Geração de Energia com Resíduos de Biomassa no Município de Xapuri/AC

BOYADJIAN, B. L. F.[A,B,*], ESCOBAR, J.F[A] , TUDESCHINI, L.G.[A], SANCHES-PEREIRA, A.[A,C], COELHO, S. T.[A]

a. Universidade de São Paulo, Grupo de Pesquisa em Bioenergia
b. Fundação Armado Álvares Penteado, curso de engenharia de produção
c. KTH Royal Institute of Technology, Department of Energy Technology

**Corresponding author, brunno.boyadjian@hotmail.com*

Abstract

The municipality of Xapuri is located in a region characterized by a diverse logging and agricultural expansion. As a result, Xapuri has a great potential for power generation from biomass residues so as to foster its local development. This study estimates the theoretical biomass volumes available in the region that has a potential for energy generation. For this, we used a 4 MW steam cycle turbine (Rankine cycle) as the baseline equipment. Our results show that local biomass residues are able to supply the energy demand of 26 household.

Keywords: *Xapuri municipality, Biomass, Residues, Electricity generation.*

1. Introdução

1.1 Brasil

No Brasil, de acordo com Cenbio, 2015, os programas existentes para acesso à energia no país permitiram alcançar mais de 99% da população urbana com acesso à eletricidade. Mais recentemente, o programa Luz para Todos (LPT), lançado pelo Governo Federal em novembro de 2003, com o objetivo de eliminar a exclusão elétrica no país, principalmente nas áreas rurais, atingiu mais de 10 milhões de pessoas até 2008 (2 milhões de famílias).

O que a experiência mostrou no Brasil, no caso de eletrificação de favelas urbanas é que, inicialmente 50 kWh por mês eram suficientes para resolver problemas imediatos das famílias, tais como iluminação, rádio e TV. No entanto, logo os consumidores começaram a instalar refrigeradores e outros equipamentos elétricos, o que, obviamente, requeria mais do que 50 kWh/mês. Tornou-se então necessária a instalação de medidores e tarifação da energia elétrica consumida essencial (Boa Nova e Goldemberg, 1999). Mais recentemente, o programa LPT, lançado pelo Governo Federal em Novembro de 2003, com o objetivo de eliminar a exclusão elétrica no país principalmente em áreas rurais, atingiu mais de 10 milhões de pessoas até 2008 (dois milhões de domicílios).

Entretanto há um problema fundamental que o programa LPT está enfrentando – a eletrificação em áreas isoladas, onde os sistemas fotovoltaicos (PV) correspondem à opção preferida. Um painel fotovoltaico para a produção de 5 a 10 kWh por mês é fácil de instalar, mas assim que o consumo

aumenta, quer para consumo residencial ou processo produtivo, apenas a instalação PV não será suficiente. É por isso que a oferta de energia elétrica a partir de resíduos de biomassa é visto como uma boa opção para melhorar o crescimento e/ou para complementar o acesso à energia em áreas rurais de países em desenvolvimento se os sistemas fotovoltaicos já estiverem instalados.

Em 2007, havia nove usinas de biomassa nos estados do Amazonas e do Para, com 22 MW instalados. Isso mostra que há um grande espaço para a substituição de motores a diesel, bem como para suprir as necessidades energéticas nas restantes 3.733 comunidades que não tem acesso à eletricidade. Considerando-se uma média de 100 kW a demanda por comunidade (Rendeiro e Nogueira 2008), há pelo menos uma demanda de 373 MW não atendida.

Existem mais de 5.500 municípios no Brasil, como apresentado na figura 1, sendo 2.512 com menos de 10 mil habitantes. Por outro lado, os municípios com menor Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) estão nas regiões Norte e Nordeste, onde existem resíduos de biomassa abundantes e disponíveis que poderiam ser usados para a geração de energia, utilizando tecnologias eficientes e sustentáveis. Esses fatos sugerem que há uma oportunidade significativa para a geração de energia em pequena escala, gerando emprego e renda nesses municípios (CENBIO, 2015).

No presente trabalho foi escolhido o município de Xapuri, no estado do Acre, como um estudo de caso para ser analisado.

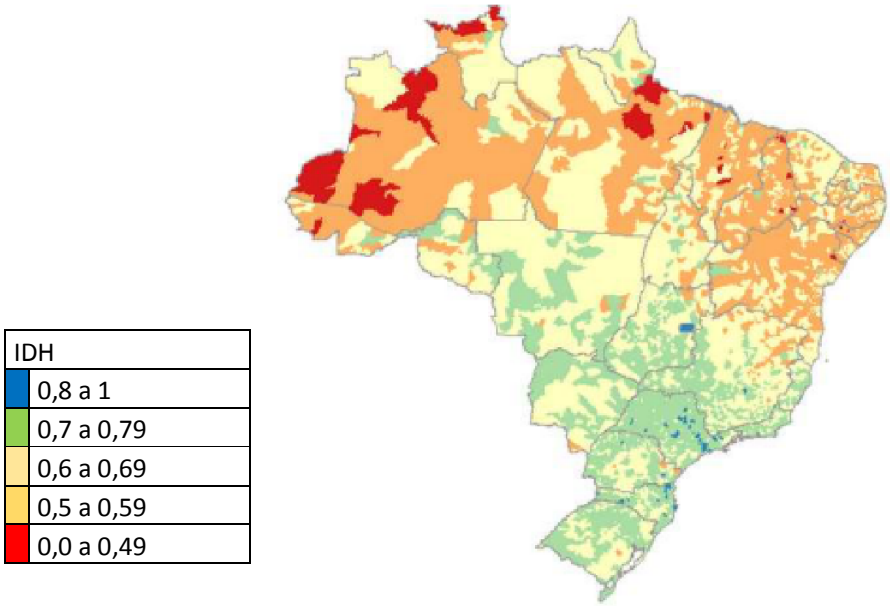

Figura 1. IDH por Municípios no Brasil

Fonte: UNDP, 2013

1.2 Xapuri - AC

O estado do Acre, localizado na Amazônia brasileira, apresenta dificuldades de acesso à energia como vários outros estados. Sua capital é Rio Branco. Possui 45,66% de áreas naturais protegidas, sendo que aproximadamente 87% do estado tem cobertura florestal, de acordo com dados coletado por Azevedo (2012) do governo estadual.

Em termos médios, de acordo com a ANEEL (2002), pouco mais de 15% da população tem acesso à energia, o que apresenta as dificuldades conhecidas, como também para o desenvolvimento de atividades produtivas.

O município de Xapuri está localizado no estado do Acre sul da capital Rio Branco, como observado na Figura 2, com densidade populacional de 3 habitantes por quilometro quadrado, com uma área de unidade territorial de 5.347,446 km². Os principais produtos do estado vindos da floresta, são o látex e a castanha.

De acordo com Azevedo (2012), cada hectare de floresta possui 200 árvores maduras e 1000 árvores jovens; das árvores maduras podem ser retiradas de 4 a 6 arvores por hectare (manejo sustentável), o que representa em média cerca de 15 a 30 m³ de madeira. No processo do manejo florestal comunitário madeireiro (MFCM), que foi apresentado pelo Cooperfloresta, cooperativa formada em 04 de agosto de 2005 pelos próprios seringueiros, com o objetivo de trabalhar o manejo florestal comunitário madeireiro é delimitada uma área de 10 hectares em que podem ser retirados 150 m³ de madeira sendo que outra retirada só poderá ser realizada em 25 anos.

De forma a avaliar a viabilidade de geração de eletricidade em ciclo a vapor na região de Xapuri foram observados os possíveis tipos de resíduos que podem ser alimentados na caldeira. Analisando os tipos de produtos na região foi observado que podem ser usados casca de arroz e sabugo de milho

O aumento da oferta de energia da região está associado ao desenvolvimento de atividades produtivas, gerando mais empregos e renda, e aumentando o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH).

Figura 2. Município de Xapuri – AC

Fonte: Tribunal de contas do estado do Acre

2. Implantação de uma central termoelétrica de 4 MW a partir dos resíduos disponíveis da região

Para analisar a possibilidade de implantação de uma central termoelétrica na região de Xapuri foi tomado como base um estudo realizado do Ministério de Minas e Energia (MME, 2007). Esse projeto teve como objetivo a analisar a instalação de uma central termoelétrica para gerar eletricidade a partir do aproveitamento dos resíduos de madeira em uma comunidade isolada, que utiliza uma tecnologia de ciclo a vapor.

Na região de Xapuri são geradas 1950 toneladas de casca de arroz, além de 2175 toneladas de milho, 2215 toneladas de castanha, 8214,5 toneladas de madeira (lenha) e 20450 toneladas de toras de madeira.

Como as informações do sistema a vapor tomaram como base o uso da madeira, foi preciso adaptar esse valor para os demais itens. O consumo na caldeira é de 800 kg/h de madeira para gerar 200 kW de potência, já que o poder calorífico da madeira é de 2000 kcal/kg. A partir destes dados, encontramos 1.600.000 kcal/h e assim pode-se estimar que o fator de carga de 90% gera $1{,}26x10^{10}$ kcal/hora/ano.

Para analisar a viabilidade da implantação desses resíduos, como discutido a seguir, foi considerado o poder calorífico e dimensionado a quantidade a ser queimada na caldeira.

A fórmula utilizada para determinar a potência possível de ser gerada é a seguinte:

Equação 1.

$$\boldsymbol{W = m \,.\, n\, PCI}$$

A eficiência de uma planta a vapor consumindo biomassa de pequeno porte pode ser estimada em 20%.

A tecnologia utilizada no projeto teve como base um sistema a vapor de pequena porte composto por: caldeira, fabricado pela Sermatec Indústria, turbina, fabricado pela TGM Turbinas, gerador, fabricado pela WEG Geradores, condensador e bomba com uma estufa para secagem de madeira que será adicionada ao ciclo de vapor (CENBIO, 2012).

3. Resultados

A tabela abaixo indica as quantidades de biomassa e de resíduos disponíveis por ano, bem como os valores de poder calorifico da cada resíduo.

Tabela 1. Disponibilidade de resíduos e poder calorífico correspondente no município de Xapuri/AC (ano 2007)

Resíduos Disponíveis	Quantidade Produzida (tonelada)**	Porcentagem residual	Resíduos gerados (tonela)	Poder calorífico (Kcal/kg)	Energia (Kcal)
Arroz	1950	20%	390	3389	1321745100
Sabugo de Milho	2175	25 a 35%	553	4019	2222095077
Castanha	2215	67%	1477	3650	5389833333
Madeira (Lenha)	8214,5	100%	8215	2000	16429000000
Madeira (Tora)	20450	*	71575	2000	1,4315E+11

*Segundo CBCS (2012), tonelada de produto igual a (5.0 a 8.0) de resíduo

**Dados obtidos do IBGE, 2007

Observa-se que na tabela anterior o arroz, sabugo de milho e castanha tem menor participação em quantidade de resíduo gerado, porém apresentando um poder calorífico maior de 3389, 4019 e 3650 Kcal/kg respectivamente. Em contrapartida a madeira apresenta maior quantidade de resíduos gerados porém apresentando o menor poder calorífico, na ordem de 2000 Kcal/kg.

Segundo Silva, et.al. (2004) foi observado que para o Sabugo de Milho a porcentagem residual ficou entre 25 a 35%, porém para não superestimar os resultados assumiu o valor mínimo de 25%.

Já no caso da madeira (Lenha), como o produto se encontra em estágio final, foi utilizado o valor total para efeitos de cálculo.

A madeira (Tora), apresentou um valor superior pois a forma de extrativismo na região amazônica se caracteriza por causar grande impacto na fauna e nas espécies vegetais que circundam a região extraída, o que gera grandes índices de biomassa residual equivalente de 5 a 8 toneladas de resíduo por tonelada de madeira extraída. (CBCS, 2012). Segundo a média da densidade de madeiras duras da região amazônica, o valor utilizado para determinar a densidade de madeira é de 700kg por metro cúbico, de acordo com a lista de Moraes (2010).

A porcentagem de umidade da castanha é de 19%, e seu poder calorífico inferior apresenta um valor na faixa de aproximadamente 3650 Kcal/kg, segundo Pinheiro, et.al. (2005).

A disponibilidade energética dos resíduos analisados corresponde a $1{,}68 \times 10^{11}$ kcal, o que corresponde a uma potência de 4 MW para o rendimento de conversão adotado (20%)

De com a Rao (2012), para cada residência o mínimo de energia necessária para cada domicilio representa 100kWh/mês de energia, por isso de acordo com os resultados a quantidade de biomassa residual poderia abastecer 26 residências. (4 MW * 24*30*0,9 MWh/mês)

4. Conclusão

Neste trabalho tem como conclusão, que as biomassas residuais disponíveis na região de Xapuri/AC apresentam um potencial de $1{,}68 \times 10^{11}$ Kcal, das quais as que tem menor incidência são a Casca de arroz, Casca da castanha e o Sabugo de milho, com 2420 toneladas disponíveis no ano e a madeira com 79990 toneladas disponível no ano, apresentando a maior disponibilidade de resíduos na região.

Com o resultado obtido, observamos que com os resíduos de biomassa em uma turbina de 4 MW, atendendo 26 residências, visto que Xapuri tem 1365 domicílios rurais (IBGE, 2010) é possível atender aproximadamente 2% das famílias.

Com a energia demandada na região ainda é possível avaliar uma forma de complementariedade das biomassas aqui apresentadas, podendo assim em trabalhos futuros avaliar por exemplo o potencial solar e a geração de energia solar isolada nas residências.

5. Referências

"Biomass Residues as Energy Source to Improve Energy Access and Local Economic Activity in low HDI regions in Brazil and Colombia", Projeto em desenvolvimento pelo Cenbio/IEE/USP Centro clima/COPPE/UFRJ/GNESD, 2015.

Programa Luz para Todos. Combustão e Gaseificação de Biomassa Sólida. Ministério de Minas e Energia, 1ª edição. 2008.

Coelho, S. T., Velázquez, S. S., Santos, S. A., & Lora, B. A. (2008). Implementation of a 200 kW thermal power plant using wood residues from a sawmill industry in Brazil's North region. *Revista Ciências Exatas*, *2* (1).

Pinheiro, G. F. et.al., Energy Density of Plant Residues, Biomassa & Energia v. 2, n. 2, p. 113-123, 2005.

Hoffmann, R. et.al., Aproveitamento da cinza produzida na combustão da casca de arroz: estado da arte. Universidade Federal de Santa Maria – Centro de Tecnologia Departamento de Engenharia Química - Santa Maria – RS.

Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS), Madeira serrada da Amazônia extraída por exploração convencional, 2012.

Andrade, J. B., et.al, Porcentagem de grão, palha e sabugo na espiga de 20 cultivares de milho, B. Indústr. Anim. N. Odessa v.53 n. único, p. 87-90, 1996.

Rao, N. D., et.al, "Decent Living" Emissions: A Conceptual Framework. Sustainability, 4, 656-681, 2012.

Silva, J. N., et.al, Utilização de Biomassa na Secagem de Produtos Agrícolas via Gaseificação com Combustão Adjacente dos Gases Produzidos. Eng. Agríc., Jaboticabal, v.24, n.2, p.405-411, maio/ago. 2004.

Programa Luz para Todos. Erradicação da Exclusão Elétrica no Brasil

Velázquez, S. M. S. G., et.al., A Geração de Energia Elétrica em Comunidades Isoladas na Amazônia a partir de Biomassa Sustentável: Projeto ENERMAD.

Azevedo, G.G., Assreuy, V.B., Manejo de Madeira no Município de Xapuri – AC, 2012. Fundação Getúlio Vargas, SP.

UNDP (2013). Brazilian Human Development Index Atlas. Available at http://atlasbrasil.org.br