

**15 e 16 de JUNHO de 2016**

**CARACTERIZAÇÃO DA CADEIA PRODUTIVA DE  
PROCESSAMENTO DE BIOMASSA RESIDUAL PARA O SETOR  
DE CERÂMICA VERMELHA EM SÃO JOSÉ DOS PINHAIS,  
PARANÁ**

**Julia Santos Nunes de Campos<sup>1</sup>; Marcia Carla R. de Oliveira<sup>2</sup>; Maurício Francisco  
Henriques Jr<sup>3</sup>; Joaquim Augusto Pinto Rodrigues<sup>4</sup>**

**RESUMO**

O Instituto Nacional de Tecnologia, durante a atualização do Panorama Brasil para a Indústria de Artigos Cerâmicos para Construção Civil, no contexto do Projeto EELA – Eficiência Energética para o Setor de Cerâmica Vermelha na América Latina para mitigação do câmbio climático, obteve informações sobre os principais polos cerâmicos brasileiros. Em São José dos Pinhais, no estado do Paraná, existe um aglomerado cerâmico com mais de 100 indústrias, possuindo tradição na atividade com olarias que datam mais de 35 anos. Neste polo foi observado um arranjo produtivo local fundado e gerido por ceramistas, a Central de Logística e Reciclagem, criada em 2013 e que hoje disponibiliza cerca de 1.500 toneladas mensais de cavacos oriundos do reaproveitamento de resíduos da construção civil e de indústrias da região. O presente estudo tem por objetivo caracterizar a produção e a dinâmica de fornecimento de combustível renovável bem sucedida, para que possa embasar instrumentos de gestão, políticas públicas e fomentar outras ações semelhantes pelo país.

**PALAVRAS-CHAVE:** eficiência energética, reciclagem, resíduos sólidos, biocombustíveis, economia local, cerâmica vermelha.

<sup>1</sup> CAMPOS, JSN – Instituto Nacional de Tecnologia, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, [julia.campos@int.gov.br](mailto:julia.campos@int.gov.br)

<sup>2</sup> OLIVEIRA, MCR – Instituto Nacional de Tecnologia, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, [marcia.carla@int.gov.br](mailto:marcia.carla@int.gov.br)

<sup>3</sup> HENRIQUES JR., MF – Instituto Nacional de Tecnologia, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, [mauricio.henriques@int.gov.br](mailto:mauricio.henriques@int.gov.br)

<sup>4</sup> RODRIGUES, JAP – Instituto Nacional de Tecnologia, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, [augusto.rodrigues@int.gov.br](mailto:augusto.rodrigues@int.gov.br)

Local:

Federações das Indústrias do Estado do Paraná  
Curitiba – Paraná - Brasil



15 e 16 de JUNHO de 2016

## CHARACTERIZATION OF RESIDUAL BIOMASS PROCESSING CHAIN FOR CERAMIC INDUSTRY IN SÃO JOSÉ DOS PINHAIS, PARANÁ

**Julia Santos Nunes de Campos<sup>1</sup>; Marcia Carla R. de Oliveira<sup>2</sup>; Maurício Francisco Henriques Jr<sup>3</sup>; Joaquim Augusto Pinto Rodrigues<sup>4</sup>**

### ABSTRACT

The Nacional Institute of Technology – INT, during the update of Brazilian Brick Industries Panorama in the context of The Project Energy Efficiency in Brick Production in Latin America to Mitigate Climate Change – Project EELA, has reached information about the mainly Brazilian ceramics districts. Paraná state has an ceramic producing region which contains more than 100 small brick factories situated at São José dos Pinhais, city that has around 35 years of tradition on brick production. In this place, it was observed a local productive arrangement which was founded and managed by brick makers and called as Recycling and Logistics Central (RLC), created on 2013. Nowadays, the RLC provides about 1,500 tons of wood chips per month which are proceeding from reuse of civil construction wastes and local industries. The aim of this study is to characterize the production and the dynamics of successful renewable fuel supply to base management tools, public policies, and encourage other similar actions across the country.

**PALAVRAS-CHAVE:** energy efficiency, recycling, solid waste, biofuels, local economy, bricks.

<sup>1</sup> CAMPOS, JSN – Instituto Nacional de Tecnologia, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, [julia.campos@int.gov.br](mailto:julia.campos@int.gov.br)

<sup>2</sup> OLIVEIRA, MCR – Instituto Nacional de Tecnologia, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, [marcia.carla@int.gov.br](mailto:marcia.carla@int.gov.br)

<sup>3</sup> HENRIQUES JR., MF – Instituto Nacional de Tecnologia, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, [mauricio.henriques@int.gov.br](mailto:mauricio.henriques@int.gov.br)

<sup>4</sup> RODRIGUES, JAP – Instituto Nacional de Tecnologia, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, [augusto.rodrigues@int.gov.br](mailto:augusto.rodrigues@int.gov.br)

Local:

Federações das Indústrias do Estado do Paraná  
Curitiba – Paraná - Brasil

**15 e 16 de JUNHO de 2016**

## **Introdução**

O termo biomassa diz respeito a todos os vegetais formados através da fotossíntese e os restos da utilização destes como resíduos florestais e agrícolas, assim como a parte decomposta ou em decomposição dos resíduos das indústrias, residências, comércios e de atividades rurais [1].

A biomassa como fonte de energia térmica para sinterização de produtos cerâmicos é largamente empregada pela grande maioria das empresas em todo país. O potencial de consumo equivalente de biomassa combustível para o setor no Brasil é da ordem de 50 milhões de m<sup>3</sup> de lenha/ano, considerando-se que aproximadamente 5% desta demanda é atendida por combustíveis fósseis [2].

O uso da biomassa em grande escala no setor se dá, de forma geral, pela oferta em todos os lugares, pelo custo, se comparado com outras fontes de calor, além de necessitar instalações e equipamentos simples.

Por estes motivos, a biomassa é a primeira opção quando uma empresa cerâmica inicia suas atividades e continua sendo uma das opções preferidas em fábricas que possuem tecnologias mais complexas.

Somente algumas empresas com capacidades de produção muito acima da média mudaram para combustíveis líquidos ou gás natural, considerando vantagens para reduzir custos de mão de obra, aumentar a qualidade dos produtos e/ou manter ritmos de produção estáveis, que compensariam o maior custo dos combustíveis fósseis.

Porém, há de se pontuar a problemática de fornecimento e considerar que a queima de combustíveis fósseis gera sempre emissões de gases de efeito estufa, um problema que pode ser evitado queimando biomassas de origem sustentável e também alguns resíduos.

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

Por iniciativa de alguns ceramistas da Associação dos Ceramistas de São José dos Pinhais – ACSJP, foi criada a Central de Logística e Reciclagem – CLR, que hoje produz cavacos para uso combustível com resíduos de diferentes fontes.

O presente estudo tem por objetivo levantar informações sobre a produção e utilização deste combustível utilizado no polo cerâmico de São José dos Pinhais, esperando-se que o caso de sucesso possa inspirar outros arranjos produtivos locais pelo país.

## **Metodologia**

A cidade de São José dos Pinhais/PR abriga, além do aeroporto internacional da capital do estado, o terceiro polo automotivo do país em seu distrito industrial, que juntamente com outras modalidades fabris produzem resíduos sem destinação final equalizada.

O levantamento das informações foi realizado através de entrevistas com atores da cadeia produtiva de cavacos

Local:

Federações das Indústrias do Estado do Paraná  
Curitiba – Paraná - Brasil

**15 e 16 de JUNHO de 2016**

de São José dos Pinhais, através de perguntas pré-definidas com a equipe do Projeto EELA, projeto de eficiência energética no setor de cerâmica vermelha que intervém em sete países na América Latina, e pelo qual o Instituto Nacional de Tecnologia – INT teve acesso a informações prévias que embasaram o interesse neste arranjo produtivo de combustível renovável para indústria cerâmica.

As entrevistas realizadas tiveram como interlocutores a Secretaria de Indústria, Comércio e Turismo de São José dos Pinhais, que em 2013 participou do levantamento de informações realizado junto ao setor de cerâmica vermelha, a Central de Logística e Reciclagem – CLR, a Associação dos Ceramistas de São José dos Pinhais – ACSJP, além de alguns ceramistas entrevistados na ocasião.

As análises químicas do combustível foram realizadas pelo Laboratório de Combustíveis e Lubrificantes (LACOL) da Divisão de Energia do INT, que utilizou as seguintes metodologias para amostras com base úmida, base seca e como recebida: umidade total - ASTM D3302; matéria volátil - ASTM D3175; teor de cinzas - ASTM D3174; teor de carbono - ASTM D5373; teor de hidrogênio - ASTM D5373; teor de nitrogênio - ASTM D5373; teor de enxofre - ASTM D4239; poder calorífico superior - ASTM D5865; poder calorífico inferior - ASTM D5865.

### **Resultados e Discussões**

O levantamento de informações realizado pela prefeitura em 2013 encontrou as empresas distribuídas em

nove regiões do município: Agaraú, Cachoeira, Campina do Taquaral, Campo Largo da Roseira, Colônia Rio Grande, Colônia Zacarias, Cotia, Colônia Marcelino e Vila Nova. Das 106 empresas levantadas no estudo, 42 apresentam produção maior que cem mil peças por mês e 64 abaixo deste valor, contabilizando um total aproximado de 14.500.000 peças/mês.

A associação local, Associação dos Ceramistas de São José dos Pinhais – ACSJP não apresenta fins lucrativos, buscando o fortalecimento da produção da cerâmica, bem como de políticas públicas que viabilizem a regularização e normatização das empresas, o avanço em tecnologia nos processos, melhorias na infraestrutura das estradas para facilitar a comercialização, fomento à capacitação profissional, adequação às normas ambientais e suporte técnico e administrativo às empresas. Possuem 22 associados e estimam a produção da região de São José dos Pinhais em cerca de 25 milhões de peças por mês.

Criada e gerida por um grupo de nove ceramistas, a Central de Logística e Reciclagem – CLR tem como objetivo a transformação de resíduos madeireiros das indústrias e da construção civil em cavaco (Figura 1), com a finalidade de serem utilizados como biomassa combustível nos fornos das cerâmicas da região.

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

Local:

Federações das Indústrias do Estado do Paraná  
Curitiba – Paraná - Brasil

**15 e 16 de JUNHO de 2016**



**Figura 1** – Cavaco produzido na CLR pronto para queima.

A matéria para processamento (Figura 2) chega à central via entrega ou retirada, de acordo com as indústrias, onde a retirada do material pode ser rentável para CLR ou realizada de forma gratuita.



**Figura 2** – Material residual a ser processado.

Outra fonte de resíduos, provenientes da construção civil é coletada e vendida à central por caminhoneiros independentes, o que, segundo moradores e funcionários da prefeitura, induziu à redução de acúmulos destes materiais nas beiras das estradas.

A Central de Logística e Reciclagem está em funcionamento desde setembro de 2013 e trabalha hoje com cerca de seis funcionários, dois caminhões, 10 caçambas para entrega e um picador de 150 cv (Figura 3), com capacidade nominal de 40m<sup>3</sup>/h, processando

250m<sup>3</sup>/dia chegando a uma produção média de 1.500 toneladas de biomassa combustível/mês, fornecendo para todos os associados da ACSJP, além de ceramistas da grande Curitiba e ainda para algumas empresas de cal.



**Figura 3** – Picador utilizado na central.

Cerca de 70% do que é produzido é adequado diretamente em uma das caçambas da CLR e enviado para o consumidor. As entregas mais distantes chegam a 50 km. Este tipo de fornecimento, viabilizado através de centrais de estocagem e processamento, atende também necessidades de empresas sem áreas para estocagem. Além disso, permite atender demandas específicas de diferentes cerâmicas ao redor da central de abastecimento de biomassa, promovendo assim maior racionalidade e economicidade. Nesse caso, uma empresa especializada centraliza o fornecimento da biomassa (aquisição, beneficiamento e estocagem) e garante a sua distribuição para as diferentes cerâmicas associadas, pontuando-se o fato de que mesmo desvinculada da associação, a CLR é gerida por ceramistas.

Local:

Federações das Indústrias do Estado do Paraná  
Curitiba – Paraná - Brasil



**15 e 16 de JUNHO de 2016**

O cavaco é comercializado por aproximadamente R\$ 26,00/m<sup>3</sup> para os ceramistas associados, chegando a R\$ 31,00/m<sup>3</sup> para empresas de cal, que precisam do material mais seco e solto. Segundo a CLR, seriam necessários de 10 a 15 unidades cerâmicas para o funcionamento da central, visto que não é viável produzir menos que 3.000 m<sup>3</sup> de material combustível por mês.

A CLR também reforma os pallets que chegam em melhores condições no pátio e que podem ser utilizados como base para transporte de produtos cerâmicos.

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

Assumindo-se que as madeiras de refugo das indústrias são de origem renovável e que estas compõem em média 80% das 1.500 toneladas do combustível produzido na CLR, pode-se afirmar que mensalmente são colocados no mercado 1.200 toneladas de combustível renovável na região, que podem ter as emissões evitadas calculadas em toneladas de gás carbônico, uma vez que se mapeie o combustível utilizado previamente na região.

Foi observada adoção de tecnologias mais modernas (Figura 4) no processo de queima nos últimos anos na região, de forma geral incentivada pela disponibilidade e proximidade de

combustível com maior eficiência e possibilidade de alimentação automática, reduzindo ainda mais o consumo específico das empresas da região. Recomenda-se um estudo para conhecer a penetração real das mudanças tecnológicas e suas implicações.



**Figura 4** – Alimentação automática em forno eficiente tipo vagão em cerâmica de São José dos Pinhais.

Pelo viés da qualidade do material como combustível, a análise química elementar realizada em quatro amostras de diferentes locais da pilha chegou a resultados satisfatórios, com Poder Calorífico Superior médio na ordem de 3.100 kcal/kg, teor de cinzas a 16% do volume, 60% de materiais voláteis, 38% de carbono. (Tabela 1).

Assim como ocorre para a maioria das madeiras, as baixas concentrações de enxofre encontradas são ideais para emprego em processo de combustão. [3].

Local:

Federações das Indústrias do Estado do Paraná  
Curitiba – Paraná - Brasil



**15 e 16 de JUNHO de 2016**

**Tabela 1 – Características químicas dos cavacos de São José dos Pinhais.**

Determinações	Tipo	Média dos resultados
Umidade total (%m/m)	CR	9,73
Umidade de análise	BU	0,82
Matéria volátil (%m/m)	CR	60,24
	BU	66,36
	BS	66,88
Teor de cinzas (%m/m)	CR	16,10
	BU	17,48
	BS	17,58
Teor de carbono (%m/m)	CR	38,00
	BU	41,80
	BS	42,10
Teor de hidrogênio (%m/m)	CR	4,87
	BU	5,44
	BS	5,40
Teor de nitrogênio (%m/m)	CR	0,58
	BU	0,63
	BS	0,64
Teor de enxofre (%m/m)	CR	0,09
	BU	0,10
	BS	0,10
Poder calorífico superior (kcal/kg)	CR	3.103,50
	BU	3.415,00
	BS	3.442,00
Poder calorífico inferior (kcal/kg)	CR	2.853,00
	BU	3.139,50
	BS	3.164,00
CR = COMO RECEBIDA; BU = BASE ÚMIDA (Material peneirado); BS = BASE SECA.		

## Conclusões

A CLR disponibiliza mensalmente cerca de 1.200 toneladas de combustível renovável para geração de energia térmica para praticamente todas as empresas cerâmicas de sua região, dentre outros setores que também se aproveitam desta oferta, como as indústrias de cal, contribuindo

diretamente para as metas brasileiras de desmatamento zero e de modificação da matriz energética em direção a alternativas renováveis, bem como para o cumprimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

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

Diminuiu-se notavelmente o acúmulo de madeira em beiras de córregos e estradas, relatado por moradores, ceramistas e entrevistados na prefeitura. Recomenda-se o levantamento destes resíduos da cidade destinados ao processamento pela CLR.

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

Em comparação a outros tipos de biomassa encontrados na região, como resíduos de eucalipto e de pinus não processados, o combustível renovável de qualidade disponibilizado pela CLR ainda é uma opção mais eficiente, de menor custo e sem maiores desperdícios ao meio ambiente.

Local:

Federações das Indústrias do Estado do Paraná  
Curitiba – Paraná - Brasil

**15 e 16 de JUNHO de 2016**

### **Referências**

- [1] BRAND, M.A.; **Energia de biomassa florestal**. Rio de Janeiro: Interciência, 2010. 131p.
- [2] EELA/INT. **Panorama da indústria de cerâmica vermelha no Brasil**. Rio de Janeiro: INT, 2012. 83p.
- [3] BUFALINO, L.; PROTÁSIO, T.P.; COUTO, A.M.; NASSUR, O.A.C.; SÁL, V.A.; TRUGILHO, P.F.; MENDES, L.M.; **Caracterização química e energética para aproveitamento da madeira de costaneira e desbaste de cedro australiano**. Pesquisa florestal brasileira, Colombo, v. 32, n. 70, p. 129-137, abr./jun. 2012. Disponível em: <<http://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/356>>. Último acesso em: 23/04/2016.

*Agradecimentos ao Laboratório de Combustíveis e Lubrificantes do Instituto Nacional de Tecnologia, aos ceramistas entrevistados e às seguintes instituições pela disponibilidade e informações fornecidas: Central de Logística e Reciclagem de São José dos Pinhais, Associação dos Ceramistas de São José dos Pinhais e Secretaria de Indústria, Comércio e Turismo de São José dos Pinhais.*