produção mais diversificada, que além das telhas extrudadas, contempla a produção de tijolos (20%), tijolos artesanais, telhas prensadas, lajotas e blocos estruturais.

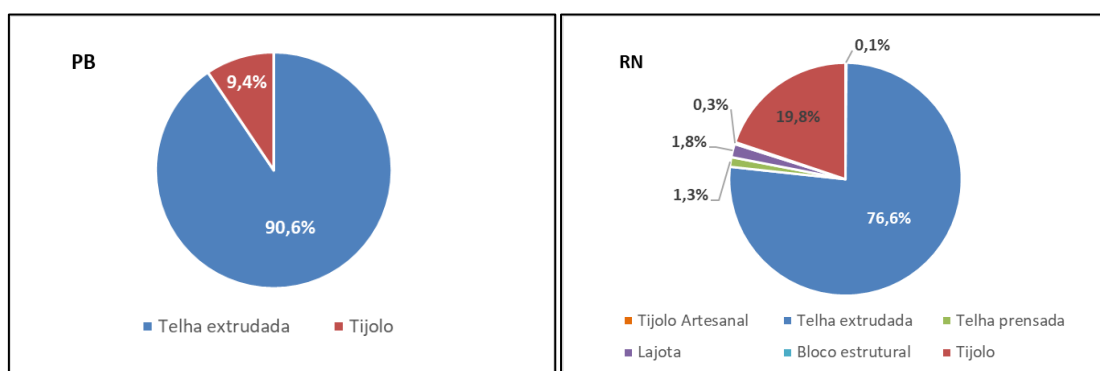


Figura 19 - Distribuição percentual de tipos de produtos fabricados por estado.

A Tabela 3 apresenta os preços médios por tipo de produto em 2020 e faz uma comparação com os valores praticados no ano de 2016. Nota-se um aumento do preço de venda para todos os produtos fabricados, especialmente no caso da telha extrudada de primeira

qualidade (68%) e o tijolo (74%). Isto pode ser explicado pelo aumento da demanda, já mencionada anteriormente.

**Tabela 3 - Preços médio de vendas dos produtos em 2016 e 2020.**

PRODUTOS	Preço médio de venda do produto (R\$/milheiro)		Δ%
	2016*	2020	
Tijolo Artesanal	-	350,00	-
Telha extrudada (1ª Qualidade)	210,00	310,00	68%
Telha extrudada (2ª Qualidade)	160,00	250,00	64%
Telha prensada	-	1.600,00	-
Lajota	470,00	600,00	28%
Bloco estrutural	1.220,00	1.200,00	-2%
Tijolo	230,00	400,00	74%

\*Fonte: INT/MCTIC (2016).

As empresas relataram que as perdas de produção estão entre 1 e 3% e acima de 10% para 57% e 41% das entrevistadas, respectivamente. Correlacionando os percentuais de perda com o tipo de forno que a empresa possui, é possível entender que para os casos nos quais o percentual é superior a 10%, ocorre pelo fato dessas empresas utilizarem o forno do tipo caipira em seus processos de sinterização, conforme será comentado adiante.

Foi observado também que as empresas entrevistadas, em sua totalidade, apresentam variação na sua produção superior a 30% em decorrência da sazonalidade, que correspondem a períodos de seca e chuvas (o chamado “inverno nordestino”).

#### **4.2.4. Secagem e Queima**

##### **a. Secadores**

A secagem configura-se como uma das etapas mais importantes no processo de fabricação de telhas e blocos cerâmicos. Caso esta operação não seja bem conduzida, podem ocorrer empenos nas peças, rachaduras e problemas na fase seguinte de queima em fornos. A secagem precisa ser feita obedecendo a uma determinada curva de temperatura e umidade com o tempo, isto é, a umidade residual das peças após extrusão ou prensagem, perto de 20%, precisa ser reduzida para algo em torno de 6% para seguir para a etapa de queima.

Na região do Seridó são praticados três tipos de secagem, algumas destas de forma combinada. Há a secagem natural em pátios e ao tempo, secagem em galpões cobertos e secagem artificial em estufas. Na secagem ao tempo (Figura 20) aproveita-se a forte radiação

solar da região e ventos, mas corre-se o risco de perdas completas em épocas de chuvas. Além disso, geralmente a secagem não se dá de forma homogênea num dado lote de peças posto em local aberto e desprotegido, havendo sempre peças ainda úmidas e outras com secagem não uniforme. É comum encontrar peças mais secas de um único lado, afora o manuseio excessivo que as peças sofrem num pátio aberto, o que é bastante prejudicial. Portanto, trata-se de um procedimento não recomendável.



**Figura 20 - Secagem natural.**

A secagem em galpões pode ser realizada sob coberturas de plásticos translúcidos, prática que tem se mostrado como sendo uma boa alternativa, e também de baixo custo (Figura 21). Nesse caso, o importante seria garantir uma boa ventilação interna nesses ambientes.



**Figura 21 - Secagem em galpão com cobertura plástica.**

Por fim, a secagem artificial em estufas vem sendo adotada por aquelas empresas de maior capacidade de produção, pois garante existir sempre produtos secos para serem encaminhados para queima. Existem vários tipos de estufas, sendo as mais comuns na região as

do tipo túnel, onde carrinhos ou vagonetas carregadas de peças úmidas percorrem distâncias entre 80 a 100 metros no secador a uma temperatura máxima de cerca de 120°C (Figura 22). Estes secadores são alimentados com lenha em pequenas fornalhas nas laterais. Em algumas empresas, que possuem fornos do tipo abóbada, também há o aproveitamento do calor destes na forma de ar quente, disponível durante o resfriamento, o que constitui um processo bastante eficaz.



**Figura 22 - Secadores tipo túnel alimentados por ar e/ou gases quentes.**

Com relação à pesquisa de campo, as estufas ou secadores estão presentes em 37% das empresas entrevistadas na região (18 empresas). São secadores do tipo túnel. Praticamente todas as empresas praticam a secagem natural ao ambiente e/ou em galpões, sujeitos, portanto, aos problemas apontados anteriormente ligados a perdas de produção, peças com defeitos e outros. Não foram identificados secadores do tipo “rápidos”, conhecidos como “Talisca”.

Os tempos médios de secagem são de 48 h na secagem natural, 70 h em galpões e de somente 24 h em estufas/secadores. Nota-se que este equipamento, no entanto, não tem um custo de implementação baixo, pois além da construção em alvenaria de sua estrutura, são necessários exaustores, ventiladores e dezenas de carros transportadores em aço galvanizado, como também há um gasto de energia elétrica.

A pesquisa também indicou que o consumo de lenha na secagem se situa entre 150 e 200 m<sup>3</sup> st de lenha/mês naquelas empresas com secadores artificiais.

## ***b. Fornos***

### ***Introdução – Breve descrição geral***

A etapa de queima ou cocção de peças cerâmicas em fornos é crucial na fabricação de telhas e blocos cerâmicos. Peças mal sinterizadas podem apresentar problemas de qualidade, tais como: resistência mecânica insuficiente, trincas, empenos, coloração inadequada e outros.

Portanto, além de se empregar uma tecnologia que possibilite uma boa queima das peças, deve-se observar alguns procedimentos e conceitos para evitar o desperdício de energia (lenha ou outra fonte de combustível), para obter peças com a melhor qualidade possível e um mínimo de perdas. Isso pode ser conseguido através de um bom controle da combustão e da curva de queima, que não deve ser muito curta (muito rápida), além de alcançar a temperatura de queima indicada para a mistura de argilas (traço) empregada pela empresa, geralmente em torno de 900 e 950°C.

Atualmente há uma variedade grande de fornos disponíveis, ofertados por provedores diversos, indo desde pequenos projetistas até empresas mais estruturadas atuantes neste segmento. Muitos projetos são copiados, e assim, por vezes conseguem de fato melhorar ao ponto específico, mas em outras oportunidades os defeitos e erros são mantidos ou até ampliados.

Os tipos de fornos mais antigos e obsoletos ainda estão presentes no Seridó. São os fornos do tipo caipira e caieira, com produção intermitente entre 20 a 35 milheiros por queima, conforme Figura 23. São fornos de chama ascendente (queima em fornalha abaixo da seção onde as peças são dispostas), e sem teto e chaminé. O rendimento energético é muito baixo, com perdas de produção elevadas (até 25%), apresentam emissões atmosféricas na forma de fuligem elevadíssimas e são insalubres. Portanto, muito ultrapassados. Sobre estes, o IDEMA<sup>3</sup> no RN vem buscando o cumprimento de um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC), onde se faz necessário o monitoramento das emissões de gases em chaminés e, como isso não é possível de ser aplicado em tais fornos, estes se encontram em processo de desativação e troca por outros tipos mais eficientes.



Figura 23 - Fornos tipo caipira.

---

<sup>3</sup> Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Norte.

Na linha dos fornos de produção intermitente, há ainda dois tipos mais comuns em operação: o chamado “Ouro Branco” e os do tipo abóbada. O primeiro é uma adaptação dos fornos caipiras descritos anteriormente (Figura 24), cujo nome provém de projeto concebido pela empresa Cerâmica Ouro Branco (RN). O forno também opera com chama ascendente, fornalha em um dos lados e na parte inferior, e portas num plano superior e do lado oposto. Entretanto, o forno possui uma cobertura (teto), onde os gases de exaustão são canalizados para duas chaminés laterais localizadas junto às paredes laterais e parede frontal. Os fornos são construídos lado a lado, aproveitando uma das laterais como parede única. Estes modelos têm um rendimento intermediário e minimizam o problema das emissões comuns nos fornos caipiras originais. As capacidades situam-se em torno de 40 mil peças (telhas)/queima.



Figura 24 - Vistas das fornhalhas (esquerda) e portas de entrada de peças de fornos “Ouro Branco”.

O forno do tipo abóbada (redondo), conforme Figura 25, também é de tecnologia tradicional e antiga. Possui uma ampla “câmara” no formato circular onde as peças são dispostas, e as chamas são produzidas em quatro fornhalhas laterais equidistantes. Os gases quentes seguem um movimento inicial ascendente até atingir a abóbada (teto), e a partir daí, mudam de direção seguindo um fluxo descendente, atravessando toda a carga e crivos no piso, em direção aos canais de exaustão e chaminé (uma para cada dois fornos). São fornos que apresentam rendimentos energéticos intermediários, pois permitem a recuperação de ar quente durante a fase de resfriamento. A capacidade de produção pode variar numa ampla faixa, entre 50 mil e 110 mil peças por queima, dependendo do tipo de produto (tijolos, telhas etc.) e das dimensões do forno. Outra vantagem se refere à possibilidade de empregar lenha picada ou serragem de forma contínua e controlada, o que acarreta em economia de energia, melhor controle da queima e da qualidade das peças.





Figura 25 - Forno abóbada.

Num grupo de maior rendimento em geral encontram-se os fornos semi-contínuos de vários tipos, mas todos derivados do tradicional forno Hoffman. Estes fornos são constituídos de multicâmaras vizinhas, onde o calor de uma câmara, que está na fase de queima, é aproveitado nas câmaras subsequentes. De outro lado, nas câmaras anteriores já queimadas, há injeção de ar ambiente para resfriamento, que se aquece e é aproveitado como ar de combustão na câmara que se encontra na queima. Esse arranjo, portanto, proporciona uma boa eficiência energética, uma vez que sempre há aproveitamento de calor entre tais câmaras e os produtos enfiados. Os modelos são conhecidos simplesmente como multicâmaras, com várias nomenclaturas, sendo o mais comum o “Cedan” (Figura 26). Estes fornos se diferenciam entre si por pequenas modificações no piso e/ou nas passagens de gases quentes/ar frio entre as câmaras. A alimentação de lenha, cavacos ou serragem se dá pelo teto, podendo ser manual ou contínua e automatizada, com o emprego de caixas alimentadoras/queimadores. Cada forno Cedan, por exemplo, pode dispor de 12 a 14 câmaras, e cada uma destas pode receber entre 25 e 35 mil telhas do tipo colonial. Assim, podem ser realizadas várias queimas mensais, o que confere a este tipo de forno uma capacidade de produção mensal superior a 1 milhão de peças por mês.



Figura 26 - Forno multicâmaras tipo Cedan.

No Seridó também foram identificados outros tipos de fornos, com conceitos antigos, porém modernizados. O forno do tipo vagão é um exemplo, conforme Figura 27. Opera por bateladas, mas apresenta bom rendimento energético, dado que os novos modelos são revestidos com fibra cerâmica (material de baixa inércia térmica) em toda sua estrutura. Podem usar duas plataformas ou vagões onde as peças são dispostas. Esses vagões se movimentam alternadamente na direção do forno, sempre situado numa posição central. As fornalhas ficam dispostas numa das laterais, enquanto do lado oposto fica a chaminé.



Figura 27 - Vagão de alimentação e interior do forno vagão metálico.

### ***Resultados da pesquisa de campo***

A pesquisa de campo indica que estão presentes na região 202 fornos<sup>4</sup> de vários tipos nas 49 empresas pesquisadas. Estes fornos são responsáveis por uma produção total de cerca de 60.500 milheiros/mês (ou 1.235 milheiros/mês por empresa).

A Tabela 4 apresenta o resumo dos dados levantados na pesquisa de campo referentes a quantidade de empresas por tipo de forno, quantitativo de fornos e produção mensal por tipo de forno, e estas informações complementarão as análises a seguir.

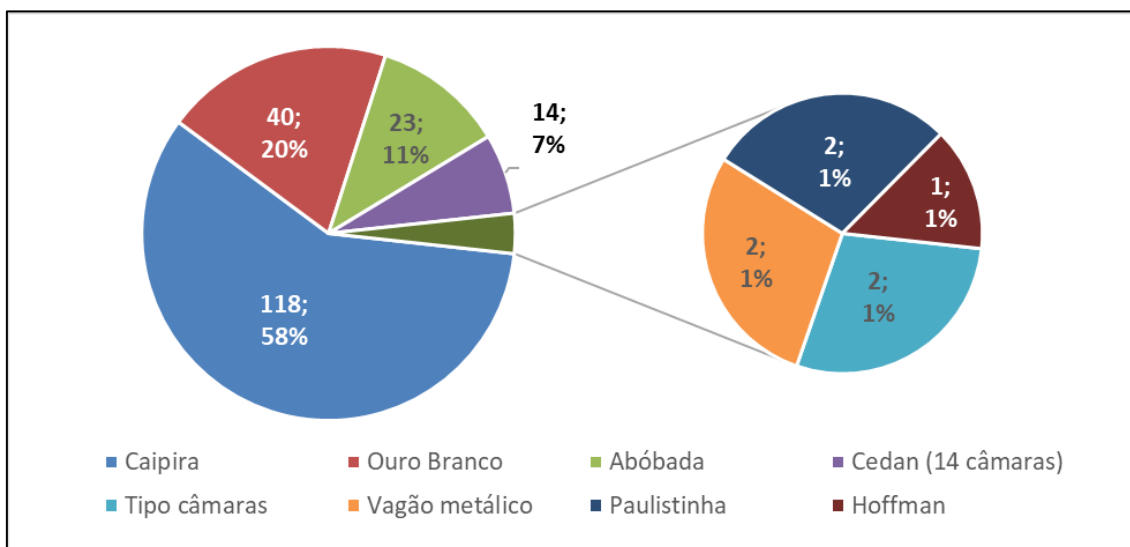
---

<sup>4</sup> Esse montante pode ser entre 10 e 25% superior, dado que entre 10 e 15 produtores não foram identificados e esses poderiam estar operando desde um único forno até 5 ou 6 unidades de fornos caipira.

**Tabela 4 – Resumo dos dados referentes a quantidade de empresas, quantitativo de fornos e produção mensal estimada por tipo (com base em 49 empresas pesquisadas).**

TIPO DE FORNO	Quantidade de empresas	Quantidade de fornos	Produção mensal (milheiros/mês)	% na Produção
Caipira	20	118	24.360	40,2
Cedan (14 câmaras)	14	14	15.680	25,9
Ouro Branco	4	40	10.522	17,4
Abóbada	5	23	5.060	8,4
Tipo câmaras	2	2	2.240	3,7
Vagão metálico	2	2	1.280	2,1
Hoffman	1	1	1.000	1,7
Paulistinha	1	2	400	0,7
<b>TOTAL</b>	<b>49</b>	<b>202</b>	<b>60.542</b>	<b>100,0</b>

De acordo com a Tabela 4 e Figura 28, percebe-se que a participação de fornos do tipo caipira é majoritária, alcançando cerca de 120 unidades ou 58% do total de fornos instalados em toda a região do Seridó em 2020<sup>5</sup>. Sua ocorrência é preponderante no Seridó paraibano, onde alcançam pelo menos 78 unidades ou 66% deste tipo no total.



**Figura 28 - Participação quantitativa e percentual de fornos por tipo na região do Seridó.**

No entanto, nos últimos anos vem ocorrendo um movimento de desativação destes fornos caipira, principalmente pelo lado do Seridó potiguar, quer por fechamento de empresas menores, quer simplesmente pela substituição por outros tipos mais modernos e com maior

<sup>5</sup> Com base na pesquisa de campo em 49 unidades fabris.

capacidade de produção. Neste caso, pelo menos cinco ou seis unidades de fornos caipiras por empresa, por exemplo, vêm sendo trocados por um único forno novo.

Com esse movimento de substituição de fornos, os fornos do tipo “Ouro Branco” e os multicâmaras, incluindo os Cedans, têm aumentado bastante suas presenças. Os primeiros já respondem por cerca de 20% (40 unidades), e os multicâmaras/Cedans por 7% (14 fornos). Enquanto isso, os fornos do tipo abóbada mostram-se estáveis em quantidade, mantendo 23 unidades ou 11%, que já estavam instaladas há pelo menos cinco anos. Os demais tipos têm uma representatividade pequena em quantidade.

O número de empresas que ainda empregam os fornos tipo caipira também predomina. Como também pode ser visto na Tabela 4, são 20 fábricas empregando esse modelo, contra 14 empresas que já contam com os fornos do tipo câmara e/ou Cedans. Os demais tipos de fornos encontram-se distribuídos em poucas empresas. A tendência parece ser de aumento do número de empresas empregando os fornos do tipo câmara/Cedan, já que estes têm apresentado bons resultados, embora enfrentem alguma dificuldade devido ao seu custo mais elevado.

Outra avaliação ainda mais importante refere-se à representatividade de tais fornos com relação ao volume de produção na região, conforme Tabela 4 e Figura 29. O forno caipira se mantém também como o principal responsável pela produção regional, isto é, por aproximadamente 40% da produção total ou cerca de 24.400 milheiros/mês, obtida em 20 empresas. Deve-se lembrar de que, na medida em que as empresas vão crescendo e ampliando suas produções, o emprego desses fornos caipira não permite alcançar uma produção individual (por empresa) muito além de 1.000 milheiros/mês.

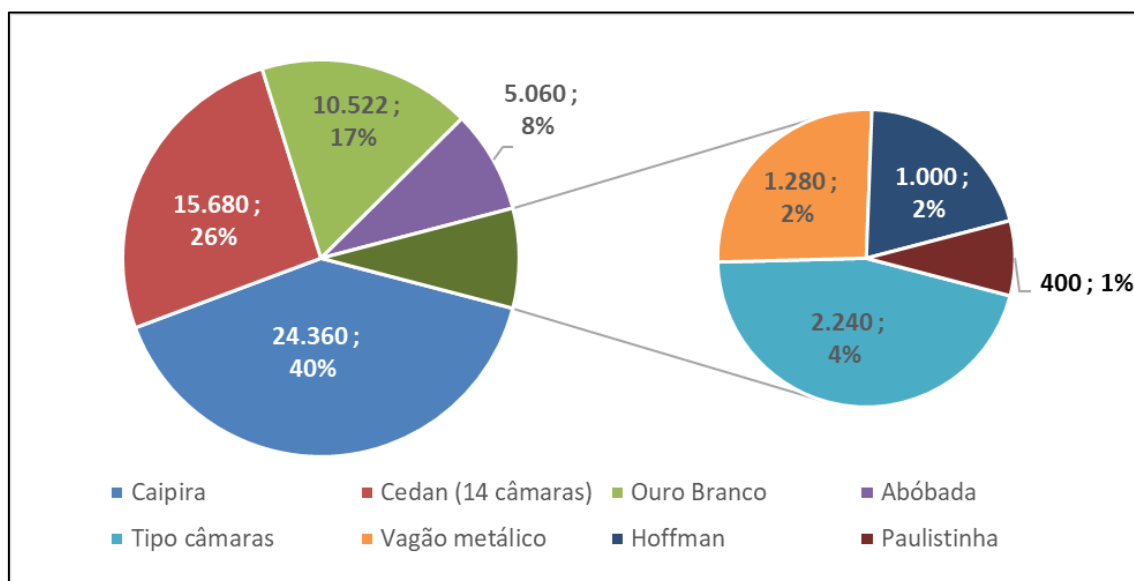


Figura 29 – Participação quantitativa (milheiros/mês) e percentual dos tipos de fornos na produção total da região do Seridó.

Na verdade, o quadro que se tem hoje reflete um processo de mudança tecnológica iniciado há alguns anos, através da implementação de alguns fornos do tipo abóbada, embora atualmente os fornos tipo câmara e Cedan estejam se sobressaindo. Os fornos Cedan já são o segundo mais importante na produção da região, e representam aproximadamente 26% do total produzido em 2020 ou o equivalente a 15.700 milheiros/mês em 14 empresas. Em seguida, em terceiro lugar, aparecem os fornos “ouro branco”, com 17% da produção regional ou 10.500 milheiros/mês (em 4 empresas somente), e finalmente os fornos do tipo abóbada, responsáveis no momento por 8% da produção regional ou 5.000 milheiros/mês (em 5 empresas). Enquanto isso, os demais tipos de fornos respondem por produções equivalentes na faixa entre 1 e 4% da produção do Seridó. Conclui-se, portanto, que poucas unidades de um único forno mais moderno, como os do tipo Cedan, por exemplo, já conseguem atualmente atingir volumes de produção tão elevados quanto a dezenas dos antigos fornos do tipo caipira.

Esse panorama atual da relevância dos fornos na produção regional confirma o processo de transformação tecnológica em curso no Seridó, lembrando que 2012, segundo o INT/MCTI (2012; 2013), os fornos do tipo caipira tinham uma predominância quase que absoluta, com cerca de 500 fornos e que representavam 93% da produção total.

Mas o mais importante que fica é a constatação de que o processo de atualização tecnológica em andamento parece permanecer, e vai ao encontro do interesse das empresas, na direção de alcançar maior produtividade, ganhos de escala e redução de custos, aliando ainda a essas vantagens uma maior eficiência energética e menor poluição atmosférica, como desdobramentos. De outro lado, aquelas empresas que não têm conseguido modernizar seus processos vêm perdendo competitividade, e muitas terminaram encerrando suas atividades nos últimos quatro ou cinco anos.

A pesquisa de campo ainda revelou outras características importantes com respeito aos processos de queima nas empresas. A Tabela 5 mostra seis dos principais tipos de fornos em uso na região, e aponta suas capacidades mais usuais, o número médio de queimas mensais por tipo de tecnologia, a duração do ciclo completo de queima (aquecimento, queima e resfriamento) e as perdas médias de produção.

Tabela 5 - Características dos principais tipos de fornos no Seridó.

Tipo de fornos	Capacidade média/ forno ou câmara (milheiros/queima) <sup>(a)</sup>	Média de queimas/mês/ forno ou câmara	Ciclo de produção (horas) <sup>(b)</sup>	Perdas de produção (%)
Ouro Branco	40	7	36	~5
Abóbada	55	4	50	1 a 3
Hoffman	200	5	36	1 a 3
Câmaras	32	35	48	1 a 3
Cedan (14 câmaras)	32	35	48	1 a 3
Vagão metálico	80	8	36	1 a 3
Paulistinha	50	4	36	5 a 10
Caipira	29	7	36	>15

<sup>(a)</sup> Dados médios de acordo com as informações coletadas junto às empresas.

<sup>(b)</sup> Compreende esquentar, queima e resfriamento.

Conforme comentado, fornos de menor capacidade, como o caipira, para que as empresas alcancem uma produção mais elevada, precisam de várias unidades e de processar até 8 queimas por mês por forno. Por outro lado, praticamente todas as demais tecnologias possibilitam alcançar produções maiores. No caso dos fornos do tipo câmaras, incluindo o Hoffmann, há a operação simultânea ou conjugada entre as câmaras, o que acelera a produção.

Importante notar que as perdas de produção são elevadíssimas nos fornos do tipo caipira, geralmente superiores a 15%, além do que a proporção de produtos de primeira qualidade com relação aos de segunda qualidade é muito baixa. Assim, embora para alguns empresários estes fornos aparentem ser bons ou “eficientes”, devido à sua “queima rápida”, definitivamente estes fornos não são uma opção recomendável.

#### 4.2.5. Combustíveis

O combustível utilizado pelas cerâmicas no Seridó é a lenha, empregada na secagem artificial das peças e no processo de sinterização (queima) em fornos. Na pesquisa aplicada nas 49 empresas, o consumo total anotado de lenha foi em cerca de 435.000 m<sup>3</sup> estéreos por ano, que equivale a 620 Gcal<sup>6</sup> aproximadamente (equivalente a uma área de 4.715 hectares<sup>7</sup> ou cerca de 7.200 campos de futebol). No entanto, é possível considerar que o consumo desta lenha possa ser na realidade pelo menos 15% mais elevado, caso a pesquisa de campo pudesse

<sup>6</sup> Cálculo realizado considerando as calorias existentes em um estéreo de Algaroba, caju e caatinga, proporcionalmente (APNE, 2014).

<sup>7</sup> Considerando um estoque explorável médio de 106 estéreos por hectare no bioma Caatinga (MMA, 2008).

abranger integralmente todas as empresas existentes na região. Ou seja, admitida essa hipótese, o consumo total na região atingiria perto de 500.000 m<sup>3</sup> estéreos de lenha/ano, mantendo aproximadamente a relação de 0,7 m<sup>3</sup> estéreos/milheiro.

A disponibilidade de cada tipo de biomassa é uma questão local, que pode ser influenciada por muitos fatores próprios de cada região, enquanto que o uso de determinada fonte em larga escala se dá pela acessibilidade de forma geral, pelo custo relativo a outras fontes de calor e em função dos equipamentos para manuseio e para a queima propriamente dita.

Dentre os diversos setores industriais consumidores de lenha, a indústria de cerâmica vermelha se destaca como o ramo de maior consumo de biomassa combustível, utilizando mais que qualquer outro setor industrial na Região Nordeste, de acordo com o estudo “Biomassa para Energia no Nordeste: Atualidade e Perspectivas” do MMA (2018). Neste estudo, conforme mostrado na Tabela 6, há um quadro deficitário de oferta de biomassas energéticas na região do Nordeste, ou seja, não há oferta de lenha legal<sup>8</sup> suficiente para o atendimento de toda demanda dos segmentos consumidores, incluindo, além das cerâmicas, os setores de gesso, panificações, casas de farinha, uso doméstico, dentre outras atividades. No caso dos estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba, por exemplo, em 2018, havia um déficit na oferta de lenha de 1,18 milhões de tMS<sup>9</sup> por ano. Portanto, é possível inferir que existe um consumo de lenha nativa que vem preenchendo esta lacuna, suprimida ilegalmente, mesmo que não se saiba exatamente a região onde ela estaria sendo explorada, e nem em que quantidade<sup>10</sup>. É importante ressaltar que, apesar de se tratar de uma oferta ilegal, a lenha nativa em alguns casos pode estar sendo extraída de forma sustentável, o que pode ser constatado em algumas localidades rurais, onde culturalmente são respeitados o tempo de pousio<sup>11</sup> e não há mudança de uso do solo. Além disso, esta atividade possui alta relevância socioeconômica, visto que ela representa uma das poucas fontes de renda da população local.

---

<sup>8</sup> *Lenha legal* é aquela em que a extração, comercialização e uso são permitidos pelo estado. Outro conceito importante é o de *lenha sustentável*, onde a sustentabilidade requer a garantia de renovação do recurso aproveitado e da manutenção dos serviços ecológicos a longo prazo.

<sup>9</sup> tMS – toneladas de matéria seca.

<sup>10</sup> O comércio de lenha apresenta algumas dificuldades, em parte devido à fiscalização e controle, que são deficientes, pela informalidade por parte de pequenos consumidores e fornecedores e ainda pelo deficiente fomento do estado.

<sup>11</sup> O pousio consiste no abandono de uma determinada área explorada previamente para que a mesma se regenere e recupere a fertilidade e estrutura.

Tabela 6 - Balanço energético da demanda e oferta de lenhas e outras biomassas empregadas na região Nordeste em 2018. Fonte: MMA (2018).

UF	Demanda (10 <sup>6</sup> tMS/ano)	Oferta Legal (10 <sup>6</sup> tMS/ano)	Balanço Legal (10 <sup>6</sup> tMS/ano)	Relação demanda/oferta legal
PI	0,99	1,17	0,18	0,85
CE	2,20	1,55	-0,65	1,42
RN	0,97	0,46	-0,51	2,11
PB	0,81	0,14	-0,67	5,80
PE	2,34	0,34	-2,00	6,89
AL	0,62	0,11	-0,51	5,67
SE	0,57	0,15	-0,42	3,81
BA	5,92	2,76	-3,16	2,15
<b>Total</b>	<b>14,44</b>	<b>6,68</b>	<b>-7,76</b>	<b>2,16</b>

No caso do Seridó, a matriz de energia térmica está baseada em três fontes principais: algarobais espontâneos (povoamentos de algaroba - *Prosopis juliflora* (Sw.) DC.), podas de cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) e a lenha extraída do manejo sustentável da Caatinga (PMSF). De outro lado, ainda existe o uso de lenha suprimida irregularmente da Caatinga, porém com muita incerteza, conforme será tratado adiante.

A lenha de algaroba (Figura 30) é a mais empregada atualmente devido à sua disponibilidade, proximidade, conformação e poder calorífico superior com relação às demais fontes empregadas. Esta é uma espécie perenifólia<sup>12</sup>, exótica originária do Peru e introduzida no semiárido brasileiro em meados do século passado, com a finalidade de produzir principalmente forragem e madeira, estabelecendo-se através de programas oficiais de reflorestamento (FISSET<sup>13</sup>) entre as décadas de 70 e 80 (RIBASKI *et al.*, 2009, MMA, 2018). Esta espécie perpetuada ao longo das décadas, principalmente por dispersão animal, foi difundida em áreas agrícolas abandonadas de várzeas e baixios, onde existe um subsolo encharcado de água na maior parte do ano, estabelecendo-se por rebrota, e não possui competitividade como espécie invasora em áreas naturais (PAREYN *et al.*, 2016).

<sup>12</sup> Espécies cujas folhas são mantidas durante todo o ano.

<sup>13</sup> Fundo de Investimentos Setoriais.





Figura 30 - Lenha de algaroba.

Os algarobais espontâneos formam povoamentos compostos por indivíduos desta espécie, que após a exploração do fuste se regeneram principalmente por rebrota (APNE, 2014). Assim sendo, a lenha de algaroba é considerada sustentável, pois após o seu corte não há mudança de uso da terra (MUT) e, quando se considera a variável tempo, as árvores tendem a rebrotar, bem como reestabelecer as interações socioecológicas originais.

As “podas” nos plantios de caju constituem a segunda fonte de lenha mais importante na região do Seridó (Figura 31), que, assim como a algaroba, recebeu incentivos do Fiset em décadas passadas, utilizando-se da variante gigante do cajueiro, no qual a poda é necessária para frutificação gerando como coproduto a biomassa sustentável. Porém, no início dos anos 2000, foi introduzido o novo genótipo de cajueiros anões, mais produtivos e com facilidade de colheita, dispensando a poda como feita na escala prévia, anulando, desta forma, o potencial de geração de biomassa sustentável pelo cultivo de caju (APNE, 2014; MMA, 2018).



Figura 31 - Lenha de cajueiro.

De acordo com a APNE (2014), o termo “poda de caju” é empregado de forma equivocada pelos usuários desta fonte, já que atualmente grande parte desta lenha não provém de podas<sup>14</sup> (corte seletivo de galhos de árvores vivas), mas sim de corte completo<sup>15</sup> das árvores (mortas ou vivas). Assim, os cajueiros não produzem mais uma biomassa sustentável, uma vez que o “estoque” de material lenhoso tende a se reduzir drasticamente com o tempo, devido a sua substituição pelas espécies do cajueiro anão. Portanto, essa biomassa segue sendo legal, mas não mais sustentável.

A terceira fonte de biomassa legal em termos de volume é o manejo florestal. Este teve sua definição reiterada legalmente através da Lei de Gestão de Florestas Públicas (Lei Federal 11.284/2006): “administração da floresta para obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto de 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 sejam destinados para a Reserva Legal e obriga a proteger as Áreas de Preservação Permanente (APP), podendo ambas sofrerem manejo sustentável dependendo das características da localidade. O restante da propriedade pode ser utilizado para atividades agrícola, pecuária ou florestal. Assim sendo, somente o manejo florestal sustentável é capaz de conservar a bioma.

O manejo florestal sustentável da Caatinga (Figura 32) consiste na exploração continuada de produtos da floresta, com o objetivo de manter a sua capacidade produtiva e garantir a sua conservação. A exploração da área a ser manejada é feita em talhões, onde o número destes deve ser igual aos anos de ciclo de corte, que é o tempo necessário para a recuperação da vegetação<sup>16</sup>.

---

<sup>14</sup> No caso da poda, as árvores permanecem vivas e continuam crescendo. O estoque de carbono orgânico no plantio sofre uma redução temporária, que será compensada pelo crescimento posterior das árvores podadas. Diante disso, a lenha originária desta fonte é considerada uma biomassa renovável.

<sup>15</sup> No caso de derrubada de árvores, estas são extintas. O estoque de carbono orgânico sofre uma redução permanente e sua capacidade de captar gás carbônico atmosférico é eliminada de forma irreversível. Logo, a lenha originária desta fonte é considerada uma biomassa não renovável.

<sup>16</sup> O número de anos pode variar de acordo com as características da vegetação e da região a ser manejada, e geralmente pode ser entre 13 a 16 anos no caso da Caatinga.

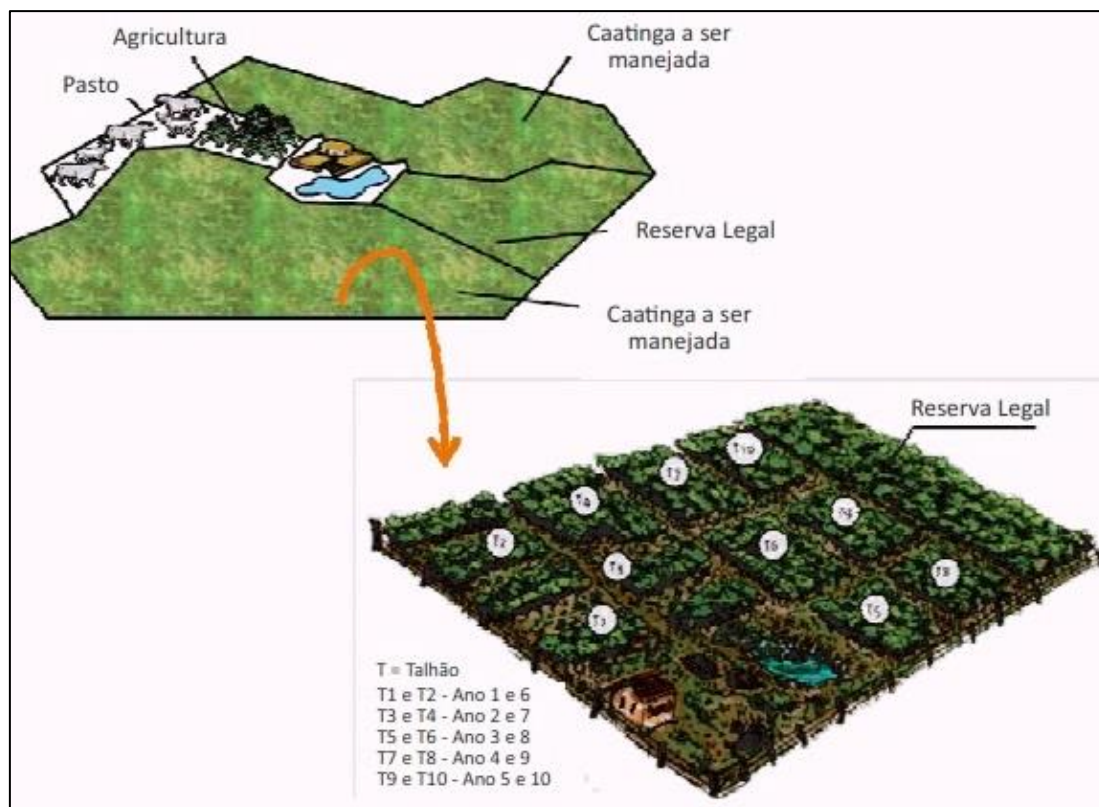


Figura 32 - Manejo Florestal Sustentável da Caatinga.

A lenha de Caatinga de áreas manejadas (Figura 33) é a fonte com menor expressividade nas empresas visitadas, porém não menos importante por se tratar de uma fonte legal, sustentável, com enorme potencial para contribuição na oferta de insumos energéticos de baixo custo e ainda ajuda a conservação da biodiversidade do bioma, a preservação dos estoques de água, segurança alimentar com valorização de alimentos regionais, geração de trabalho e renda, equilíbrio das condições do clima local com minimização dos riscos de desertificação, dentre vários outros aspectos positivos.



Figura 33 - Lenha de manejo florestal da caatinga.

A pesquisa de campo nas empresas não apontou consumos de lenha oriundos de outras fontes, tais como de plantios florestais, à exceção de uma única empresa declarou utilizar resíduos de processamento de coco (*Cocus nucifera* L.), na ordem de 10% de seu próprio consumo total.

A Figura 34 sintetiza a proporção de uso do tipo de lenha consumida atualmente pelas empresas na região do Seridó, de acordo com as 49 empresas entrevistadas. O panorama obtido mostra que o maior consumo de lenha nas cerâmicas provém da algaroba (63%), seguida de lenha de caju (25%) e lenha retirada de Planos de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) (12%). Nenhum dos entrevistados declarou o emprego de espécies nativas de exploração irregular.

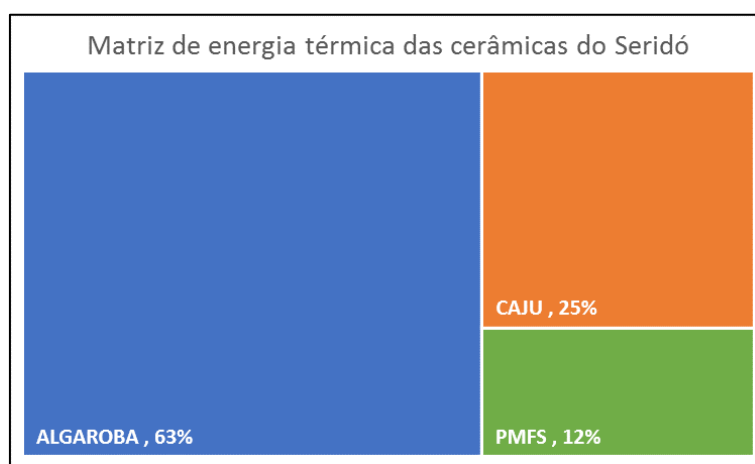
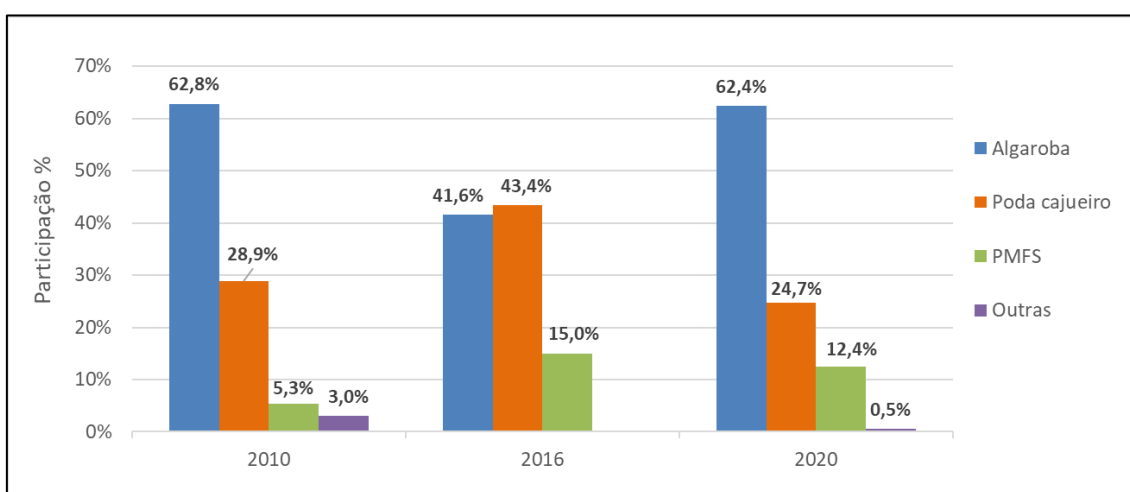


Figura 34 - Proporção dos tipos de lenha consumidos para queima das peças nas cerâmicas do Seridó em 2020 (segundo pesquisas de campo).

Fazendo-se uma avaliação da evolução do consumo dos tipos de lenha empregados nas cerâmicas nos últimos 10 anos, excluindo-se o consumo de lenha ilegal de desmatamentos, algumas mudanças podem ser percebidas, conforme Figura 35. Entre 2010 e 2020, a algaroba tem tido um consumo majoritário, sendo levemente ultrapassada por volta de 2016 pela lenha de cajueiro, possivelmente por aumento da oferta e baixos preços desta lenha à época.

A lenha de cajueiros também sempre ocupou um papel bastante relevante neste período, com participações sempre acima de 25%. Ou seja, apesar de insustentável, dado que a sua oferta de material lenhoso tende a se reduzir com o tempo, essa lenha tem sido uma alternativa bem atraente para as empresas que instalaram os novos modelos de fornos (p.ex. os do tipo câmaras e Cedan), e também para os antigos fornos do tipo abóbada. Seu preço pode ser mais baixo em alguns períodos de acordo com o ritmo de cortes nas plantações de caju. O menor uso em 2020 pode ser um indicativo de que a oferta esteja se reduzindo e preços se elevando.

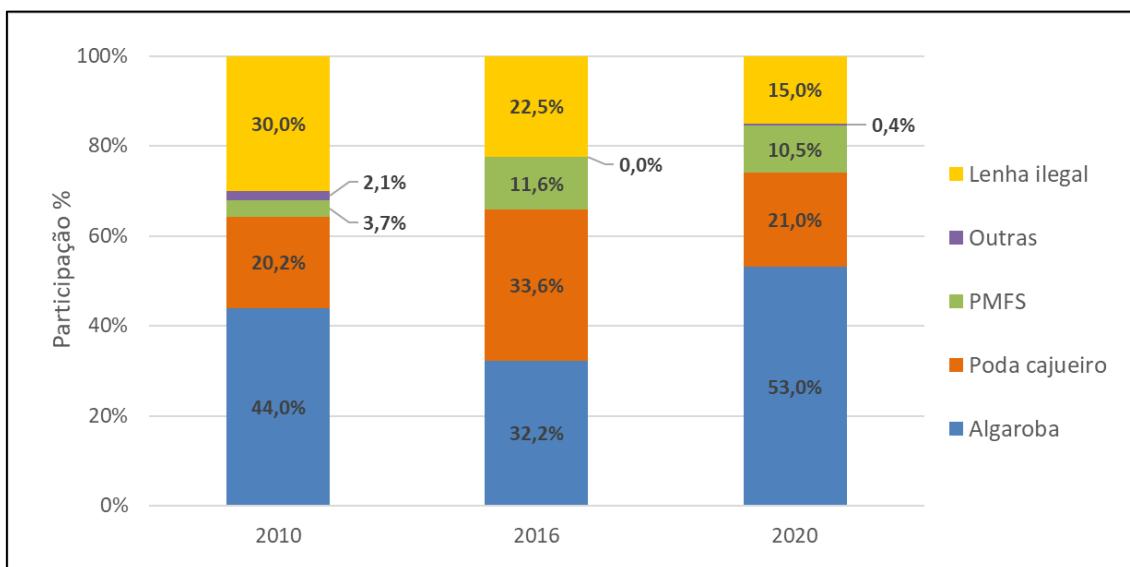
Já a lenha de planos de manejo florestal sustentáveis (PMFS) sempre teve uma representatividade mais baixa, cerca de 5% em 2010. Depois, em 2016, de 15%, colhendo resultados de políticas ambientais mais efetivas e positivas; e em 2020 apresenta uma redução para 12%. Contribuíram para isso a diminuição da demanda dessa lenha iniciada durante a crise econômica que, por sua vez, determinou queda de preços em geral e desinteresse por parte dos produtores, afóra uma certa desarticulação dos agentes ambientais que operavam neste setor nos últimos anos. De acordo com os estudos do CNIP (2018), o número de PMFS ativos vem diminuindo comparando-se os anos de 2015 (588) e 2018 (473), quando atingiu uma área de apenas 283 mil ha, enquanto que em 2015 chegou a alcançar quase 400 mil ha manejados no bioma Caatinga.



**Figura 35 - Participação percentual das lenhas legais no Seridó em 2010, 2016 e 2020 (excluindo-se a participação de lenha ilegal de desmatamentos).** Fonte: elaboração própria a partir de pesquisa de campo do Projeto ELLA/INT (INT, 2011), (INT, 2013), HENRIQUES JR. (2013), INT/MCTIC (2016).

Conforme comentado, a lenha extraída e usada ilegalmente não foi declarada pelas empresas entrevistadas, o que pode ser um indicativo de ação por parte dos órgãos de meio ambiente ou a resposta, seja verdadeira ou falsa, que indicaria uma tendência à legalidade, mesmo que não legitimada pelo balanço negativo de oferta e demanda de lenha legal, comentado acima. Assim, a partir desta oferta deficitária de lenha, e através de entrevistas com agentes ligados à área ambiental, especula-se que a uso ilegal de mata nativa possa se encontrar atualmente ao redor de 15%. Embora ainda seja um valor ainda elevado, se confirmado, mostra claramente um movimento de queda da exploração irregular de lenha ao longo dos últimos anos. Essa tendência também foi observada durante 2020, segundo informações coletadas junto a alguns atores locais. Isso seria um reflexo da concessão do auxílio emergencial durante a pandemia Covid-19, que veio a substituir a renda daquelas famílias em áreas rurais, que antes tinham na exploração da lenha uma das poucas formas ou a única possibilidade de obtenção de

renda. A Figura 36 mostra a evolução dos diferentes tipos de lenha, agregando-se, desta feita, as parcelas estimadas de lenha ilegal da Caatinga.



**Figura 36 - Evolução das participações dos tipos de lenha no Seridó em 2010, 2016 e 2020, incluindo a lenha de desmatamentos ilegais (Obs.: valores estimados para a lenha de desmatamentos ilegais (em amarelo)). Fonte: elaboração própria a partir de pesquisa de campo do Projeto ELLA (INT, 2011), HENRIQUES JR. (2013), INT/MCTIC (2016) e entrevistas com agentes do setor ambiental do Nordeste.**

Os plantios para fins energéticos não estão presentes para o atendimento do polo do Seridó, mas também poderiam constituir uma opção interessante, especialmente no caso de plantas nativas; por exemplo plantações de jurema preta - *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir., ou mesmo de outras espécies exóticas adaptadas e que não representem riscos às espécies nativas.

Em resumo, a lenha de algaroba (em azul escuro na Figura 36) deve seguir liderando o quadro de consumo e há uma tendência de decréscimo do uso da lenha de caju conforme explicado. E para que a lenha ilegal da exploração da Caatinga siga em movimento de queda, a manutenção e a ampliação de todas as ofertas de lenhas legais são de suma importância, não somente para se garantir o pleno funcionamento das empresas, mas também para a preservação do bioma Caatinga e de todos os seus co-benefícios socioambientais, conforme citado. Assim, no caso particular dos PMFS, é necessário que sejam retomados incentivos e os programas de extensão rural para o aumento de sua oferta.

Por fim, a pesquisa de dados para o panorama do setor ainda relevou que o fornecimento da lenha geralmente é sazonal e, por isso, a implementação de uma central de fornecimento de lenha possa ser útil para o setor. No entanto, com relação à implementação de uma central de fornecimento de lenha picada, todas as empresas informaram não ser viável, pois a utilização requeria investimentos em sistemas mecanizados individuais em cada empresa;

e uma boa parte destas ainda não tem essa prioridade. Esse tema deverá ser mais estudado neste Projeto.

Reforçando a importância da lenha para fins energéticos, a pesquisa revelou que o seu custo representa o segundo item mais dispendioso das empresas, com preços médios variando de acordo com o tipo de lenha. São eles: R\$ 53,50/m<sup>3</sup> st de lenha de algaroba; R\$ 46,00/m<sup>3</sup> st de poda de caju e R\$ 45,00/m<sup>3</sup> st de lenha de caatinga manejada. Nota-se, porém, que esses preços não refletem a capacidade de geração térmica de cada biomassa, o que é conseguido somente se considerado os diferentes conteúdos energéticos por estéreo de cada tipo de lenha (APNE, 2014)<sup>17</sup>. De qualquer forma essa variação se situa em somente 2% entre as três fontes estudadas, o que certamente não define a preferência dos usuários. Na década os preços aumentaram em até 53%, sendo o maior aumento verificado na poda de caju.

Importante lembrar esses custos com o uso da lenha são passíveis de redução em até 30% nas empresas, através da continuação do processo em curso de substituição de fornos do tipo caipira, e também pela adoção de outras medidas de uso eficiente de energia relacionadas ao emprego de lenha picada de forma contínua e automatizada, por exemplo (HENRIQUES JR. *et al.*, 2020).

#### **4.2.6. Consumo Específico de Energia**

Uma forma de se validar a eficiência das empresas e de seus fornos se dá através de seus consumos específicos de energia. Estes tratam da relação do uso de energia (ou de lenha) pela produção efetiva, que pode ser em número de peças (milheiros) ou em massa (toneladas produzidas).

Na verdade, um conjunto de fatores deve influenciar o consumo específico de energia, desde o *mix* de produtos, tipo de fornos, matéria prima, umidade das peças enfiadas, tipo de combustível e umidade das biomassas empregadas, até a forma de operação dos fornos e a secagem das peças. Portanto, são muitas variáveis, mas o tipo de forno constitui o fator primordial. Na medida em que o processo ou forno opera de forma mais contínua e automatizada, maior deve ser a eficiência do processo e menor o consumo de lenha. Assim, seguindo esse conceito, o forno do tipo Hoffman e seus derivados multicâmaras, inclusive o Cedan, tendem a ser mais eficientes. De outro lado, os intermitentes, principalmente os do tipo caipira, são os menos eficientes. A Tabela 7 e Figura 37 mostram os dados obtidos na pesquisa

---

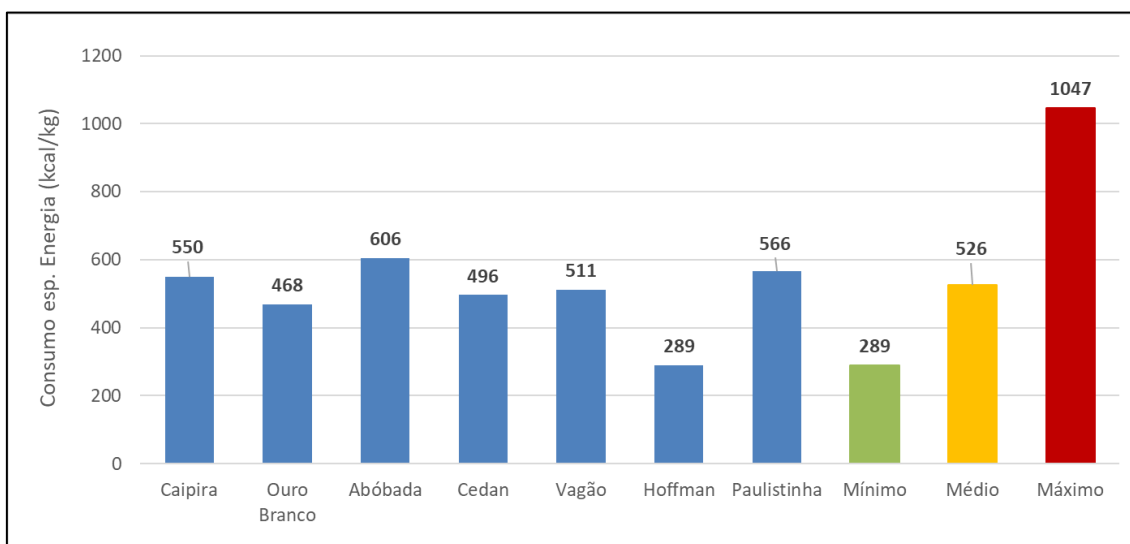
<sup>17</sup> Além dos preços e da disponibilidade de fornecimento, a única questão que pode levar a uma compra preferencial seria o tipo de forno. Fornos do tipo abóbada, por exemplo, podem operar bem com lenha de cajueiro, o que já não acontece nos fornos caipiras.

de campo, embora estes devam ser considerados com algumas ressalvas e cuidados, pois pode existir alguma subestimação.

**Tabela 7 - Consumo específico de energia nos fornos.**

Tipo de forno	Consumo de lenha (m <sup>3</sup> st/milheiros)	Consumo de lenha (m <sup>3</sup> st/t produto)	Consumo específico de energia (kcal/kg produto)
Caipira <sup>(a)</sup>	0,57	0,45	550
Ouro Branco <sup>(a)</sup>	0,54	0,38	468
Abóbada	0,84	0,48	606
Cedan	0,58	0,40	496
Vagão	0,70	0,41	511
Hoffman	0,60	0,24	289
Paulistinha	0,60	0,45	566
<i>Valor Mínimo</i>	0,42	0,24	289
<i>Valor Médio</i>	1,00	0,83	526
<i>Valor Máximo</i>	0,60	0,43	1.047

- (a) Esses valores médios para os fornos caipira e ouro branco, tecnicamente, deveriam se situar em: > 0,72 m<sup>3</sup>st/milheiro; > 0,53 m<sup>3</sup>st/t; e > 670 kcal/kg, segundo estudos mais detalhados de HENRIQUES JR. *et al.* (2015).
- (b) Os valores de consumo de lenha foram os colhidos através de entrevistas presenciais e sua conversão em massa (toneladas) e energia (kcal) se deu a partir do mix do tipo de lenha (algaroba, poda de cajueiro e originária de PMFS) e os poderes caloríficos específicos correspondentes (PAREYN *et al.*, 2016, MMA, 2018), e do mix de produtos (telha, tijolos etc.) em cada uma das empresas pesquisadas.



**Figura 37 - Consumo específico de energia (em kcal/kg de produto) por tipo de fornos e valores mínimo, médio e máximo encontrados na pesquisa de campo.**

Alguns fornos, em especial os do tipo caipira e o “ouro branco”, apresentaram aparentemente consumos específicos médios muito baixos, o que possivelmente não reflete o



consumo real de lenha, uma vez que nestes equipamentos muitas peças não são sinterizadas por completo, fato comprovado pelo maior número de peças de 2ª qualidade em comparação às de 1ª ao final da queima. Acredita-se que o valor de consumo específico destes fornos possa ser pelo menos 25 ou 30% superior. Nota-se que o forno com tecnologia energeticamente mais eficiente seria o Hoffmann, mas que, em contrapartida, é um dos mais caros e como também esse tipo é mais apropriado para a produção de blocos e tijolos.

A faixa de consumo específico de energia encontrada é bastante ampla (de 289 a 1.047 kcal/kg), o que impacta sobremaneira os custos das empresas. O importante aqui, sem dúvida, seria que as empresas optassem por tecnologias com uma alta produtividade, expressa por perdas mínimas, boa qualidade de produtos finais e um baixo consumo de energia. Questões ambientais, com relação às emissões de gases poluentes, bem como à competição entre empresas e com outras regiões também podem impulsionar o movimento de troca de fornos no sentido de se implementar tecnologias mais modernas e eficientes.

#### **4.2.7. Energia Elétrica**

A energia elétrica das empresas cerâmicas do Seridó é fornecida pelas companhias ENERGISA pelo lado da Paraíba e COSERN pelo lado do Rio Grande do Norte. A energia é fornecida em alta-tensão com as cerâmicas possuindo suas próprias subestações para o rebaixamento da tensão de operação. As subestações são do tipo simplificada em postes dentro do limite estabelecido para esta modalidade de 75 a 300 kVA. Na Paraíba existem algumas empresas supridas na modalidade baixa tensão no Grupo B, sendo oneradas apenas pela energia consumida (kWh). Já as demais, abastecidas em alta-tensão, estão enquadradas na modalidade tarifária horo-sazonal verde. Nesta modalidade, as empresas possuem um valor de demanda contratada (kW), e duas modalidades de consumo (kWh), sendo estes classificados em consumo de ponta no período de 17 às 20 h, diariamente, exceto finais de semana e feriados, e consumo fora de ponta para os demais dias e horários.

As empresas do Seridó até 2018 possuíam um perfil característico em suas instalações com um consumo oscilando entre 25.000 e 35.000 kWh/mês e contratos de demanda de 150 a 190 kW. Com a implementação de novos modelos de fornos e o aumento da capacidade dos equipamentos de produção, conforme descrito, ocorreu uma mudança neste perfil, e o consumo médio das empresas atualmente atinge os 50.000 kWh/mês, enquanto as demandas contratadas estão na faixa de 200 a 250 kW.

No processo de produção de peças de cerâmica vermelha, conforme visto na Figura 10, pode-se afirmar que a energia elétrica está presente desde a etapa de alimentação até a etapa

de queima e é empregada nos motores elétricos de diversas potências para o acionamento mecânico.

Os equipamentos presentes na linha de produção correspondem aos alimentadores, bombas, misturadores, laminadores, extrusoras, correias transportadoras, empurradores, ventiladores e exaustores. Na região predomina a presença das extrusoras da Natreb com os modelos 2 e 3 e tem surgido empresas com o modelo 4, ainda maiores. Há ainda uma pequena participação de modelos da Verdés, Bonfanti e Souza. Estas extrusoras possuem uma capacidade de produção de 40.000 a 80.000 telhas por dia. A extrusora é o equipamento de maior consumo de energia neste processo devido à maior potência de seus motores. As linhas de produção possuem um funcionamento de 8 horas/dia, com uma característica de operação semicontínua, com muitas interrupções para ajustes no processo, operando em parte do tempo “em vazio”. Algumas empresas possuem inversores de frequência instalados para modular a operação de tais motores. Os exaustores e ventiladores utilizados nos fornos e secadores, embora possuam potências menores, contribuem de forma significativa, na parcela de consumo de energia elétrica em virtude do regime contínuo de operação.

#### ***a. Consumo e Custo com Energia Elétrica***

O consumo médio mensal de eletricidade nas cerâmicas entrevistadas que recebem a energia em alta tensão apresenta-se atualmente na ordem de 54.000 kWh, perfazendo um custo médio mensal por volta de R\$ 37.000,00.

#### ***b. Consumo Específico de Eletricidade***

O consumo específico de eletricidade mostra a quantidade de kWh gastos na fabricação de mil peças e seu valor médio na amostra analisada corresponde a 54 kWh/milheiro, com uma variação de 49 a 56 kWh/milheiro. Os consumos específicos mais elevados se devem principalmente a maior quantidade de equipamentos elétricos presente nas empresas que possuem equipamentos de produção de maior porte, linhas mais automatizadas e secadores artificiais.

#### ***c. Demanda de Potência Elétrica***

A componente demanda de energia (kW) é a parcela correspondente à potência disponibilizada pela concessionária à unidade consumidora. As empresas que recebem sua energia em alta tensão, como no caso da maioria das cerâmicas na região, têm em seus contratos de energia um valor de demanda (kW) contratual, que corresponde à potência que a concessionária disponibiliza em sua rede de distribuição. Esta potência é definida em função das

potências dos equipamentos instalados. As demandas contratuais atualmente encontram-se entre 210 e 300 kW. Algumas empresas informaram que vêm enfrentando dificuldades de ajuste de tais valores contratuais junto às empresas de energia.

#### ***d. Motores Elétricos***

A produção de energia mecânica através de motores elétricos é uma aplicação comum nas indústrias de cerâmica vermelha. Embora a elevada eficiência seja característica deste tipo de equipamento, nem sempre estes estão perfeitamente dimensionados às tarefas que executam. Muitas vezes estão desajustados com relação ao seu dimensionamento de potência, condição que gera desperdício de energia.

Os principais motores existentes nas unidades pesquisadas correspondem às extrusoras, com potências que variam entre 75 e 150 cv, laminadores que possuem dois motores (geralmente de 20 e 10 cv), misturador com potência de 20 cv, caixão alimentador de 15 cv, exaustor do forno de 20 cv e motores de esteiras, ventiladores e bombas variando de 1,5 a 10 cv.

#### **4.2.8. Energia Solar Fotovoltaica**

A adoção de plantas de geração de energia elétrica solar fotovoltaica vem se tornando uma realidade nos setores residenciais, comerciais e industriais sob o impulso da maturação tecnológica, aumento da produção e da redução dos custos dos equipamentos. A implantação da Resolução Normativa nº 482 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que regulamenta a injeção da energia gerada na rede e o estabelecimento de regras para a compensação desta energia entre o consumidor e a concessionária, também contribui sobremaneira no incremento de instalações de energia solar fotovoltaica.

Muitas empresas especializadas neste ramo vêm oferecendo seus serviços de instalação dos sistemas, dando o suporte na elaboração dos projetos e nos trâmites junto às concessionárias de energia.

A instalação destes sistemas nas indústrias cerâmicas foi iniciada com empresas que possuíam contratos de fornecimento de energia em baixa tensão, ou seja, oneradas apenas pela parcela de consumo (kWh), possibilitando desta forma melhores condições de retorno do investimento, já que não havia custos de demanda (kW) referente à disponibilidade de potência destinada à empresa. Porém, com as reduções nos custos de capital, os sistemas solares, mesmo para as empresas com contrato em alta tensão, também passaram a ser atrativas economicamente.

A pesquisa de campo nas indústrias cerâmicas do Seridó contabilizou oito empresas empregando sistemas de geração de energia solar, sendo sete no Rio Grande do Norte e uma na Paraíba. Estas empresas possuem área suficiente para a instalação do parque solar que, em virtude da potência necessária, necessitam de uma quantidade elevada de painéis solares. Estas unidades estão sendo instaladas em áreas baixas, ou seja, sem o aproveitamento de telhados. Tal fato favorece a manutenção e a limpeza das placas.

Os sistemas solares foram projetados para atendimento da energia consumida total (kWh) das empresas, ressaltando-se a necessidade de manter a questão do contrato de demanda (kW) junto à concessionária e os demais custos relativos à utilização do sistema. Vale salientar que, com o aumento da produção, devido ao aquecimento do mercado ao longo de 2020, algumas empresas aumentaram a capacidade de seus equipamentos produtivos, elevando neste período o seu patamar de consumo. Isso fez com que o sistema projetado anteriormente viesse a não atender a totalidade da energia consumida atualmente. Os sistemas já instalados possuem potências variando entre 170 e 280 (kWp), contam com placas de 335 a 370 W, e entre 400 e 800 placas por empresa. As capacidades médias de geração de energia situam-se entre 23.000 a 38.000 kWh/mês. A Figura 38 mostra duas instalações recentes em empresas com produções mensais superiores a 1.000 milheiros por mês.



Figura 38 - Plantas solares das Cerâmicas Bela Vista (acima) e Tavares (abaixo).

Os investimentos realizados situaram-se na faixa de R\$ 500 mil a R\$ 800 mil e foram efetivados em parte com recursos próprios e também com aporte de instituições financeiras, públicas e privadas.

A maioria das empresas demonstrou interesse nos sistemas de geração de energia, considerando, entretanto, que o custo de investimento ainda é muito elevado. Muitos empresários têm receio em contrair dívidas e vêm avaliando melhor o comportamento do mercado, observando os resultados de seus pares. Há também um grupo, nesse momento, que declara não ter condições de acesso a financiamentos para aquisição do sistema.

Importante registrar que as empresas que já possuem o sistema instalado estão plenamente satisfeitas com os resultados obtidos e recomendariam a sua implementação. Relatam um bom funcionamento do sistema, e que estão auferindo os devidos descontos em suas faturas referentes à energia gerada na planta solar.

Três empresas instaladoras dos sistemas de geração de energia solar vêm atuando na região. Ainda há um amplo espaço para o avanço desta tecnologia, mas, de acordo com essas instaladoras, ainda existem barreiras a serem superadas para uma maior disseminação do sistema solar. São elas:

- Persiste alguma desconfiança sobre a efetividade do sistema e receio em aportar recursos em algo que ainda não se detém um pleno conhecimento da relação custo/benefícios;
- Dificuldade de acesso às linhas de crédito por conta de documentações e garantias exigidas pelos bancos;
- Incerteza na priorização de investimentos internos e do comportamento do mercado. Algumas empresas, diante do momento atualmente favorável do mercado, vêm considerando algumas outras opções para investir, como na expansão de fornos e no aumento de capacidade do maquinário.
- Pouco informação com respeito ao porte da instalação e sobre as tratativas com a concessionária de energia, tendo em vista que a empresa precisa dever manter algumas condições contratuais em vigor.

#### **4.2.9. Gestão**

##### **a. Melhorias**

As empresas na região do Seridó vêm investindo em melhorias ao longo dos anos. De acordo com a experiência anterior obtida pelo INT no Projeto EELA (INT/MCTIC, 2017), entre os anos de 2010 e 2016, grande parte das melhorias realizadas no setor e nesta região foram principalmente na linha de produção e na troca de fornos por tecnologias mais eficientes.

Atualmente, como mostrado na Tabela 8, as empresas continuam neste processo de melhoria dos processos produtivos, aplicando valores desde R\$ 50 mil para construção/compra de secadores/vagonetas até R\$ 800 mil na troca para fornos mais eficientes. Nota-se também uma preocupação em implementar melhorias na gestão da produção e no atendimento às normas de segurança e controle de qualidade, com investimentos que variaram de R\$ 10 mil a R\$ 60 mil.

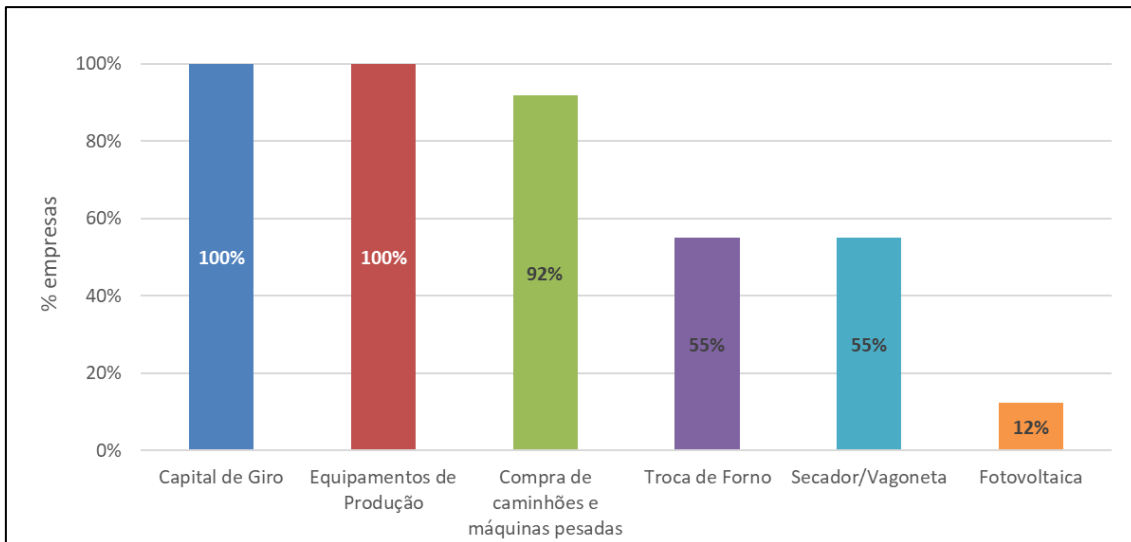
**Tabela 8 - Melhorias realizadas pelas empresas nos últimos três anos.**

<b>Tipo de melhorias</b>	<b>% empresas</b>	<b>Mínimo Investido (mil reais)</b>	<b>Máximo Investido (mil reais)</b>
Equipamentos de preparo da massa	100	100	200
Equipamentos de extrusão	100	100	200
Segurança (adaptação à Norma ABNT)	100	15	60
Gestão da produção	100	15	50
Controle da qualidade	100	10	30
Fornos novos	55	100	800
Secador/Vagonetas	55	50	80
Automação & controle	2	40	40

#### ***b. Financeiro***

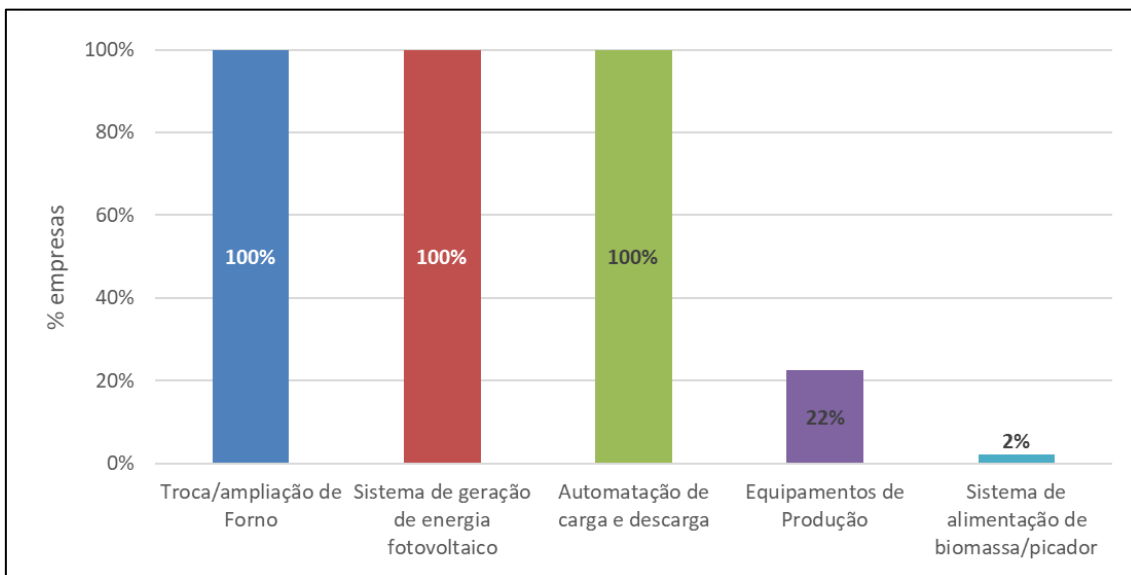
Todas as empresas entrevistadas informaram que já solicitaram algum tipo de empréstimo a instituições financeiras, como o Banco do Nordeste (BNB), e que os mesmos foram concedidos com taxas de juros atrativas e que mantêm interesse em participar de programas de créditos.

Os empréstimos solicitados (Figura 39) foram empregados principalmente para capital de giro (100% das empresas), aquisição de equipamentos de produção (100%) e de caminhões e máquinas pesadas (92%), e em algumas ocasiões para a troca de forno (55%), instalação de sistema de geração de energia solar (12%) e compra de secadores/vagonetas (55%).



**Figura 39 - Finalidades para aplicação dos empréstimos solicitados.**

Todas as empresas afirmaram que teriam interesse em participar de linhas de crédito com taxa de juros atrativa (Figura 40), para aplicação em melhorias de diferentes finalidades, tais como a troca ou ampliação de forno (interesse de 100% das empresas), instalação do sistema de energia fotovoltaica (100%), automação de carga e descarga (100%), equipamentos de produção (22%) e investimento em sistema de alimentação de biomassa (2%).



**Figura 40 - Finalidade de aplicação de uma possível linha de crédito.**

### **c. Provedores**

As empresas pesquisadas informaram que há uma boa disponibilidade de provedores de equipamentos e/ou consultoria nas seguintes áreas: produção, automação e controle, equipamentos elétricos, equipamentos mecânicos, processo fabril, consultoria e construção de

fornos, questões ambientais, medições de emissões atmosféricas, eficiência energética, qualidade, capacitação de funcionários, assessoria contábil, segurança do trabalho e desenvolvimento de novos produtos. Porém, as mesmas indicaram carência no suporte às atividades que envolvem gestão empresarial (100% das entrevistadas), licenciamento de jazidas (100%) e energia fotovoltaica (39%).

### **4.3. Pontos Fortes e Principais Dificuldades**

Por fim, de modo a sintetizar as questões mais relevantes e seguir um aprofundamento de alguns temas com demais atores regionais, foram elencados os principais pontos fortes e as dificuldades centrais do setor cerâmico da região do Seridó.

#### ***Pontos Fortes***

- Menor custo de produção em comparação a outras regiões produtoras;
- Fácil acesso a mercados regionais de grandes centros;
- Processo de modernização e aumento de capacidade produtiva em curso;
- Conscientização da necessidade de aprimorar a qualidade dos produtos;
- Atendimento da legislação ambiental em curso através da implementação de novos fornos;
- Início de implementação da energia solar fotovoltaica nas empresas;
- Melhoria das condições de trabalho (salubridade) no que diz respeito à substituição de fornos rudimentares;
- Maior assimilação pelas empresas da oferta de lenha de origem sustentável e legal;
- Perfil empreendedor das empresas;
- Interesse por inovações.

#### ***Dificuldades e gargalos***

- Quantidade ainda elevada de fornos rudimentares;
- Atendimento ao licenciamento ambiental (para extração de argila e operação das unidades fabris);
- Acesso ao financiamento;
- Mão de obra escassa;
- Cooperação e parcerias entre as empresas insuficiente;
- Oferta de lenha de planos de manejo florestal sustentável (PMFS) ainda baixa;
- Presença de informalidade;
- Capacitação em gestão empresarial;



- Assessoria para implementação de energia solar;
- Atendimento a algumas demandas de agentes públicos;
- Fomento insuficiente para o atendimento de demandas locais.
- Não adesão aos programas de certificação da qualidade dos produtos (PSQ-Anicer).
- Atendimento deficiente às normas de qualidade dos produtos por parte das empresas.

## **5. Conclusões e Comentários Finais**

O polo de cerâmica vermelha no Seridó, cobrindo os estados do Rio Grande do Norte e Paraíba, reúne todas as características e se encaixa no conceito de um Arranjo Produtivo Local (APL). Está estabelecido na região há mais de 20 anos, tem como produto central a telha colonial, produzida em dezenas de empresas, sofre de problemas comuns, e assim, tem despertado o interesse de entidades governamentais e de outros agentes, principalmente em virtude de sua enorme importância econômica numa região de poucas oportunidades de trabalho e renda.

O polo produtor vem evoluindo de forma acelerada e se transformando. A produção de telhas coloniais cresceu acentuadamente no período entre 2000 e 2013, impulsionada pelo momento favorável da economia nacional e através de programas governamentais à época. Por volta de 2013 o polo (APL) reunia cerca de 140 produtores. Mas, logo adiante, com o agravamento da crise econômica a partir de 2016, muitas empresas foram afetadas, principalmente aquelas de menor porte. O movimento que se deu na região passou a priorizar uma modernização dos processos fabris das empresas, buscando obter ganho de escala e maior produtividade. Possivelmente esses foram fatores preponderantes que vêm acelerando a transformação do polo produtor, além de um maior rigor por parte dos agentes de meio ambiente na questão da emissão de poluentes atmosféricos.

A mudança central tem sido a adoção de processos e tecnologias mais modernos e o aumento da capacidade de produção individual. Dezenas de empresas praticamente dobraram suas produções nos últimos anos, enquanto outros, bem pequenos, não encontraram meios de competir, e terminaram encerrando suas atividades. Enquanto a produção individual média das empresas praticamente dobrou nos últimos 10 anos, a produção geral do polo, reunindo os fabricantes dos dois estados, decresceu aproximadamente 24%. Assim, atualmente a produção de telhas, tijolos, blocos e lajotas se encontra em torno de 70.000 milheiros/mês (cerca de 105 mil toneladas), obtida em um pouco mais de 60 produtores.

A pesquisa de campo realizada pelo INT abrangeu uma amostra de 49 produtores e revelou que a produção média atual destes alcança cerca de 1.230 peças/mês/empresa, que

totalizam 60.500 milheiros mensais. A maior parte destes produtores está no Estado do Rio Grande do Norte.

Quase a totalidade das empresas produzem telhas extrudadas (tipo colonial) (94%), e 61% tem como produto secundário os blocos de vedação (tijolos de oito furos). Esta produção é comercializada diretamente no mercado a varejo (60%) a particulares e empresas construtoras.

Notou-se também que mesmo neste período de pandemia de COVID-19, 67% das empresas entrevistadas conseguiram manter suas produções. Porém, foi surpreendente observar que algumas delas (14%) conseguiram aumentar sua produção em até 20% e outras (4%) em até 40%, justificado pela distribuição do auxílio emergencial concedido pelo governo, e também por uma redução nos gastos pessoais em lazer e festividades no decorrer de 2020. Os 15% restantes foram de empresas que tiveram reduções em suas produções, atribuídas à dificuldade de adaptação ao mercado aquecido.

Em termos dos processos fabris, todos os produtores possuem jazida própria para extração de argila e muitos deles têm aumentado a capacidade de seu maquinário de preparo da matéria prima. 37% já possuem secadores artificiais, embora a prática de secagem natural ao ambiente permaneça; e os fornos dominantes ainda são os do tipo caipira, responsáveis por 40% da produção. No entanto, novos fornos vêm sendo implantados de forma acelerada, notadamente os do tipo câmaras, incluindo o modelo Cedan, e esses já são responsáveis por quase 30% da produção total na região. Interessante observar que um único forno mais moderno, de vários tipos, pode substituir entre 5 e 7 fornos caipiras, além de proporcionar redução significativa de perdas, produtos com melhor qualidade, economia de energia, menor poluição atmosférica e melhores condições de trabalho para os empregados. A quantidade de fornos na região atualmente supera 200 unidades. Deve-se destacar que os investimentos em novos fornos chegam a cifras bastante elevadas, podendo facilmente superar R\$ 800 mil, incluindo secadores e acessórios.

O combustível principal dos fornos e secadores continua sendo a lenha, que atinge um consumo de cerca de 500 mil m<sup>3</sup> estéreos por ano, de acordo a presente pesquisa e algumas estimativas. Essa lenha é fornecida através três fontes centrais, como também legais: algaroba com participação mais expressiva, de 63% do consumo total; podas e cortes rasos de cajueiro gigante (25%); e lenha de PMFS da Caatinga, com um consumo de somente 12% das lenhas empregadas atualmente.

De outro lado, a lenha suprimida irregularmente não foi identificada na presente pesquisa, embora seu emprego pontual seja provável, dado que o balanço de oferta e demanda de lenha como um todo, nos estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba, indicava um déficit na oferta de lenha legal em 2018. Atualmente esse consumo de lenha irregular poderia se situar

em cerca de 15%, segundo estimativas de agentes ambientais atuantes na região, o que demonstra, de qualquer forma, uma forte queda nos últimos dez anos. De toda sorte, parece existir atualmente um reordenamento das empresas, indicando uma tendência à regularização na região no que se refere à utilização de biomassa legal, demonstrando o quão importante é a expansão da oferta de lenhas legais e sustentáveis, obviamente a um custo competitivo e com disponibilidade regular ou sem oscilações sazonais de fornecimento. Esse aspecto é fundamental para a conservação do bioma Caatinga e de todos os seus benefícios associados, tais como: conservação da biodiversidade, preservação de estoque de água, melhoria do clima local, produção de alimentos regionais, geração de trabalho e renda, e minimização dos riscos de desertificação.

Importante registrar, de acordo com alguns relatos, que, muitas vezes, a lenha, supostamente proveniente de exploração irregular, poderia estar sendo suprimida de forma sustentável, e servindo como uma das raras fontes de renda da população rural que a explora. De qualquer forma isso não elimina a possibilidade do desmatamento predatório, mas vem reforçar ainda mais a importância da ampliação da oferta de lenha dos planos de manejo florestal sustentável e de outras biomassas legais e sustentáveis.

Em paralelo a esforço da ampliação da oferta de lenha, também importante buscar forma de reduzir a sua demanda, tarefa plenamente factível não somente através da implantação de novos fornos, conforme indicado, mas também por meio da incorporação de tecnologias para o uso eficiente, como no caso da alimentação automática de lenha picada ou de outras biomassas processadas, técnica aplicável em boa parte dos fornos em uso na região.

Com relação à energia elétrica, as empresas apresentam consumos não muito elevados, da ordem de 50.000 kWh/mês/empresa; e demandas contratuais variando entre 200 e 250 kW. Estes parâmetros vêm tendo uma elevação nos últimos anos devido ao aumento da capacidade de produção nas empresas.

A adoção de sistemas de geração de energia solar fotovoltaica vem despertando grande interesse. Já são oito unidades fabris contando com essa tecnologia, que empregam sistemas com capacidades médias de geração entre 23.000 e 38.000 kWh/mês. Entretanto, alguns aspectos precisam ser aprofundados para que esses sistemas possam se expandir de forma mais acelerada. Por exemplo, ainda há pouca informação e persistem algumas incertezas, em particular quanto ao desempenho dos sistemas, retorno financeiro, acesso ao financiamento, concorrência com outras prioridades internas nas empresas, afora algum receio em contrair dívidas de longo prazo, especialmente num momento de incertezas econômicas no país.

Como pontos fortes das empresas na região merecem destaques o processo de modernização e o crescimento que as empresas vêm experimentando, a capacidade

empreendedora diferenciada e o baixo custo de fabricação na região em relação a outros polos produtores próximos. De outro lado, as maiores dificuldades ou deficiências identificadas estão na presença de muitos fornos obsoletos ainda em operação, no fornecimento limitado de lenha sustentável e legal, no licenciamento ambiental, no acesso ao crédito em condições mais atraentes, a baixa adesão aos programas de certificação de qualidade, e na alta informalidade ainda presente em muitas empresas. Portanto, conforme apontado anteriormente, além dos temas ligados ao uso de energia pré-indicados que serão mais explorados no decorrer do Projeto, os pontos fortes aqui salientados precisarão de apoio contínuo para serem ampliados, e os gargalos existentes deverão trazer novos encaminhamentos de modo atenuá-los ou saná-los por completo.

De qualquer forma, o perfil empreendedor das empresas da região merece destaque especial, em particular para as empresas no Rio Grande Norte. Muitas destas passaram por transformações radicais nos últimos cinco ou seis anos, modernizando seus processos e incorporando novas tecnologias. Exemplo disso, são os novos fornos citados, a implantação da energia solar, a preocupação em melhorar a qualidade dos produtos e o maior cuidado com o meio ambiente. Boa parte das empresas compreendeu que os investimentos em tecnologia não são necessariamente custos, mas sim uma forma de se obter maior receita e lucro. Tem havido, portanto, uma mudança de mentalidade bastante positiva.

## Referências bibliográficas

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

ALMEIDA, E. P., PORTO, L. R., NÓBREGA, E. M., QUEIROGA, A. F., COSTA, I., 2009. Redução do desperdício de lenha e matéria-prima aplicando a metodologia de produção mais limpa no setor de cerâmica vermelha na região do Seridó, in: *2nd International Workshop - Advances in Cleaner Production*.

ANDRADE, F. L. F., 2009. Estudo da formulação de massas cerâmicas provenientes da região do Seridó-RN para fabricação de telhas. Dissertação de Mestrado UFRN, Natal.

APNE/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.

BACCELLI JÚNIOR, G., 2010. Avaliação do progresso industrial de cerâmica vermelha na região do Seridó-RN. Tese de Doutorado UFRN, Natal.

BEZERRA JÚNIOR, J. G. O., SILVA, N. M., 2007. Caracterização geoambiental da microrregião do Seridó Oriental do Rio Grande do Norte. *Holos*, Ano 23, vol 2. 91p.

BRANCO, S. M., 1994. Caatinga: a paisagem e o homem sertanejo. São Paulo: Moderna, 55p.

BRASIL. Lei Nº 11.284, de 2 de março de 2006. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2006/Lei/L11284.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11284.htm)>. Acesso em 03/02/2021.

CAMPELLO, F. B., SILVA, J. A., GARIGLIO, M. A., LEAL, A. M. A., 1995. Indicadores socioeconômicos do setor florestal na região Nordeste. Recife: MMA/IBAMA, 17p.

CNIP, 2018. Centro Nordestino de Informações sobre Plantas: Planos de Manejo Florestal Sustentado na Caatinga. Disponível em: < [http://www.cnip.org.br/planos\\_manejo.html](http://www.cnip.org.br/planos_manejo.html)>. Acesso em 10/02/2021.

FELTER, R., DE OLIVEIRA, C. H., SAITO, C., 2010. As chuvas na microrregião geográfica do Seridó: contribuições para a seleção de áreas dos estudos de mudanças climáticas da Rede Clima, V Encontro Nacional de ANPPAS, Florianópolis.

GIULIETTI, A. M., HARLEY, R. M., QUEIROZ, L. P., BARBOSA, M. R. V., BOCAGE NETA, A. L., 2002. Espécies endêmicas da caatinga. Vegetação e flora da caatinga. Workshop Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade bioma Caatinga. Petrolina, Pernambuco, Brasil, p. 103-118.

HENRIQUES JR., M., CANDIDO, R., PINTO, J. A., DE OLIVEIRA, M., 2020. Eficiência energética do uso de lenha em sistemas de queima na indústria – caso da cerâmica vermelha. XII Congresso Brasileiro de Planejamento Energético. Sociedade Brasileira de Planejamento energético/ UNIFEI/UNICAMP.

HENRIQUES JR., M., LIMA, C. M., 2002. Eficiência de uso da lenha na indústria cerâmica do estado da Paraíba e seu impacto na redução de emissões de GEE. Relatório de Projeto de Pesquisa – Fundação Esquel, Instituto Nacional de Tecnologia/FUNCATE, Rio de Janeiro.

HENRIQUES JR., M., SCHWOB, M., RODRIGUES, J. A., 2015. Manual de fornos eficientes para indústria de cerâmica vermelha, INT/MCTIC, Rio de Janeiro, 80p.

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

INT, 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, 2013. Relatório de caracterização do questionário de verificação. Projeto EELA/INT, Rio de Janeiro/RJ.

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

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

INT/MCTIC, 2016. Relatório de Sistematização de Questionários. Projeto EELA/INT, Rio de Janeiro. 109p.

INT/MCTIC, 2017. Cerâmica Vermelha - Projeto EELA no Brasil. Projeto EELA/INT, Rio de Janeiro/RJ, 135p.

LUCENA, M. S., 2019. Aspectos ambientais das áreas susceptíveis à desertificação e características socioambientais do núcleo de desertificação do Seridó do Rio Grande do Norte (RN) e Paraíba (PB), *Holos*, ano 35, v.5, e3938.

MDIC, 2011. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (migrando para Ministério da Economia). Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br>>. Acesso em 27/10/2020.

MI, 2009. Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável do Seridó (PTDRS), Ministério da Integração Nacional, Brasília.

MMA, 2005. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. Panorama da desertificação no Estado do Rio Grande do Norte. Natal/RN, 2005.

MMA, 2008. Estatística Florestal da Caatinga. Vol. 1. 136p.

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

PAREYN, F., RIEGELHAUPT, E., CAMPOS, J., DE OLIVEIRA, M., 2016. Manual para escolha da biomassa combustível em indústria de cerâmica vermelha no Nordeste, Instituto Nacional de Tecnologia/MCTIC, 1ª edição, Rio de Janeiro, 60p.

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 do Rio Grande do Norte e Paraíba, e sua potencial inserção na matriz energética da indústria cerâmica. Recife, PE. 36p.

PNUD, 2009. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. 2003. Disponível em: <[www.pnud.org.br/atlas](http://www.pnud.org.br/atlas)>. Acesso em 15/11/2020.

RIBASKI, J., DRUMOND, M. A., OLIVEIRA, V. R., NASCIMENTO, C. E. S., 2009. Algaroba (*Prosopis juliflora*): Árvore de Uso Múltiplo para a Região Semiárida Brasileira. Embrapa Florestas. Comunicado Técnico. Colombo. 8p.

SEDEC, 2004. Diretrizes para uma política do setor energético do Rio Grande do Norte Secretaria de Desenvolvimento Econômico.

SENAI-RN/CTGAS-ER, 2012. Diagnóstico da indústria cerâmica vermelha do Rio Grande do Norte.

# ANEXO 1 – FORMULÁRIO DE PESQUISA DE CAMPO

### QUESTIONÁRIO PROJETO APL – POLO SERIDÓ RN/PB

Cadastro	
Dia da entrevista:	____/____/2020
Entrevistador:	
Entrevistado:	
Nome da empresa:	
Endereço:	
CEP:	
Município:	
Estado:	<input type="checkbox"/> Rio Grande do Norte <input type="checkbox"/> Paraíba
Telefones:	
E-mail:	

Informações Gerais	
É filiada a alguma entidade?	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim. Qual? _____
Idade da Empresa:	
NR Funcionários:	<input type="checkbox"/> 0 a 10 <input type="checkbox"/> 11 a 25 <input type="checkbox"/> 26 a 50 <input type="checkbox"/> Mais de 50
O terreno é próprio?	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim
A empresa possui as licenças necessárias?	<input type="checkbox"/> Não possui <input type="checkbox"/> Sim, protocolada. <input type="checkbox"/> Sim, em vigência.
Caso negativo, qual a dificuldade para a aquisição das licenças?	
Existe carência de profissionais habilitados para a elaboração de documentação necessária para dar entrada no pedido das licenças e de suas renovações?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não

1

### Informações – Pandemia COVID 19

A empresa está em funcionamento?	<input type="checkbox"/> Sim, normal <input type="checkbox"/> Sim, parcialmente <input type="checkbox"/> Não
Produção normal da empresa (antes da pandemia):	_____ milheiros/mês
Houve variação da produção durante a pandemia?	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim. Quanto (%)? _____
A empresa demitiu funcionários?	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim. Quanto (%)? _____
A empresa tem/teve dificuldades durante a pandemia?	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim. Qual(is)? _____
Se a empresa permaneceu ativa durante a pandemia, quais medidas tiveram que tomar para ajustar a produção?	<input type="checkbox"/> Adoção dos protocolos de saúde e segurança (máscara, álcool gel, etc.) <input type="checkbox"/> Redução do horário de funcionamento <input type="checkbox"/> Redução de salário <input type="checkbox"/> Redução de funcionários <input type="checkbox"/> Criação de novas atividades ou produtos <input type="checkbox"/> Outros _____
Qual a expectativa da empresa com relação ao tempo de recuperação do mercado pós pandemia?	_____ meses
Houve algum incentivo ou ajuda dos governos (Prefeitura ou outro) para este momento?	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim
Houve alteração no preço de venda do seu produto (teija ou tijolo)?	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim. Quanto (%)? _____
Houve alteração de preços de insumos ou serviços nos últimos meses?	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim. Qual(is) insumo(s) ou serviço(s)? _____

### Informações – Comerciais

Qual a proporção do tipo de comercialização realizada dos produtos?	
<input type="checkbox"/> Comercialização direta: _____%	<input type="checkbox"/> Comercialização indireta: _____%

2

### Informações – Matéria-prima

Possui jazida própria?	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim
Qual é a capacidade (t) da carrada/caçamba? (em toneladas)	
Qual o custo (R\$) da carrada?	
A argila vem de que distância aproximadamente?	<input type="checkbox"/> menos de 15 km <input type="checkbox"/> entre 15 e 30 km <input type="checkbox"/> entre 30 e 50 km <input type="checkbox"/> mais de 50 km
De que região ou município?	
Existe algum tipo de análise laboratorial de argila?	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim
Existem dificuldades para a aquisição da argila?	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim. Qual(is): _____
Aditivos/resíduos são acrescentados a argila?	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim
Qual?	%
Qual?	%

### Informações – Produção

Quais os tipos de produtos fabricados?

Tipos de Produtos	Quantidade de produtos (milheiro/mês)	Peso médio produto queimado (kg)	Qual o preço de venda? (R\$/milheiro)
Tijolo Artesanal			
Teija Extrudada (1t Qualidade)			
Teija Extrudada (2t Qualidade)			
Teija Prensaada			
Leijota			
Bloco estrutural			
Tijolo			
Outros			

3

### Qual o percentual médio de perdas de produção?

<input type="checkbox"/> menor que 1% <input type="checkbox"/> entre 1 e 3% <input type="checkbox"/> entre 3 e 5% <input type="checkbox"/> entre 5 e 10% <input type="checkbox"/> acima de 10%
--

Qual a variação percentual da produção por conta da sazonalidade (período de seca e de chuvas)?

<input type="checkbox"/> menor que 10% <input type="checkbox"/> entre 10 e 20% <input type="checkbox"/> entre 20 e 30% <input type="checkbox"/> > que 30%
---

### Informações – Secagem

Qual(is) o(s) tipo (s) de secagem utilizada(s)	<input type="checkbox"/> Natural <input type="checkbox"/> Galpões <input type="checkbox"/> Secadores
Qual o tempo de secagem (h):	
Consumo de combustível no secador (m <sup>3</sup> t/mês)	

### Informações – Fornos

Qual a quantidade de fornos e suas respectivas capacidades?

Tipos de Fornos	Quantidade (unidades)	Capacidade média (milheiros/forno)	Quantidade de queimas (queimas/mês/forno)	Ciclo completo forno (h)		
				Enfite	Queima	Resfriamento
Caipira/Cadeira						
Abóides						
Hoffman						
Tipo Câmara						
Cedan						
Metálico Móvel						
Vagão Metálico						
Paulistinha						
Outros (especificar)						

4

Informações – Combustíveis		
Qual o consumo total de lenha estimado para a produção mensal da empresa (m <sup>3</sup> /mês)?		
Tipo de Lenha	Percentual utilizado (%)	Custo (R\$/m <sup>3</sup> )
Algaroba		
Fodas de caju		
Nativa de plano de manejo florestal (PMF)		
Lenha de reflorestamento		
Nativa		
Outras formas de combustível (Briquete, chip, pellet)		R\$/t
Emprega algum resíduo de biomassa? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim		
Tipo de Resíduo	Percentual utilizado com relação a todos combustíveis (%)	Custo (R\$/t)
Serragem		
Embalagens de madeira		
Construção Civil/Pallets		
Bagaço de Cana		
Cascas de frutos, quais?		
Outros. Quais?		
Melhor lenha para trabalhar nos fornos de empresa?		
Por que?	<input type="checkbox"/> melhor poder calorífico	<input type="checkbox"/> menor custo <input type="checkbox"/> maior disponibilidade <input type="checkbox"/> outros
Seria viável uma central de fornecimento de lenha? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim		
Seria viável uma central de fornecimento de lenha picada? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim		

5

Informações – Energia Elétrica	
Tipo de fornecimento:	<input type="checkbox"/> Alta tensão <input type="checkbox"/> Baixa tensão
Consumo de eletricidade mensal (KWh):	
Demanda contratada (kW):	
Custo mensal médio da eletricidade (R\$/mês):	
Tem interesse na instalação de sistema de geração de energia elétrica solar? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	
Se sim, qual a dificuldade?	
<input type="checkbox"/> dimensionamento	<input type="checkbox"/> investimento <input type="checkbox"/> falta de informação <input type="checkbox"/> inexistência de área <input type="checkbox"/> outros
Se não, por quê?	
<input type="checkbox"/> não vale a pena	<input type="checkbox"/> é muito caro <input type="checkbox"/> dificuldade de financiamento <input type="checkbox"/> outros
Informações – Geração fotovoltaica	
Já possui ou está em processo de instalação? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	
Quantidade de placas instaladas:	
Potência da placa (kW):	
Capacidade total instalada (kW):	
Capacidade média de geração de energia (kWh/mês):	
Valor do investimento (R\$):	
Recurso próprio <input type="checkbox"/> ou Financiamento <input type="checkbox"/> ou misto (recurso próprio + financiamento) <input type="checkbox"/>	
As placas instaladas suprem a energia de toda empresa? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	

6

Está suprindo a energia de outra instalação com a capacidade gerada?	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim
Houve algum problema com a concessionária?	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim
Está satisfeito com o sistema de geração fotovoltaica?	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim
Se não, qual motivo?	
Recomendaria a outra empresa essa instalação?	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim
Informações – Melhorias no processo	
A empresa realizou alguma medida para melhoria nos últimos 3 anos? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	
Tipo de Melhorias	Investimento aproximado (R\$)
Gestão (controle da produção e custos)	
Equipamentos de preparo da massa	
Equipamentos de extrusão	
Secador/Vagonetas	
Fornos novos	
Expansão da capacidade do forno	
Sistema de alimentação de biomassa/picador	
Controle da qualidade	
Automação & controle	
Segurança (adaptação à Norma ABNT)	
Outras (indicar)	
Informações – Financeiro	
Já solicitou algum tipo de empréstimo a instituições financeiras? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	
O empréstimo foi concedido? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	
A taxa de juros praticada foi atrativa? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	

7

Objetivo do empréstimo	Agente Financeiro			
Capital de Giro	<input type="checkbox"/> BNB	<input type="checkbox"/> CEF	<input type="checkbox"/> BB	<input type="checkbox"/> Privado
Equipamentos de Produção	<input type="checkbox"/> BNB	<input type="checkbox"/> CEF	<input type="checkbox"/> BB	<input type="checkbox"/> Privado
Troca de Forno	<input type="checkbox"/> BNB	<input type="checkbox"/> CEF	<input type="checkbox"/> BB	<input type="checkbox"/> Privado
Secador/Vagoneta	<input type="checkbox"/> BNB	<input type="checkbox"/> CEF	<input type="checkbox"/> BB	<input type="checkbox"/> Privado
Sistema de alimentação de biomassa/picador	<input type="checkbox"/> BNB	<input type="checkbox"/> CEF	<input type="checkbox"/> BB	<input type="checkbox"/> Privado
Sistema de geração fotovoltaico	<input type="checkbox"/> BNB	<input type="checkbox"/> CEF	<input type="checkbox"/> BB	<input type="checkbox"/> Privado
Outras (indicar)	<input type="checkbox"/> BNB	<input type="checkbox"/> CEF	<input type="checkbox"/> BB	<input type="checkbox"/> Privado
Caso seja possível participar de um programa de linha de crédito para a implementação de melhorias em sua empresa, com juros atrativos, existe o interesse? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim				
Se tivesse acesso a um financiamento atrativo, onde aplicaria?				
<input type="checkbox"/> Capital de Giro				
<input type="checkbox"/> Equipamentos de Produção				
<input type="checkbox"/> Troca de Forno				
<input type="checkbox"/> Secador/Vagonetas				
<input type="checkbox"/> Sistema de alimentação de biomassa/picador				
<input type="checkbox"/> Sistema de geração de energia fotovoltaico				
Outras (indicar)				
Informações – Provedores				
Existe disponibilidade de provedores de equipamentos para:				
Produção?	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim		
Automação e controle?	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim		
Existe disponibilidade de provedores de serviços técnicos para:				
Trabalhos na parte elétrica?	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim		

8



Trabalhos na parte mecânica?	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim
Consultoria e assessoria no processo fabril?	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim
Consultoria para adequação/aquisição/construção de forno?	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim
Consultoria e assessoria nas questões ambientais?	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim
Consultoria em medições atmosféricas?	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim
Consultoria e assessoria em eficiência energética?	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim
Consultoria e assessoria em qualidade?	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim
Consultoria e assessoria para capacitação de funcionários?	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim
Consultoria de assessoria contábil?	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim
Consultoria e assessoria em gestão empresarial?	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim
Consultoria de segurança do trabalho?	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim
Consultoria para licenciamento das jazidas?	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim
Consultoria para desenvolvimento de novos produtos	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim
Consultoria para energia fotovoltaica	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim