

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DOS CAROÇOS DE AÇAÍ PARA A GERAÇÃO DE ENERGIA

Jessé Luís Padilha

UFPA- Universidade Federal do Pará-Campus Universitário do Guamá -CT- LABEM ,CEP 66075-110
jessepadilha@hotmail.com

Sergio Aruana Elarrat Canto

UFPA- Universidade Federal do Pará-Campus Universitário do Guamá -CT- LABEM ,CEP 66075-110
aruana@ufpa.br

Gonçalo Rendeiro

UFPA - Universidade Federal do Pará - Campus Universitário do Guamá -CT- LABEM, CEP 66075-110
rendeiro@ufpa.br

Resumo. O Estado do Pará é o principal produtor de Açaí do Brasil. Depois de extraído o suco do Açaí, seu caroço de forma esférica não possui nenhuma aplicação significativa, estes resíduos são depositados em grande quantidade. Estudos feitos pelo grupo EBMA mostraram que seu poder calorífico é alto 4576 kcal / kg, possui 19% de carbono fixo, 79% de voláteis e 1% de cinzas, estes dados foram obtidos em base mássica seca. Estas informações qualificam o caroço do Açaí como um combustível de biomassa bom para ser usado em combustão ou processo de gaseificação. Resultados de uma pesquisa executada em Belém, onde foram levantadas as localizações dos pontos de vendas de Açaí, quantidade de resíduos disponíveis, onde cada local teve suas coordenadas registradas por um GPS. Todas estas informações foram adicionadas em um banco de dados e a um sistema GIS. Estas informações permitiram o cálculo anual da potencia elétrica disponível.

Palavras Chave: Açaí, sistema GIS, Potencia Elétrica, biomassa, banco de dados.

1. A Energia na Região Amazônica

A Amazônia dispõe de um potencial hidro-energético invejável, conta com importantes hidrelétricas como: Tucuruí, no Pará, uma das maiores do mundo; Coaracy Nunes, no Amapá; Samuel, em Rondônia; e Balbina, no Amazonas, no entanto as linhas de transmissão são incompletas e deixam muitas localidades sem energia, fato que se pode constatar no mapa de distribuição de energia elétrica da ELETRONORTE exibido na figura 1. Percebe-se grandes áreas não atendidas pela rede de distribuição energia elétrica formal. Estas áreas em geral se concentram em torno das capitais. Criando grandes contrastes entre capitais e cidades interioranas.



Figura 1. Mapa da rede de geração e transmissão de energia elétrica gerenciadas pela ELETRONORTE, nota - se que os sistemas não se limitam aos estados da Região Norte

Eletrificar satisfatoriamente a Amazônia exige um planejamento energético complexo devido às condições impostas. A simples extensão da rede encontraria muitos inconvenientes, já que seria necessário transpor grandes extensões de floresta com rios largos para atender demandas que podem ser tão pequenas que não compensaria o investimento.

Como alternativas para atender os sistemas isolados conta-se com os grupos geradores diesel, entretanto, não são apropriados para locais distantes dos centros supridores, pois a deficiência no transporte compromete o suprimento de combustível e com isto, a operação. As alternativas dos sistemas de geração fotovoltaico e eólico, esbarram no valor do investimento e nas tecnologias que ainda estão se adequando à região. Já o uso da biomassa como fonte energética satisfaz grande parte destas exigências, pois é abundante regionalmente. Dentro desta proposta, o uso dos frutos do açaí, tidos como rejeitos da produção da bebida açaí atende não somente ao problema energético, mas também ao problema do descarte do rejeito, oferecendo sustentabilidade ao processo.

2. O Açaizeiro

O açaizeiro (*Euterpe Olerácea* Mart.) pertence à ordem dos Arecales, ao gênero *Euterpe* da família *Palmae*, é uma palmeira nativa da Amazônia, abundante nas áreas de várzeas daquela região, especialmente no estuário amazônico. Para os nativos, esta palmeira representa uma importante fonte natural de recursos. POULLET (1998) considera que o açaí é um dos produtos mais importantes da vida alimentar e cultural da população regional. ROGEZ (2000) vai além ao afirmar que o açaizeiro é a palmeira mais produtiva do ecossistema que abriga a população do delta do Amazonas. Para CALZAVARA (1972), as duas mais importantes palmeiras brasileiras, sob o ponto de vista comercial, são *Euterpe Edulis* Mart. e *Euterpe Olerácea* Mart.

O açaí é um alimento abundante, barato, de consumo diário e tradicional. Tornou-se um símbolo da cultura nortista e está presente no cotidiano tanto do ribeirinho como do cidadão, independente das posses. Esta influência é refletida na economia, nas paisagens, nos cartões postais, nos dizeres populares, nas manifestações artísticas, nas estratégias de ocupação do solo.

MATTOS et al (1999) CALZAVARA, LOPES e SOUZA (1982), RÊGO (1993), NOGUEIRA (1997), MOURÃO (1999) e outros autores constataram a multiutilidade do açaizeiro apresentadas Tabela 1

Componentes		Produtos e sub – produtos
Gema Apical		Palmito para alimentação humana e ração animal
Folhas		Cobertura de casas, parede, cesto, tapetes, chapéu, esteira, adorno caseiro, celulose, ração animal, adubo orgânico, cobertura morta e sombreamento de sementeiras e peçonhas.
Frutos	Polpa	Alimento, suco, creme, sorvete, licor, geléia, mingau, pudim, produção de álcool, pigmento para tintas Produção de energia.
	Caroço	Adubo orgânico, carburante, aterro.
Cacho (inflorescência)		Vassoura, artesanato, adubo orgânico.
Estipe (caule)		Construção civil, construções rurais, lenha, adubo orgânico, celulose e isolamento térmico, pequenas armadilhas.
Raízes		Vermífugo
A planta		Paisagismo

2.1. A Sustentabilidade da Cultura do Açaí

O açaizeiro é uma palmeira cespitosa, ou seja, capacidade de emitir brotações, ou perfilhos, que surgem na base da planta crescendo em touceiras, figura 2. Esta característica dá a planta uma grande capacidade de regeneração, facilitando a sua exploração de forma sustentável. Na literatura é encontrado que uma touceira chega a ter até 25 plantas, em diferentes estágios de crescimento, variando em função das condições ambientais. ROGEZ (2000) relata a existência de açaizeiros com até 45 perfilhos por touceiras.

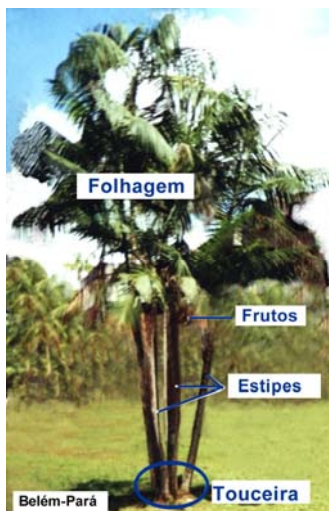


Figura 2. O Açaizeiro (*Euterpe Olerácea*)
Fonte: Canto,S.A.E. 2001

Os açaizeiros são dominantes nas regiões de várzea e quando crescem formam açaizais nativos densos e quase homogêneos (figura 3). Estima-se que o domínio se estenda por 10.000 km² principalmente no estuário Amazônico (figura 4). Espera-se que diante das perspectivas de crescimento dos mercados interno e externo tendem a aumentar o interesse de agricultores e grupos empresariais e conseqüentemente as áreas de cultivo.



Figura 3. Ambiente nativo dos açaizeiros
Fonte: Canto,S.A.E. 2001



Figura 4. Local de ocorrência do açaizeiro (*Euterpe Olerácea*) no Brasil ¹

¹ Fonte:MOURÃO, L. (1999)

O açaizeiro produz praticamente o ano inteiro (ROGEZ, 2000). Entretanto, cada ecossistema apresenta condições naturais diferentes de produção de frutos no açaizeiro (MOURÃO, 1999), caracterizando safras. POULLET (1998) indica que no Estado do Amapá a principal época de frutificação acontece entre os meses de janeiro a junho, enquanto JARDIM e STEWART (1994) e outros autores que estudaram o assunto nas microrregiões próximas a Belém do Pará, concluíram que a maior produção ocorre nos período da estação menos chuvosa na região, ou seja, entre julho a dezembro.

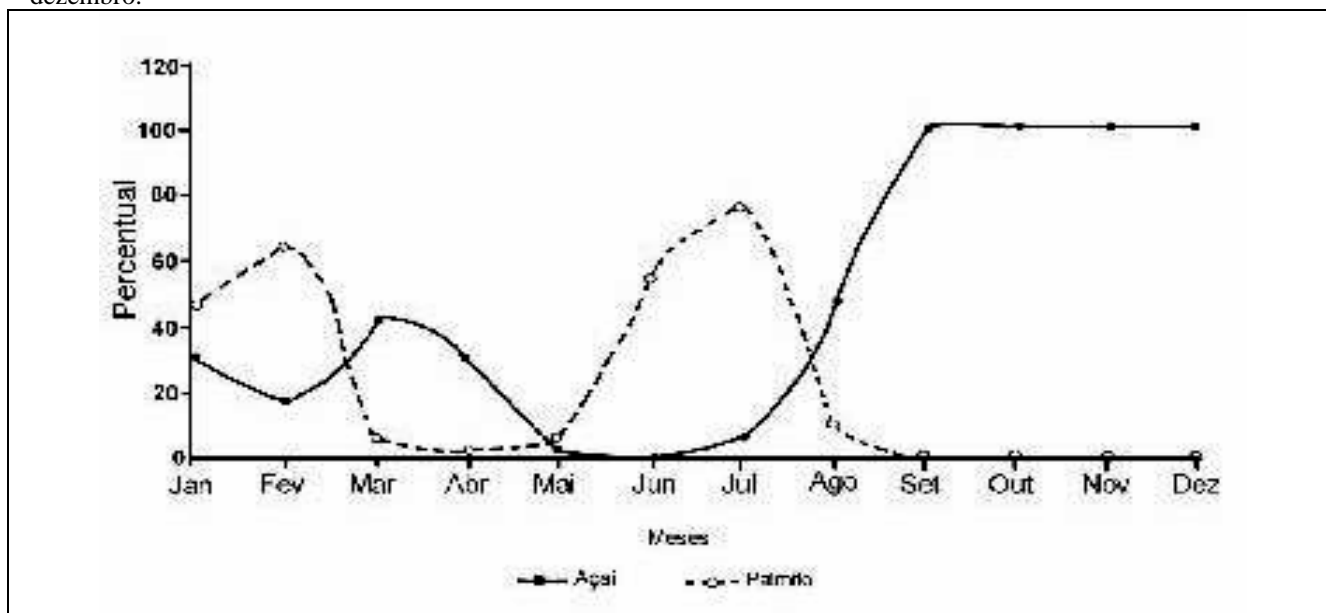


Figura 5. Variação na produção mensal de frutos e palmito (%) comercializados na Feira do Açaí, município de Belém. ²

Uma palmeira pode gerar até 120 kg de frutos por safra, dependendo do manejo realizado. Como exemplo, a ilha das Onças, próximo de Belém, onde os ribeirinhos manejam os açaizais para atender os mercados de Belém. A produção média é de 1.158 kg /ha (SHANLEY; CYMERYYS e GALVÃO, 1998).

2.2. Frutos

O fruto, figura 6, além de ser o produto mais importante do açaizeiro, também é o interesse principal deste trabalho. Da polpa dos frutos obtém-se o suco de açaí. Um produto que é consumido como alimento, de diversas formas. A produção de polpa varia em torno de apenas 5 a 15% do volume do fruto, evidenciando uma grande quantidade de resíduos gerados no processamento, que pode ser empregado para a geração de energia térmica e elétrica.

² Fonte: JARDIM, M. (1996)

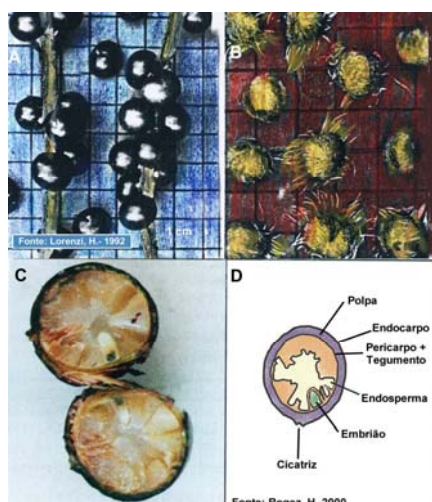


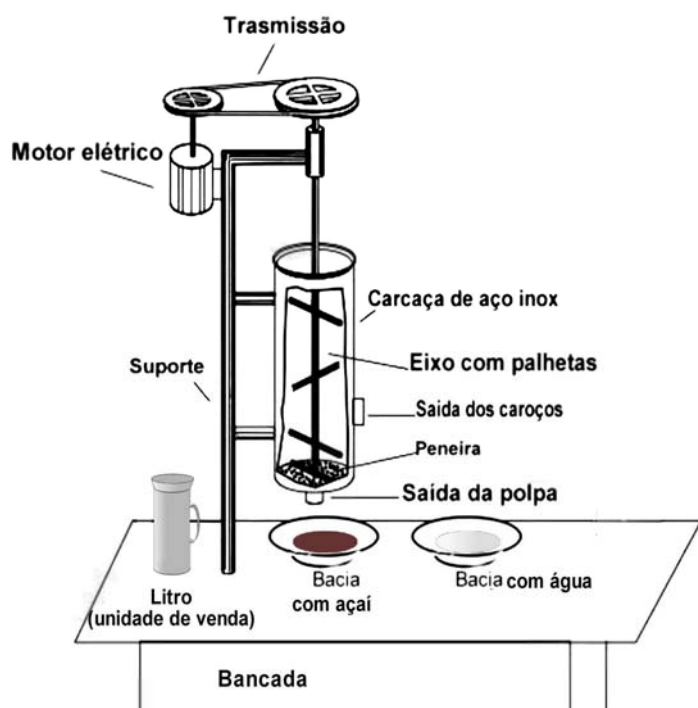
Figura 6. A) Frutos *in natura*, B) Caroços despolpados, C) Caroço seccionadas e D) Esquema da secção.

2.3. Os rejeitos das Amassadeiras como fonte de energia

A rápida deterioração exige que o açaí seja processado e consumido em horas. Desta maneira, o processamento e a venda são urbanos, em pontos conhecidos como *amassadeiras*. (figuras 7, 8 e 9). É possível encontrá-las tanto em subúrbios como nos centros das cidades. As amassadeiras têm estrutura similar, contando com uma máquina elétrica típica (figura 7), que é operada por um *maquineiro*. Numa explicação simplista, a máquina provoca a fricção dos caroços, com adição de água para dar a consistência desejada ao líquido. O rejeito é descartado. Considerando que o processamento é feito em áreas urbanas, o rejeito geralmente é tratado como lixo urbano, trazendo transtorno para a coleta.

As amassadeiras realizam uma atividade comercial informal. São populares e tão numerosas que o controle é difícil, tanto que não se tem conhecimento do número exato dos pontos, mas alguns autores estimam que existam mais de 2.000 amassadeiras de açaí somente em Belém, com produção total em torno de 180 t/dia de polpa. Se for considerada a exportação, este número será muito maior. GUIMARÃES (1999) estima que a Ceasa do Rio de Janeiro receba 2.400 toneladas /ano de polpa de açaí vindas somente do Pará. Considerando que a polpa representa apenas 5% a 15 % pode se ter uma idéia da quantidade de rejeito gerado.

A produção de um *maquineiro* varia bastante em função da safra, nos dias da semana e do tipo de açaí vendido. Baseado nas entrevistas realizadas com *maquineiros*, a média de consumo é de dois sacos de 60 kg por dia, alguns chegam a consumir até seis sacos nos finais de semanas.



Fonte: Canto,S.A.E. 2001

Figura7. Máquina elétrica de açaí, em perspectiva, com corte parcial na carcaça



Figura 8. Açaí do tipo grosso no momento do beneficiamento

Fonte: Canto,S.A.E. 2001



Figura 9. Amassadeira de açaí Típica

Fonte: Canto,S.A.E. 2001

Como a produção de açaí é dispersa, o aproveitamento dos rejeitos para geração de energia como foi previsto no projeto Iaçã, do qual este trabalho está vinculado, irá requerer a identificação, a quantificação, o transporte e a concentração do material nas usinas termoeletricas propostas para gerar energia. Desta maneira, a estratégia de gestão montada empregou um banco de dados para armazenar os dados coletados sobre as amassadeiras, principalmente: produção e localização que foram registradas através de coordenadas georeferenciadas.

O banco de dados também foi alimentado com informações sobre:

- Especificações técnicas dos equipamentos empregados
- Dados de análise laboratorial da biomassa

3. A Simulação Computacional do Sistema de Co-geração de Energia Elétrica

O tratamento de dados permitiu substanciar a obtenção de informações sistematizadas como:

1. Simulação computacional do funcionamento de uma planta de geração de vapor nas condições da tabela 2

Tabela 2. Constantes utilizadas nos cálculos

Volume da sacas	0,032 m ³
Índice de Aproveitamento	100%
Densidade à Granel	723,14 kg / m ³
PCI	2738,8007 kcal/kg
Rendimento da Caldeira	85 %
Entalpia do Vapor	666 kcal/kg
Consumo Específico da Turbina	10 kg/kW

2. Simulações computacionais do funcionamento de uma planta a vapor para geração de energia com turbinas a vapor, utilizando ciclo Reankine. A 21 kg de vapor/hora
3. Informação do índice de aproveitamento (%): quantidade de matéria prima que é aproveitado (produzido) para o calculo da produção de energia.

4. Informação da densidade à Granel (kg/m^3) (-é a massa específica por unidade de volume das amostras de biomassa)
5. Informação do PCI (kcal/kg): (o poder calorífico inferior da biomassa)
6. Informação do rendimento de uma caldeira, é indicado em termos de percentagem, e estabelece a relação entre a energia gasta pela (ou fornecida) à caldeira e a energia que ela consegue produzir.
7. Informação da Entalpia do Vapor (kcal/kg): é dada em função da pressão de operação da turbina
8. Consumo Específico da Turbina (kg/kW): quociente entre poder calorífico do combustível consumido e a quantidade de energia elétrica produzida no intervalo de tempo considerado

4. Procedimentos de Simulação

Para os cálculos de simulação, foram elaborados códigos computacionais utilizando a linguagem Visual Basic, tomando como base os parâmetros de entrada da tabela 02 Os dados de saída da simulação para cada amassadeira pesquisada foram:

- Volume da sacas produzidas por dia pelas amassadeiras (m^3): quantidade média em volume de uma saca de açaí
- Cálculo do vapor para geração de energia (ano, mês, dia, hora):vapor destinado à produção de Energia
- Cálculo da densidade energética: densidade energética é a quantidade de energia por unidade de volume de um combustível.
- Cálculo da potência elétrica gerada: é a potência gerada pela biomassa energética, que pode ser transformada em energia elétrica.

5. Sistema de informação geográfica (GIS)

Esse sistema consiste na implementação de dados georeferenciados, com o intuito de obter a localização das amassadeiras pesquisadas, utilizando um aparelho de localização por coordenadas georeferenciados (GPS). A partir dos dados de georeferenciamento, foram gerados mapas do município de Belém e seus bairros contendo informação de bairros, hidrografia etc., além da interface com as informações do banco de dados do Microsoft Access.

Para esta aplicação, foi utilizado o Software ARC VIEW 3.2a, devido fácil manipulação dos dados e interface simples com o banco de dados Microsoft Access, a partir de consultas geradas no mesmo, onde essas consultas consistem em dados filtrados do banco de dados “banco açaí”.

6. Resultados

Dos 72 bairros pesquisados, 51 apresentaram potencial para gerar energia elétrica através de biomassa energética. O levantamento do número de proprietário, quantidade de sacas produzidas por dia e o potencial elétrico de geração são mostrados nos gráficos 1, 2 e 3.

Determinação da densidade das unidades produtoras (amassadeiras) na cidade

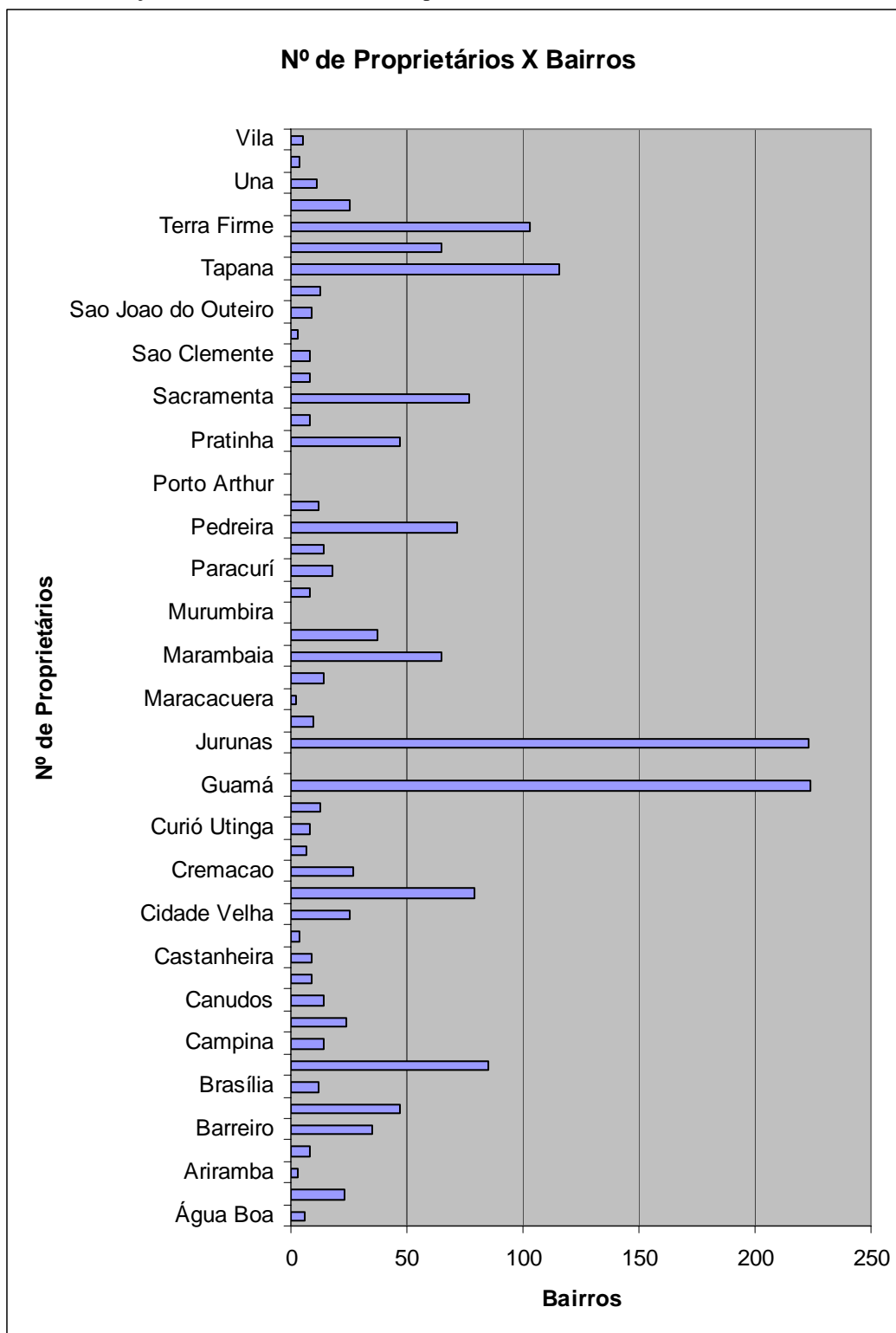


Gráfico 1. Numero de Proprietários por Bairro

Numero de sacas de resíduos produzidas por dia pelas “amassadeira” (pontos de venda)

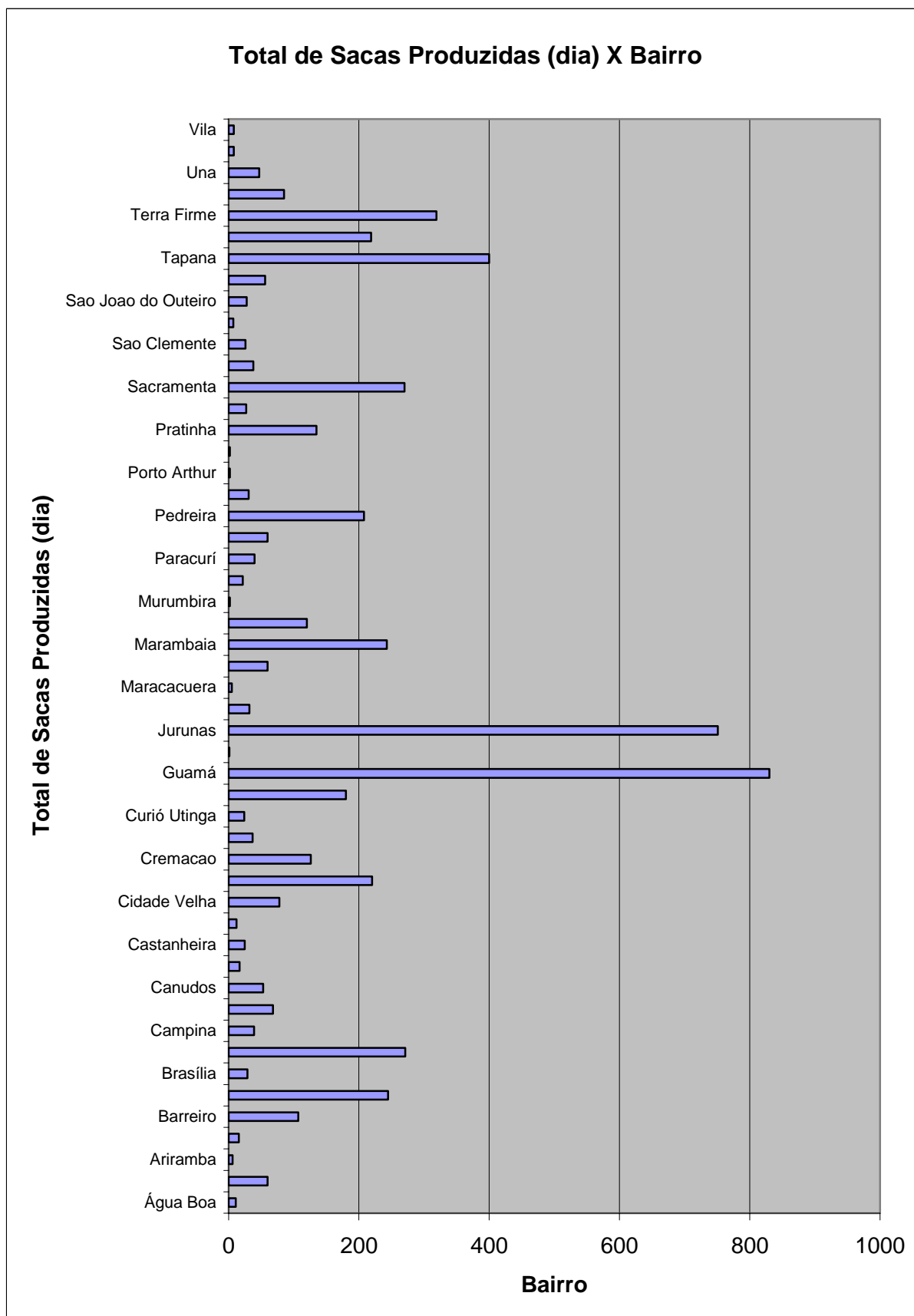


Gráfico 2. Número de sacas por Bairro

Quantificação do potencial energético global e por bairro em consequência dos resíduos.
Simulação da geração de energia elétrica por ponto de venda identificado, levando em conta o volume de sacas de açaí produzidas.

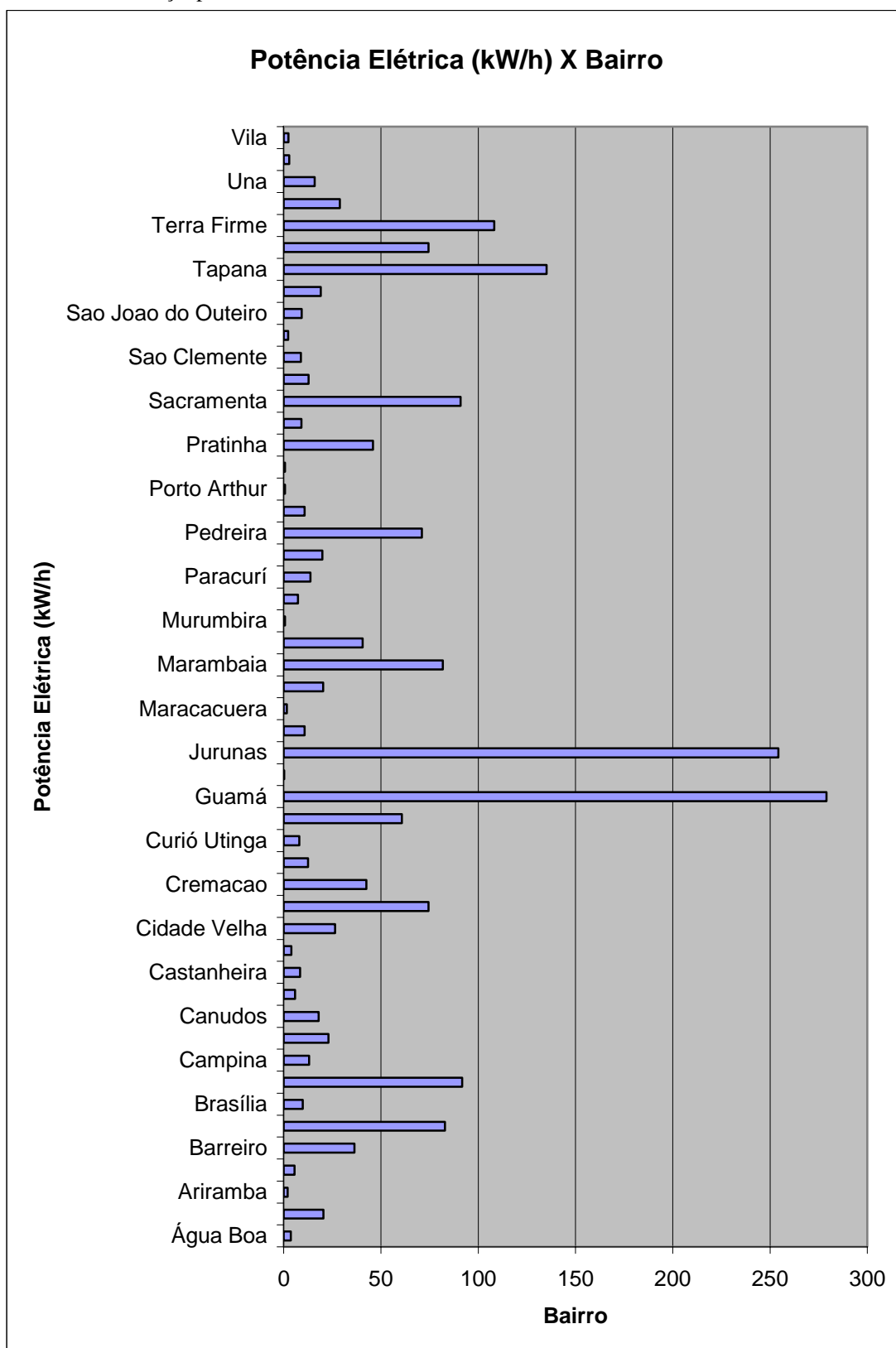


Gráfico 3. Potencial Elétrico de Geração (kW) por Bairro

7. Conclusões

Foram levantados ao todo 1657 pontos de venda de açaí, gerando um volume de 5707 sacas gerando aproximadamente 2 MW de potência para utilização de energia elétrica através de um ciclo Reankine.

Os bairros do Jurunas e Guamá foram os que apresentaram o maior potencial seguido pelos bairros do Tapanã e da Terra Firme, isto se deve a alta concentração de pontos de vendas nestes bairros.

Bairro como Bengui e Cremação apesar de possuírem poucos pontos de venda de açaí, se sobressaem sob os demais, pelo fato de pequenos pontos possuírem alta produtividade, caracterizando empresas de açaí.

O registro dos dados em banco de dados permitirá a elaboração de outras simulações, dada a facilidade de manipulação das informações oferecidas por este tipo de ferramenta. Tornando uma importante referência para pesquisas futuras e gestão dos resíduos para a geração de energia.

Este estudo demonstrou que há uma enorme possibilidade de aproveitamento desta biomassa para geração de energia elétrica, principalmente aos sítios limítrofes a região metropolitana de Belém que são ainda desassistidas pela concessionária local.

Referências

- CALZAVARA, B. B. **As possibilidades do açazeiro no estuário Amazônico** Belém-PA: Boletim FCAP. vol 5, 103p, 1972
- CALZAVARA, B. B; LOPES A. V. F. e SOUZA, J. M. S. de. **Aspectos econômicos do Açazeiro** Belém-PA: SUDAM-Departamento. de Setores Produtivos. 1982
- CUNHA A. C. da C e JARDIM, M. A. G. Avaliação do potencial germinativo em açaí (Euterpe Olerácea Mart.). Variedade Preto, Branco e Espada. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Paraense Emílio Goeldi - Botânica**, Belém-Pará, vol 12 n° 1, p.55/60, julho/ 1995.
- EBMA- Grupo de Energia, Biomassa & Meio Ambiente da Universidade Federal do Pará. www.cultura.ufpa.br/ebma. Acesso em: 04 de outubro de 2006.
- ELETRONORTE. **Relatório de Operação dos sistemas 1999**. disponível em: <http://www.eln.org.br>. Acesso em: 20 de abril de 2000
- JARDIM, M. A. G. e CUNHA A. C. da C. Usos de Palmeiras em uma Comunidade ribeirinha do Estuário Amazônico. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Paraense Emílio Goeldi - Botânica**, Belém-Pará, vol 12 n° 1, p. 69/76 julho/ 1998a.
- JARDIM, M. A. G. e KAGEYAMA P. Y. Fenologia de floração e frutificação em população natural de açazeiro (Euterpe Olerácea Mart.) no Estuário Amazônico. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Botânica**, Belém-Pará, vol 10 n° 1, p77/82 julho/ 1994.
- JARDIM, M. A. G. e STEWART P. J. Aspectos Etnobotânicos e Ecológicos de Palmeiras do Município de Novo Airão, Estado do Amazonas, **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Botânica**, Belém-Pará, vol 10 n° 1, p 69/76 julho/ 1994
- MATTOS, M. M. de et al. **A Extração de Palmito de Açaí no Estuário Amazônico: Extrativismo Sustentável ou Atividade Predatória?** Belém-PA: MPEG, 1990, 18p. Relatório técnico.
- MOCHIUTTI, S e QUEIROZ J.A.L. Estrutura e Manejo de Sistemas Agroflorestais Tradicionais do Estuário Amazônico. **Congresso Brasileiro de Sistemas Florestais, 3, Resumos Expandidos 2000**, Manaus-AM. p. 360/362.
- MOURÃO, L. **Do açaí ao Palmito: Uma História Ecológica das Permanências, Tensões e Rupturas no Estuário Amazônico**. Belém-Pará, 1999. 355p. Tese de doutorado em Desenvolvimento Sustentável Núcleo de Altos estudos Amazônicos-NAEA, UFPA-Universidade Federal do Pará.
- MURRIETA, S. S; BRONDÍZIO, E. e SIQUEIRA, A. Estratégias de Subsistência de Uma População Ribeirinha do Rio Marajó-Açu, Ilha do Marajó. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Antropologia**, Belém-Pará, vol 5 n° 2, p. 147/163, dez. 1989
- NOGUEIRA, O. L. **Regeneração de Açazeiros Nativos de Várzea Submetidos ao Extrativismo do Palmito**. Belém PA ,1997. 139 p. Tese apresentada para a obtenção do grau de doutor em Ciências biológicas-UFPA- Universidade Federal do Pará, MPEG-Museu Paraense Emílio Goeldi e EMBRAPA-Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária.
- PADILHA, J L & LEÃO, A. O. **Diagnóstico do Potencial energético das Empresas Madeireiras Estimativas dos Custos de Transporte de Biomassa para comunidades isoladas no Estado do Pará**. Belém-Pará, 2006. 58 p. Monografia apresentada para a obtenção do título de Engenheiro Mecânico. UFPA - Universidade Federal do Pará.

- POULLET, D. **Açaí: Estudo da Cadeia Produtiva**. 1 ed. Macapá-AP: IEPA-GEA, 1998
- RÊGO, I. F. **As Multi - Possibilidades do Aproveitamento Econômico do Açaizeiro - Estudo Particular do Beneficiamento do "Vinho"**. Belém-PA, 1993, p. 28. Monografia apresentada para a obtenção do grau de bacharel em ciências econômicas-UNAMA-Universidade da Amazônia
- ROGEZ, H. **Açaí: Preparo, Composição e Melhoramento da Conservação**. 1 ed. Belém-Pará: EDUFPA, 2000,313p.
- SHANLEY, P.; CYMERYS, M.; GALVÃO J. **Fruteiras da Mata na Vida Amazônica**. 1 ed, Belém-PA: 1998

AÇAÍ SEEDS POTENTIAL ASSESSMENT TO GENERATE POWER

Jessé Luís Padilha

UFPA- Universidade Federal do Pará-Campus Universitário do Guamá- CT- LABEM, CEP 66085-310
jessepadilha@hotmail.com

Sergio Aruana Elarrat Canto

UFPA- Universidade Federal do Pará-Campus Universitário do Guamá- CT- LABEM, CEP 66085-310
aruana@ufpa.br

Gonçalo Rendeiro

UFPA- Universidade Federal do Pará-Campus Universitário do Guamá- CT- LABEM, CEP 66085-310
rendeiro@ufpa.br

Abstract

Pará State is the major producer of Açaí in Brazil. After Açaí juice is removed, its seed with spherical shape has no application identified so far and is disposal in large amount at residues areas. Studies done for the EBMA showed that its high heating value is 4576 kcal/kg, has 19% of fixed carbon, 79% of volatiles matter and 1% of ash, all in dry mass basis. These figures qualify Açaí seeds as a good biomass fuel to be used either at combustion or gasification process. This work show the results of a survey performed in Belém where the location of Açaí residues deposit are and available amount of residue of Açaí at each location. Each residue location had its coordinates recorded through a GPS and the amount of seeds registered. All the information was assembled as a data base in a SIG system. This information allowed to calculation the annually amount of available energy to be used to generate power.

Keywords: Açaí, SIG system, generate power, biomass, data base.