



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA DA UFPA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**MIROSLAWA LUCZYNSKI**

**ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA PARA A  
UTILIZAÇÃO DA SEMENTE DA *Euterpe oleracea* Mart.  
(Açaí) COMO RECURSO ENERGÉTICO**

**Belém  
2008**

**MIROSLAWA LUCZYNSKI**

**ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA PARA A  
UTILIZAÇÃO DA SEMENTE DA *Euterpe oleracea* Mart.  
(Açaí) COMO RECURSO ENERGÉTICO**

Dissertação apresentada para a  
obtenção do grau de Mestre em  
Engenharia Civil, Instituto de  
Tecnologia da UFPa, Universidade  
Federal do Pará.

Área de concentração: Recursos  
Hídricos e Saneamento Ambiental.

Orientador (a): Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Luiza Carla  
Girard de Teixeira Machado

**Belém  
2008**

---

Luczynski, Mirosława

Estudo da viabilidade econômica para a utilização da semente *Euterpe oleracea* Mart. (açai) do açai como recurso energético / Mirosława Luczynski. – 2008.

f.177 , enc.

Dissertação (Mestrado – Engenharia Civil) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia da UFPA, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Belém, 2008.

1. Energia 2. Energia/economia 3. Biomassa 4. Açai I. Título

CDU: 620.9

**Mirosława Luczynski**

**ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA PARA A  
UTILIZAÇÃO DA SEMENTE DA *Euterpe oleracea Mart.*  
(açai) COMO RECURSO ENERGÉTICO**

Dissertação apresentada para a  
obtenção do grau de Mestre em  
Engenharia Civil, Instituto de  
Tecnologia da UFPA, Universidade  
Federal do Pará.

Área de concentração: Recursos  
Hídricos e Saneamento Ambiental.

Orientador (a): Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Luiza Carla  
Girard de Teixeira Machado

**Data da aprovação:**

**BANCA EXAMINADORA**

\_\_\_\_\_ - Orientador (a)

**Luiza Carla Girard de Teixeira Machado**  
**Doutora**  
Universidade Federal do Pará

\_\_\_\_\_

**Lindemberg Lima Fernandes**  
**Doutor**  
Universidade Federal do Pará

\_\_\_\_\_

**Simone de Fátima Pinheiro Pereira**  
**Doutora**  
Universidade Federal do Pará

\_\_\_\_\_

**Rui Guilherme Cavaleiro de Macedo Alves**  
**Doutor**  
Universidade Federal do Pará

**Belém**  
**2008**

A DEUS, CRIADOR,

Que na sua infinita bondade, jamais me deixou abater pelo cansaço e desânimo... Pelo amor incondicional que todos os dias derrama sobre mim e mesmo quando na Fé eu fraquejei o Senhor ali estava;

A NOSSA SENHORA DE NAZARÉ,

Como a mãe que nunca abandona um filho, sempre estive ao meu lado, usando da sua intercessão e nos momentos de angústia, foi aí Mãe, que eu descobri tua infinita obediência junto ao Nosso Senhor.

AOS MEUS PAIS, IRMÃOS, MADRINHA E AFILHADAS,

Pela educação recebida ao longo dos anos, pelo amor, carinho, compreensão e confiança infundáveis, tendo participação direta ou indireta em todo e qualquer êxito alcançado.

AOS MEUS AMIGOS,

Por acreditarem em mim, principalmente quando eu, já descrente estava, pela força, coragem e amizade, que alguns mesmo estando longe, transmitiram e que hoje me fez estar aqui, vencendo mais este obstáculo.

## **AGRADECIMENTOS**

A Dra. Luiza Carla Girard de Teixeira Machado, pela confiança em me deixar seguir em frente com este projeto, o meu muito obrigada.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC), em especial, à Dra. Ana Rosa Baganha Barp, pela oportunidade e conhecimentos adquiridos.

A todos os professores e alunos do Grupo de Energia e Biomassa (EBMA) que dedicaram um pouco do seu tempo e conhecimento me orientando, em especial, ao Ms. Gonçalo Rendeiro e Dr. Augusto Cezar de Mendonça Brasil e aos MSc. Jessé Padilha, Anne Kelly, Robson Santos e Rogério Pinto, que sempre estiveram presentes quando precisei e me apoiaram na realização deste.

Aos meus eternos professores Ms. Paulo Fernando Norat Carneiro e Ms. Maria de Valdivia Costa Norat Gomes, pela paciência, carinho e atenção que dedicaram a mim sempre que a eles recorri e por ter contribuído para a realização deste trabalho, como amigos e grandes incentivadores.

A Universidade Federal do Pará (UFPA), que mesmo com todas as dificuldades nos propicia o crescimento profissional, cultural e humano no dia-a-dia.

Aos membros da banca examinadora, pela honra que me deram ao examinar este trabalho.

A todos os colegas da turma/98 de Engenharia Sanitária, onde tudo começou, “amigos de toda uma vida”, em especial à Elisângela Rocha, Regina Célia e Vanessa Mello, pela amizade e torcida sincera que sempre me dedicaram.

À Bibliotecária Luciene Cavalcante (amiga Tuta), que não mediu esforços, seja profissionalmente ou fraternalmente para a finalização deste.

A todos que direta e indiretamente contribuíram com êxito deste trabalho.

*A inteligência não consiste em se saber  
tudo; para isso é preciso se ter a  
sabedoria; pois o inteligente tropeça em  
sua confiança; enquanto o sábio segue  
sempre adiante; pois a sua confiança  
vem de Deus.  
(Miroslawa Luczynski)*

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo o estudo da viabilidade econômica para a utilização da semente da *Euterpe oleracea* Mart. (açai) como recurso energético na cidade de Belém-PA. Para isso foi feito um levantamento de campo dos pontos de venda e bairros de maior produção de açai, realizando em seguida os ensaios das propriedades termogravimétricas das sementes: Teor de umidade, teor de voláteis, teor de cinzas, teor de carbono fixo e o poder calorífico superior. O levantamento dos pontos possibilitou a criação de um banco de dados, utilizando o software Microsoft Access, o qual fornece relatórios com a identificação do nome do proprietário, assim como número de sacas que ele processa por dia, peso da saca e o potencial energético de cada produtor. Foi utilizado ainda o Microsoft ARC VIEW, de fácil interação com o Access e que possibilitou a criação de um mapa atualizado dos pontos de venda para a cidade de Belém-PA. De posse desses dados passou-se para o estudo das rotas de transportes, através do Sistema de Informação Geográfica (SIG) GOOGLE EARTH. Foram determinadas rotas, através do método do Centróide, ou seja, o ponto de maior concentração da variável de estudo, neste caso, a semente de açai, para o transporte da biomassa até seu destino final que é a UFPA, onde se encontra a usina que utiliza a biomassa como combustível para gerar energia. No cálculo da viabilidade econômica, utilizaram-se os parâmetros da usina de geração de energia elétrica do Grupo de Energia, Biomassa e Meio Ambiente – EBMA, juntamente com os dados do consumo de energia elétrica da Universidade Federal do Pará - UFPA no período de 06/2006 a 06/2007, fazendo-se comparação nos valores obtidos nos levantamentos e a confirmação do quanto a UFPA economizaria em termos financeiros com a utilização da energia oriunda da queima de biomassa. Concluindo-se assim que a semente de açai como recurso energético é economicamente viável para suprir toda a energia da UFPA, uma vez que o custo da energia elétrica fornecida pela Concessionária CELPA mostrou ser superior ao custo da geração com o sistema utilizado, ocorrendo assim, uma economia no valor final do consumo de energia elétrica.

**Palavras-Chave:** Energia, Biomassa, viabilidade econômica, Açai.

## ABSTRACT

This work had as objective the study of the economic viability for the *Euterpe oleracea's Mart. (açai)* seed use as energy resource in the city of Belém-PA. Initially, it was realized a field survey of the sail points and quarters of biggest production of açai, carrying through after that the assays of the termogravimetric properties of the seeds that are: Humidity text, volatile text, cinzas text, fixed carbon text and superior calorific power. The survey points made possible the creation of a data base, using the Microsoft Software Access, which supplies reports with the identification of the proprietor's name, as well as the number of bags that is it processes per day, weight of bag and its energy potential. It was used still the Microsoft ARC VIEW, of easy interaction with Access that made possible the creation of an up to date map of the points for the city of Belém-PA. With those data a study of the transport routes was made in the Geographic Information System (GIS) GOOGLE EARTH. There were determined routes, through the Centroid method, which is the point of highest concentration of the variable of study, in this case, the açai's seed, for the transport of biomass to its final destination that is the UFPA, where if it finds the plant that uses the biomass as combustible to generate energy. When calculating the economic viability there were used the plant of Energy and Biomass of the Group of Energy, Biomass and Environment (EBMA's) together with the data of the consumption of electric energy of the UFPA in the period from 06/2006 to 06/2007, finally it was realized a comparison between the values gotten in the two done surveys and the confirmation of how much the UFPA would save in financial and energy terms with the biomass energy use. In conclusion the açai's seed is economically viable as energy resource for energy supply in UFPA, since the cost of supplied electric energy the concessionaire services the CELPA must exceed the cost of the renewable generation system, thus causing an economy in the final value, of the consumption of electric energy.

**Keywords:** Energy. Biomass. Economic viability. Açai.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1: Principais recursos naturais, localização e composição.....	24
Quadro 2: Descrição das principais energias renováveis.....	25
Gráfico 1: Oferta interna de biomassa.....	30
Gráfico 2: Utilização do bagaço da cana-de-açúcar no Brasil.....	33
Quadro 3: Classificação dos biocombustíveis.....	34
Organograma 2: Panorama geral dos RS.....	35
Organograma 3: Conversão da biomassa em combustíveis úteis.....	39
Figura 1: Isométrica de vapor e condensado da Usina Piloto.....	41
Fotografia 1: Elevador caneca com esteira transportadora para os Silos.....	42
Fotografia 2: Silos que recebem a biomassa.....	43
Fotografia 3: Caldeira onde ocorre a troca de calor do fluido.....	43
Fotografia 4: Linha de distribuição da energia transformada.....	44
Fotografia 5: Sistema de resfriamento da usina do EBMA.....	44
Fotografia 6: Palmeira do Açai.....	50
Fotografia 7: Cachos da palmeira do açai.....	50
Fotografia 8: Frutos do açai-Branco e Preto (roxo).....	51
Fotografia 9: Máquina de despulpamento do açai (Belém-PA).....	52
Organograma 4: Período de produção estimada no estado do Pará.....	53
Gráfico 3: N° de municípios por ton de açai produzido.....	55
Fotografia 10: Mercado do Ver-o-Peso (Belém-PA).....	56
Fotografia 11: Desembarque na feira do Açai (Belém-PA).....	56
Fotografia 12: Distribuição aos produtores (Belém-PA).....	56
Fotografia 13: Acondicionamento em via pública (Belém-PA).....	58
Fotografia 14: Acondicionamento em sacas de sarrapilheiras-Belém-PA.....	59
Fotografia 15: Sacas com a semente e outros RS (Belém-PA).....	60
Fotografia 16: Coleta irregular em carro compactador (Belém-PA).....	61
Fotografia 17: Coleta em caçamba de entulho (Belém-PA).....	62
Fotografia 18: Descarregamento no lixão do Aura (Belém-PA) ponto1.....	63
Fotografia 19: Descarregamento ponto 1.....	64
Fotografia 20: Descarregamento ponto 2.....	64
Fotografia 21: Descarregamento ponto 3.....	64
Fotografia 22: Descarregamento ponto 4.....	65
Fotografia 23: Descarregamento ponto 5.....	65
Quadro 3: Variáveis convencionais e alternativas utilizadas na modelagem de planejamento nos transportes.....	67
Fotografia 24: Prato de alumínio com massa conhecida e balança analítica para se conhecer o peso da biomassa em questão.....	74
Fotografia 25: Estufa para esterilização e secagem da biomassa em questão	74
Fotografia 26: Bomba calorimétrica digital.....	78
Fotografia 27: Caixa com paredes rígidas.....	79
Fotografia 28: Amostra em caixa sem espaços vazios.....	79
Figura 2: Exemplo de questionário para atualização dos pontos de venda do açai.....	81
Figura 3: Visualização do banco de dados do Software Microsoft Access.....	82
Figura 4: Visualização do cálculo do P. E por casa de produção do Software Microsoft Access.....	83

Figura 5: Visualização geral do Software ArcWiev 3.2 <sup>a</sup> .....	84
Figura 6: Visualização geral do Sistema de Informação Geográfica Google Earth.....	84
Quadro 4: Identificação de Centróides dos bairros do DABEL.....	87
Quadro 5: Identificação de Centróides dos bairros do DABEN.....	87
Quadro 6: Identificação de Centróides dos bairros do DAENT.....	88
Quadro 7: Identificação de Centróides dos bairros do DAGUA.....	88
Quadro 8: Identificação de Centróides dos bairros do DAICO.....	88
Quadro 9: Identificação de Centróides dos bairros do DAOUT.....	88
Quadro 10: Identificação de Centróides dos bairros do DAMOS.....	88
Quadro 11: Identificação de Centróides dos bairros do DASAC.....	89
Fotografia 29: Caçamba Truck 12 ton (vista frontal).....	89
Fotografia 30: Caçamba Truck 12 ton (vista traseira).....	89
Figura 7: Exemplo de questionário na entrevista aos fretistas.....	90
Figura 8: Exemplo de relatórios gerados pelo Microsoft Office Access.....	97
Mapa1: Divisão da cidade de Belém-Pará por Distritos Administrativos.....	98
Gráfico 5: Produção em % de biomassa do DABEL – 2006.....	99
Gráfico 6: Produção em % de biomassa do DABEN – 2006.....	100
Gráfico 7: Produção em % de biomassa do DAENT – 2006.....	101
Gráfico 8: Produção em % de biomassa do DAGUA – 2006.....	102
Gráfico 9: Produção em % de biomassa do DAICO – 2006.....	103
Gráfico 10: Produção em % de biomassa do DAOUT – 2006.....	104
Gráfico 11: Produção em % de biomassa do DAMOS – 2006.....	105
Gráfico 12: Produção em % de biomassa do DASAC – 2006.....	106
Gráfico 13: Produção total por Distritos Administrativos em Belém-PA.....	107
Gráfico 14: Produção geral estimada na cidade de Belém-PA.....	108
Gráfico 15: Produção em % de biomassa da cidade de Belém-PA-2006.....	108
Figura 9: Visualização dos pontos cadastrados no Software Arc View 32 <sup>a</sup> .....	109
Figura 10: Banco de dados gerado pelo Microsoft Access.....	110
Figura 11: Vista área da cidade de Belém -PA a partir do SIG Google Earth.....	111
Gráfico 16: Variação do consumo faturado na UFPA (06/2006-06/2007).....	113
Figura 12: Roteiro I para a coleta da DBE encontrada nos centróides do DABEL.....	118
Figura 13: Roteiro II para a coleta da DBE encontrada nos centróides do DABEL.....	119
Figura 14: Roteiro III para a coleta da DBE encontrada nos centróides do DABEL.....	120
Figura 15: Roteiro IV para a coleta da DBE encontrada no centróide do DABEL.....	121
Figura 16: Roteiro I para a coleta da DBE encontrada no centróide do DABEN.....	125
Figura 17: Roteiro II para a coleta da DBE encontrada nos centróides do DABEN.....	126
Figura 18: Roteiro III para a coleta da DBE encontrada no centróide do DABEN.....	127

Figura 19: Roteiro IV para a coleta da DBE encontrada nos centróides do DABEN.....	128
Figura 20: Roteiro V para a coleta da DBE encontrada nos centróides do DABEN.....	129
Figura 21: Roteiro VI para a coleta da DBE encontrada nos centróides do DABEN.....	130
Figura 22: Roteiro VII para a coleta da DBE encontrada no centróide do DABEN.....	131
Figura 23: Roteiro VIII para a coleta da DBE encontrada nos centróides do DABEN.....	132
Figura 24: Roteiro I para a coleta da DBE encontrada nos centróides do DAGUA.....	138
Figura 25: Roteiro II para a coleta da DBE encontrada nos centróides do DAGUA.....	139
Figura 26: Roteiro III para a coleta da DBE encontrada nos centróides do DAGUA.....	140
Figura 27: Roteiros IV, V e VI para a coleta da DBE encontrada no centróide do DAGUA.....	141
Figura 28: Roteiro VII para a coleta da DBE encontrada nos centróides do DAGUA.....	142
Figura 29: Roteiros VIII, IX, X, XI e XII para a coleta da DBE encontrada nos centróides do DAGUA.....	143
Figura 30: Roteiro XIII e XIV para a coleta da DBE encontrada nos centróides do DAGUA.....	144
Figura 31: Roteiro I para a coleta da DBE encontrada nos centróides do DAENT.....	148
Figura 32: Roteiro I para a coleta da DBE encontrada nos centróides do DAENT.....	149
Figura 33: Roteiro I para a coleta da DBE encontrada nos centróides do DASAC.....	152
Figura 34: Roteiro II para a coleta da DBE encontrada nos centróides do DASAC.....	153
Figura 35: Roteiro III para a coleta da DBE encontrada no centróide do DASAC.....	154
Figura 36: Roteiro IV para a coleta da DBE encontrada nos centróides do DASAC.....	155
Figura 37: Roteiro V para a coleta da DBE encontrada no centróide do DASAC.....	156
Figura 38: Roteiro para a coleta da DBE encontrada no centróide do DAOUT.....	159
Figura 39: Roteiro I para a coleta da DBE encontrada no centróide do DAICO.....	162
Figura 40: Roteiro II para a coleta da DBE encontrada no centróide do DAICO.....	163
Figura 41: Roteiro para a coleta da DBE encontrada no centróide do DAMOS.....	166

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Consumo final de energia por fonte de geração 2005-2006.....	29
Tabela 2: Produção de energéticos no Brasil 2005-2006.....	29
Tabela 3: Biomassas utilizadas em fontes de geração no Brasil-2002.....	32
Tabela 4: Biomassas utilizadas no Brasil hoje como fonte de energia-2007.....	33
Tabela 5: Características gerais adotadas para os equipamentos da usina de energia e biomassa do EBMA.....	45
Tabela 6: Resultado da análise do TU.....	93
Tabela 7: Resultado da análise do TV.....	94
Tabela 8: Resultado da análise do TC.....	94
Tabela 9: Resultado da análise do TCF.....	94
Tabela 10: Resultado da análise do PCS.....	95
Tabela 11: Comparação dos resultados com 3 diferentes tipos de biomassa.....	95
Tabela 12: Produção de biomassa-nº de proprietário, nº sacas/dia, P.E e DBE (ton/dia)-DABEL.....	99
Tabela 13: Produção de biomassa-nº de proprietário, nº sacas/dia, P.E e DBE (ton/dia)-DABEN.....	100
Tabela 14: Produção de biomassa-nº de proprietário, nº sacas/dia, P.E e DBE (ton/dia)-DAENT.....	101
Tabela 15: Produção de biomassa-nº de proprietário, nº sacas/dia, P.E e DBE (ton/dia) -DAGUA.....	102
Tabela 16: Produção de biomassa-nº de proprietário, nº sacas/dia, P.E e DBE (ton/dia) -DAICO.....	103
Tabela 17: Produção de biomassa-nº de proprietário, nº sacas/dia, P.E e DBE (ton/dia) –DAOUT.....	104
Tabela 18: Produção de biomassa-nº de proprietário, nº sacas/dia, P.E e DBE (ton/dia) -DAMOS.....	105
Tabela 19: Produção de biomassa-nº de proprietário, nº sacas/dia, P.E e DBE (ton/dia) -DASAC.....	106
Tabela 20: Produção de nº de sacas e P.E geral por Distritos Administrativos de Belém-PA.....	107
Tabela 21: Consumo total faturado da UFPA 06/2006 - 06/2007.....	112
Tabela 22: Resultados obtidos para a viabilidade econômica da semente de açaí como recurso energético.....	113
Tabela 23: Valor da diária mais insumos necessários (combustível, ajudante) cobrados pelos fretistas.....	115
Tabela 24: Roteiros conforme a disponibilidade de biomassa encontrada por dia para o DABEL.....	117
Tabela 25: Valores finais para o trabalho no DABEL.....	122
Tabela 26: Roteiros conforme a disponibilidade de biomassa encontrada por dia para o DABEN.....	123
Tabela 27: Valores finais para o trabalho no DABEN.....	133
Tabela 28: Roteiros conforme a disponibilidade de biomassa encontrada por dia para o DAGUA.....	134
Tabela 29: Valores finais para o trabalho no DAGUA.....	145
Tabela 30: Roteiros conforme a Disponibilidade de biomassa encontrada por dia para o DAENT.....	147
Tabela 31: Valores finais para o trabalho no DAENT.....	150

Tabela 32: Roteiros conforme a disponibilidade de biomassa encontrada por dia para o DASAC.....	151
Tabela 33: Valores finais para o trabalho no DASAC.....	157
Tabela 34: Roteiro conforme a disponibilidade de biomassa encontrada por dia para o DAOUT.....	158
Tabela 35: Valores finais para o trabalho no DAOUT.....	160
Tabela 36: Roteiros conforme a disponibilidade de biomassa encontrada por dia para o DAICO.....	161
Tabela 37: Valores finais para o trabalho no DAICO.....	164
Tabela 38: Roteiro conforme a disponibilidade de biomassa encontrada por dia para o DAMOS.....	165
Tabela 39: Valores finais para o trabalho no DAMOS.....	167
Tabela 40: Total de horas trabalhadas, n° de caçambas, n° de diárias e valor gasto (R\$) no CTP.....	167

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	— Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEEL	— Agência Nacional de Energia Elétrica
ATM	— Atmosfera
BEN	— Banco Energético Nacional
EBMA	— Energia, Biomassa e Meio Ambiente
GLP	— Gás Liquefeito de Petróleo
GIS	— Sistema de Informação Geográfico
kWh	— Kilo Watt Hora
LGN	— Líquido de Gás Natural
MW	— Mega Watt
NBR	— Norma Brasileira Recomendada
PCS	— Poder Calorífico Superior
PCI	— Poder Calorífico Inferior
PDF	— Função Densidade e Probabilidade
P.E	— Potencial Energético
PETROBRÁS	— Petróleo Brasileiro S.A
RMB	— Região Metropolitana de Belém
RS	— Resíduos Sólidos
SESAN	— Secretaria Municipal de Saneamento de Belém
SIG	— Sistema de Informação Geográfica
tEP	— Tonelada Equivalente de Petróleo
TON	— Toneladas
UFPA	— Universidade Federal do Pará
UPGN	— Unidade de Processamento de Gás Natural

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>18</b>
<b>2 ENERGIA INFRA-ESTRUTURA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....</b>	<b>21</b>
2.1 ASPECTOS GERAIS.....	21
2.2 AS PRINCIPAIS FONTES DE RECURSOS ENERGÉTICOS.....	23
2.3 OUTRA FONTE DE ENERGIA: BIOMASSA.....	26
<b>3 A PARTICIPAÇÃO DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS NO BRASIL.....</b>	<b>27</b>
<b>4. ENERGIA DA BIOMASSA.....</b>	<b>31</b>
4.1 ASPECTOS GERAIS.....	31
4.2 RESÍDUOS SÓLIDOS – CARACTERÍSTICAS GERAIS.....	35
4.3 CADEIA PRODUTIVA DA BIOMASSA.....	37
4.4 SISTEMA PILOTO DE GERAÇÃO DE ENERGIA.....	40
<b>5. ENERGIA RENOVÁVEIS NO PARÁ.....</b>	<b>46</b>
5.1 ASPECTO GERAL.....	46
5.2 A SEMENTE DE AÇAÍ COMO POTENCIAL DE BIOMASSA ENERGÉTICA.....	48
<b>5.2.1 O açaí na região amazônica.....</b>	<b>48</b>
<b>5.2.2 Período de Produção.....</b>	<b>53</b>
<b>5.2.3 Aspectos Econômicos da Produção de Açaí.....</b>	<b>55</b>
<b>5.2.4 A distribuição de açaí na RMB.....</b>	<b>55</b>
5.3 CARACTERÍSTICAS DOS RESÍDUOS DE AÇAÍ.....	57
5.4 ACONDICIONAMENTO DOS RESÍDUOS DE AÇAÍ.....	58
<b>5.4.1 Coleta e Transporte de Açaí.....</b>	<b>60</b>
<b>5.4.2 Tratamento e Destinação Final do Açaí do resíduo de açaí.....</b>	<b>62</b>
<b>6 TRANSPORTE DA BIOMASSA.....</b>	<b>66</b>
6.1 PLANEJAMENTO DO TRANSPORTE.....	66
<b>6.1.2. Zoneamento dos transportes.....</b>	<b>68</b>
<b>6.1.3 Modelagem de tráfego e transportes.....</b>	<b>70</b>
<b>7. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>73</b>
7.1 REFERENCIAL TEÓRICO.....	73
7.2 ENSAIOS DE LABORATÓRIOS.....	74

7.3 LEVANTAMENTO DE CAMPO.....	80
7.4 TRATAMENTO DE DADOS.....	82
7.5 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG).....	83
7.6 VIABILIDADE ECONÔMICA.....	85
<b>8. RESULTADOS.....</b>	<b>93</b>
8.1 ENSAIOS DE LABORATÓRIOS.....	93
8.2 LEVANTAMENTO DE CAMPO.....	96
8.3 TRATAMENTO DE DADOS.....	109
8.4 VIABILIDADE ECONÔMICA.....	112
<b>9. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>171</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>174</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A questão dos resíduos sólidos (RS), atualmente, é um dos assuntos de maior relevância na agenda ambiental da maioria dos países e, principalmente, em determinadas regiões vem agravando-se em consequência do acelerado processo de industrialização, o que consiste na geração de uma ampla gama de tipos de resíduos devido também a um grande crescimento demográfico.

A capacidade de geração de energia elétrica no Brasil hoje é da ordem de 98.810.675 kW de potência originadas de 1.619 empreendimentos, sendo eles, privados, públicos ou em operação, e outros 26.298.868 kW estão previstos em mais 88 empreendimentos em construção e 521 outorgados, onde temos: Central Geradora Hidrelétrica (CGH), Central Geradora Undi-Elétrica (CGU), Central Geradora Eolielétrica (EOL), Pequena Central Hidrelétrica (PCH), Central Geradora Solar Fotovoltaica (SOL), Usina Hidrelétrica de Energia (UHE), Usina Termelétrica de Energia (UTE), Usina Termonuclear (UTN). As termoelétricas representam 18,60 % da geração nacional. Dentre estas, 10,68% dos combustíveis utilizados no país fazem o uso da biomassa como fonte de geração de energia (Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, 2007).

As energias renováveis no Brasil, respondem hoje, por quase 60% da oferta interna de energia. No outro extremo, a hidroeletricidade cresceu sua participação de 16% para 38%, enquanto o setor sucro-alcooleiro tem mantido sua participação. Também é preciso lembrar que, assim como cresce o uso das fontes renováveis há uma tendência crescente do papel das fontes não-renováveis, em particular o gás natural, tendência que deverá se aprofundar nos próximos anos, principalmente em função da necessidade de diversificação das fontes para geração de energia elétrica. Já a cana de açúcar possui um número maior de fontes de geração em atividade no país, são 182 ao todo, isso representa cerca de 90 % contra apenas 4,38 % dos resíduos de madeira. Significando assim um aproveitamento quase total dos resíduos provenientes da indústria do álcool e um enorme desperdício dos resíduos da indústria madeireira (ANEEL, 2007).

O fornecimento de energia está relacionado com o aumento da qualidade de vida, um maior número de empregos, incentivo à economia local, oportunidades

de refrigeração de produtos regionais e comercialização de energia própria podendo suportar um processo de desenvolvimento regional auto-sustentado.

A população da região das ilhas, em frente à cidade de Belém-PA, pode servir de exemplo, sendo uma grande fornecedora de *Euterpe oleracea Mart.* (açai), não dispõe de recursos para a produção do mesmo. Como essa região não é plenamente atendida pelo atual sistema de distribuição de energia elétrica, toda essa produção vem para Belém, onde após a sua transformação em suco o seu rejeito é desperdiçado sem qualquer adequação a sua destinação final.

Assim, neste trabalho, será feito um estudo para avaliar a viabilização da utilização da biomassa da semente da *Euterpe oleracea Mart.* (açai) como recurso energético, disponível em Belém-PA, tendo como base a Usina de Energia e Biomassa do grupo de Energia, Biomassa e Meio Ambiente (EBMA), localizada na Universidade Federal do Pará (UFPA), a qual já faz o estudo com outros tipos de biomassa.

Este trabalho vem tratar de uma opção de destino para uma parte desse resíduo, a biomassa, a qual é constituída de matéria orgânica que pode ser reaproveitada para diversos fins, dentre os quais a geração de energia elétrica. Atualmente, há no Brasil, a necessidade de se ampliar a distribuição de energia elétrica, principalmente na região amazônica, onde há diversas localidades isoladas, totalmente carentes deste benefício. Especificamente, hoje na cidade de Belém-PA, se tem um grande volume desta biomassa (açai), porém sem destinação final e principalmente sem nenhum controle no que se refere à quantidade de produtores e produção da mesma, o que será mostrado neste trabalho, através de um levantamento de campo dos vendedores assim como a quantidade gerada de biomassa por cada um, chegando até a criação de roteiros para a destinação final deste produto, a fim de utilizá-lo como recurso energético.

Para um melhor entendimento, este trabalho foi dividido em oito itens, sendo os primeiros um levantamento bibliográfico das diversas fontes de energias renováveis e não renováveis existentes hoje no Brasil, aspectos gerais da biomassa e a participação das energias renováveis no Brasil e estado do Pará, assim como, os aspectos gerais da *Euterpe oleracea Mart.* (açai), seu período de produção, características, tipos de acondicionamento, coleta e transporte. E nos últimos itens são abordados os procedimentos metodológicos para a determinação da viabilidade econômica da semente de açai como recurso energético e seus respectivos

resultados, bem como conclusões e recomendações que servirão de subsídios para outros estudos que venham a utilizar a biomassa como recurso energético.

## 2 ENERGIA, INFRA-ESTRUTURA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

### 2.1 ASPECTOS GERAIS

Segundo Hinrichs e Kleinbach (2003), a energia é um dos principais constituintes da sociedade moderna. Ela é necessária para se criar bens a partir dos recursos naturais e para fornecer muitos dos serviços dos quais temos nos beneficiado. O desenvolvimento econômico e os altos padrões de vida são processos complexos que compartilham um denominador comum: a disponibilidade de um abastecimento adequado e confiável de energia. A modernização do Ocidente, passando de uma sociedade rural para outra, urbana e rica, foi possível pela utilização de tecnologia moderna baseada em uma ampla série de avanços científicos – os quais foram energizados por combustíveis fósseis. Eventos políticos, começando com o embargo do petróleo em 1973 e continuando com a Revolução Iraniana de 1979 e a Guerra do Golfo Pérsico de 1991, fizeram com que muitas pessoas passassem a atentar para o quanto a energia é crucial para o funcionamento cotidiano de nossa sociedade. As longas filas para comprar gasolina e os frios invernos com racionamento de gás natural na década de 70 ainda são memórias tristes para algumas pessoas. As crises energéticas dos anos 70 foram quase completamente esquecidas na década de 80. Contudo aquela década trouxe uma crescente preocupação com o meio ambiente. Inquietações relacionadas com o aquecimento global, a chuva ácida e os resíduos radioativos ainda nos perseguem hoje em dia e cada um destes temas está relacionado com a forma como usamos a energia.

Apesar de o interesse em ser auto-suficiente em energia e de obter uma fonte energética própria ter sido forte nas décadas de 70 e 80, durante a segunda metade dos anos 90, o Brasil, assim como o público passou a ter uma outra opção – ser capaz de escolher seu próprio fornecedor de energia. A indústria da energia elétrica mudou de um perfil tradicional e altamente regulado para outro, de desregulação e competição. A partir de 1997, os consumidores passaram a poder comprar energia do fornecedor de sua preferência e o custo da energia passou a

não ser o único critério nesta escolha. Muitas pessoas decidiram comprar energia de fornecedores que poluísem menos, as chamadas alternativas de “energia verde” (HINRICHS E KLEINBACH, 2003).

Por um longo período da história da humanidade, a única forma de energia utilizada pelo homem era a força endossomática, ou seja, as suas próprias forças musculares, utilizadas somente para ir à busca dos alimentos necessários para a manutenção da vida.

A partir da era do homem caçador (aproximadamente cem mil anos atrás) até meados do século XVIII da era atual, o mais importante recurso explorado pelo homem foi à madeira que começou a ser utilizada com a descoberta do fogo. Inicialmente, era utilizada na obtenção de calor para cozer os alimentos e aquecer as habitações em regiões de clima frio. Mais tarde passou a ser utilizada como fonte térmica na obtenção de carvão vegetal, combustível utilizado nas indústrias de refino e formatação de utensílios de metal, cerâmicas, tinturarias, vidrarias, cervejarias, entre outras. Energias solares, eólicas, hidráulicas e geotérmicas, são formas de energia renováveis, pois estão em constante processo de renovação (HINRICHS E KLEINBACH, 2003).

Segundo Pereira e Staiss (2001) na discussão atual sobre a política de energia e ambiente é atribuída uma grande importância às energias renováveis. Espera-se delas uma contribuição significativa para a solução de muitos problemas atuais e futuros. As energias renováveis ou alternativas devem substituir as energias convencionais como petróleo, carvão mineral e gás natural, evitar um aumento de gases, com efeito, estufa na atmosfera e perspectivar novas alternativas de rendimento, entre eles, na agricultura. A realização de uma política de energia que proteja os recursos e o ambiente exige, no entanto uma análise profunda das possibilidades, efeitos e custos de uma substituição das energias comerciais, como por exemplo, situação da tecnologia, potencialidade para uma substituição das energias não renováveis, valorização energética, custos e compatibilidade ambiental, entre outros.

Têm-se, hoje também, outras fontes de energia que são as chamadas energias não renováveis, como exemplo, a energia que usamos nos carros, a qual, não podemos fabricar. Os combustíveis fósseis levam milhões de anos para se formarem e não podem ser produzidos de um dia para o outro. Este tipo de fonte, não renovável, são finitas e esgotam-se, um exemplo simples é um poço de petróleo

que não pode ser preenchido novamente, pois este combustível é resultado de milhões de anos de decomposição orgânica, ou seja, uma vez gasta, não é possível utilizá-la de novo, por isso, o melhor é conservar e poupar ao máximo as formas de energia não renovável.

No item a seguir, serão apresentadas as principais fontes de energia, algumas mais utilizadas e outras pouco conhecidas, tornando-se assim, objeto de estudo, para os dias de hoje e futuro.

## 2.2 AS PRINCIPAIS FONTES DE RECURSOS ENERGÉTICOS

Segundo Magalhães (2007), as energias renováveis são consideradas energias alternativas a matriz energética tradicional, tanto pela sua disponibilidade garantida, como pelo seu menor impacto ambiental, ainda que em alguns casos este possa ser muito grande, como é o causado por barragens que provocam deslocamento de famílias e a inundação de grandes áreas, como a recente usina de Três Gargantas na China, onde foram removidas quase 2 milhões de pessoas.

Atualmente, no cenário dos recursos naturais são enfocados o setor do petróleo, o gás natural, o setor carbonífero, a energia nuclear e a célula combustível e os recursos energéticos renováveis já tradicionais ou com maior possibilidade de aplicação no médio prazo: energia eólica, geotérmica, hídrica, mareomotriz, solar, termelétrica e da biomassa, (REIS; FADIGAS; CARVALHO, 2005).

No Quadro 1 são mostrados os principais recursos naturais por meio de uma visão aberta e introdutória, cada recurso, na realidade, representa um mundo a ser estudado e absorvido, assim, introduz-se um cenário geral atual dos referidos recursos energéticos para um melhor entendimento.

RECURSOS NATURAIS	LOCALIZAÇÃO	COMPOSIÇÃO
PETRÓLEO	Encontrado no subsolo, junto com o gás natural e água.	Mistura de hidrocarbonetos (mistura de hidrogênio e carbono).
GÁS NATURAL	Mistura de hidrocarbonetos leves que a temperaturas ambiente e pressão atmosférica, permanece no estado gasoso.	É variada, porém predomina o gás Metano.
SETOR CARBONÍFERO	Combustível fóssil, formado a partir da decomposição da matéria orgânica de vegetais depositados em bacias sedimentares.	Material orgânico, soterrado e submetido a elevadas temperaturas em contato com o ar, é transformado em produto sólido, de cor escura cuja propriedade físico-química depende da formação geológica.
ENERGIA NUCLEAR	É armazenada no núcleo dos átomos, mantendo prótons e neutros juntos.	O urânio é toda concentração natural de minerais na qual ocorre em proporções e condições que permitam sua exploração econômica.
CÉLULA COMBUSTÍVEL	-	Tecnologia que utiliza a combinação química entre o oxigênio e hidrogênio.

Quadro 1: Principais recursos naturais, localização e composição.

Os recursos naturais são componentes, materiais ou não, da paisagem geográfica, mas que ainda não tenham sofrido importantes transformações pelo trabalho humano.

No âmbito das energias renováveis, onde as mesmas são provenientes de ciclos naturais de conversão da radiação solar, fonte primária de quase toda energia disponível na terra e, por isso, são praticamente inesgotáveis e não alteram o balanço térmico do planeta configurando um conjunto de fontes de energia que podem ser chamadas de não-convencionais, ou seja, aquelas não baseadas nos combustíveis fósseis e grandes hidroelétricas, assim, têm-se procurado mais apropriadamente usar as denominações Energias Renováveis e Novas Energias, para delimitar o conceito naquelas com ciclos de renovação natural, que, em última análise, se originam da energia solar como fonte primária.

Segundo Lorenzo (1994) a eficiência energética e a redução no consumo, assim, como, o suprimento futuro da demanda energética, deverão ser baseados

nas fontes renováveis de energia, constituindo-se no fundamento da matriz energética mundial.

O Brasil, por sua vasta extensão territorial, apresenta um alto potencial de recursos naturais geradores de energia que poderiam minimizar o suprimento das fontes energéticas convencionais, destacando-se, entre elas, a eólica, solar, as pequenas quedas d'água e a biomassa (LORENZO, 1994).

No Quadro 2 são mostradas as principais energias renováveis e exemplos de uso das mesmas.

ENERGIAS RENOVÁVEIS	DESCRIÇÃO
ENERGIA EÓLICA	Obtida pelo movimento do ar (vento), energia limpa e disponível em todos os lugares.
ENERGIA GEOTÉRMICA	Energia proveniente da crosta terrestre e está ligada a quantidade de calor.
ENERGIA HÍDRICA	É proveniente do movimento das águas.
ENERGIA MAREOMOTRIZ	É produzida através do movimento oscilatório das ondas.
ENERGIA SOLAR	Energia abundante e permanente, renovável a cada dia, não polui e nem prejudica o ecossistema.

Quadro 2: Descrição das principais energias renováveis.

Estas energias renováveis podem e devem ser utilizadas de forma sustentada, de maneira tal que resulte em mínimo impacto ao meio ambiente. O desenvolvimento tecnológico tem permitido que, aos poucos, elas possam ser aproveitadas quer como combustíveis alternativos (álcool, combustíveis) quer na produção de calor e de eletricidade, como a energia eólica, solar, da biomassa, e de pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), separadas das grandes hidrelétricas, com características renováveis, constituindo-se em fonte convencional de geração de eletricidade.

## 2.3 OUTRA FONTE DE ENERGIA: BIOMASSA

Lora (1997) define biomassa como a abrangência da matéria vegetal criada pela fotossíntese e seus derivados, tais como resíduos florestais e agrícolas, resíduos animais e a matéria orgânica contida em resíduos domésticos urbanos.

Biomassa pode ser definida também, como a massa total da matéria orgânica que se acumula em um espaço vital, pertencendo a ela todas as plantas e todos os animais, incluindo seus resíduos e pode ser encontrada na natureza de diversas formas, as mais conhecidas são a lenha, os resíduos gerados pelas culturas agrícolas, agroindústrias, criação animal, as florestas energéticas e os resíduos sólidos urbanos (STAISS E PEREIRA, 2001).

Para Mello (2002), a Biomassa consiste nos restos e sobras de toda a espécie, por exemplo: árvores mortas, ramos de árvores, restos de relva cortada, cascas de árvores e serraduras que sobram nas carpintarias, sobras de colheitas, cascalho e pedras miúdas das construções, produtos de papel, sementes de vegetal (babaçu, açaí, etc), bagaço de cana - de açúcar, entre outros objetos, é uma grande fonte de energia, do ponto de vista econômico.

Do ponto de vista energético, a médio e longo prazo, estará tendo-se uma exaustão de fontes, principalmente as não-renováveis, juntamente com as pressões ambientalistas, o que acaba acarretando para a exploração de um tipo específico de fonte. A biomassa, atualmente, vem sendo cada vez mais utilizada na geração de energia elétrica e concerteza o seu uso como fonte energética deve aumentar cada vez mais. Primeiro, de que é fato que algumas fontes estarão se esgotando e segundo, pelo aumento de biomassa sem uma destinação final adequada, o que de certa forma agrava tanto no que se refere à saúde pública quanto esteticamente, obrigando as autoridades tomar iniciativas em relação ao seu uso e destinação final (LUCZYNSKI, 2006).

O próximo item trata das energias renováveis no Brasil de uma forma geral e simples com dados atualizados, através dos órgãos responsáveis.

### 3 A PARTICIPAÇÃO DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS NO BRASIL

Segundo Pires (2005) as atividades do setor elétrico brasileiro podem ser agrupadas em quatro segmentos principais: geração, transmissão, distribuição e comercialização. O segmento de geração abrange todas as atividades de produção de energia (usinas hidrelétricas, termelétricas e outras fontes alternativas), incluindo a importação de países de fronteira.

O segmento de transmissão engloba as atividades necessárias à transferência da energia produzida até os grandes centros de consumo.

O terceiro segmento, distribuição, encarrega-se da transferência final da energia a partir dos pontos de entrega na rede de alta tensão até os consumidores finais.

O último segmento, comercialização está encarregado das atividades de contratação da energia gerada e sua revenda aos consumidores.

Tratar da questão energética no Brasil não é uma tarefa simples. De fato, diversos volumes poderiam ser escritos, abordando somente a questão da geração de energia hidrelétrica. O Balanço Energético Nacional (BEN), publicado anualmente pelo Ministério das Minas e Energia (MME), é um documento tradicional do setor energético brasileiro, que há mais de 30 anos vem sendo publicados, apresentando uma extensa pesquisa e contabilidade, relativas à oferta e consumo de energia no Brasil (MME, 2007).

Hinrichs e Kleinbach (2003) apresentam de forma sucinta um modelo da matriz energética brasileira. Discutem, também, as peculiaridades do sistema brasileiro, como a elevada participação de fontes renováveis, o uso da cana-de-açúcar e seus derivados e os novos combustíveis alternativos que tem surgido.

Ao se referir à questão energética no Brasil, torna-se necessário o conhecimento de alguns conceitos básicos incorporados ao jargão técnico utilizado em nosso país, segundo Hinrichs e Kleinbach (2003).

◆ **Energia Primária:** fontes fornecidas pela natureza em sua forma direta (petróleo, gás natural, carvão mineral, energia hidráulica, lenha, etc.).

◆ **Energia Secundária:** energia transformada a partir das fontes primárias, nos Centros de Transformação. Alguns exemplos são: óleo diesel, gasolina, coque de carvão, eletricidade, etc.

♦ **Centros de Transformação:** local onde parte da energia primária é convertida em energia secundária (refinarias de petróleo, usinas de gás natural, coquearias, usinas hidrelétricas, etc.).

Uma parcela da energia primária é consumida nos centros de transformação. Outra parcela é consumida diretamente nos mais diversos setores, sendo esse consumo designado por “consumo final”, como exemplos, pode-se citar o consumo de lenha em fogões e o carvão em caldeiras. A energia secundária, também, pode ser subdividida em relação à sua utilização, ou seja, a maior parte é destinada ao consumo final e a outra parte é utilizada pelos centros de transformação, onde é convertida em outras formas de energia secundária, por exemplo, o óleo combustível em eletricidade e a nafta em gás canalizado (REIS; FADIGAS; CARVALHO, 2005).

Assim sendo, pode-se definir a soma da “energia transformada” com a energia de “consumo final” com o “consumo total” de cada fonte primária ou secundária de energia. O consumo final pode ainda ser dividido em energético e não-energético. O primeiro abrange diversos setores como o residencial, comercial, público, de transportes, agropecuário, entre outros, sendo que cada uma dessas áreas apresenta suas subdivisões.

A matriz energética procura representar ao longo do tempo quantidade e ordenamento, todas as relações entre os energéticos com sua cadeia energética, desde a utilização dos recursos naturais até os usos finais da energia. O que a torna um instrumento fundamental para a execução de um planejamento correto e para o estabelecimento de políticas e estratégias, quando elaborada para cenários futuros, em geral de 20 a 25 anos (REIS; FADIGAS; CARVALHO, 2005).

Uma análise da matriz energética pode ser feita quanto à Oferta Interna de Energia (OIE) e sua produção de energéticos e quanto a sua estrutura, divididos pelos diferentes setores de produção e consumo.

Estes dados estão apresentados nas Tabelas 1 e 2, através do BEN, onde são apresentados os dados de OIE em Tonelada Equivalente de Petróleo (tEP) entre 2005 e 2006.

Tabela 1: Consumo Final de Energia por Fonte 2005 – 2006.

<b>OFERTA INTERNA DE ENERGIA – OIE em tEP</b>			<b>%</b>
<b>FONTES</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>05/06 %</b>
NÃO RENOVÁVEL	<b>121.349</b>	<b>124.321</b>	2,4
PETRÓLEO	84.553	85.485	1,1
GÁS NATURAL	20.526	21.721	5,8
CARVÃO MINERAL	13.721	13.464	-1,9
URÂNIO (U3O8)	2.549	3.650	43,2
RENOVÁVEL	<b>97.314</b>	<b>101.434</b>	4,2
ENERGIA HIDRÁULICA	32.379	33.452	3,3
LENHA	28.468	28.058	-1,4
PRODUTOS DA CANA-DE-AÇÚCAR	30.147	33.043	9,6
OUTRAS RENOVÁVEIS	6.320	6.880	8,9
TOTAL	218.663	225.754	3,2
<b>% PRODUTO INTERNO BRUTO - PIB</b>			<b>3,7</b>

Fonte: BEN, 2007.

Tabela 2: Produção de energéticos no Brasil em 2005 – 2006.

<b>ESTRUTURA % DA OFERTA INTERNA DE ENERGIA</b>			
<b>FONTES</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>06/05 %</b>
NÃO RENOVÁVEL	<b>55,5</b>	<b>55,1</b>	-0,8
PETRÓLEO	38,7	37,9	-2,1
GÁS NATURAL	9,4	9,6	2,5
CARVÃO MINERAL	6,3	6,0	-5,0
URÂNIO (U3O8)	1,2	1,6	38,7
RENOVÁVEL	<b>44,5</b>	<b>44,9</b>	1,0
ENERGIA HIDRÁULICA	14,8	14,8	0,1
LENHA	13,0	12,4	-4,5
PRODUTOS DA CANA-DE-AÇÚCAR	13,8	14,6	6,2
OUTRAS RENOVÁVEIS	2,9	3,0	5,4
TOTAL	100,0	100,0	0,0

Fonte: BEN, 2007.

No Gráfico 1, é mostrada a OIE, tendo como base o ano de 2006, para os tipos de energia mais utilizados no Brasil (Ministério de Minas e Energia - MME, 2007).

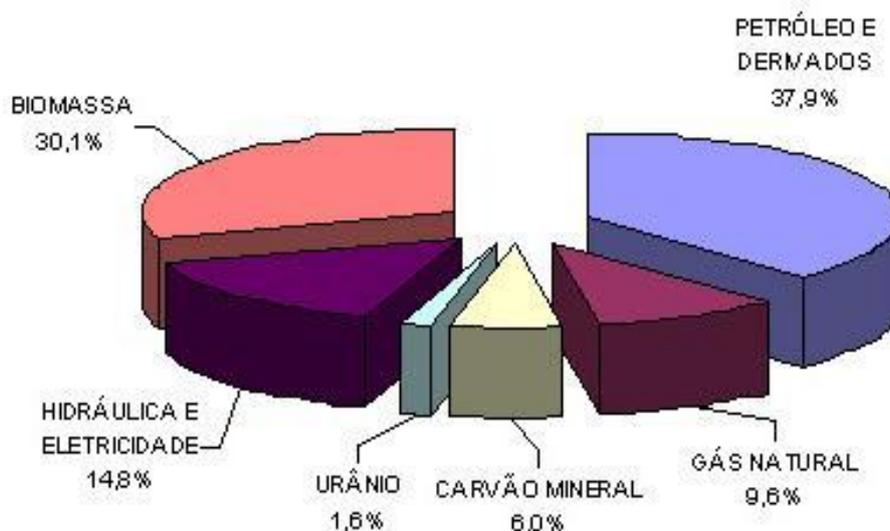


Gráfico 1: Oferta Interna de Biomassa – 2006.  
Fonte: BEN, 2007.

Observa-se a rápida e recente evolução da matriz energética brasileira em um contexto de mudanças institucionais.

Segundo MME (2007), a diversidade dos usos dos recursos energéticos disponíveis, os padrões próprios empregados nas variadas regiões do país, a introdução de novas tecnologias e a falta de estatísticas regulares de diversos energéticos, entre outros, aumentaram o esforço necessário para a elaboração de um instrumento estatístico como o BEN, no qual a fidelidade com que representa a realidade da matriz energética brasileira e a exatidão com que quantifica a produção e consumo dos diferentes energéticos nos variados setores é, primordialmente, dependente da qualidade de informações recebidas.

Em sua natureza fundamental, o balanço energético não é um gerador de dados primários, mas depende de informações recebidas geradas por outros agentes, uma vez que a maior parte das estatísticas energéticas que o compõem é originária de operações de serviço público concedido. Entretanto, uma parcela não desprezível destas informações se refere aos energéticos não comerciais, que não possuem instrumentos formais de contabilização, ou são produzidas diretamente pelo consumidor (autoprodutores), não aparecendo assim em registros oficiais, e exigindo que a geração destes dados primários seja assumida pela execução do BEN (MME, 2007).

## 4 ENERGIA DA BIOMASSA

### 4.1 ASPECTOS GERAIS

Segundo Lellis (2007), a energia da biomassa é proveniente de toda matéria orgânica que pode ser transformada em combustíveis líquidos, sólidos e gasosos. Esses combustíveis são utilizados, por exemplo, em usinas termelétricas para a geração de eletricidade. Como por exemplo, tem-se o combustível produzido a partir da cana-de-açúcar, que propiciou a substituição da gasolina pelo álcool, representando um grande avanço social e econômico e uma importante medida de preservação do meio ambiente. Da mesma forma, outros cultivos, tais como a mandioca, o babaçu e as oleaginosas, devem substituir fontes não-renováveis. O biodiesel, apesar de opiniões contrárias, já se mostra como uma alternativa importante para o Brasil.

Nos parágrafos a seguir, Reis; Fadigas; Carvalho (2005) define a origem e as aplicações da biomassa, o qual ainda é um termo pouco conhecido fora dos campos de energia e da ecologia, mas que já faz parte do cotidiano brasileiro. Forma de energia não poluente, a biomassa nada mais é de que a matéria orgânica, de origem animal ou vegetal, ou seja, um tipo característico de Resíduos Sólidos (RS), a qual pode ser utilizada na produção de energia. Para se ter uma idéia da sua participação na matriz energética, a biomassa responde por um quarto da energia consumida no país.

A origem pode ser dos produtos da floresta e das indústrias conexas e a fração biodegradável dos resíduos industriais e urbanos, os quais geralmente, podem ser aproveitados.

A biomassa pode ser aproveitada de diversas formas, tendo sido ultimamente a mais comum para a utilização de energia. A energia contida na biomassa pode ser explorada de diferentes formas, onde a utilização do calor proveniente da combustão é a mais comum – seja diretamente fabricando vapor para gerar eletricidade. Sendo assim, a biomassa pode, desta forma, produzir energia em uma unidade de cogeração de calor e de eletricidade, podendo o calor

“residual” ser injetado em uma rede de aquecimento urbano ou em um complexo industrial.

A energia de biomassa é aquela fornecida por materiais de origem vegetal renovável ou obtida pela decomposição de dejetos. Na atualidade o Brasil tem desenvolvido tecnologia há vários anos para a utilização da biomassa como fonte geradora de energia, gerando empregos com muito pouco recurso financeiro. São conhecidas diversas fontes renováveis de biomassa, tais como: lenha, carvão vegetal, babaçu, óleos vegetais, resíduos vegetais, sisal, biogás, casca de arroz, cana de açúcar (bagaço da cana, palha e álcool).

Da biomassa resultam vários combustíveis diretos ou derivados, desde a lenha tradicionalmente usada para cozinhar, até os combustíveis líquidos que substituem os derivados do petróleo.

Devido a sua grande versatilidade, pode-se escolher o material que seja mais adequado ao solo, ao clima e às necessidades sócio-econômicas. Era predominante no Brasil, o uso de três (3) tipos de biomassa, principalmente o bagaço da cana-de-açúcar, consideradas as mais utilizadas para a geração de energia elétrica, até o ano de 2002, conforme pode ser observado na Tabela 3 (ANEEL, 2002).

Tabela 3: Biomassas utilizadas em fontes de geração no Brasil-2002.

<b>BIOMASSAS QUE SÃO UTILIZADAS COMO COMBUSTÍVEIS</b>			
<b>Combustível</b>	<b>N° de Usinas</b>	<b>Potencia (kW)</b>	<b>%</b>
Resíduo de Madeira	10	72.200	4,38
Bagaço de cana	182	1.562.157	94,75
Casca de arroz	3	14.400	0,87
<b>Total</b>	<b>195</b>	<b>1.648.757</b>	<b>100</b>

Fonte: ANEEL, 2002.

No Gráfico 2, tem-se uma visualização deste uso em porcentagens (%) referentes aos tipos de biomassa utilizada no Brasil.

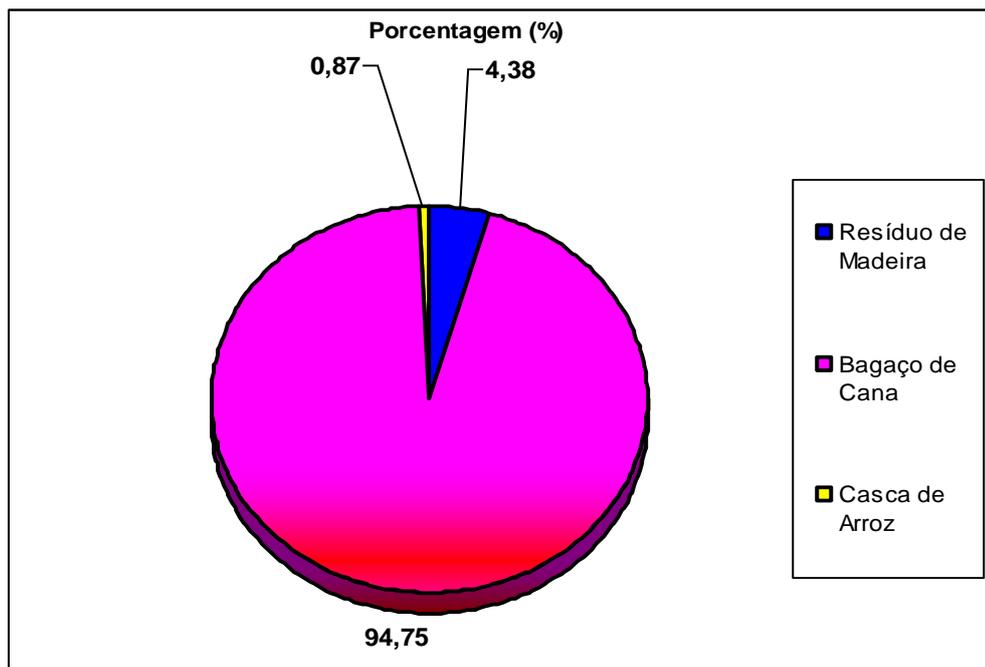


Gráfico 2: Utilização da biomassa no Brasil.

Fonte: ANEEL, 2002.

Em 2007 este quadro mudou, sendo atualizado todos os anos e em algumas situações, até meses, devido ao crescimento significativo do uso da biomassa como recurso energético, proporcionando, assim, uma nova perspectiva de utilização, devido ao grande número de empreendimentos em operação, como pode ser observado na atualização de maio de 2007 através da Tabela 4 (ANEEL, 2007).

Tabela 4: Biomassas utilizadas no Brasil hoje como fonte de energia – 2007.

BIOMASSA	Tipo	* N.º de Usinas	(kW)	%	** N.º de Usinas	(kW)
	Bagaço de Cana	228	2.748.301	84,133	271	3.784.220
	Licor Negro	13	785.262	4,797		
	Madeira	26	224.207	9,594		
	Biogás	2	20.030	0,738		
	Casca de Arroz	2	6.420	0,738		

\* Capacidade instalada

\*\* Total

Fonte: ANEEL, 2007.

O tempo necessário para a produção desses combustíveis pode variar de semanas a anos. A energia de biomassa como recurso energético, faz parte de uma

cadeia de produção, sendo assim de grande importância para a economia local, ou seja, uma vez identificado o recurso, deve-se determinar o melhor método para a sua colheita (viabilidade), o seu armazenamento e a sua conversão, conforme discriminado no Quadro 3.

Biomassa oriunda das florestas nativas e plantadas	Lenha, carvão vegetal, briquetes, cavacos (licor negro) e resíduos sólidos oriundos do aproveitamento não-energético da madeira.
	Biocombustíveis líquidos e gasosos, subprodutos dos processos de conversão da madeira. Ex. metanol, gás de gaseificação.
Biocombustíveis não-florestais-agroindustria	Combustíveis sólidos e líquidos, produzidos a partir de plantações energéticas. Ex. álcool da cana-de-açúcar.
	Resíduos de plantações energéticas. Ex. palhas, folhas e pontas da plantação de cana-de-açúcar.
	Resíduo da agroindústria. Ex. casca de arroz, palha de milho, etc.
	Subprodutos animais: esterco de aves, bovinos, suínos, caprinos que são transformados em biogás.
	Combustíveis obtidos do processamento de oleaginosas (biodiesel), tais como: soja, milho, mamona, girassol, babaçu, dendê, entre outras.
Resíduos Urbanos	Resíduos sólidos, líquidos e gasosos proveniente do processamento dos esgotos e lixos industriais, comerciais e domésticos.

Quadro 3: Classificação dos Biocombustíveis.

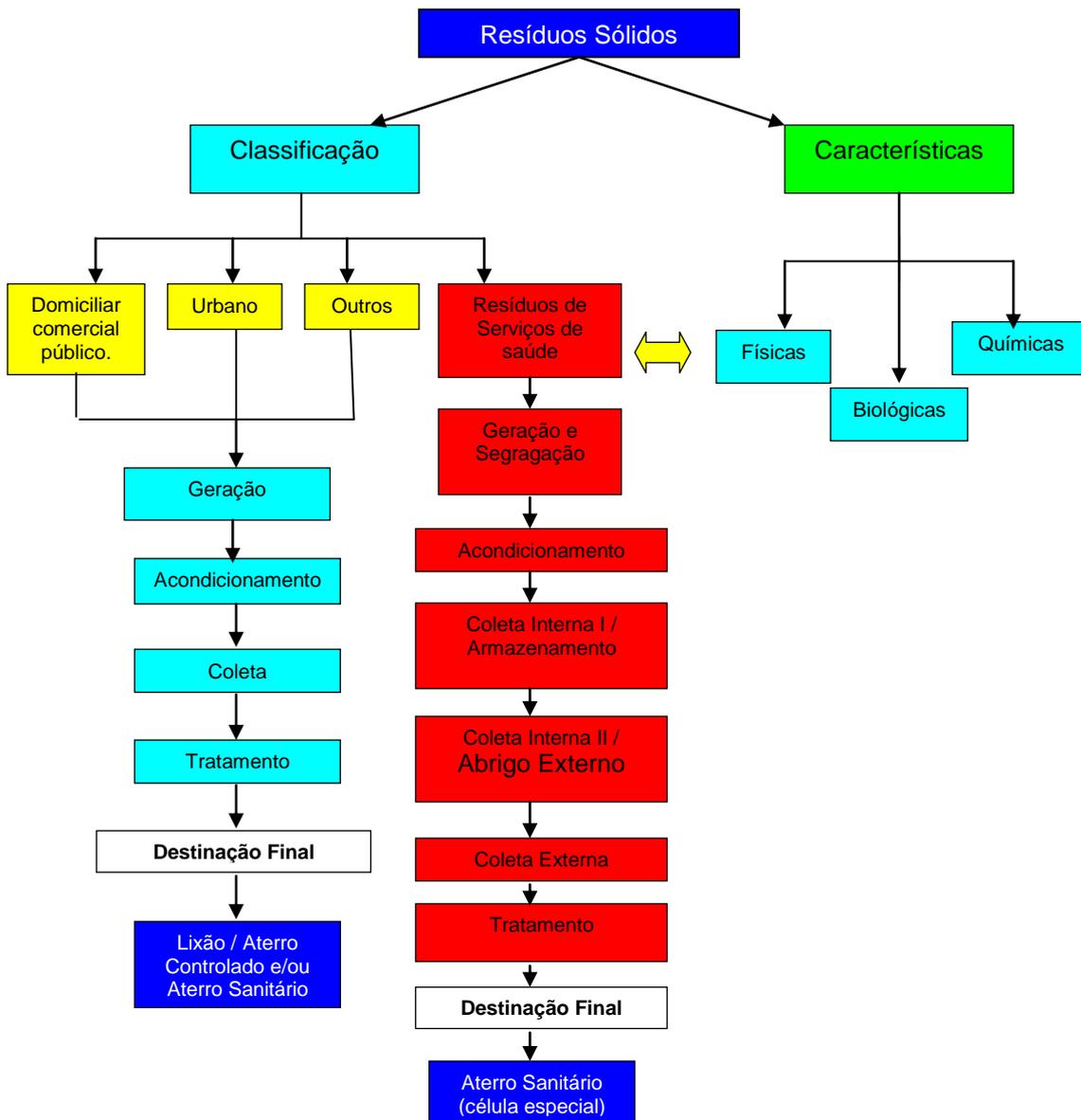
Fonte: Reis, Fadiga e Carvalho, 2005.

O processo de obtenção da energia a partir da biomassa, quando explorada de forma adequada, pode ser considerado inesgotável, porque toda a matéria prima pode ser recomposta pela natureza. Por oferecer vantagens, a comunidade científica acredita que a biomassa possa ser uma grande alternativa para o futuro próximo e o Brasil tem tudo para assumir uma posição de destaque nesta nova etapa energética mundial.

Para melhorar o entendimento, serão abordadas, no item a seguir, as características gerais dos RS, desde a sua origem, classificação, assim como, os tratamentos mais adequados na sua destinação final.

#### 4.2 RESÍDUOS SÓLIDOS (RS) – CARACTERÍSTICAS GERAIS

Resíduos Sólidos são constituídos da matéria sólida rejeitada por não ser mais útil, do ponto de vista funcional ou estético. A produção dessa matéria verifica-se na atividade vegetativa, social e profissional (CARNEIRO, 2007). No Organograma 1 é mostrada uma visão geral dos RS.



Organograma 1: Panorama Geral dos Rs.

O RS tem sua origem dividida em duas etapas, classificação e características. Quanto a sua classificação podem ser de origem domiciliar, comercial, público, resíduos de serviços de saúde (RSS), urbano e outros que se formos observar com mais clareza irá fazer parte de uma dessas classificações já citadas.

A periculosidade de um resíduo se dá em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas e pode apresentar risco à saúde pública, provocando ou acentuando, de forma significativa, um aumento de mortalidade ou incidência de doenças e/ou riscos ao meio ambiente quando o resíduo é manuseado ou destinado de forma inadequada. Também é preciso conhecer sua classificação, que segundo a Norma Brasileira Recomendada (NBR) 10004/1987:

- Classe I (perigosos), ou seja, aqueles que, em função de suas propriedades físicas químicas ou infecto-contagiosas, podem apresentar riscos à saúde pública ou ao meio ambiente, ou ainda os inflamáveis, corrosivos, reativos, tóxicos ou patogênicos;

- Classe II (não-inertes), aqueles que não se enquadram nas classes I e III, e que podem ser combustíveis, biodegradáveis ou solúveis em água;

- Classe III (inertes), aqueles que, ensaiados segundo teste de solubilização da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT em sua NBR 10006/1987, não apresentam qualquer de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, excetuando-se os padrões de aspectos, cor, turbidez e sabor.

Os RS passam por diversas fases, que são chamadas de geração, segregação, acondicionamento, identificação, armazenamento externo e no caso em particular dos RSS armazenamento interno, sendo este temporário, passando em alguns casos ou tipos por um tratamento dentro do hospital de origem. Depois de todas estas etapas, os RS é encaminhado para a sua destinação final, as quais podem ser aterros controlados, aterro sanitário, compostagem, entre outros de menor relevância, uma vez que hoje já se percebeu que a questão dos RS é de extrema importância, principalmente no âmbito ambiental, pois estão ligados a inúmeros fatores, tais como, variações sazonais, condições climáticas, hábitos e costumes, variações na economia, etc.

Por isso, definir RS não é uma tarefa fácil e a identificação destes fatores acaba se tornando uma tarefa muito complexa e somente um intenso estudo, ao longo de muitos anos poderia revelar informações mais precisas no que se refere à origem e formação dos RS no meio urbano. Entretanto, podemos usar de uma simples definição, ou seja, RS é todo e qualquer resíduo que resulte das atividades diárias do homem na sociedade (CARNEIRO, 2007).

Os RS são constituídos da matéria sólida rejeitada, uma vez que não são mais úteis, do ponto de vista funcional e principalmente estético. Sua produção é verificada sempre na atividade vegetativa, social e profissional.

Já os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) são aqueles gerados em um aglomerado urbano, exceto os resíduos industriais perigosos, hospitalares sépticos (infectantes) e de aeroportos e portos. Tem-se algumas outras definições de RS, porém de uma forma mais simples, pode-se dizer que: RS é tudo aquilo que é gerado como consequência não desejada de uma atividade humana e, em geral, de qualquer ser vivo, eles constituem hoje uma das grandes preocupações ambientais do mundo moderno. As sociedades de consumo avançam de forma a destruir os recursos naturais, e os bens, em geral, têm vida útil limitada, transformando-se cedo ou tarde em lixo, cujas quantidades crescentes não se sabe o que fazer (CARNEIRO, 2007).

Segundo Dantas (2005), os RS geralmente são materiais heterogêneos (inertes, minerais e orgânicos), resultantes das atividades humanas e da natureza, os quais podem ser parcialmente utilizados, gerando, entre outros aspectos, proteção à saúde pública e economia de recursos naturais eles constituem problemas sanitários, econômicos e principalmente, estéticos.

#### 4.3 CADEIA PRODUTIVA DA BIOMASSA

Uma das grandes vantagens da biomassa, segundo Calle; Bajay; Rothman (2005) é a variedade de formas de sua utilização. Podem ser utilizadas como combustível na forma de gases, líquidos ou sólidos, pois é um material versátil

e provavelmente o único combustível primário que na forma de álcool ou óleo, tem a capacidade de substituir a gasolina e o diesel nos veículos automotores.

Devido a sua versatilidade, pode-se escolher o material que seja mais adequado ao solo, clima e às necessidades sócio-econômicas. O tempo necessário para a produção desses combustíveis pode variar de semanas a anos.

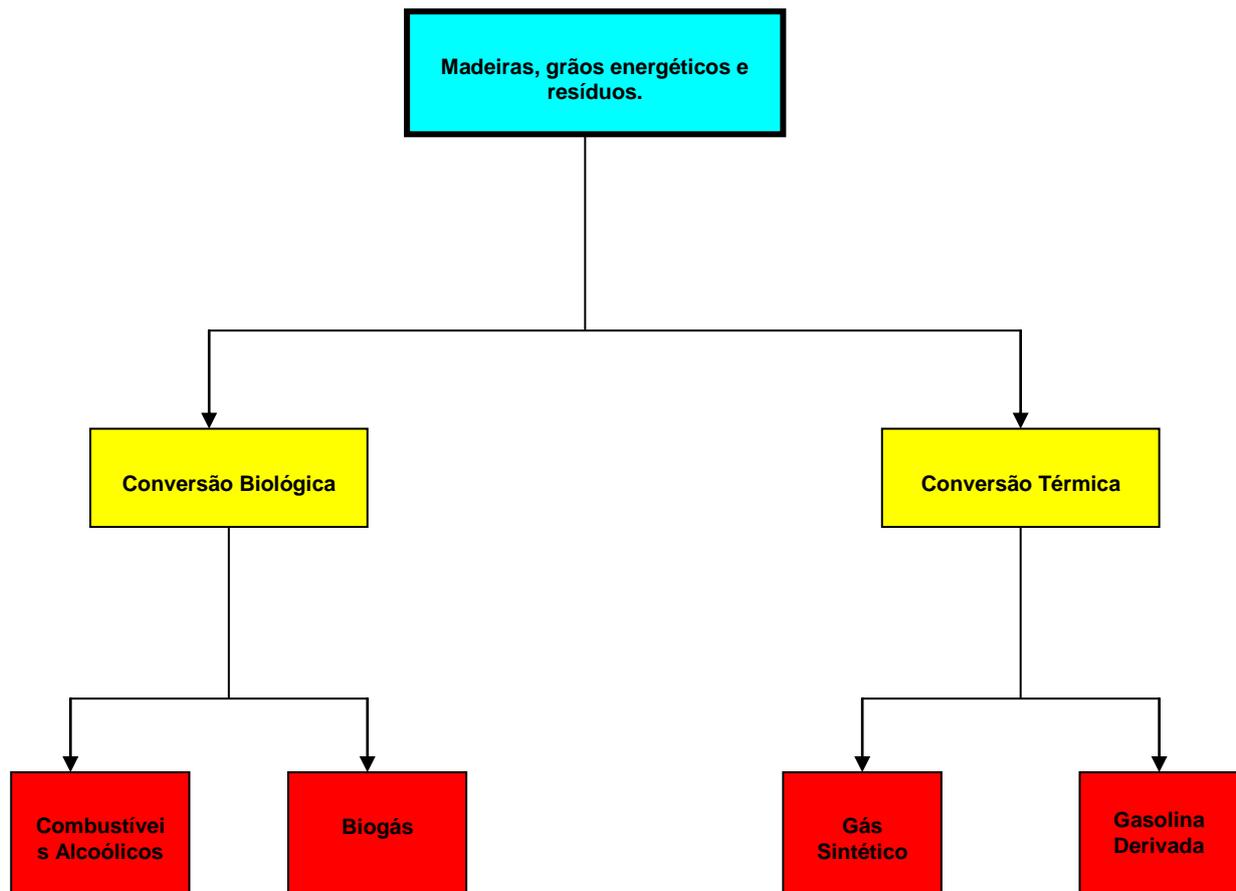
O Brasil possui características especialmente adequadas à produção de biomassa para fins energéticos: clima tropical úmido, terras disponíveis, mão-de-obra rural abundante, carente de oportunidades de trabalho e nível industrial tecnológico compatível.

Comparada às opções energéticas de origem fóssil, a biomassa possui um ciclo extremamente curto. Além do pequeno tempo necessário à sua produção, a fotossíntese, processo produtivo da biomassa, capta em geral quantidades superiores àquelas dos gases emitidos na queima para a formação de mais matéria-prima. Nesse processo, o ciclo do carbono é de curta duração, limitando-se à superfície terrestre.

O uso da biomassa apresenta resultados positivos para todos os balanços analisados, ou seja, aumenta a autonomia nacional, na medida em que cria produtos intensivos em mão-de-obra com energia renovável, gerada sem prejuízo ao meio ambiente; desconcentra a população, uma vez que pode gerar boa parte dos empregos na área rural; elimina a chuva ácida e contribui para diminuir o efeito estufa, aumentando seqüestro de carbono, além de melhorar o ambiente atmosférico e o regime hídrico, melhor qualidade de vida para a população em nível global.

Em suma, a opção por um projeto de autodesenvolvimento movido por essa fonte de energia limpa, renovável, descentralizada, criadora de empregos e democratizante, depende unicamente de boa vontade e principalmente decisão política (CALLE; BAJAY; ROTHMAN, 2005).

No Organograma 2 são ilustradas algumas formas por meio das qual a biomassa é convertida em outros combustíveis.



Organograma 2: Conversão de biomassa em combustíveis úteis.

A Conversão Biológica é o processo de aproveitamento da energia através do recolhimento de vários resíduos do qual é composta a biomassa. O material é transportado ao local de consumo onde é feito o aproveitamento energético por combustão direta, ou seja, queima, transformando-os em combustíveis alcoólicos (usados em automotivos, etc.) e biogás (mistura gasosa, resultante da fermentação anaeróbia do combustível com a matéria orgânica). Na conversão Térmica, há a transformação do calor em outras formas de energia como, eletricidade ou energia mecânica, como por exemplo, o gás sintético (mistura de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) com o ar, assumindo assim, a propriedade do gás natural) e a gasolina derivada (vinda do petróleo), onde o calor pode ser fornecido diretamente por coletores solares ou indiretamente, através da combustão de biomassa.

#### 4.4 SISTEMA PILOTO DE GERAÇÃO DE ENERGIA DA UFPA

Com o intuito de desenvolver pesquisas e projetos aplicados na área de produção de energia a partir da combustão (queima) direta da biomassa, foi criado o Grupo de Energia, Biomassa & Meio Ambiente (EBMA), com ênfase em pesquisas na área de Térmicas e Fluidos do Instituto de Tecnologia (ITEC) da Universidade Federal do Pará (UFPA).

A biomassa gerada pode ser utilizada em usinas de energia, especialmente as que operam através do ciclo Rankine, sendo esta uma das tecnologias usada no EBMA, pois já está consolidada e encontra-se em estágio comercial.

Basicamente, essas centrais são compostas por uma caldeira e um motor a vapor, a caldeira queima biomassa e parte do calor liberado é utilizado para transformar água da fase líquida para vapor. O motor a vapor tanto pode ser um motor alternativo ou numa turbina a vapor.

A planta piloto de geração de energia elétrica utilizada baseada no ciclo Rankine, utiliza o vapor de água como fluido de trabalho. Este tipo de tecnologia já é estabelecida no Brasil e no resto do mundo, existindo uma grande quantidade de fabricantes (Figura 1). (RENDEIRO, 2005).

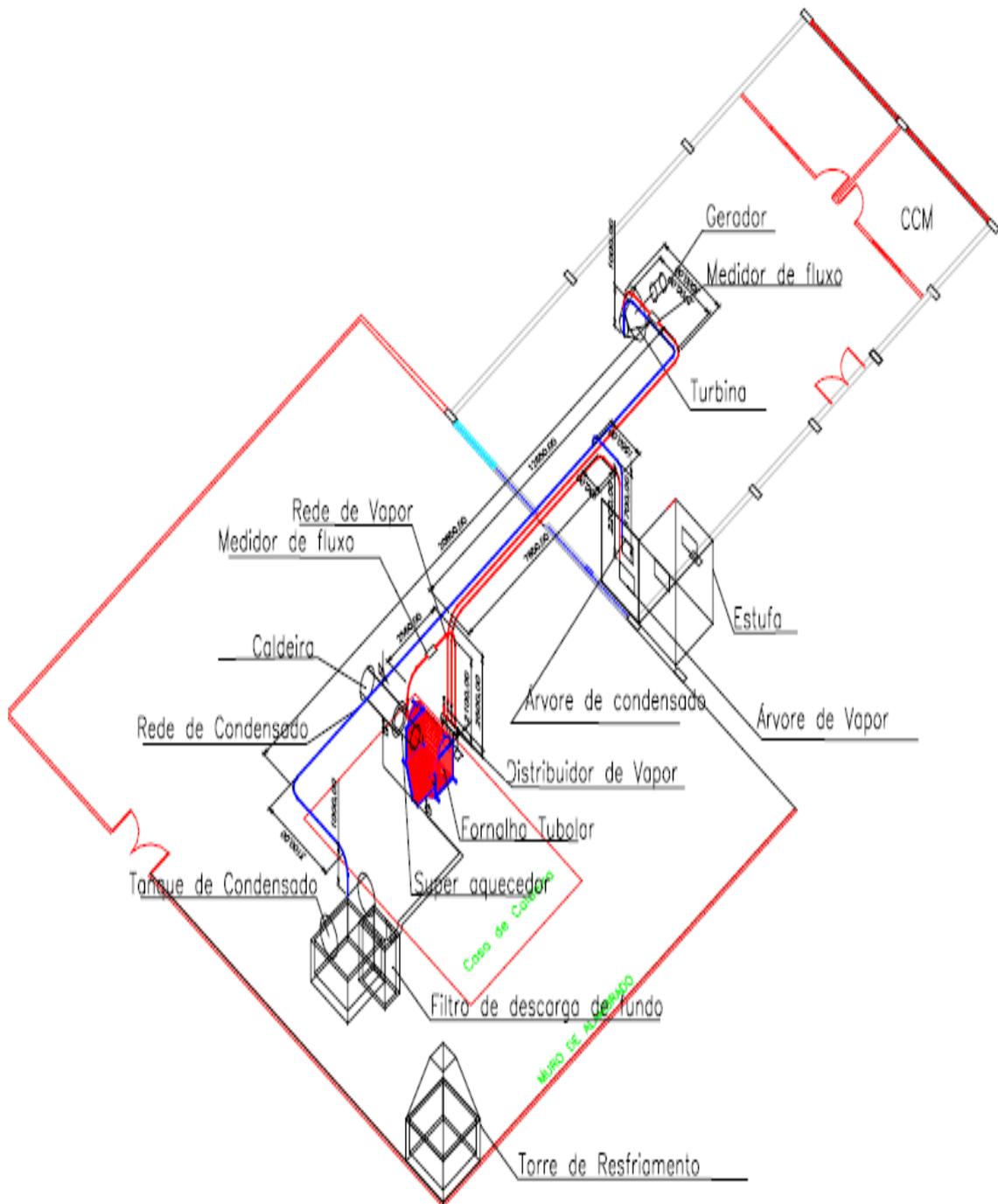


Figura 1: Isométrica de vapor e condensado da Usina Piloto.  
Fonte: Rendeiro, 2005.

A unidade geradora é automatizada, sendo possível monitorar vários parâmetros de funcionamento do sistema de geração, tais como: quantidade de biomassa no tempo, pressão de saída do vapor na caldeira, pressão de entrada e saída do vapor na turbina, rotação do gerador, temperaturas de entrada e saída no

condensador, phmetria, condutividade, tensão e correntes em cada fase e consumo de energia (RENDEIRO, 2005).

A biomassa chega e é armazenada nas baias, para então, serem colocadas na correia transportadora de onde seguem para o elevador de caneca (Fotografia 1), seguindo para a correia transportadora superior, chegando a esta etapa do processo, o operador escolhe o Silo que vai receber a biomassa para ser armazenada no seu estado bruto (Fotografia 2). Pode-se trabalhar com os quatros (4) Silos ao mesmo tempo. Quando a biomassa é colocada no Silo ele automaticamente pesa o produto.

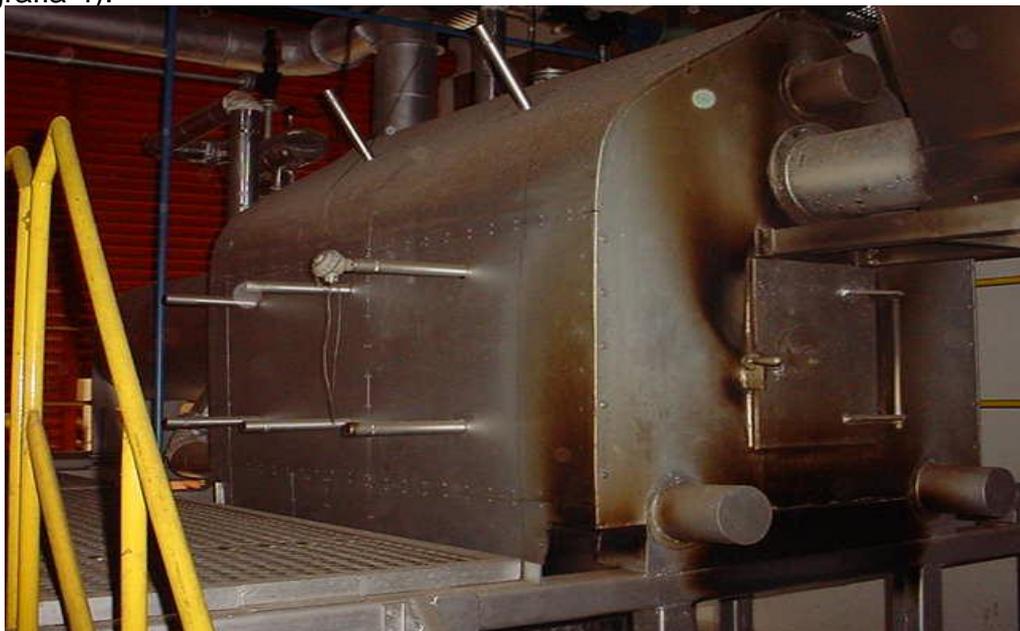


Fotografia 1: Elevador caneca com esteira transportadora para os Silos.



Fotografia 2: Silos que recebem a biomassa.

Quando os Silos são ligados à biomassa segue na esteira transportadora para o alimentador, onde através de um eixo helicoidal, empurra para a fornalha. Os gases produzidos vão para a caldeira (Fotografia 3) onde ocorre à troca de calor entre o fluido trabalhado dentro da caldeira – essa troca ocorre até o fluido vaporizar - e volta para o super aquecedor, seguindo assim para a linha de distribuição (Fotografia 4).



Fotografia 3: Caldeira onde ocorre a troca de calor do fluido.



Fotografia 4: Linha de distribuição da energia transformada.

A água usada na queima vem de fora, ela é armazenada para ser usada na caldeira, onde vaporiza e segue para o condensador, retornando em seguida para o sistema de resfriamento para ser usada novamente (Fotografia 5).



Fotografia 5: Sistema de resfriamento da usina do EBMA.

O consumo específico de vapor de turbinas a vapor está na faixa de 8 a 20 kg/h de vapor para cada 1 kW de potência fornecida pelo gerador. Elas são fabricadas no Brasil desde 5 kW até 60MW. Estas turbinas são projetadas para admitir pressões do vapor de entrada na faixa desde 8 até 60 atm e pressões do vapor na saída desde 0,1 atm. As caldeiras disponíveis no mercado brasileiro operam com rendimento na faixa de 85%. Uma caldeira operando a 21 atm e sendo alimentada com biomassa a 50% de umidade, para consumo médio de 1 kg/h de biomassa ela irá produzir 4 kg/h de biomassa de vapor gerado (RENDEIRO, 2007).

O potencial da geração de energia para a usina do EBMA foi estipulado através de análises técnicas e informações do fabricante, podendo assim se chegar aos seguintes parâmetros para a usina Tabela 5.

Tabela 5: Características gerais adotadas para os equipamentos da usina de energia e biomassa do EBMA.

EQUIPAMENTO	PARÂMETRO	VALOR ADOTADO	UNIDADES
CALDEIRA	Eficiência	85	%
	Pressão de saída	21	Kfg/cm <sup>2</sup>
	Temperatura de saída	213,9	C°
	Eficiência	35	%
TURBINA A VAPOR	Consumo específico	2,5	Kgbiomassa/kWh
GERADOR	Eficiência	95	%
	Tipo	Gerador Síncrono	

Fonte: Rendeiro, 2005.

A usina do grupo EBMA também tem função acadêmica e conta com a participação em sua maioria dos alunos, sejam bolsistas engajados em um de seus projetos ou simplesmente voluntários que queiram conhecer mais sobre o assunto energia, biomassa e meio ambiente.

No item a seguir, serão mostrados os aspectos gerais das energias renováveis no estado do Pará, bem como, os aspectos do açaí na região Amazônica, seu período de produção, acondicionamento, transporte e destinação final.

## 5 ENERGIA RENOVÁVEIS NO PARÁ

### 5.1 ASPECTO GERAL

Segundo Santos (2006), o sistema elétrico brasileiro é segmentado em dois parques distintos: o sistema interligado e o sistema isolado. O sistema interligado, em função das diversidades regionais, também se divide em dois blocos: o sistema interligado Sul / Sudeste/Centro–Oeste e o sistema interligado Norte / Nordeste. O sistema isolado é uma região de sistemas de geração não interligados a estes dois blocos, sendo que a maior parte destes sistemas está contida na denominada Amazônia Legal (compreende aos estados do Amazonas, Amapá, Acre, Pará, Roraima, Rondônia, Mato Grosso, Tocantins e Maranhão).

Em se tratando de energias renováveis no estado do Pará, tem-se que enfatizar a atividade madeireira, devido à diversidade de nossa região. A explosão no estado é considerada recente, pois começou na década de 60, com a abertura de estradas, exemplo da Belém- Brasília, a qual permitiu o acesso a reservas florestais no leste e sul do estado, o que aumentou com o asfaltamento da PA 150, dando acesso as florestas próximas do Tocantins, o que resultou no crescimento expressivo da produção madeireira (LEÃO; PADILHA, 2006).

Segundo Leão e Padilha (2006), a Amazônia, tendo uma vasta composição de espécies, principalmente a madeireira, é uma das maiores detentoras de riquezas florestais no mundo e com isso possui um enorme potencial no setor madeireiro, tanto a nível nacional como internacional o que, conseqüentemente, atrai a atenção de países do mundo inteiro. O estado do Pará acabou se tornando um grande exportador de produtos florestais, devido ao crescimento da atividade principalmente madeireira no norte, devido à exaustão das florestas no sul e sudeste do país, assim como, a escassez das florestas da África e sudeste Asiático e com o grande comércio de produtos madeireiro realizado pela região.

É importante ressaltar que a utilização eficiente e principalmente racional dos recursos de biomassa mediante o emprego de tecnologias modernas, principalmente na utilização de resíduos, é uma alternativa viável, segura e de baixo

custo para a geração de energia elétrica, principalmente aonde este recurso não chega ou custa muito caro à população.

No que se refere ao estado do Pará, este possui cerca de 1,25 milhões de km<sup>2</sup>, onde cerca de 73% dessa área é coberta por floresta, o que chama a atenção para os exploradores, inclusive devido a dar condições de exploração, através do seu relevo e grandes extensões de rios navegáveis (IBGE, 2006).

Tem-se segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2006), cerca de 553 empresas madeireiras, distribuídas entre serrarias, laminadoras, fábricas de compensados, etc. Levando em consideração os resíduos gerados por estas empresas, temos sérios danos causados ao ecossistema, pois estes resíduos quando deixados na mata em grande quantidade pode causar proliferação de pragas, além de permitir o crescimento de fungos e outros organismos. Esse volume gerado é em torno de 50% do volume da tora processada, só na região Amazônica e estes resíduos são geralmente utilizados para a transformação em energia por meio da queima, uso e produção de carvão para fins domésticos e queima a céu aberto, onde temos na lenha a maior representatividade com 71% da totalidade dos resíduos.

Toda essa procura por novas fontes de energia deve-se ao fato de que as fontes convencionais irão se extinguir como é o caso do petróleo ou pelo fato de algumas fontes alternativas não serem indicadas a todas as condições ambientais, como a energia eólica, que depende do regime de vento permanente (LEÃO; PADILHA, 2006).

Dentro desse contexto, a procura por uma fonte economicamente viável de resíduos, ou seja a biomassa como fonte de produção de energia, tanto no meio rural como no urbano, será visto a seguir que especificamente na cidade de Belém – PA, existe uma grande quantidade de biomassa gerada (semente de açaí) a qual não é aproveitada de forma adequada.

## 5.2 A SEMENTE DE AÇAÍ COMO POTENCIAL DE BIOMASSA ENERGÉTICA

A conversão de energia da biomassa em energia elétrica depende de vários fatores, tais como: a região, clima, suas propriedades físicas, químicas e biológicas, o que pode aumentar assim o valor da energia da biomassa em questão. Há uma quantidade considerável de energia sendo explorada na região amazônica, entretanto, o uso da madeira para energia elétrica e suas finalidades só são consideráveis devido ao desperdício das indústrias de madeira o que não evita o desmatamento da região (CALLE; BAJAY; ROTHMAN, 2005).

Porém na região amazônica, há outros tipos de biomassa que podem ser utilizados para fontes de energias que não seja a madeira. Voltando-se para a grande Belém, verificou-se uma grande quantidade de biomassa desperdiçada – a semente de açaí – as quais são rejeitadas após a retirada do suco e não tem nenhum tipo de tratamento no que se refere à disposição final, foi verificada então, a necessidade e possibilidade da utilização desta biomassa como recursos energéticos. Para isso foram realizadas análises termogravimétricas, ou seja, poder calorífico, teor de umidade, carbono fixo, teor de voláteis, teor de cinzas, densidade a Granel, para se chegar à verificação do poder energético desta biomassa (BRASIL; SOUZA; SILVA; RENDEIRO, 2003).

Confirmado o seu poder energético após as análises, foram identificados dois tipos de semente de açaí desperdiçadas na cidade de Belém, sendo que as duas tem poder energético. Dessa forma o açaí pode se tornar uma grande fonte de energia, no que diz respeito ao reaproveitamento.

### 5.2.1 O açaí na região amazônica

A história da Amazônia está ligada à exploração de suas riquezas naturais, vegetais, animais e minerais. Em Hervé (2000), o qual fez um estudo detalhado sobre o açaí, é mostrado um pouco da história deste fruto, onde a partir do século XVII, diversos ciclos econômicos se sucederam, cada um deles se caracterizando pela exploração mais ou menos selvagem de um produto principal

(madeira e condimentos, cacau, castanha – do – pará, borracha, palmitos, cana -de-açúcar, minerais, etc.).

Porém, toda esta sucessão de ciclo, não levou a Amazônia ao desenvolvimento sustentável, ao contrário, a Amazônia foi usada como quadro na concentração rápida de riquezas de terras nas mãos de alguns, reforçando de maneira geral a situação de pobreza das populações locais. Estes ciclos se sucederam em função do esgotamento dos recursos naturais explorados ou de modificações nas condições de mercado, levando a uma maior competitividade que tornou a exploração inviável. Sendo assim, tornam idênticos no seu conceito (o tipo de desenvolvimento que está por trás deles não tendo fundamentalmente mudado): um produto é explorado em grande quantidade e a prioridade é dada na obtenção de um lucro a curto prazo, em detrimento da construção de uma estratégia de desenvolvimento amazônico a longo prazo.

A região do delta amazônico (ecossistema de várzea) é um dos principais alvos de exploração vegetal. Encontram-se concentrações naturais de espécies economicamente interessantes e é coberta por uma densa rede de rios, facilitando o transporte dos produtos explorados. A cidade de Belém, capital do estado do Pará, constitui o centro econômico desse mercado.

O ecossistema de várzea é sensível, desenvolvendo-se em um ciclo semi-fechado ou aberto e se beneficia de uma contribuição orgânica diária devido à inundação natural das terras. A população que nessas áreas são conhecidas como “caboclos” e vivem geralmente em condições de extrema pobreza, mas são populações estáveis e que no decorrer de suas gerações, desenvolveram contatos muito estreitos e relativamente rígidos com o tipo de meio ambiente em que vivem, baseando-se esses meios de subsistência, especialmente no extrativismo animal (pesca) e vegetal (açaí).

O açaizeiro é uma palmeira que fornece dois produtos alimentares essenciais: o palmito e os frutos, a partir dos quais a bebida açaí é elaborada. Nas Fotografias 6 e 7 a seguir é mostrado a palmeira do açaí e a forma do cacho do fruto.



Fotografia 6: Palmeira do Açai.



Fotografia 7: Cachos da palmeira do açai.

Esse fruto se destina principalmente a um mercado local e totalmente informal e constitui a base da renda de dezenas de milhares de famílias. Desde o início dos anos 90, o açai fez sua entrada maciça e brutal sobre o mercado externo, prefigurando o desenvolvimento de uma nova produção de renda.

A palmeira denominada açazeiro (*Euterpe oleracea Mart.*), é típica da região e pertence à família das Palmáceas. Pode ser vista tanto em solo de terra firme quanto em solo de várzeas, ou seja, áreas ribeirinhas geralmente inundáveis, típicas desta região. Após verificações, percebeu-se que há duas variedades do fruto: Preto (ou roxo) e o Verde. O primeiro é predominante e consumido em grande escala pela população principalmente na grande Belém; possui uma polpa escura e brilhante, bem conhecida por quem o consome. Já o verde, possui uma polpa clara, produzindo assim, a açai branco, sendo este, consumido em menor escala e pouco encontrando no mercado paraense (Fotografia 8). (ALVES; VASCONCELOS, 2006).



Fotografia 8: Frutos do açai Branco e Preto (Roxo).  
Fonte: Alves; Vasconcelos, 2006.

Em aspectos gerais, o principal na composição da polpa é o “estado de maturidade” em que os frutos se apresentam, este determina principalmente o tempo de estocagem do fruto uma vez que quanto mais maduros, mais suscetíveis fica, a degradação, porém, é nesta plena maturidade que os frutos atingem o seu melhor sabor.

A bebida é obtida através do processo de despulpamento da fruta, o qual é feito em uma máquina mecânica típica de quem vende o mesmo (Fotografia 9).



Fotografia 9: Máquina de despulpamento do fruto açai (Belém-Pará).

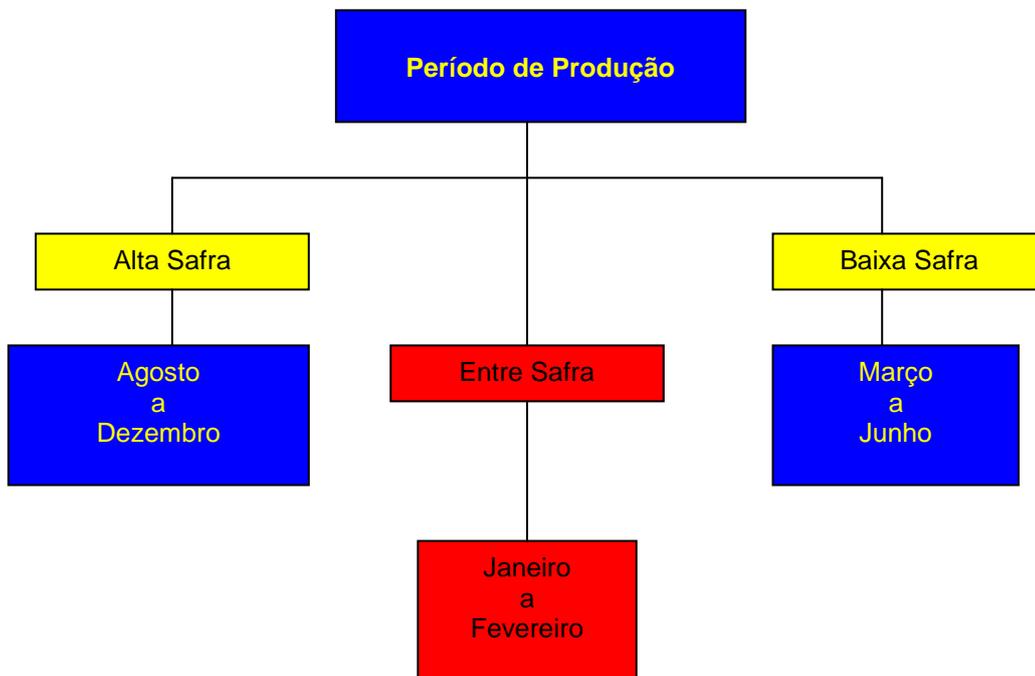
No entanto, em alguns municípios ainda hoje são usadas máquinas manuais. Para um melhor aproveitamento desta “batida”, o fruto deve ser colocado de molho para o seu amolecimento, vale ressaltar que alguns vendedores preferem usar água morna, afirmando ter um resultado mais rápido, sendo obrigatório o uso de água filtrada para se fazer o processo.

A bebida açai, é bastante vulnerável aos fatores ambientais, tais como: temperatura, luz, oxigênio, entre outros, devido a Antocianina (pigmento hidrossolúvel responsável pela coloração dos morangos, framboesa, uvas, batata roxa, repolho roxo, etc.) que faz parte da sua composição. Isto ocorre porque sendo esta um pigmento de plantas solúvel em água e visível a olho nu, é oxidado pela ação catalítica, o que causa no açai mudanças em suas características organolépticas e principalmente cor, mesmo estando guardado em local refrigerado, onde as condições são favoráveis a sua conservação, ficando a sua cor tipicamente vinho escuro para marrom e seu sabor tornam-se azedo ou rançoso, o que já não é propício ao consumo humano (HERVÉ, 2000).

### 5.2.2 Período de Produção

A palmeira é frutificada a partir do terceiro ano e a produção máxima ocorre nos 5 a 6 anos de idade. Considerando individualmente, um açazeiro produz durante 4 a 6 meses, mas, em termos quantitativos, tem-se 80% de sua produção em 3 meses (HERVÉ, 2000).

No Organograma 3 se tem uma visualização do período de produção do açai, desde a considerada baixa safra até a alta safra.



Organograma 4: Período de produção estimado no Pará.

O açazeiro floresce durante todos os meses do ano com um pico de floração entre os meses de fevereiro a julho, porém não é considerada a época de boa colheita, o que vem a ser proporcionado logo em seguida com a colheita intensiva entre os meses de agosto a dezembro, ou seja, teoricamente podem-se considerar dois períodos de produção: a safra de inverno (consiste à estação das chuvas), a qual se estende de janeiro a junho e a safra de verão, que é de julho a dezembro. Pode-se então dividir os períodos de produção da seguinte forma: alta safra – entre safra- baixa safra, incluindo uma significativa queda no valor (\$) do produto durante a alta safra. A entressafra acontece geralmente no período de maior

chuva em nossa região, o que dificulta a colheita, diminuindo a sua produção. A baixa safra ocorre quando as chuvas diminuem sua intensidade, já possibilitando a colheita do fruto, porém a qualidade ainda é muito baixa, pois para o açaí ter uma produção excelente o fruto tem que estar seco.

O mês de julho não aparece, pois é justamente quando começa o período do sol na região, começando assim a alta safra, porém, como há a dificuldade de transportes devido o período de baixa safra, nem todos os produtores começam a distribuir, somente aqueles que já possuem recursos próprios e apenas nesta época se beneficiam da venda do açaí. Todas estas considerações são feitas quando se analisa o mercado a partir da cidade de Belém; por exemplo, pode-se definir o período de grande produção no estado do Amapá, de janeiro a junho com um pico de fevereiro a abril e a distância de Belém ao Amapá é de 270 km (HERVÉ, 2000).

O período de produção está também ligado a certas práticas dos próprios produtores em sua plantação, por exemplo, foi verificado que a produção significativa de certos municípios durante os meses de fevereiro a maio provém do corte precoce das 3 primeiras inflorescências, o que leva os cachos a produzir muito e em época deslocada, em comparação aos outros municípios vizinhos. Hervé (2000), através dessas informações, lançou as seguintes discussões:

O conceito de safra deveria ser descartado, ou seja, o açaizeiro não tem um período único de produção, como a mangueira e sim produz em períodos distintos do ano, segundo as condições climáticas e pedológicas locais (a umidade tem um papel importante), sendo que os produtores costumam falar de “safra” quando se referem ao período de alta produção da sua plantação ou de seu município.

Deve-se admitir certas reservas sobre as considerações feitas a respeito da qualidade dos frutos, pois nenhum estudo foi feito sobre as variações de rendimento em função do período de colheita numa mesma plantação, de proveniência de diferentes municípios durante um mesmo período, etc.

### 5.2.3 Aspectos Econômicos da Produção de Açaí

É fato que a produção de açaí só na Região Metropolitana de Belém (RMB) é superior a de outros municípios paraenses, chegando a uma produção de mais de 20.000 T por mês, no período da alta safra, porém, outros municípios chegam a atingir, valores similares a esse, o que pode ser verificado em Toneladas, nos Gráficos 3:

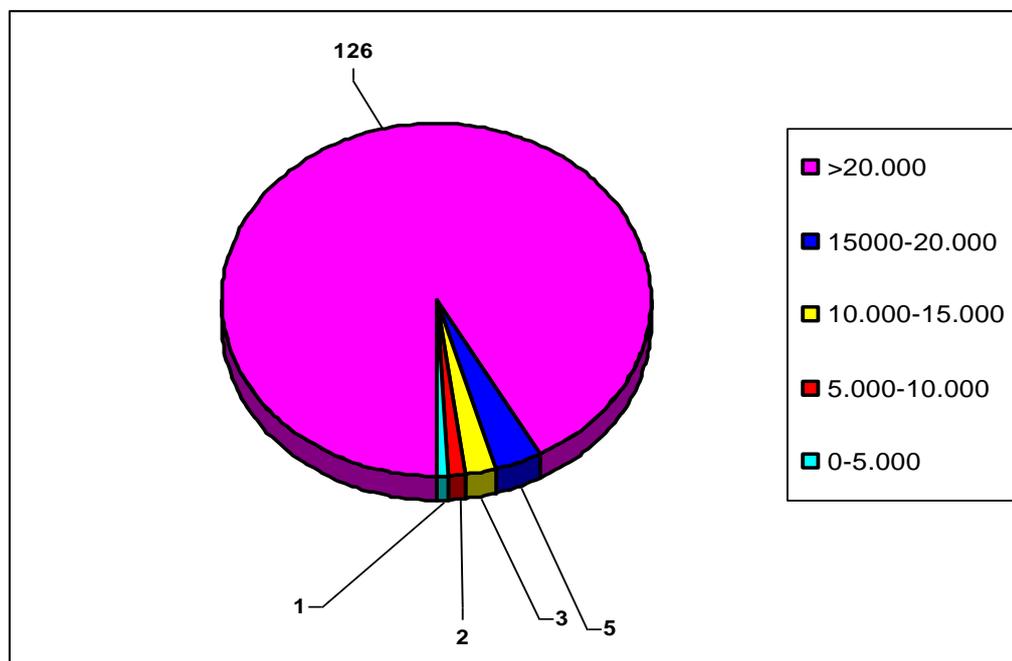


Gráfico 3: N° de Municípios por Tonelada de Açaí produzido Pará.

### 5.2.4 A distribuição de açaí na RMB

A distribuição do fruto para o abastecimento da grande Belém, se dá a partir dos 3 principais pontos de comercialização: Porto da Palha, Porto do Açaí e Feira do Açaí, sendo esta última, localizada no mercado do Ver-o-Peso, o mais importante do ponto de vista comercial (Fotografias 10, 11 e 12).



Fotografia 10: Mercado do Ver-o-Peso (Belém-PA).



Fotografia 11: Desembarque do açaí na feira do Açaí (Belém-PA).



Fotografia 12: Distribuição do açaí aos vendedores (Belém-PA).

O espaço urbano é marcado por uma grande diversidade de usos, funções, atividades. Isto está evidente na paisagem urbana (forma) que é tanto reflexo como condicionante social.

Belém, como outros centros urbanos, apresenta diferentes formas e processos sócio-espaciais expressos em bairros industriais, comerciais, áreas especializadas, etc. Nesse contexto, destacam-se os bairros próximo a área central da cidade, os quais apresentam elementos de destaque em relação aos demais

bairros da cidade, como por exemplo: Guamá, Terra Firme e Jurunas, sendo bairros muito populosos e ocupados, principalmente, por populações de baixa renda e que possui um grande consumo do “vinho” (denominação dada devido a sua cor escura, que lembra a do vinho tinto) de açaí.

O açaí é de grande importância para a população paraense, pois possui várias utilidades seja como matéria-prima ou como alimento básico de determinadas classes populares.

Nesses bairros o açaí assume importância peculiar, pois significa a base alimentar de muitas famílias, além de garantir a reprodução social e econômica da população. Neste sentido, destaca-se à importância do açaí como fonte alimentícia devido à concentração de vitaminas, além de constituir fonte de renda aos que comercializam o produto.

Vale ressaltar que a falta de estudos que evidenciem a relação entre atividades tradicionais, como o açaí, e o espaço urbano motivou esta pesquisa. Além disso, os estudos sobre açaí até a presente data enfocam, principalmente, os aspectos econômicos, biológicos e históricos.

### 5.3 CARACTERÍSTICAS DOS RESÍDUOS DE AÇAÍ

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (NBR 10004/1987) a semente de açaí, está classificada como lixo comercial, o qual é produzido em estabelecimentos comerciais e suas características dependem das atividades ali desenvolvidas. Por exemplo, no caso de restaurantes predominam os resíduos orgânicos; já nos escritórios verifica-se grande quantidade de papéis, com relação às casas de venda do açaí, é verificada uma enorme quantidade de semente desperdiçada.

Existe uma série de outras classificações de RS que ajudam a comparar situações e a pensar nas formas de lidar com eles. Um determinado resíduo pode ser enquadrado em mais de uma forma de classificação, sendo assim, pode-se classificar a semente de açaí também como lixo público, uma vez que, depois de utilizados, ficam expostos nas ruas (vias públicas), no aguardo da coleta da

prefeitura, onde na maioria das vezes, as sacas acabam sendo utilizadas para colocar outros tipos de RS (Fotografia 13).



Fotografia 13: Acondicionamento da semente de açaí em via pública (Belém-PA).

#### 5.4 ACONDICIONAMENTO DOS RESÍDUOS DE AÇAÍ

Acondicionamento é a fase na qual os RS são preparados de modo a serem mais facilmente manuseados nas etapas de coleta e de destinação final, ou seja, acondicionar significa dar aos resíduos sólidos uma "embalagem" adequada, cujos tipos dependem de suas características e da forma de remoção, aumentando assim a segurança e a eficiência do serviço. Embora seja possível definir o tipo de acondicionamento tecnicamente mais adequado para cada situação, sua padronização é muito difícil porque tal atribuição é do usuário e o mesmo precisa ser orientado por ações de educação ambiental.

No que se refere à biomassa, os esforços da municipalidade deverão ser concentrados no sentido de conscientizar a população para que procure acondicionar, da melhor maneira possível, uma vez que devido a grande quantidade

gerada, não há uma forma adequada para o armazenamento, gerando assim, vários pontos de lixo na cidade, principalmente nos bairros de maior produção e consumo de açaí.

Não existe um recipiente adequado para o acondicionamento da semente de açaí, as mesmas são armazenadas em sacas de sarrapilheiras, (Fotografias 14 e 15). O acondicionamento dos resíduos sólidos é de responsabilidade do gerador, onde os mesmos devem ser preparados para coleta de forma sanitariamente adequada em recipientes próprios, o que não é o caso da semente de açaí.



Fotografia 14: Acondicionamento de açaí em sacas de sarrapilheiras (Belém-PA).



Fotografia 15: Sacas de sarrapilheiras com a semente e outros RS (Belém-PA).

Os limites máximos aceitáveis de peso e de volume dos resíduos sólidos a serem coletados regularmente são estabelecidos por normas municipais que devem refletir as peculiaridades locais, orientando e educando a população, cuja colaboração é fundamental para a boa execução das atividades. Um mau acondicionamento retarda o serviço e o encarece. Recipientes inadequados ou improvisados (pouco resistentes, mal fechados ou muito pesados), com materiais sem a devida proteção, aumentam o risco de acidentes de trabalho (CARNEIRO, 2007).

#### 5.4.1 Coleta e Transporte de Açaí

No estuário amazônico, o meio de transporte mais freqüente é a navegação, pois o açaizeiro cresce principalmente em zonas de várzea e os frutos, que é a matéria-prima, são encaminhados de barco para os centros de

comercialização, porém, pode-se mesmo assim distinguir três formas de transportes (HERVÉ, 2000):

◆ Quando a comercialização é próxima ao local de produção. Neste caso, o transporte é feito pelo próprio produtor, que tem o seu barco com capacidade de 200 kg até algumas toneladas e geralmente à noite devido à facilidade de transporte.

◆ No caso de uma distância maior, ou seja, com mais de 30 km do local de produção. A capacidade do barco aumenta (10 a 20 T) e o produto vem armazenado nos porões dentro de paneiros, isto é feito geralmente no período da tarde, pois geralmente o barco tem um volume de no mínimo 30 paneiros, possibilitando assim, outras viagens. Se o destino for a capital, o transporte começa ao anoitecer, pois assim, chegam a capital na hora da comercialização, ou seja, o repasse do fruto aos comerciantes.

◆ Quando a produção é em terra firme. O transporte é por via terrestre sendo os frutos armazenados em sacas de até 60 kg, como é o caso do estado do Maranhão.

Atualmente a Prefeitura Municipal de Belém (PMB) não tem um roteiro de coleta específica para os rejeitos do açaí o mesmo é feito pela Secretaria de Saneamento (SESAN) duas vezes na semana, apenas por uma caçamba, disponibilizada para este tipo de rejeito (Fotografias 16 e 17).



Fotografia 16: Coleta irregular da semente em carro compactador (Belém-PA).



Fotografia 17: Coleta em caçamba de entulho (Belém-PA).

A Secretaria Municipal de Saneamento de Belém-PA (SESAN) alega que é muito difícil ter um controle dos produtores, uma vez que, principalmente na chamada “alta safra”, abrem-se novos pontos de venda do produto, não sendo possível assim ter-se um cadastro atualizado de todos os pontos e comércios da grande Belém. O cadastro que se tem e o qual foi disponibilizado pela Secretaria, não contém nem a metade dos comerciantes em relação à quantidade de produção na região, afirmando-se então, a deficiência em relação a este tipo de serviço.

#### **5.4.2 Tratamento e Destinação Final do resíduo de Açaí**

Atualmente, não existe nenhuma forma específica de tratamento para o resíduo do açaí, a verdade é que a PMB não está capacidade adequadamente para este tipo de coleta e muito menos tem uma destinação final adequada para o mesmo, formando assim, pequenos lixões ou jogados em canais. Quando acontece de serem coletados, são levados para o lixão do Aura em Belém-Pará, sem nenhum tratamento para um possível reaproveitamento, contribuindo assim para o “inchaço”

daquele local, o qual já extrapolou todas as expectativas no que se refere ao seu tempo de vida.

Nas Fotografias 18 a 23 é mostrada uma seqüência de fotos tiradas em uma visita ao lixão do Aurá, no exato momento da chegada de uma caçamba com semente de açaí.



Fotografia 18: Descarregamento no lixão do Aura, Belém-PA, (ponto 1).



Fotografia 19: Descarregamento no lixão do Aura, Belém-PA, (ponto 1).



Fotografia 20: Descarregamento (ponto 2).



Fotografia 21: Descarregamento (ponto 3).



Fotografia 22: Descarregamento (ponto 4).



Fotografia 23: Descarregamento (ponto 5).

Este descarregamento ocorreu por volta das 10h30min, o que mostra que não há nenhum local nem hora adequadas para o despejo deste resíduo, o veículo é próprio de coletar entulhos da cidade de Belém e não as sementes de açai, ou seja, na maioria das vezes é deixada de lado a coleta tradicional (entulho), para a retirada deste resíduo das ruas. Os pontos de descarga são aleatórios e independentes. No Ponto 1, verifica-se a chegada da caçamba e sua descarga, misturando-se com outros tipos de resíduos, o que dificulta neste caso, a separação dos mesmos para um melhoramento no ambiente (lixão). Os Pontos 3, 4 e 5, são diversificados, onde o resíduo encontra-se misturados inclusive com restos de papeis provenientes de uma empresa situada em Belém-Pará, que também faz seu descarregamento no lixão do Aura.

Sem um controle para a destinação final adequada da semente de açai, a população de Belém-PA, principalmente nos bairros de maior produção do produto fica a espera de soluções. Como esta não chega se vêem obrigadas a fazer o descarregamento em qualquer lugar e até pagam para que o resíduo seja tirado da porta de suas casas. O que poderia estar sendo usado para fins energéticos ou até mesmo outro tipo de finalidade está simplesmente prejudicando a estética e, em alguns casos, a saúde pública dos moradores da cidade.

O próximo item vem tratar sobre o tipo de transporte para este RS, assim como um planejamento adequado para o melhor deslocamento, afim de se obter resultados positivos para este serviço .

## 6 TRANSPORTE DA BIOMASSA

Segundo Teixeira (2003) o planejamento de transportes tem como ponto fundamental a definição de zonas homogêneas que caracterizem o comportamento de um grupo de pessoas quanto aos seus desejos de viagem. Estas zonas variam suas características conforme a forma adotada, comprometendo a homogeneidade desejada (problema da Unidade de Área Modificável - PUAM). O zoneamento, sendo parte do planejamento de transportes e possuindo o PUAM como um problema para sua definição deve ser pensado e compreendido na sua essência. Uma alternativa ao tratamento que garanta a homogeneidade das zonas é o estabelecimento de um procedimento que garanta a homogeneidade intrazonas e a heterogeneidade interzonas.

Para tal tratamento, ferramentas de análise e estatística espacial são soluções viáveis que garantem a caracterização das correlações espaciais e das variações de atributos no espaço.

### 6.1 PLANEJAMENTO DO TRANSPORTE

O planejamento de transportes é parte integrante do planejamento de uma cidade, sendo, de acordo com Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP, 1992), uma atividade que define a infra-estrutura necessária para assegurar a circulação de pessoas e mercadorias e que organiza os sistemas de transportes que estão sujeitos à regulamentação pública, inclusive a tecnologia e o nível de serviço a ser ofertado – transporte público, táxi, transporte especial.

O processo de planejamento e análise de problemas de transportes ganhou novas perspectivas a partir da integração de técnicas de modelagem. Na escolha de um determinado modelo deve-se levar em consideração a sua adequação às condições do local de aplicação. No entanto, ainda é bastante comum a adoção de modelos realizados em países desenvolvidos, não representando bem

a realidade de países em desenvolvimento, por possuir cenários políticos, culturais e econômicos diferentes (TONI, 2000).

Segundo O'Neill (1991) o modelo de planejamento de transporte urbano convencional utiliza um método seqüencial onde se define uma área de estudo e estima-se a demanda de viagens para cada área estudada. Conhecido como o Modelo de Quatro Etapas, com as seguintes fases: geração de viagens, distribuição, divisão modal e alocação utilizando variáveis sócio-econômicas para modelar a demanda. Contudo, esse processo de planejamento vem sendo criticado em vários de seus aspectos, tais como, técnicos, políticos, estratégicos e ideológicos (TEIXEIRA, 2003).

Na intenção de vencer as limitações e deficiências dos modelos tradicionais, novos modelos vêm sendo estudados, utilizando novas técnicas e tecnologias, como o uso de pacotes SIG, técnicas de Sensoriamento Remoto, redes neurais artificiais, etc., propondo novas variáveis de modelagem (SORRATINI, 2005).

O Quadro 3 apresenta as variáveis convencionais e alternativas utilizadas na modelagem de planejamento de transportes.

FONTE	VARIÁVEIS CONVENCIONAIS (continua)
Bruton (1979)	<p><b>Uso do solo:</b> tipo de uso do solo; densidade populacional; renda; tipo de indústria ou comércio; número de empregados/área; área do solo; área total dos pavimentos; número de alunos (para instituições de ensino); estruturas urbanas (hospitais, estádios, praia, etc)</p> <p><b>Residências:</b> tamanho da família; número de veículos; tipo de domicílio; ocupação dos residentes; renda familiar.</p> <p><b>Outros:</b> valor imobiliário; estrutura etária; grau de urbanização (domicílios unifamiliares, taxas de fertilidade, mulheres que trabalham fora, distância da área ao centro).</p>
Mello (1981)	Renda; número de habitantes; número de pessoas empregadas; índice de motorização; hábitos de viagens, custos.
Ortúzar e Willumsen (1994)	<p><b>Produção de viagens pessoais:</b> renda; posse de veículo privado; estrutura domiciliar; tamanho da família; valor do solo; densidade residencial; acessibilidade.</p> <p><b>Atração de viagens pessoais:</b> área coberta (zonas industriais, comerciais e de serviço); uso do solo; acessibilidade.</p> <p><b>Produção de viagens de carga:</b> número de empregados; volume de vendas; área total da empresa; tipo de empresa.</p>

FONTE	VARIÁVEIS CONVENCIONAIS (conclusão)
Fan e Tan (2000) * compemplou apenas áreas comerciais	Área comercial total; área comercial ocupada; distância à estação de transporte público; disponibilidade de estacionamento.
FONTE	VARIÁVEIS ALTERNATIVAS
Andrade (2001)	Consumo de energia elétrica como indicador de renda.
Taco (1996)	Utilização de imagens aéreas e de satélite para caracterização de zonas homogêneas.

Quadro 3: Variáveis convencionais e alternativas utilizadas na modelagem de planejamento nos transportes.

Fonte: Teixeira, 2003.

### 6.1.2. Zoneamento dos transportes

Segundo Bruton (1979), o zoneamento é uma das partes integrantes do planejamento de transportes. Ele se enquadra em uma fase preliminar, a coleta de dados, mas influencia nas fases posteriores, principalmente quando se trata de modelos de planejamento de transportes.

Visto de forma mais geral, o zoneamento é parte constituinte de qualquer pesquisa, sendo a base para as análises desejadas. O cerne da problemática de estabelecimento de zonas está na manutenção e continuidade das variáveis relevante para as análises. Para o planejamento de transportes a sua relevância está em conseguir estabelecer unidades mínimas que possam significar células de deslocamento em função de variáveis tais como: renda, número de automóveis, etc (TEIXEIRA, 2003).

Entretanto, muito do planejamento tradicional de transportes para a definição de zonas vem do *filling* dos planejadores. O analista determina unidades de deslocamento a partir de características essencialmente físicas do espaço urbano. Bruton (1979) relata os vários processos de zoneamento tradicional, onde inicialmente estabelece-se limite da zona urbana, identifica-se à área central e zonea-se baseando na área definida e nas zonas adjacentes a área urbanizada.

Para as zonas externas, imaginam-se centros de população da área de estudo, e que geram fluxos significativos de tráfego, mas que não estejam na zona urbana identificada pelo limite estabelecido visual ou através de índices de urbanização (BRUTON, 1979).

Segundo Kawamoto (1999), a relação definida pela tecnologia e política de operações adotadas e este tipo de relação é normalmente denominada *função produção*, a qual fornece subsídios para determinar os insumos necessários para a produção de uma dada quantidade de produto. Uma vez especificada a função ou a opção tecnológica para o nível de produção considerado, os insumos devem ser traduzidos em termos de custo. A fim de estabelecer a função custo, vejamos como chegar à função produção:

**a) Função produção:** Para uma determinada quantidade de serviço de transporte, são combinados diversos fatores e produção que formam o conjunto de elementos necessários para se efetuar o serviço. A esse conjunto damos o nome de vias, veículos, terminais, outros equipamentos e instalações, mão de obra para operação e manutenção, etc. A combinação eficiente destes elementos é determinada pela tecnologia adotada, assim, é possível relacionar o volume de serviço ofertado com as quantidades de insumos utilizados na sua produção.

**b) Insumos:** É tudo aquilo que entra na composição ou formação de um determinado produto.

Assim, dada à tecnologia, é possível relacionar o volume de serviço ofertado com as quantidades de insumos utilizados na sua produção.

Para a obtenção de serviços de transportes, a unidade de produção é muito importante, porque ao contrário da produção de bens de consumo que é normalmente indicada em termos de uma única unidade (por exemplo, toneladas de trigo ou unidades de veículos, ou metros quadrados de tecido, etc.), em transporte a produção é indicada através de diferentes unidades (por exemplo, toneladas de trigo transportadas, unidades de veículos transportados, metros quadrados de tecidos transportados, etc.) e também através da distância de transporte, sobretudo quando a função produção é utilizada como base para determinação de custos, a unidade deve refletir, além da quantidade transportada, a distância de transporte (KAWAMOTO, 1999).

Segundo Bruton (1979), para o cálculo do custo no transporte de uma determinada área, seja qual for a distância, adota-se o conceito de *Centróides*, ou

seja, utiliza-se um centro de massa daquela área a ser estudada. Esse processo se dá devido à necessidade de se dividir a área estuda em zonas de tráfego, facilitando assim, a análise do estudo. Neste trabalho especificamente, será chamada de zona os distritos administrativos e cada bairro existente neste distrito será considerado a subzona, passando agora, somente para a localização do centro de massa, ou seja, o Centróide desta zona.

Esses Centróides, no entanto, funciona como pontos de referência de onde sairá o transporte para a sua destinação final, a UFPA.

### **6.1.3 Modelagem de tráfego e transportes**

Segundo Paiva (2005) a teoria clássica dos modelos de transporte tem como base uma representação discreta do espaço contínuo em que a área a ser modelada é dividida em zonas de tráfego e o sistema de transporte é representado através de uma rede de nós e ligações (trechos de via que conectam pontos do sistema viário, representados pelos nós).

Neste procedimento clássico, as Zonas de Tráfego (ZT) são definidas como prioridade e passam a ser representadas por um único ponto chamado centróide. O conjunto de segmentos da rede viária do sistema de transporte existente é representado pelos seus respectivos custos generalizados (combinação ponderada de atributos como tempo e distância) nos deslocamentos e pela representação das regras de circulação, que permitem definir ligações unidirecionais ou bidirecionais, proibições ou penalidades de conversão. Estes atributos dependem dos modos de transporte utilizados: individual (auto, taxi, perua escolar, etc.) ou coletivo (ônibus, metrô, etc.), para percorrer as ligações (PAIVA, 2005).

Os centróides das ZT são ligados à rede através de conectores, que representam os pontos de acesso ou egresso ao sistema de transporte para as viagens com origem ou destino naquela zona e a média do custo generalizado de acesso/egresso correspondente. No processo de utilização dos modelos de transportes, os centróides funcionam como pólos de produção e atração de viagens das respectivas zonas, que se utilizam da rede para realizarem seus deslocamentos.

Principalmente as viagens interzonais são simuladas na metodologia tradicional (BRUTON, 1979).

O processo de modelagem, na metodologia clássica, divide-se em quatro etapas distintas, porém interligadas, que são:

- ◆Primeira etapa: geração, na qual as quantidades de viagens produzidas e atraídas em cada zona de tráfego são estimadas;
- ◆Segunda etapa: distribuição, determinação dos intercâmbios de viagens e dos deslocamentos correspondentes;
- ◆Terceira etapa: escolha modal, determinação do modo de transporte pelo qual as viagens são realizadas;
- ◆Quarta etapa: alocação, que representa a etapa de escolha do caminho, por um dado modo, entre os pares de zonas de tráfego.

O conhecimento do padrão e motivos de viagens assim como os modos de transportes utilizados é de extrema importância para o planejamento de transporte. A divisão da área de estudo em ZT é um método tradicional citado por Bruton (1979) que tem o objetivo de facilitar as análises de transportes. Elas são definidas segundo dados espaciais agregados, a fim de subsidiar um modelo agregado e seqüencial de previsão de demanda de transportes, fundamentado na suposição que todas as viagens produzidas e atraídas se iniciam em um centróide e finalizam em um outro (TACO, 1997).

Segundo Kim (1995), a definição dos limites das ZT tem influência direta sobre os resultados da modelagem. Suas recomendações para a definição de ZT são simples e embasadas nas políticas de planejamento.

Os critérios utilizados para definir ZT devem seguir alguns passos, de acordo com recomendações de Kim (1995), a saber:

- ◆Área de estudo deve ser urbanizada existente;
- ◆ZT deve apresentar uma característica principal, agrupando basicamente setores residenciais, comerciais, industriais, etc;
- ◆Ao delimitar ZT, deve-se levar em consideração sua necessidade de comunicação para evitar criar zonas com capacidade muito pequena para geração de viagens;

- ◆ Em uma mesma zona não poderão coexistir regiões separadas por acidentes físicos de difícil transposição, impossibilitando o atendimento de uma única linha de ônibus;
- ◆ Os caminhos naturais não são limites mais recomendáveis, por poder dificultar a análise da parcela de viagens destinadas a cada uma delas;
- ◆ A distância de caminhada de qualquer ponto nas áreas compreendidas em cada ZT ao caminho natural mais próximo, deverá ser tal que se possa considerar como razoável.

No próximo item serão mostrados os procedimentos metodológicos desenvolvidos neste trabalho a fim de chegar ao resultado final do mesmo, ou seja, sua viabilidade econômica.

## 7 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E EXPERIMENTAIS

### 7.1 REFERENCIAL TEÓRICO

A pesquisa foi feita através de consultas em livros e artigos técnicos, os quais abordam e contribuem para o desenvolvimento desta; na rede mundial de computadores em sítios referentes ao assunto estudado; visitas aos órgãos responsáveis, como, por exemplo, Secretaria Municipal de Saneamento de Belém (SESAN), Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Belém (SEMMA).

### 7.2 ENSAIOS DE LABORATÓRIOS

Foi realizado o levantamento das propriedades termogravimétricas da semente de açaí utilizando as Normas Brasileiras (NBR) existentes para a caracterização do carvão vegetal, pois como não existe uma NBR específica para a semente de açaí, estas são as que mais se aproximam das características da semente: teor de voláteis, teor de cinzas, teor de carbono fixo, umidade, poder calorífico superior. As NBR são apresentadas a seguir:

NBR 6923/81: Carvão Vegetal - Amostragem e Preparação da Amostra. Define os procedimentos de coleta e preparação de amostras para realização de ensaios de caracterização de carvão vegetal;

NBR 8112/86: Carvão Vegetal – Análise Imediata. Destinada a determinação dos teores de umidade, cinzas, materiais voláteis e carbono fixo de carvão vegetal;

NBR 6922/81: Determinação da Massa Específica (Densidade à Granel). Prescreve o método para determinação da massa específica do carvão vegetal como recebido;

NBR 8633/84: Determinação do Poder Calorífico. Prescreve o método de determinação do poder calorífico superior do carvão vegetal a volume constante,

em uma bomba calorimétrica adiabática, isotérmica ou estática.

As análises experimentais na semente do açaí foram realizadas em ambiente com temperatura controlada a 20°C, e pressão atmosférica de 756 mm Hg.

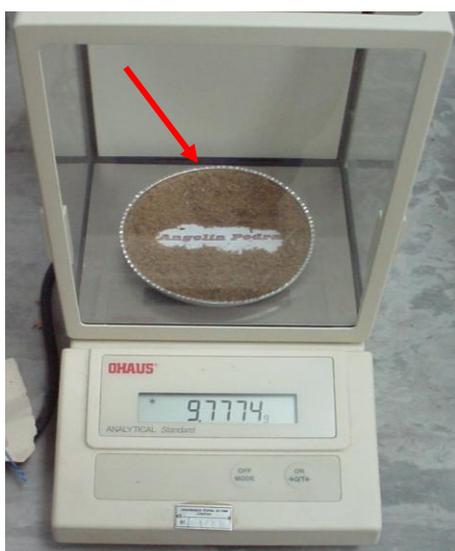
#### ◆ Teor de Umidade (TU %)

O objetivo deste experimento foi identificar a quantidade de água presente em uma dada amostra, assim como determinar o quanto de água que esta amostra é capaz de perder quando submetida à certa temperatura, em um determinado tempo.

Para este experimento foram utilizadas as seguintes aparelhagens e acessórios:

- Prato de alumínio de massa conhecida;
- Balança analítica com sensibilidade de 0,0001g, marca Marte, modelo AL500C;
- Estufa para esterilização e secagem com temperatura controlável até 320 °C marca Odontobrás, modelo EL – 1.4;
- Termopar (sensor de temperatura) digital com sensibilidade de 0,1°C marca APPA, Modelo MT-520.

Nas Fotografias 24 e 25 são apresentados os equipamentos utilizados na determinação do TU.



Fotografia 24: Prato de alumínio de massa conhecida e balança analítica para se conhecer o peso da biomassa em questão.



Fotografia 25: Estufa para esterilização e secagem da biomassa em questão.

Com os valores de massas anotados, antes e após a secagem, determina-se o TU na amostra através da seguinte equação:

$$TU(\%) = \frac{(M1 - M2) * 100\%}{M_{\text{amostra úmida}}}$$

onde, M1 é a massa do conjunto (amostra úmida + bandeja) antes do experimento e M2 a massa do conjunto após a secagem (amostra + bandeja) após o experimento.

#### ◆ Teor de Voláteis (TV %)

Este experimento teve por objetivo determinar o teor de voláteis eliminado pelas amostras quando estas são submetidas a uma determinada temperatura em um determinado tempo e sem o contato com o ar.

Para este experimento foram utilizados os seguintes equipamentos e acessórios:

- Forno (mufla vertical) com temperatura controlada até 1100°C, modelo;
- Cadinho de aço inox com tampa;
- Espátula de aço inox;
- Balança analítica com sensibilidade de 0,001g, marca Marte, modelo AL500C;
- Dessecador;
- Cronômetro;
- Estufa para esterilização e secagem com temperatura controlável até 320 °C marca Odontobrás, modelo EL – 1.4.

Foram utilizadas quatro amostras de biomassa, levadas à estufa com temperatura a 105°C, sendo em seguida realizado o procedimento de desumidificação (retirada do excesso de umidade). Após a secagem, foi colocada 1g da amostra no cadinho previamente tarado e levado até a mufla vertical com temperatura de 950°C, durante um tempo de exatamente 7 minutos. Após este procedimento o cadinho é retirado da mufla e colocado sobre a bancada até a completa perda da coloração rubra (cor apresentada pelo cadinho de aço inox quando este é submetido a altas temperaturas) e levado ao dessecador onde

permaneceu até que a temperatura do mesmo reduzisse o suficiente para a manipulação. Por último a amostra foi pesada e com os dados obtidos foram feitos os cálculos para a obtenção do teor de voláteis, utilizando a seguinte equação:

$$TV(\%) = \frac{(M1 - M2) * 100\%}{M_{\text{amostra úmida}}}$$

onde, M1 é a massa do conjunto antes do experimento (amostra úmida + bandeja) e M2 a massa do conjunto após o experimento (amostra seca + bandeja).

Foi feita a análise novamente, exatamente como foi feito da primeira. Deste modo o resultado não pode diferir em valores absolutos superiores a 0,50g. Caso a diferença dos resultados for menor que 0,50g efetua-se a média entre os dois valores e toma-se este como resultado final. Se a diferença for maior que 0,50g efetua-se uma terceira análise, e repetindo-se ainda assim a diferença deve-se tomar os dois valores que mais se aproximam da tolerância permitida.

#### ◆ Teor de Cinzas (TC %)

Teve por objetivo determinar o teor de cinzas, a fim de se obter a porcentagem de resíduos originados de um material quando este é submetido à queima.

Os seguintes equipamentos e acessórios foram utilizados:

- Forno mufla com temperatura controlável até 1100°C, marca Carbolite, modelo AAF 1100.
- Balança analítica com sensibilidade de 0,001g marca Marte, modelo AL500C.
- Cadinho de aço inox.
- Espátula de aço inoxidável.
- Dessecador.
- Espátula de aço.

Foi utilizada uma amostra da biomassa (semente de açaí) que passou pelo mesmo procedimento de desumidificação (retirar a umidade) descrito anteriormente. Uma massa equivalente a 1g foi colocada no cadinho já tarado, o conjunto foi levado a mufla com temperatura controlada equivalente a 710°C durante 1 hora. Em seguida o conjunto foi retirado do forno e colocado sobre a bancada de teste até que este perdesse toda a coloração rubra. Após este procedimento o

conjunto foi levado ao dessecador até que atingisse temperatura baixa suficiente para ser manipulado. Então, a segunda pesagem foi efetuada. Com os valores obtidos da pesagem, antes e depois da secagem determinou-se o teor cinzas encontrado na amostra analisada pela seguinte equação:

$$TC(\%) = \frac{M_{final\ cinzas} * 100\%}{M_{amostra\ úmida}}$$

#### ◆ Teor de Carbono Fixo (TCF %)

Teve por objetivo a obtenção do teor de carbono fixo em base seca através de cálculos, a partir do somatório dos teores de umidade, matéria volátil da amostra e teores de cinzas.

Para o cálculo do TCF foram utilizados os resultados do TU, TV e TC, através da seguinte equação:

$$TCF (\%) = 100\% - (TU+TV+TC)$$

#### ◆ Poder Calorífico Superior (PCS-Cal / g)

O poder calorífico superior da biomassa define-se como a capacidade potencial de um material em liberar determinada quantidade de calor quando submetido à queima.

Para este experimento foram utilizados os seguintes equipamentos e acessórios.

- Estufa para esterilização e secagem com temperatura controlável até 320°C marca Odontobrás, modelo EL – 1.4;
- Prato de alumínio;
- Espátula;
- Balança analítica com sensibilidade de 0,001g, marca Marte, modelo AL500C;
- Bomba calorimétrica digital marca Ike Werke – Modelo C2000 Control.

De acordo com Silva e Santos (2002), bomba calorimétrica digital é um equipamento composto por um recipiente metálico selado, em forma de copo, no qual a carga de combustível é queimada, este recipiente metálico resiste a pressões

superiores a 10MPa, possuindo ainda uma válvula de pressão para preenchimento com oxigênio e liberação dos gases após a combustão completa, Fotografia 26.



Fotografia 26: Bomba Calorimétrica Digital

Este recipiente possui uma haste metálica, no qual um cadinho de quartzo contendo a amostra é posicionado. Oxigênio foi injetado no recipiente metálico a uma pressão de  $40 \text{ kg/cm}^3$ , a queima se dá por ignição, através de corrente elétrica que é conduzida pela haste metálica e chega à amostra através de um fio de ignição feito de algodão (SILVA; SANTOS, 2002).

Foi utilizada uma amostra de biomassa (semente de açaí), levada a estufa de secagem previamente aquecida a  $105^\circ\text{C}$ , o procedimento de desumidificação realizado na amostra é o mesmo empregado para a determinação do teor de umidade.

Após a secagem da amostra uma pequena quantidade foi coletada e pesada na balança analítica, sua massa foi anotada, em seguida a amostra foi posta na bomba calorimétrica onde teve início o ensaio para a determinação do PCS. A massa da amostra analisada não deve ultrapassar 0.5 gramas para amostras conhecidas e deve ser inferior a 0.3 gramas para amostras desconhecidas. Após a queima, a bomba calorimétrica digital fornece como resultados o PCS em calorias por grama.

O principal fator negativo que pode intervir no resultado final do PCS é a umidade, pois para a sua determinação é necessário que a umidade incorporada na amostra seja zero ou próxima de zero.

◆ Densidade à Granel (**kg / m<sup>3</sup>**)

O objetivo desta experiência foi a obtenção da massa específica por unidade de volume das amostras de biomassa.

Para este experimento utilizou-se uma caixa de paredes rígidas com as dimensões internas de 600x600x600 mm e uma balança com capacidade máxima igual à 130 kg e precisão de 50 gramas.

Escolhidas as amostras (semente de açaí), em volume suficiente para que encham a caixa de paredes rígidas, as amostras foram despejadas dentro da caixa em um ângulo equivalente e não superior a 45°, a uma altura aproximadamente igual a 50mm acima do topo da caixa, procurando sempre manter o ponto de queda no centro da caixa. Os espaços vazios foram preenchidos, ou seja, a caixa ficou completamente preenchida (Fotografias 27 e 28).



Fotografia 27: Caixa com paredes rígidas



Fotografia 28: Amostra em caixa sem espaços vazios

Após a pesagem, o resultado foi digitado no banco de dados Access, o qual forneceu automaticamente a massa específica da biomassa em questão.

### 7.3 LEVANTAMENTO DE CAMPO

No período de 1 ano (junho/ 2005 a junho/ 2006) foram identificados os bairros e pontos de maior produção de açaí na cidade de Belém e distritos de Outeiro e Mosqueiro. Foi levantada a atual situação da semente do açaí após sua utilização, como é o consumo do produto nestes bairros, horários de funcionamento e verificado se há algum tipo de coleta e roteiro utilizado no transporte da semente e qual a sua destinação final. A Figura 2 mostra o questionário aplicado durante as 1.657 entrevistas feitas com os proprietários das casas de venda do açaí, somando um total de 51 bairros visitados, possibilitando assim, estimar a Disponibilidade de Biomassa Encontrada (DBE) em toneladas / dia, proveniente da produção de açaí na grande Belém. Esse levantamento foi realizado em conjunto com a equipe do EBMA.



Serviço Público Federal  
 Universidade Federal do Pará  
 Centro Tecnológico  
 Departamento de Engenharia Mecânica  
 Grupo de Energia, Biomassa & Meio Ambiente.

USO DO RESPONSÁVEL PELA AMOSTRAGEM:

<b>MUNICÍPIO</b>	BELEM
------------------	-------

<b>RESPONSÁVEL PELA COLETA</b>	MIROSLAWA LUCZYNSKI
--------------------------------	---------------------

<b>TIPO DE PRODUTOR</b>		<b>TIPO DE BIOMASSA</b>	AÇAI
-------------------------	--	-------------------------	------

<b>LOCAL DE COLETA DA AMOSTRA</b>		<b>DATA DA COLETA</b>	
-----------------------------------	--	-----------------------	--

<b>TIPO DE TRANSPORTE</b>	
---------------------------	--

<b>OBSERVAÇÕES</b>	
--------------------	--

IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTOR:

<b>NOME DO PRODUTOR</b>	
-------------------------	--

<b>ENDEREÇO</b>		<b>COORDENADAS:</b>	
-----------------	--	---------------------	--

<b>TELEFONE</b>		<b>CGC:</b>		<b>E-MAIL:</b>	
-----------------	--	-------------	--	----------------	--

<b>CONTATO</b>	
----------------	--

INFORMAÇÕES ESPECÍFICAS DA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS:

PRODUTO 1:

<b>VOLUME DE PRODUÇÃO:</b>		<b>VOLUME DE REJEITO:</b>	
----------------------------	--	---------------------------	--

<b>FORMAS DE ARMAZENAGEM DO REJEITO:</b>	
--	--

<b>OBSERVAÇÕES:</b>	
---------------------	--

Figura 2: Questionário utilizado para a atualização dos pontos de venda do açaí.  
 Fonte: EBMA, 2006.

## 7.4 TRATAMENTO DE DADOS

Para o tratamento de dados foi utilizado o Software Microsoft Office Access, o qual é um gerenciador de bancos de dados de fácil acesso e integração com o Software ARC VIEW 3.2ª (disponível e de utilização no laboratório do EBMA), juntamente com o Sistema de Informação Geográfica (SIG) Google Earth. Depois de alimentado com os dados necessários, o software possibilitou o acesso às informações, automaticamente, através da geração de relatórios, os quais mostram os bairros, proprietários, quantidade de produção (número de sacas) e o potencial energético (P.E), gerado no ponto de venda em questão.

Nas Figuras 3 e 4 são mostrados o tratamento de dados através do Software Microsoft Office Access, quando alimentado pelas informações da pesquisa.

Figura 3: Visualização do banco de dados do Software Microsoft Office Access.

Fonte: EBMA, 2006.

Dados de Entrada		Potencial Energético	
Volume Produzido Dia [saca]:	<input type="text" value="0,00"/>	Vapor Para Utilização de Energia [kg/h]:	<input type="text" value="0,00"/>
Índice de Aproveitamento [%]:	<input type="text"/>	Densidade Energética [kcal/m³]:	<input type="text"/>
Densidade à Granel [kg/m³]:	<input type="text"/>	Potência Elétrica Gerada [kW]:	<input type="text" value="0,00"/>
PCI [kcal/kg]:	<input type="text"/>		
Rendimento da Caldeira [%]:	<input type="text"/>		
Entalpia do Vapor [kcal/kg]:	<input type="text"/>		
Consumo Específico da Turbina [kg/kW]:	<input type="text"/>		
<input type="button" value="Calcular"/>			

Figura 4: Visualização do cálculo de P.E por casa de produção do Software Microsoft Office Access.

Fonte: EBMA, 2006.

## 7.5 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)

Esse sistema consiste na implementação de dados georeferenciados, com o intuito de obter a localização das casas de produção, utilizando um aparelho de localização por coordenadas georeferenciadas (GPS), a partir dos dados de georeferenciamento. Foi escolhido para estas aplicações o Software Arc View 3.2<sup>a</sup> (Figura 5) e o SIG Google Earth (Figura 6), devido ambos ser de fácil manipulação e interface com as informações do banco de dados do Microsoft Access.

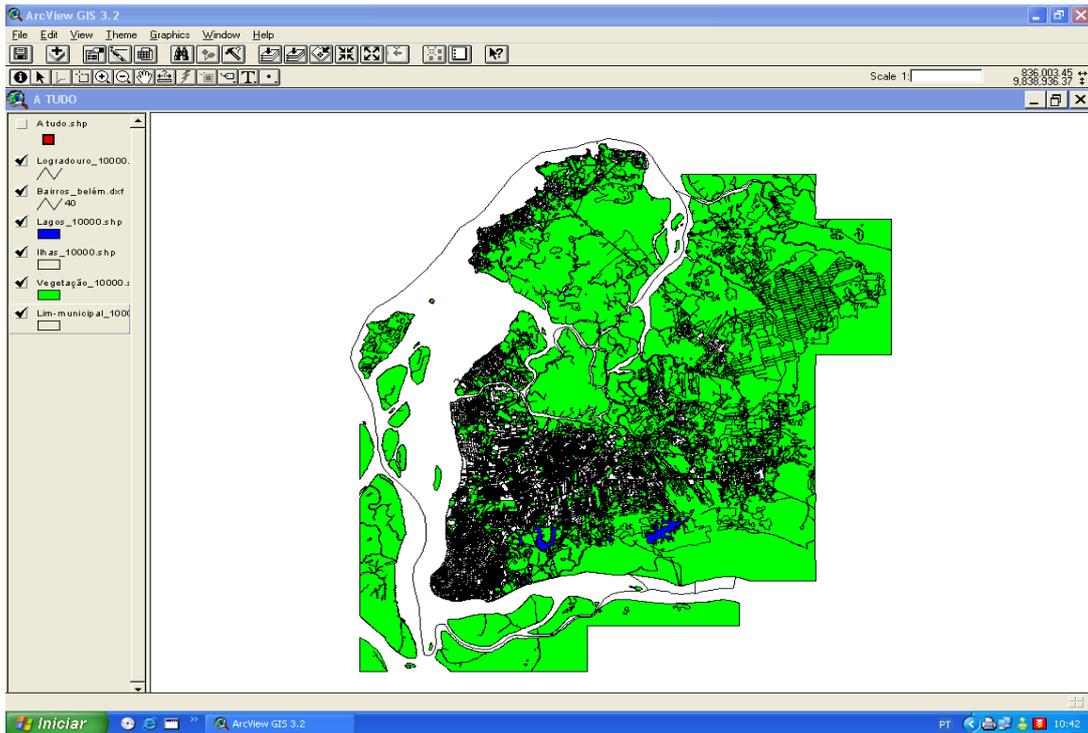


Figura 5: Visualização geral do mapa no Software Arc View 32<sup>a</sup>.  
Fonte: EBMA, 2006.

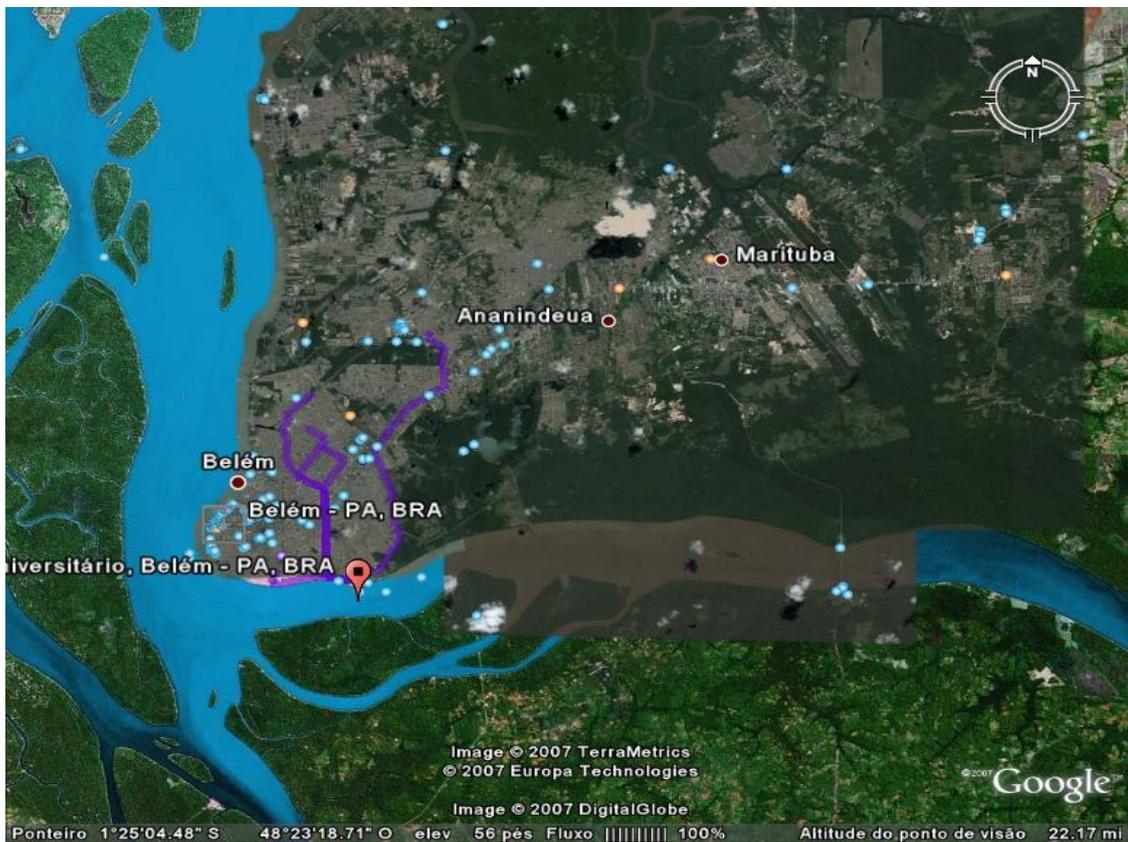


Figura 6: Visualização geral do Google Earth.

A utilização desses dois SIG ocorreu em função de se ter somente um programa que acoplasse todos os procedimentos (Microsoft Access), como o Software Arc View 3.2ª já é utilizado pelo laboratório EBMA, optou-se somente pela introdução de um novo SIG para a geração das rotas, o qual foi o Google Earth.

## 7.6 VIABILIDADE ECONÔMICA

No estudo da viabilidade econômica da semente de açaí para a geração de energia elétrica, foram utilizados os parâmetros técnicos da usina de geração de energia e biomassa do grupo EBMA da UFPA (Item 4.4). Foi estudado o perfil do consumo total faturado de energia elétrica no período de 06/2006 a 06/2007 da UFPA, conforme dados fornecidos pela concessionária dos serviços de Belém (CELPA).

Para quantificar a energia envolvida no processo, foi necessário se ter o Consumo Específico da Turbina (**CET**), ou seja, o quanto a turbina precisará consumir de vapor para o seu funcionamento, sendo este fornecido pelo fabricante.

Como é utilizado o Ciclo Rankine, a equação para o CET estabelecido pela turbina é:

$$\mathbf{CET = ton_{vapor} / MWh}$$

Segundo Rendeiro (2005), a cada ton de vapor produzido na caldeira é consumido 0,25 ton de biomassa e como as turbinas da usina piloto do EBMA têm apresentado um consumo na faixa de 10 ton<sub>biomassa</sub>/MWh gerado, então:

$$\mathbf{CET = 0,25 * 10 * ton_{biomassa} / MWh}$$

$$\mathbf{CET = 2,5 ton_{biomassa} / MWh}$$

Dessa forma tem - se que o consumo específico da turbina é de **2,5 ton<sub>biomassa</sub> / MWh** (RENDEIRO, 2005).

Para o cálculo dos parâmetros, tais como: Consumo Médio Mensal, Consumo Médio Horário, Custo Médio, Geração de Vapor, Custo da Geração

Renovável, Custo do Transporte, Diferença de Custo, Economia Mensal e Economia Final, foi contabilizado o consumo de energia elétrica da UFPA no período de 06/2006 a 06/2007, em um total de 13 meses, conforme é descrito a seguir.

- **CONSUMO MÉDIO MENSAL (CMM em MWh)** é a média aritmética dos consumos mensais (**CM**) da UFPA no período da pesquisa:

$$\text{CMM} = (\sum \text{CM}) / 13 * 1000$$

- **CONSUMO MÉDIO HORÁRIO (CMH em MWh)** é o consumo médio mensal, dividido por 30 (dia) e 24 (hora):

$$\text{CMH} = \text{CMM} / 30 * 24$$

- **CUSTO MÉDIO (CTM em R\$/MWh)** é o valor médio mensal da fatura, dividido pela **CMM**.

$$\text{CTM} = \text{Valor médio} / \text{CMM}$$

Para o cálculo da geração de energia a partir da biomassa da semente do açaí, usou-se os dados coletados durante a pesquisa de campo, conforme descritos a seguir.

- **DISPONIBILIDADE DE BIOMASSA ENCONTRADA (DBE em ton/hora):**

É a quantidade de biomassa encontrada durante o trabalho de campo (Item 7.3). Para a obtenção da DBE em ton/ hora, dividiu-se a DBE encontrada por 24.

- **GERAÇÃO DE VAPOR (GV em ton/hora):**

Segundo Rendeiro (2005) para o cálculo da **GV** considerou-se que 1 ton de biomassa gera 4 ton de vapor, então se multiplica a DBE por 4, assim:

$$\text{GV} = \text{DBE} * 4$$

Como as turbinas apresentam um consumo de 10 ton<sub>biomassa</sub>/MWh dividiu-se o resultado da **GV** por 10.

### - CUSTO DA GERAÇÃO RENOVÁVEL (CGR em R\$/MWh):

Para se obter o **CGR** com a biomassa (semente de açaí) calculou-se o valor de Operação e Custo da Manutenção (**O & M em R\$/MW**) somado ao Custo do Transporte (**CTP em R\$**), assim:

$$\text{CGR} = \text{O\&M} + \text{CTP}$$

segundo Rendeiro (2005) o valor do custo O & M fornecido é 140,00 R\$/MW, determinado na operação da usina do EBMA.

Para o cálculo do custo de transporte especificou-se o tipo de trabalho o qual este está sujeito, neste caso, a coleta da semente de açaí até seu destino final – UFPA. Para isso, trabalhou-se com as variáveis já existentes, ou seja, números de sacas geradas em cada distrito administrativo.

Cada distrito administrativo foi representado por um ou mais centróides, onde foi localizado o centro de massa, ou seja, onde ocorreu uma maior produção de açaí. Nos Quadros 4 a 11, são mostrados os centróides localizados em cada bairro do seu respectivo distrito administrativo.

DABEL	Pt de referência
NAZARÉ	Vila Moreira com Avenida Nazaré
REDUTO	Vila ABC com Rui Barbosa
SÃO BRAS	Tr.Francisco Caldeira Castelo Branco com Magalhães Barata
CAMPINA	Pe. Prudêncio com Manoel Barata
CIDADE VELHA	Tamandaré com Monte Alegre
UMARIZAL	Dom Romualdo de Seixas com Bernal do Couto
MARCO	Barão do Triunfo com Almirante Barroso
PEDREIRA	Angustura com Al. Vitória

Quadro 4: Identificação de Centróides dos bairros do DABEL.

DABEN	Pt de referência
BENGUÍ	Tv. Santa Maria com Rua São Mateus
CABANAGEM	Ps. Girassol com Rod. Dos Trabalhadores
MANGUEIRÃO	Rua Mangueirão com Augusto Montenegro
PARQUE VERDE	Rua Jandaia com rua Uirapuru
PRATINHA	Arthur Bernardes
SÃO CLEMENTE	Rua Infraero com Al. São Lourenço
TAPANÃ	5ª rua do Tapanã com Al. Uberaba
UMA	Ps. Suely com Os. Esportiva

Quadro 5: Identificação de Centróides dos bairros do DABEN.

<b>DAENT</b>	<b>Pt de referência</b>
CASTANHEIRA	Ps. Boa Esperança
CURIÓ UTINGA	Estrada Moça Bonita
MARAMBAIA	Tavares Bastos com Rua da Mata
SOUZA	Ps. Getúlio Vargas com Júlio César
VAL-DE-CÃES	Arthur Bernardes

Quadro 6: Identificação de Centróides dos bairros do DAENT.

<b>DAGUA</b>	<b>Pt de referência</b>
BATISTA CAMPOS	Ps. Bragança com Serzedelo Correa
CANUDOS	Rua Silva Rosado com Ps. Teófilo Condurú
CONDOR	Tv. Tupinambás com Ps. Lauro Malcher
CREMAÇÃO	Rua Fernando Guilhon com Alcindo Cancela
GUAMÁ	Tv. Liberato de Castro com Os. São Cristovão
JURUNAS	Tv. Carlos de Carvalho com Pe. Eutiquio
TERRA FIRME (1) TERRA FIRME (2)	Ps. Elvira com Estrada da CEASA Ps. Eduardo com Cipriano Santos

Quadro 7: Identificação de Centróides dos bairros do DAGUA.

<b>DAOUT</b>	<b>Pt de referência</b>
ÁGUA BOA	Rua São Sebastião com Rua Heitor Costa
BRASÍLIA	Av. Bl. Dez com Av. Nossa Senhora da Conceição
ITAITEUA	Rua da Fábrica com Estrada do Outeiro
S. JOÃO DO OUTEIRO	Ps. Dona Feliciano com Av. Manoel Barata

Quadro 8: Identificação de Centróides dos bairros do DAICO.

<b>DAICO</b>	<b>Pt de referência</b>
AGULHA	Tv. Santa Maria com Rua Oito de Maio
CAMPINA DE ICOARACI	Ps. Dos Inocentes com Rua Oito de Maio
CRUZEIRO	Rua Júlio Maria com Tv. Pimenta Bueno
MARACACUERA	Tv. Moura Carvalho com Estrada do Outeiro
PARACURÍ	Rua Coronel Juvêncio Sarmiento com Ps. Alves
PONTA GROSSA	Rua Júlio Maria com Tv. Berredos

Quadro 9: Identificação de Centróides dos bairros do DAOUT

<b>DAMOS</b>	<b>Pt de referência</b>
ARIRAMBA	Ps. Santa Tereza com Estrada do Curvão
CARANANDUBA	Av. Cipriano Santos
CHAPÉU VIRADO	Rua Variante do Murubira com Eurico Romariz
MURUBIRA	Al. Carlos Gomes com Av. Beira Rio de Deus
PORTO ARTHUR	Rua Ponta Alegre
PRAIA GRANDE	Ps. São Paulo com Av. 16 de Novembro
SÃO FRANCISCO	Estrada de São Francisco com Av. Beira Mar
VILA	Av. Beira Mar com a Praça (lado direito)

Quadro 10: Identificação de Centróides dos bairros do DAMOS.

DASAC	Pt de referência
BARREIRO	Ps. Fé em Deus com Ps. Caju
FÁTIMA	Vila Salomé com Ps. Só Vendo
MARACANGALHA	Tv. Sn Treze com Rua WE um
SACRAMENTA	Ps. Cabedelo com Pedro Álvares Cabral
TELEGRÁFO	Ps. Quatro com Tv. Rosa Moreira

Quadro 11: Identificação de Centróides dos bairros do DASAC.

Após a identificação dos centróides de cada bairro, calculou-se o valor do transporte, para isso foi necessário ter-se estabelecido o tipo de transporte que será utilizado para este fim. O escolhido para este trabalho, devido ao tipo de material a ser transportado (semente de açaí) e as condições do mesmo, foi a caçamba Truck (Fotografias 29 e 30), com capacidade para 12 m<sup>3</sup>, uma vez que, quando coletadas, as sementes são descarregadas diretamente na carroceria da caçamba.



Fotografia 29: Caçamba Truck 12 m<sup>3</sup> (vista frontal).



Fotografia 30: Caçamba Truck 12 m<sup>3</sup> (vista traseira).

Para o cálculo do custo da diária da semente do açaí foram entrevistados 10 trabalhadores ou fretistas, como são conhecidos. Como não há um sindicato, ou representação desta categoria as entrevistas foram feitas *in loco*, a fim de se obter um valor médio deste tipo de serviço. Uma vez que os mesmos só trabalham com o sistema de diárias, levou-se em consideração o tempo de trabalho (horário), combustível (se é incluído ou não), ajudante (se preciso ou não) e manutenção do veículo. Nenhum dos entrevistados manifestou a opção por se fazer um preço mensal.

A entrevista foi realizada no período de 1 a 22 de outubro de 2007, utilizando o modelo de questionário apresentado na Figura 7.

	
<p>Serviço Público Federal          Universidade Federal do Pará          Instituto de Tecnologia da UFPA - ITEC          Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil - PPGEC</p>	
<b>USO DO RESPONSÁVEL PELO FRETE:</b>	
<b>MUNICÍPIO</b>	<b>BELÉM</b>
<input type="checkbox"/> PESSOA FÍSICA <input type="checkbox"/> PESSOA JURÍDICA	
<b>RESPONSÁVEL PELO FRETE</b>	
<b>TIPO DE TRANSPORTE</b>	
<b>VALOR DIÁRIO TOTAL</b>	
<b>ITENS RELACIONADOS NO PREÇO COBRADO:</b>	
<input type="checkbox"/> COMBUSTÍVEL <input type="checkbox"/> MANUTENÇÃO <input type="checkbox"/> MOTORISTA <input type="checkbox"/> AJUDANTE	
<b>VALOR DIÁRIO TOTAL SEM COMBUSTÍVEL</b>	
<b>VALOR MENSAL TOTAL</b>	
<b>OBSERVAÇÕES:</b>	

Figura 7: Exemplo de questionário na entrevista aos fretistas.

O cálculo do CTP em R\$ foi realizado através da média aritmética dos valores apresentados pelas diárias dos 10 entrevistados, multiplicado pelo número de veículos estimados.

$$\text{CTP} = \text{CDiária (R\$)} \times \text{n}^\circ \text{ de veículos estimados.}$$

Para se chegar ao número de veículos estimados, primeiro calculou-se quantas sacas da semente de açaí são necessárias para preencher a caçamba de 12 m<sup>3</sup>, através do peso específico do açaí (Item 7.2). Como a unidade trabalhada é em m<sup>3</sup> a capacidade da saca de açaí foi transformada também para m<sup>3</sup>, demonstrado a seguir.

$$M_{\text{saca}} = 60 \text{ kg}$$

$$V_{\text{saca}} = M_{\text{saca}} / \Upsilon$$

onde,  $M_{\text{saca}}$  é a massa da saca de açaí,  $\Upsilon$  o peso específico do açaí.

Considerando uma margem de erro em cada saca de 20%, uma vez que as mesmas nunca estão preenchidas em sua totalidade, se tem através de uma regra de três simples, o volume (m<sup>3</sup>) de cada saca descarregada na caçamba.

De posse do volume da caçamba (12m<sup>3</sup>), dividiu – se o mesmo pelo volume da saca encontrada. O resultado é o número de sacas necessárias para se encher a caçamba.

Neste trabalho a cidade de Belém foi dividida em distritos administrativos, somando um total de 8, assim, dividiu-se o valor do número de sacas encontradas de cada distrito (Item 7.3) pelo número de sacas necessárias para se encher a caçamba, o que estabelecerá o número de viagens necessárias para cada distrito.

Para o cálculo do tempo total de cada centróide até sua destinação final, incluiu-se o tempo de carga (**Tc**) e tempo de descarga (**Td**) para cada bairro.

Para se obter o tempo de deslocamento entre os centróides e/ou destino final, foram criados roteiros em função do número de sacas ao dia em cada distrito. Com a criação dos roteiros se determinou o número de viagens necessárias para cada distrito administrativo. Para este cálculo, utilizou-se a seguinte equação:

$$S = V / T$$

onde, **T** é o tempo de deslocamento de um centróide a outro e/ou destino final, **S** a distância média de um centróide a outro e/ou destinação final **V** a velocidade média de transporte.

Neste trabalho a **V** é considerada de 25 km/h, de acordo com dados do Plano Diretor de Transportes Urbanos de Belém – PDTU, 2001.

O **Tc** e **Td** foram considerados de 15 minutos respectivamente, uma vez que o veículo utilizado é uma caçamba Truck basculante, ou seja, o seu tempo de descarga é constante e contará com ajudantes para a carga.

O tempo total do roteiro (**TR**) foi determinado pela somatória de **T**, mais a somatória do **Tc** e o **Td**.

De posse desse resultado, somaram-se todos os **TR** dos distritos e determinou-se o número de caçambas necessárias para cumprir todos os roteiros de cada distrito ao dia, considerando que a diária cobrada pelo fretista tem 8 horas por dia. Esse valor foi multiplicado por 30 para se quantificar o número de diárias necessárias ao mês.

O **CTP** para cada distrito é a multiplicação do valor da diária, incluindo a mão de obra de dois ajudantes, pelo número de viagens determinadas ao mês. O **CTP** total foi determinado pela somatória do **CTP** de cada distrito. Após se obter o valor final do **CTP**, divide-se o mesmo pela demanda de energia elétrica da UFPA, ou seja, o quanto a instituição recebe em KWh através dos serviços da concessionária CELPA e quanto paga por isso.

De posse do valor do **CTP** total, calculou-se a Diferença de Custo (**DC em R\$**) no valor do MWh consumido na UFPA com o valor do MWh produzido em um sistema renovável de energia, neste caso, usando a semente de açaí como a biomassa fornecedora de energia. Este cálculo é dado pela expressão a seguir:

$$\mathbf{DC = CTM - CGR}$$

Com o valor da **DC**, verificou-se se houve ou não economia mensal (**ECN**) para a UFPA em R\$/mês.

$$\mathbf{ECN = DC * CMH}$$

No caso de valor positivo, calcula-se a economia final para a UFPA através da diferença de custo entre o valor da fatura segundo a Concessionária REDE CELPA paga pela UFPA e o valor do **CGR** (R\$), obtendo-se assim, a economia final (**ECF**) de energia com a utilização da biomassa para a instituição. Sendo o valor negativo, calcula-se o déficit para a UFPA na utilização desse sistema.

## 8 RESULTADOS

A partir dos levantamentos realizados e resultados obtidos devido às análises feitas para as sementes desperdiçadas na cidade de Belém - PA pôde-se obter seu recurso energético. O fato é que, se tem no fruto do açaí como um todo, desde o suco extraído até a semente que sobra, uma grande fonte de energia, no que diz respeito ao reaproveitamento, contudo, antes de se começar a utilizar essa biomassa para recurso energético, se fez necessário determinar algumas análises, tendo sido estas descritas no item anterior.

### 8.1 ENSAIOS DE LABORATÓRIOS

#### ◆ Teor de Umidade (TU %).

Foram usadas 3 amostras úmidas, sendo as mesmas submetidas a uma secagem na estufa. Na Tabela 6 são mostrados os parâmetros analisados e a estatística desenvolvida.

Tabela 6: Resultado da análise do TU%

DET.	Mamostra (g)	Mbandeja (g)	M1 (g)	M2 (g)	TU (%)	Média (%)	Desvio Padrão (%)
1	18,25	45,71	63,96	57,11	37,53	35,78	1,62
2	19	33,02	52,02	45,27	35,52		
3	14,31	32,96	47,27	42,36	34,31		

Onde:

- M1** = Massa do conjunto (amostra úmida + bandeja);
- M2** = Massa do conjunto da amostra seca (bandeja+ amostra);
- TU** = Teor de umidade;

A condição do tempo e estações do ano influencia o índice de umidade, pois, na prática, a semente seca oferece combustão mais rápida e melhor rendimento na carbonização.

#### ◆ Teor de Voláteis (TV %).

Nesta análise, considerou-se também 3 amostras de material para 3 análises (Tabela 7).

Tabela 7: Resultado da análise do TV%

DET.	Mamostra (g)	Mcadinho (g)	M1 (g)	M2 (g)	TV (%)	Média (%)	Desvio Padrão (%)
1	1,065	20,98	19,91	20,15	77,93	79,12	1,20
2	1,083	20,18	19,098	19,31	80,33		
3	1,049	21,24	20,19	20,41	79,12		

Onde:

**M1** = Massa do conjunto (amostra úmida + cadinho);

**M2** = Massa do conjunto (amostra seca + cadinho);

**TV** = Teor de Voláteis

A volatilidade na segunda análise foi um pouco maior devido sua massa estar com a base mais seca do que as outras, mesmo não tendo sido a maior em g, o que significa que a queima foi muito mais rápida na 2 do que as outras.

◆ Teor de Cinzas (TC %).

Na Tabela 8 é mostrado o TC referente às 3 análises feitas, através de 3 amostras da semente.

Tabela 8: Resultado da análise do TC%

DET.	Mamostra (g)	Mcadinho (g)	M1 (g)	M2 (g)	M3	TC (%)	Média(%)	Desvio Padrão (%)
1	1,004	12,65	11,65	11,66	0,01	0,996	1,32	0,57
2	1,0059	12,18	11,17	11,18	0,01	0,994		
3	1,004	12,44	11,43	11,45	0,02	1,99		

Onde:

**M1** = Massa do conjunto (amostra úmida+ cadinho);

**M2** = Massa do conjunto (amostra seca+cadinho);

**M3** = Massa final de cinzas;

**TC** = Teor de Cinzas.

Existe uma diferença entre as análises no que se refere ao TC, o que significa pouca sobra de resíduo mediante a combustão da biomassa.

◆ Teor de Carbono Fixo (TCF%).

Para a determinação do Teor de Carbono Fixo, foi necessário se ter os resultados das determinações anteriores: TU, TV, TC, respectivamente (Tabela 9).

Tabela 9: Resultado da análise do TCF%

DET.	TCF (%)	Média (%)	Desvio Padrão (%)
1	16,46	16,24	0,73
2	16,84		
3	15,42		

Não houve nenhuma diferença significativa nas análises do TCF, o que significa a eficiência das análises.

◆ Poder Calorífico Superior (PCS cal/g).

As amostras do PCS foram analisadas antes da secagem e em 3 estágios durante a liberação da umidade (Tabela 10).

Tabela 10: Resultado da análise do PCS

Det. N°	M1(g)	PCS (cal/g)	Média Aritmética (g)	Desvio Padrão (g)
1	0,49	4473	4451,33	23,11
2	0,49	4427		
3	0,49	4454		

◆ Densidade à Granel (Kg/m<sup>3</sup>)

As amostras pesadas da semente de açaí, não sofreram variações, ficando o peso específico em 723,15 kg / m<sup>3</sup>.

A partir desses resultados, percebeu-se que a semente de açaí pode ser utilizada como mais uma alternativa de biomassa para a geração de energia elétrica, gerando assim, discussões sobre o que ser feito para um melhor aproveitamento desta energia gerada pela semente desperdiçada.

A seguir é mostrado na (Tabela 11) 3 diferentes tipos de biomassa (Angelim – vermelho, Angelim Pedra e Castanha-do-Pará), comparadas aos da semente do açaí.

Tabela 11: Comparação dos resultados com 3 diferentes tipos de biomassa.

Biomassa Utilizada	Umidade (%)	Voláteis (%)	Cinzas (%)	Carbono fixo (%)	P.C.S (Cal/g)		
Angelim pedra <sup>(1)</sup>	23,50	64,00	0,99	11,50	4716	4675	4775
Angelim vermelho <sup>(2)</sup>	16,11	68,73	0,99	14,15	4547	4614	4458
Castanha do Pará <sup>(3)</sup>	12,34	66,07	0,92	20,65	4791	4460	4805
<b>Açaí</b>	<b>35,78</b>	<b>79,12</b>	<b>1,32</b>	<b>16,24</b>	<b>4473</b>	<b>4427</b>	<b>4454</b>

Fonte:(1) Silva; Santos (2002).

A comparação com outras amostras da mesma espécie, mostram que apesar de possuírem a mesma massa e de serem retiradas da estufa no momento exato do experimento acabaram incorporando umidade do ambiente apenas nos poucos minutos entre a pesagem e acomodação no cadinho da bomba calorimétrica.

Este problema seria uma das explicações para os valores de poder calorífico, de uma mesma espécie de amostra com mesma massa, possuírem resultados tão distintos, o que não foi o caso destas análises.

Outro fator a influenciar foi o grau de homogeneidade da amostra analisada, isso significa que parte da amostra não possui a mesma densidade, sendo composta por regiões mais duras do que as demais. Essas regiões seriam as responsáveis por uma queima irregular da amostra, ou seja, partes que não entram inteiramente em combustão. Esse fenômeno pode ser observado nas cinzas que sobram da queima representada por pequeno número de partículas bem maiores do que a maioria delas.

Nestes resultados, observa-se também que as propriedades termogavimétricas de outras biomassas são próximas aos da semente do açaí, com exceção do resultado no TU da semente que foi elevada o que implicará na combustão, ou seja, na queima, pois precisará de uma maior quantidade de semente de açaí para gerar a mesma quantidade de energia e do TV, o que poderá vir a afetar a estabilidade da combustão. Porém, como a semente de açaí é encontrada em grande quantidade, conseqüentemente a demanda para a queima também é em grande escala, o que explicaria um aumento no TV.

## 8.2 LEVANTAMENTO DE CAMPO

Foram cadastrados 1.657 casas de vendas do açaí. Somando um total de 5.706,5 sacas por dia desperdiças em Belém, o que equivale a 1.929,50 KW de P.E. De posse desses dados, gerou-se relatórios através do Software Microsoft Access, identificando o bairro, proprietário, quantidade da produção (números de sacas) e o P.E gerado naquele ponto de venda, possibilitando assim, se fazer uma estimativa geral da produção de açaí na cidade de Belém, conforme é mostrado na Figura 8.

<i>Relatório do Bairro</i>		<i>Agulha</i>	
<i>Bairro: Agulha</i>			
<i>ID</i>	<i>PROPRIETARIO</i>	<i>N° de Sacas de Açai (Dia)</i>	<i>P.E. (kW)</i>
7	Abelardo Cascalho	2	0,7
8	Carmem Lucia Valle de Sousa	2	0,7
9	Cleonice Nascimento dos Santos	2	0,7
10	Cristovao de Paula Magno	2	0,7
11	Cristovao de Paula Magno	2	0,7
12	Darcy Campos Damasceno	4	1,3
13	Edilene de Moura Santos	2	0,7
14	Edmilsom Nascimento	6	2
15	Elivaneti Viana Meireles	2	0,7
16	Elivelton Antonio de Souza	4	1,3
17	Iracema Pereira Pantoja	2	0,7
18	Ivanilton Rodrigues da Silva	4	1,3
19	Lodemil dos Santos Alves	2	0,7
20	Manoel Brasil oliveira	2	0,7
21	Mario Ewandro	4	1,3
22	Marlene Girao	2	0,7
23	Pedro Goncalves Craveiro	2	0,7
24	Raimunda Xavier da Conceicao	2	0,7
25	Raimundo Andrades da Silva	2	0,7
26	Raimundo da Silva Campos	2	0,7
27	Raimundo de4 Azevedo Santana	2	0,7
28	Raimundo Lopes	4	1,3
29	Wilson Nascimento Marinho	2	0,7
<i>N° de Proprietários</i>			23
<i>Soma do N° de Sacas de Açai (Dia)</i>			60
<i>Soma do Potencial (kW)</i>			20,40

Figura 8: Exemplo de relatório gerado pelo Software Microsoft Office Access.

Para facilitar a identificação dos bairros de maior produção e conseqüentemente, maior volume de biomassa desperdiçada, foi usada a divisão em Distritos Administrativos, feito pela Prefeitura Municipal de Belém (PMB), no ano de 2002. Foi possível fazer uma organização melhor dos bairros, possibilitando assim, identificar onde está a maior concentração da produção. Assim, são identificados os 8 Distritos Administrativos de Belém: Distrito Administrativo de Belém (DABEL), Distrito Administrativo do Benguí (DABEN), Distrito Administrativo do Entroncamento

(DAENT), Distrito Administrativo do Guamá (DAGUA), Distrito Administrativo de Icoaraci (DAICO), Distrito Administrativo de Outeiro (DAOUT), Distrito Administrativo de Mosqueiro (DAMOS) e Distrito Administrativo da Sacramenta (DASAC), conforme é mostrado no Mapa 1.



Mapa 1: Divisão por Distritos Administrativos de Belém.  
Fonte: Prefeitura Municipal de Belém, 2002.

Nas Tabelas 12 a 20 são mostrados os bairros visitados e já divididos por distritos administrativos de Belém, com os número de proprietários, números de sacas o P.E e a Disponibilidade de Biomassa Encontrada (DBE) em ton/dia.

Tabela 12: Produção de biomassa- n° de proprietários, n° de sacas/dia, P.E e DBE ( ton/dia) - DABEL

DABEL	N° Proprietários p/bairro	Soma do n° de sacas de açai (dia) p/bairro	Soma do P.E (KW) p/bairro	DBE (ton/dia)
NAZARÉ	8	22	7,4	<b>29.616</b>
REDUTO	8	27	9,1	
SÃO BRAS	8	38	12,8	
CAMPINA	14	39	13,1	
CIDADE VELHA	25	78	26,4	
UMARIZAL	25	85	28,9	
MARCO	37	120	40,6	
PEDREIRA	72	208	71	
<b>TOTAL</b>	<b>197</b>	<b>617</b>	<b>209,3</b>	

No Gráfico 5 é possível visualizar em porcentagem (%), esta produção no DABEL.

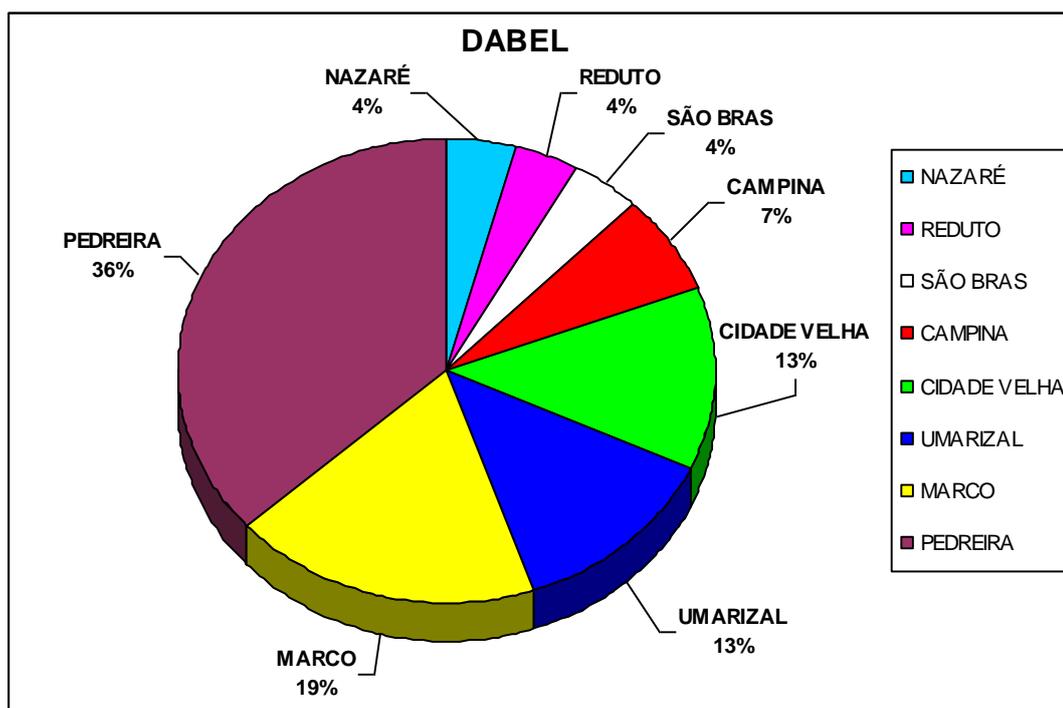


Gráfico 5: Produção em % de biomassa do DABEL – 2006.

No DABEL, foram visitados 8 bairros, entre eles, Nazaré, considerado um dos bairros mais nobres de Belém, o bairro da Campina conhecido como “comércio” e o da Cidade Velha, que possui um grande valor histórico para a cidade de Belém-Pará, pois foi neste bairro que a cidade nasceu e começou a crescer.

Porém é no bairro da Pedreira que está a maior concentração da produção de açai. Considerado um bairro popular ocupa um percentual de 36% do

total deste Distrito.

A Tabela 13 mostra os 8 bairros visitados no Distrito Administrativo do Benguí – DABEN e suas respectivas produções.

Tabela 13: Produção de biomassa- nº de proprietários, nº de sacas/dia, P.E e DBE (ton/dia)-DABEN.

DABEN	Nº Proprietários p/bairro	Soma do nº de sacas de açai (dia) p/bairro	Soma do P.E (KW) p/bairro	DBE (ton/dia)
BENGUÍ	47	245	82,9	<b>58,368</b>
CABANAGEM	85	271	91,7	
MANGUEIRÃO	10	32	10,8	
PARQUE VERDE	14	60	19,9	
PRATINHA	47	135	45,9	
SÃO CLEMENTE	8	26	8,8	
TAPANÃ	116	400	135,2	
UNA	11	47	15,9	
<b>TOTAL</b>	<b>338</b>	<b>1216</b>	<b>411,1</b>	

O Gráfico 6 mostra em porcentagem (%) o quanto de resíduo é produzido e conseqüentemente desperdiçado no DABEN.

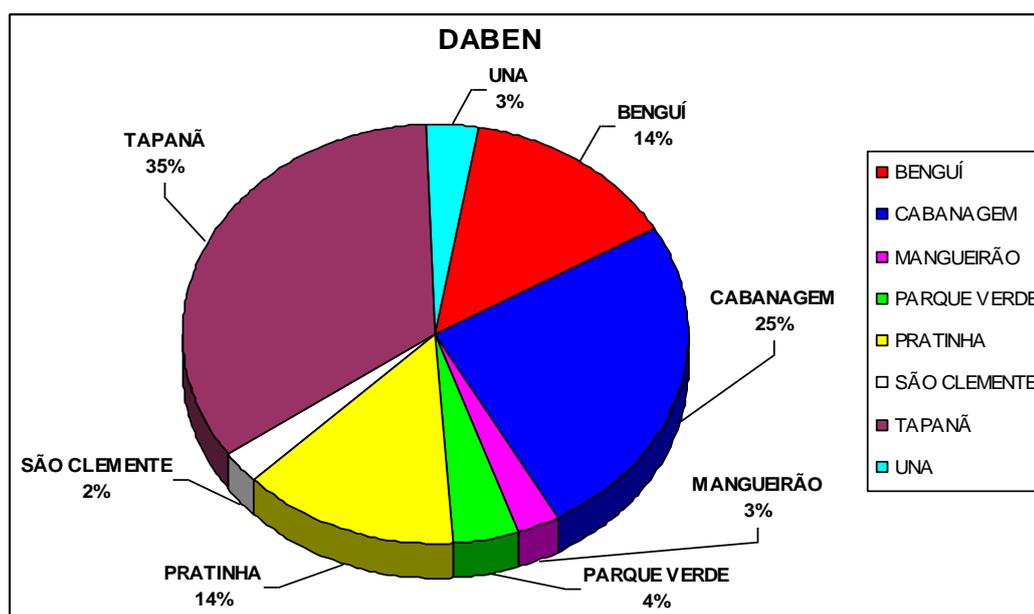


Gráfico 6: Produção em % de biomassa do DABEN – 2006.

No DABEN 6, o bairro do Tapanã é responsável por 35% da produção de açai do Distrito. Tendo começado por invasão, é um bairro populoso e considerado de baixa renda na cidade de Belém-Pará.

A Tabela 14 mostra a produção nos 5 bairros visitados no Distrito Administrativo do Entroncamento – DAENT.

Tabela 14: Produção de biomassa- n° de proprietários, n° de sacas/dia, P.E e DBE (ton/dia)-DAENT.

DAENT	N° Proprietários p/bairro	Soma do n° de sacas de açai (dia) p/bairro	Soma do P.E (KW) p/bairro	DBE (ton/dia)
CASTANHEIRA	9	25	8,5	<b>17,088</b>
CURIÓ UTINGA	8	24	8	
MARAMBAIA	65	243	81,8	
SOUZA	13	56	19,1	
VAL-DE-CÃES	4	8	2,8	
<b>TOTAL</b>	<b>99</b>	<b>356</b>	<b>120,2</b>	

O Gráfico 7 mostra a porcentagem (%) desperdiçada de biomassa do DAENT na cidade de Belém-Pará

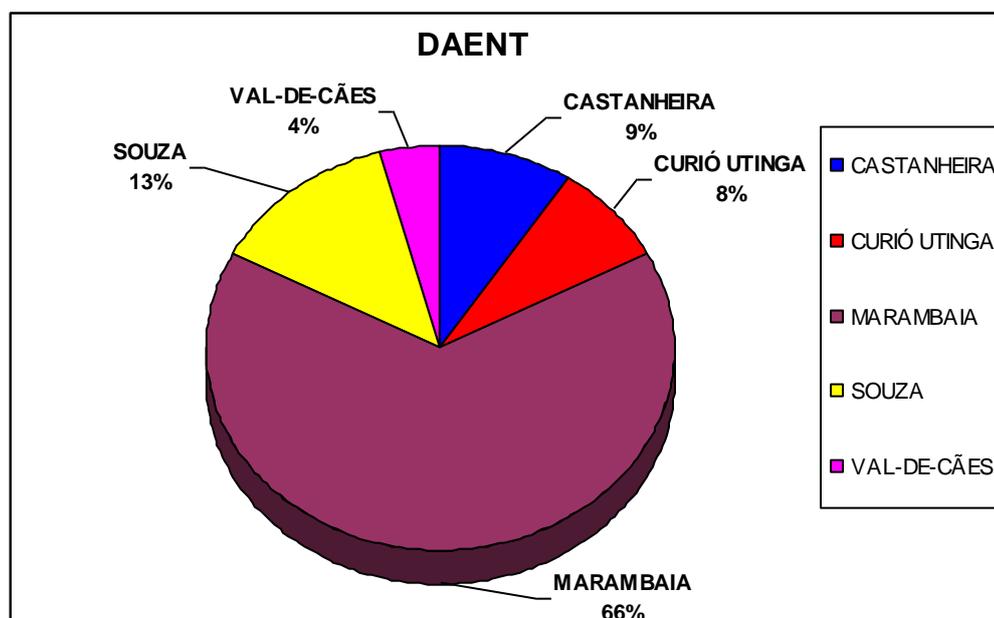


Gráfico 7: Produção em % de biomassa do DAENT – 2006.

No DAENT, o bairro da Marambaia é responsável por 66% da produção, ressalta-se que este bairro fica em uma das áreas mais populosas da cidade de Belém-Pará, onde encontram-se várias feiras populares e invasões, devido ao grande crescimento urbano.

A Tabela 15 mostra a produção nos 7 bairros do Distrito Administrativo do Guamá – DAGUA, considerado um dos maiores pontos de produção da cidade de Belém-Pará.

Tabela 15: Produção de biomassa- n° de proprietários, n° de sacas/dia, P.E e DBE (ton/dia)–DAGUA.

DAGUA	N° Proprietários p/bairro	Soma do n° de sacas de açaí (dia) p/bairro	Soma do P.E (KW) p/bairro	DBE (ton/dia)
BATISTA CAMPOS	8	16	5,6	<b>111,144</b>
CANUDOS	14	53	18	
CONDOR	79	220,5	74,5	
CREMAÇÃO	27	126	42,5	
GUAMÁ	224	830	279,1	
JURUNAS	223	751	254,2	
TERRA FIRME	103	319	108,2	
<b>TOTAL</b>	<b>678</b>	<b>2315,5</b>	<b>782,1</b>	

No Gráfico 8 pode ser observada a produção em porcentagem (%) dos bairros.

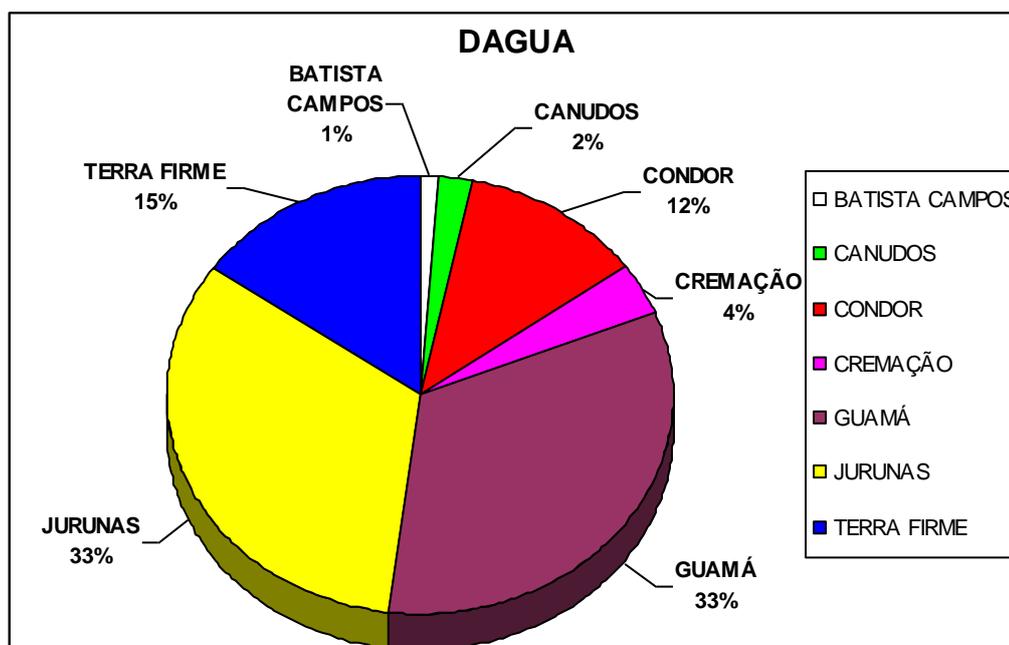


Gráfico 8: Produção em % de biomassa do DAGUA – 2006.

No DAGUA, tanto o bairro do Guamá quanto o do Jurunas são responsáveis por 33% cada um da produção do Distrito. Isto se deve por serem bairros muito próximos e de numerosa população, também considerados de baixa renda e de comércio popular.

A Tabela 16 mostra a produção nos 6 bairros do Distrito Administrativo de Icoaraci – DAICO (este Distrito é conhecido por sua produção artesanal, típica da região Amazônica).

Tabela 16: Produção de biomassa- n° de proprietários, n° de sacas/dia, P.E e DBE (ton/dia)– DAICO.

DAICO	N° Proprietários p/bairro	Soma do n° de sacas de açaí (dia) p/bairro	Soma do P.E (KW) p/bairro	DBE (ton/dia)
AGULHA	23	60	20,4	<b>11,568</b>
CAMPINA DE ICOARACI	24	68	23	
CRUZEIRO	7	37	12,5	
MARACACUERA	2	5	1,7	
PARACURÍ	18	40	13,8	
PONTA GROSSA	12	31	10,7	
<b>TOTAL</b>	<b>86</b>	<b>241</b>	<b>82,1</b>	

O Gráfico 9 mostra a porcentagem (%) da produção do resíduo produzido nos bairros.

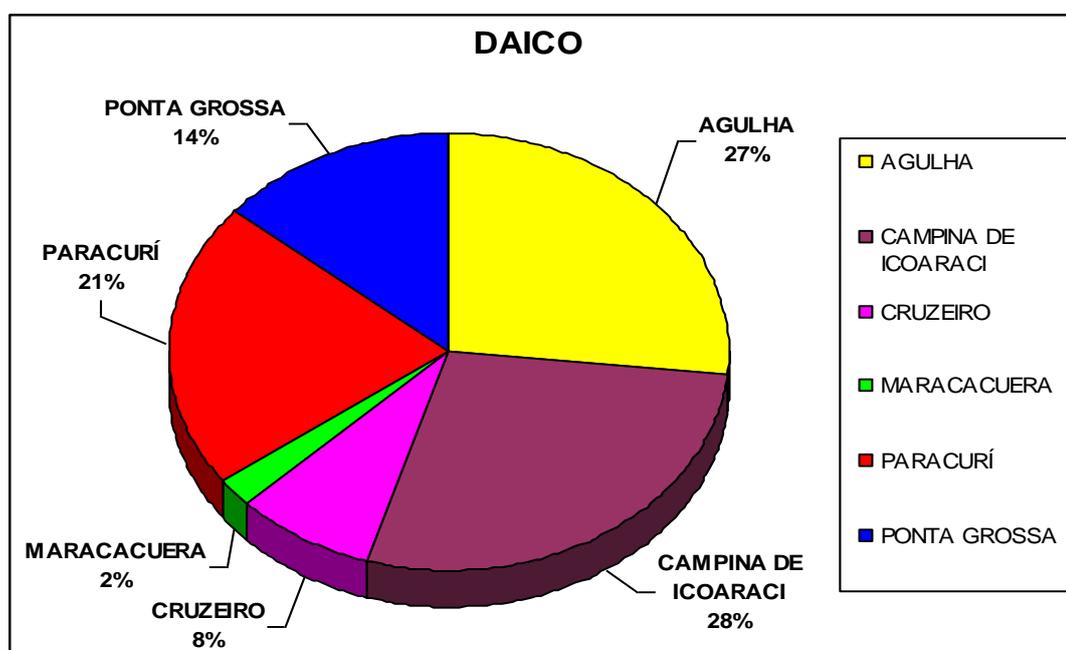


Gráfico 9: Produção em % de biomassa do DAICO – 2006.

O DAICO é um Distrito onde estão localizadas as praias do Cruzeiro e Amor, é conhecido como “Vila Sorriso”, distante aproximadamente 18 Km de Belém. A base da economia é o artesanato conhecido como Marajoara. Os bairros da Campina de Icoaraci e Agulha são responsáveis, respectivamente, por 28% e 27% da produção do Distrito.

A Tabela 17 mostra produção nos 4 bairros do Distrito Administrativo de Outeiro – DAOUT que é uma ilha situada a 23 Km aproximadamente de Belém.

Tabela 17: Produção de biomassa- n° de proprietários, n° de sacas/dia, P.E e DBE (ton/dia)– DAOUT.

DAOUT	N° Proprietários p/bairro	Soma do n° de sacas de açaí (dia) p/bairro	Soma do P.E (KW) p/bairro	DBE (ton/dia)
ÁGUA BOA	6	11	3,7	<b>3,312</b>
BRASÍLIA	12	29	9,8	
ITAITEUA	1	1	0,3	
S. JOÃO DO OUTEIRO	9	28	9,3	
<b>TOTAL</b>	<b>28</b>	<b>69</b>	<b>23,1</b>	

O Gráfico 10 mostra porcentagem (%) da produção do resíduo produzido nos bairros.

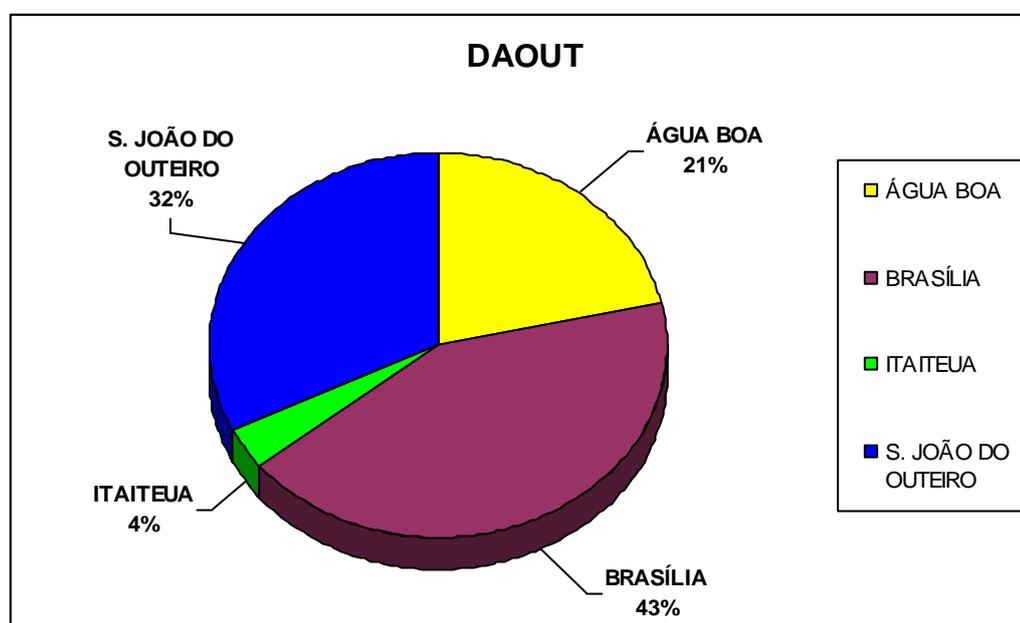


Gráfico 10: Produção de biomassa do DAOUT – 2006.

O bairro da Brasília que também dá o mesmo nome a uma das praias existente neste Distrito é responsável por 43% da produção de açaí, seguido de São João do Outeiro. Sendo o DAOUT uma ilha, seu poder econômico vem praticamente da pesca, onde é muito comum este tipo de alimento junto com o açaí.

A Tabela 18 mostra a produção nos 8 bairros do Distrito Administrativo de Mosqueiro – DAMOS. Este também é uma ilha e fica situado a 60 Km via rodoviária de Belém.

Tabela 18: Produção de biomassa- nº de proprietários, nº de sacas/dia, P.E e DBE (ton/dia)-DAMOS.

DAMOS	Nº Proprietários p/bairro	Soma do nº de sacas de açaí (dia) p/bairro	Soma do P.E (KW) p/bairro	DBE (ton/dia)
ARIRAMBA	3	6	2,1	<b>2,688</b>
CARANANDUBA	9	17	5,9	
CHAPÉU VIRADO	4	12	4	
MURUBIRA	1	2	0,7	
PORTO ARTHUR	1	2	0,7	
PRAIA GRANDE	1	2	0,7	
SÃO FRANCISCO	3	7	2,3	
VILA	5	8	2,5	
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>56</b>	<b>18,9</b>	

O Gráfico 11 mostra a porcentagem (%) da produção do resíduo produzido nos 8 bairros do DAMOS.

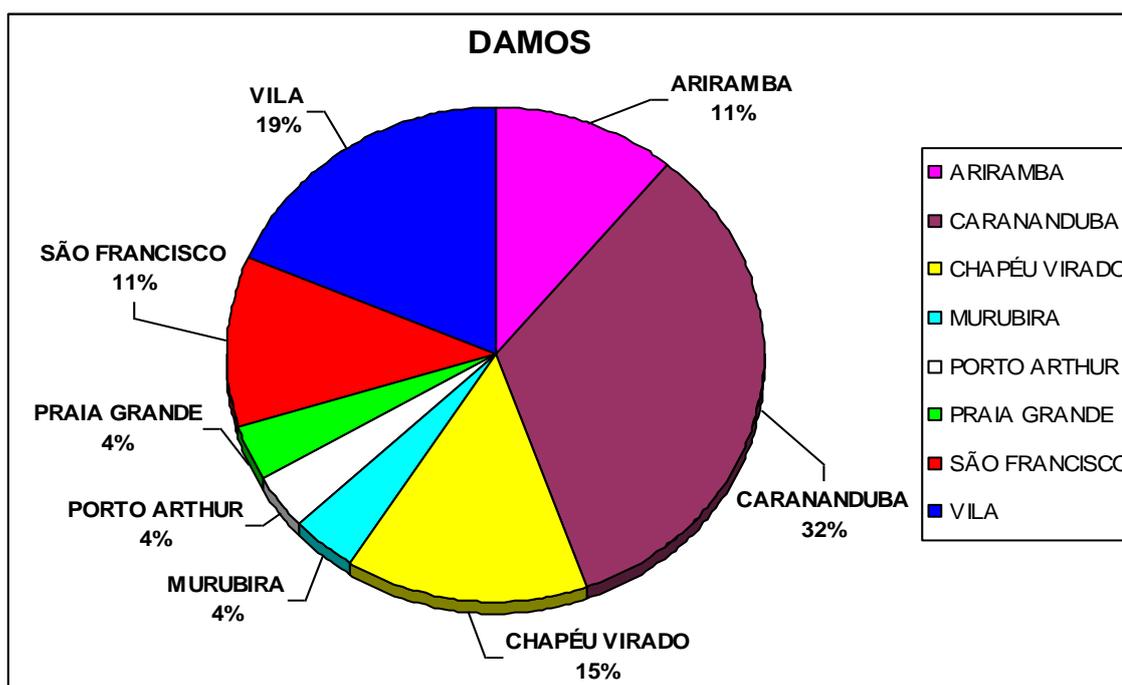


Gráfico 11: Produção em % de biomassa do DAMOS – 2006.

O DAMOS é considerado um ponto turístico, freqüentado principalmente durante o veraneio (julho), quando as chuvas já diminuíram consideravelmente, começando assim a alta safra e aumentando a produção de açaí.

A Tabela 19 mostra a produção de resíduos nos 6 bairros do Distrito Administrativo da Sacramento – DASAC.

Tabela 19: Produção de biomassa- nº de proprietários, nº de sacas/dia, P.E e DBE (ton/dia)-DASAC.

DASAC	Nº Proprietários p/bairro	Soma do nº de sacas de açaí (dia) p/bairro	Soma do P.E (KW) p/bairro	DBE (ton/dia)
BARREIRO	35	107	36,4	40,128
FÁTIMA	13	180	60,7	
MARACANGALHA	14	60	20,3	
SACRAMENTA	77	270	90,9	
TELEGRÁFO	65	219	74,4	
<b>TOTAL</b>	<b>204</b>	<b>836</b>	<b>282,7</b>	

O Gráfico 12 mostra a porcentagem (%) da produção do resíduo produzido nos 6 bairros do DASAC.

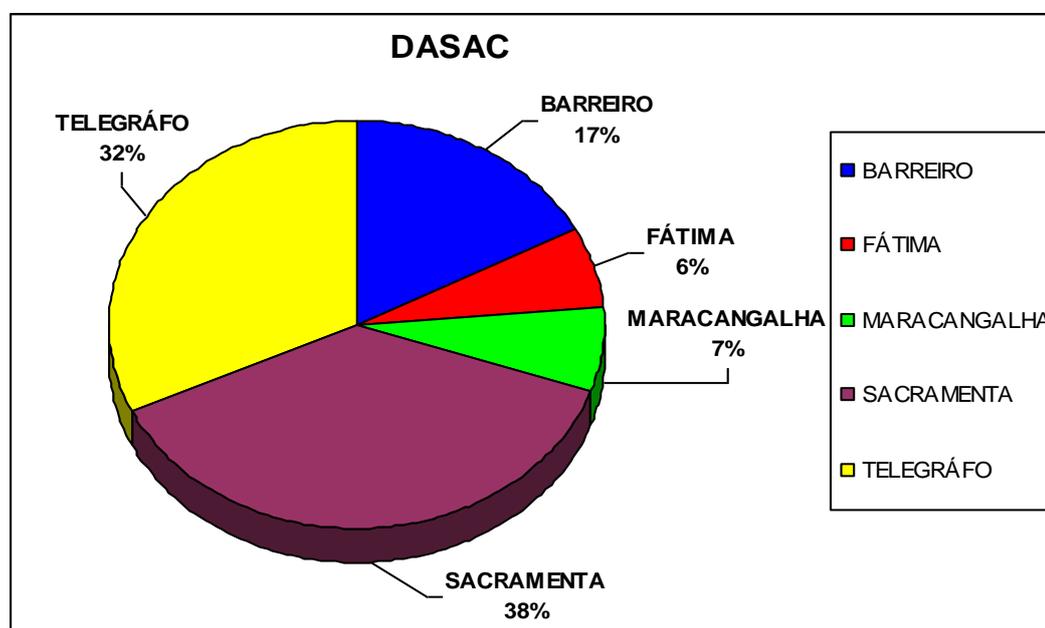


Gráfico 12: Produção em % de biomassa do DASAC – 2006.

Os bairros da Sacramento e Telegráfo são muito próximos e populosos, o que resulta na grande produção de açaí nos mesmos de 38% e 32%, respectivamente.

A Tabela 20 mostra a maior concentração da produção de açaí e conseqüentemente maior P.E e DBE (kg/dia) por Distrito Administrativos.

Tabela 20: Produção de nº de sacas e P.E geral e DBE (ton/dia) por Distritos Administrativos.

DISTRITOS ADMINISTRATIVOS	Nº DE SACAS (dia)	P.E (KW)	DBE TOTAL (ton/dia)
DABEL	617	209,3	273,912
DABEN	1216	411,1	
DAENT	356	120,2	
DAGUA	2315,5	782,1	
DAICO	241	82,1	
DAOUT	69	23,1	
DAMOS	56	18,9	
DASAC	836	282,7	
TOTAL	5.706,5	1.929,50	

Os Gráficos 13 e 14 a seguir mostram a visualização dos dados da Tabela 32 por Distrito Administrativo e valores globais, respectivamente.

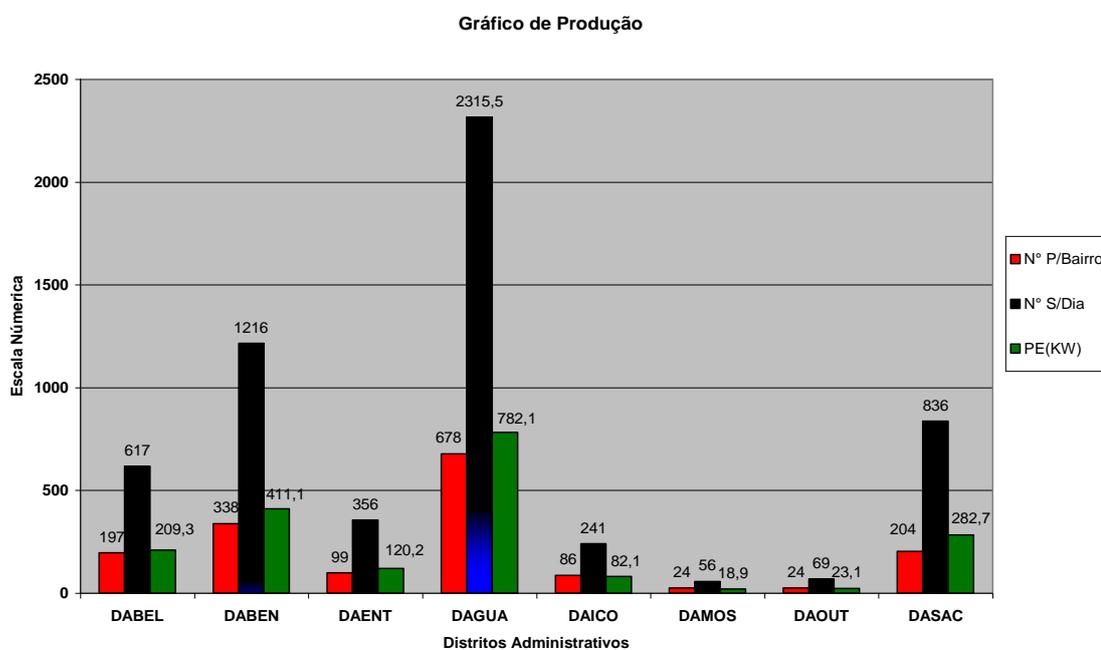


Gráfico 13: Produção total de número de proprietários por bairro, número de sacas por dia e potencial energético (kw) gerado por dia em cada Distrito Administrativo de Belém.

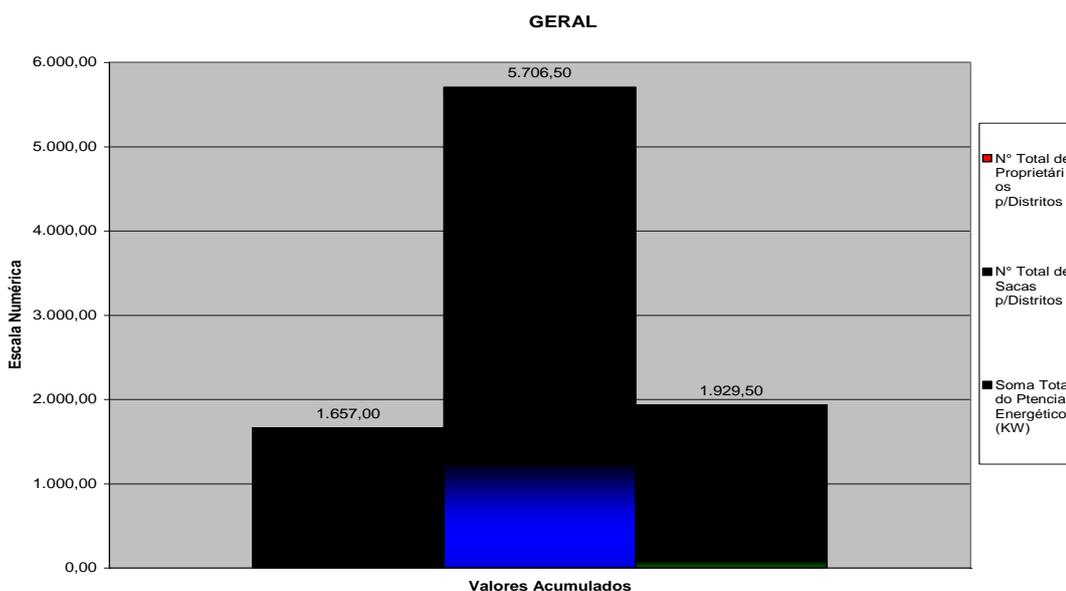


Gráfico 14: Produção Geral do número de proprietários, número de sacas por dia e potencial energético (kw/dia), estimada na cidade de Belém-Pará.

O Gráfico 15 mostra o percentual (%) de todos os distritos administrativos da cidade de Belém e em qual distrito está a maior concentração de biomassa desperdiçada na cidade.

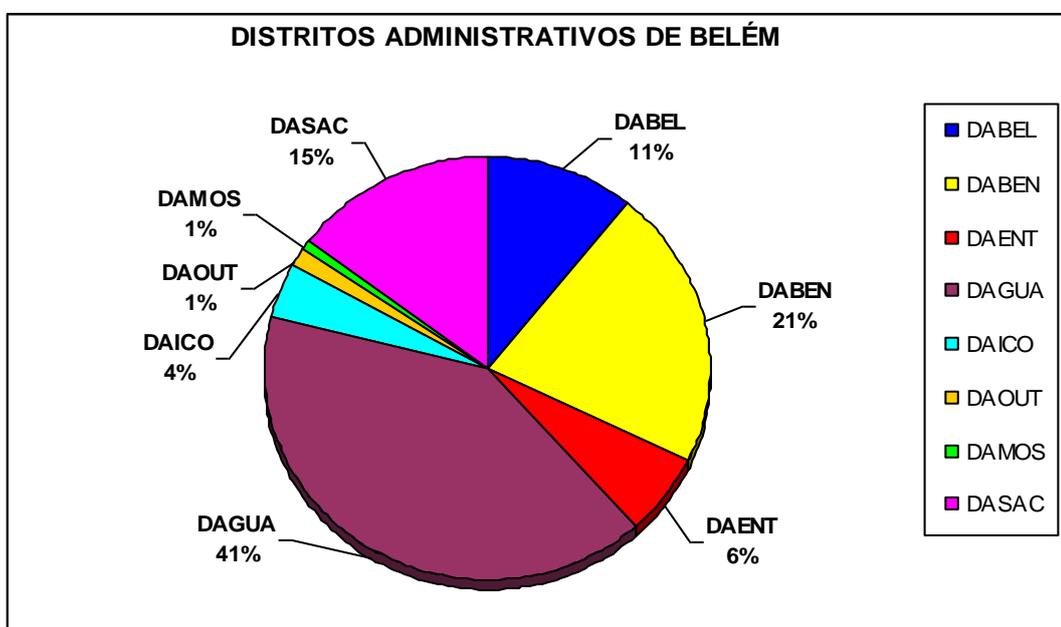


Gráfico 15: Produção em % de biomassa da cidade de Belém –PA.

Como já era de se esperar, o DAGUA (com 41% do total produzido), seguido do DABEN (com 21%), são onde se localizam os maiores pontos de vendas

do açaí, fornecendo conseqüentemente um maior potencial energético, seguidos do DASAC, DABEL, DAENT, DAICO, DAOUT e DAMOS.

### 8.3 TRATAMENTO DE DADOS

Após o tratamento de dados feito através do Software Microsoft Office Access, fez-se a interação com o Software ARC VIEW 32ª, o que possibilitou a localização dos pontos de venda de açaí, já cadastrados (Figura 9).

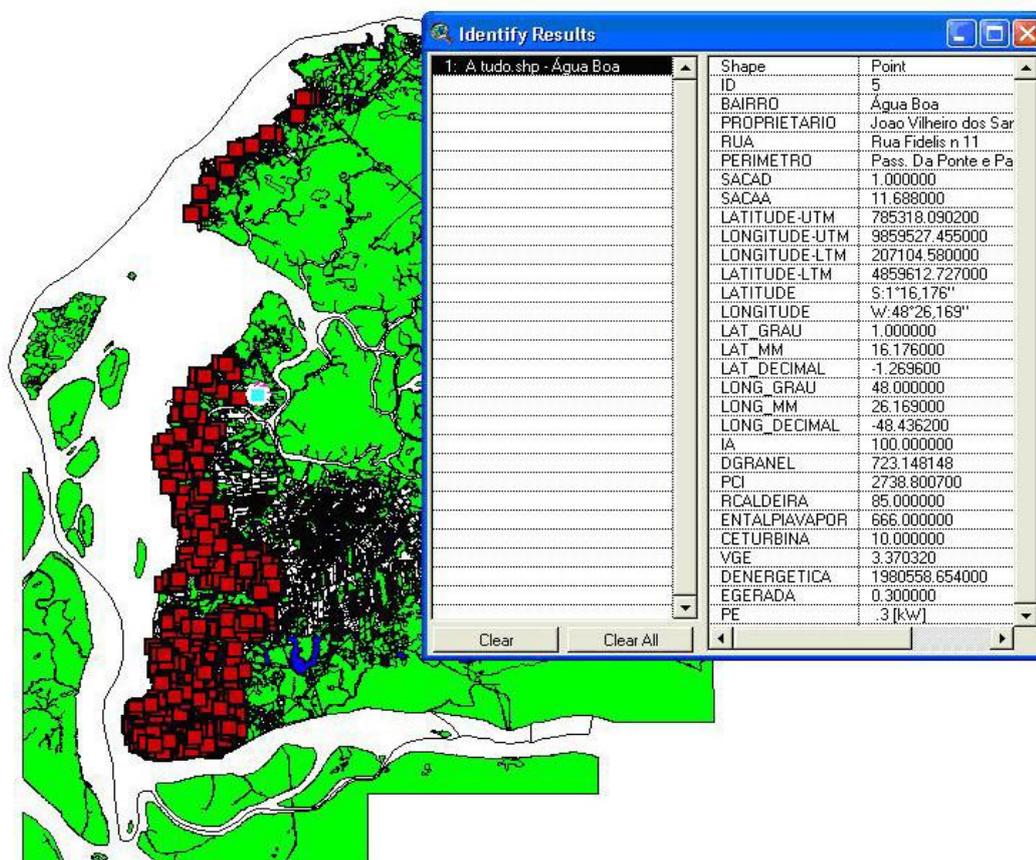


Figura 9: Visualização geral dos pontos cadastrados no Software Arc View 32ª.

Gerou-se então um banco de dados denominado “SIG AÇAÍ”, onde basta clicar em um dos quadrados em vermelhos que representam um ponto de venda para obtermos as informações geradas no banco de dados (Figura 10).

Attribute	Value
Shape	Point
ID	5
BAIRRO	Água Boa
PROPRIETARIO	Joao Vilheiro dos Sar
RUA	Rua Fidelis n 11
PERIMETRO	Pass. Da Ponte e Pa
SACAD	1.000000
SACAA	11.688000
LATITUDE-UTM	785318.090200
LONGITUDE-UTM	9859527.455000
LONGITUDE-LTM	207104.580000
LATITUDE-LTM	4859612.727000
LATITUDE	S:1°16.176''
LONGITUDE	W:48°26.169''
LAT_GRAU	1.000000
LAT_MM	16.176000
LAT_DECIMAL	-1.269600
LONG_GRAU	48.000000
LONG_MM	26.169000
LONG_DECIMAL	-48.436200
IA	100.000000
DGRANEL	723.148148
PCI	2738.800700
RCALDEIRA	85.000000
ENTALPIAVAPOR	666.000000
CETURBINA	10.000000
VGE	3.370320
DENERGETICA	1980558.654000
EGERADA	0.300000
PE	.3 [kW]

Figura 10: Banco de dados gerado pelo Microsoft Access.

Com a identificação dos pontos de venda e a divisão da cidade de Belém em distritos administrativos, foi possível se criar então os roteiros. Após pesquisas em alguns órgãos estaduais e municipais, onde não se obteve êxito em relação a um programa adequado que se pudesse utilizar para este trabalho, chegou-se ao SIG GOOGLE EARTH, o qual não foi preciso fazer a sobreposição do mapa gerado no ARC VIEW 32<sup>a</sup> e sim identificar pontos específicos em cada bairro com a destinação final única, ou seja, a UFPA. (Figura 11).



Figura 11: Vista área da cidade de Belém -PA a partir do SIG Google Earth.

O SIG GOOGLE EARTH, é um sítio ([maps.google.com.br](http://maps.google.com.br)) disponível também em versão Free (gratuita), utilizado para a localização de países, cidades, vias, trajetos e até empresas, proporcionando imagens de satélites atualizadas e dados seguros em relação a tempo e distância de percurso, tornando-se assim, fácil sua utilização. Os roteiros foram criados um a um, conforme a facilidade de trajeto. Após a atualização e com o apoio do Software Microsoft Office Access, em interação com o GOOGLE EARTH, foi possível criar os roteiros, através da localização do centróide até a sua destinação final, ou seja, a UFPA. O cálculo das distâncias de cada roteiro é mostrado no item 7.4.

#### 8.4 VIABILIDADE ECONÔMICA

Na Tabela 21 é apresentado um perfil do consumo total faturado de energia elétrica no período de 06/2006 a 06/2007, conforme dados fornecidos pela concessionária dos serviços de Belém (CELPA).

Tabela 21: Consumo total faturado da UFPA 06/2006 - 06/2007.

<b>PERFIL DO CONSUMO TOTAL FATURADO DA UFPA (06/2006 - 06/2007)</b>	
<b>MÊS</b>	<b>kWh</b>
jun/06	1.354.455,00
jul/06	1.327.541,00
ago/06	1.122.574,00
set/06	1.450.644,00
out/06	1.483.805,00
nov/06	1.357.019,00
dez/06	1.440.946,00
jan/07	1.162.036,00
fev/07	1.319.999,00
mar/07	1.282.963,00
abr/07	1.414.363,00
mai/07	1.437.690,00
jun/07	1.271.915,00
<b>TOTAL ANUAL</b>	<b>17.425.950</b>
<b>MÉDIA ARITMÉTICA</b>	<b>1.340.457,69</b>
<b>DESVIO PADRÃO</b>	<b>110.329,22</b>

O Gráfico 16, a seguir, mostra a variação do consumo de energia na UFPA, no período de 06/2006 a 06/2007, o qual não é muito grande no que se refere ao P.E, permanecendo sempre entre os valores de 1.000.000,00 a 1.600.000,00 kWh dependendo do período de movimentação da instituição.

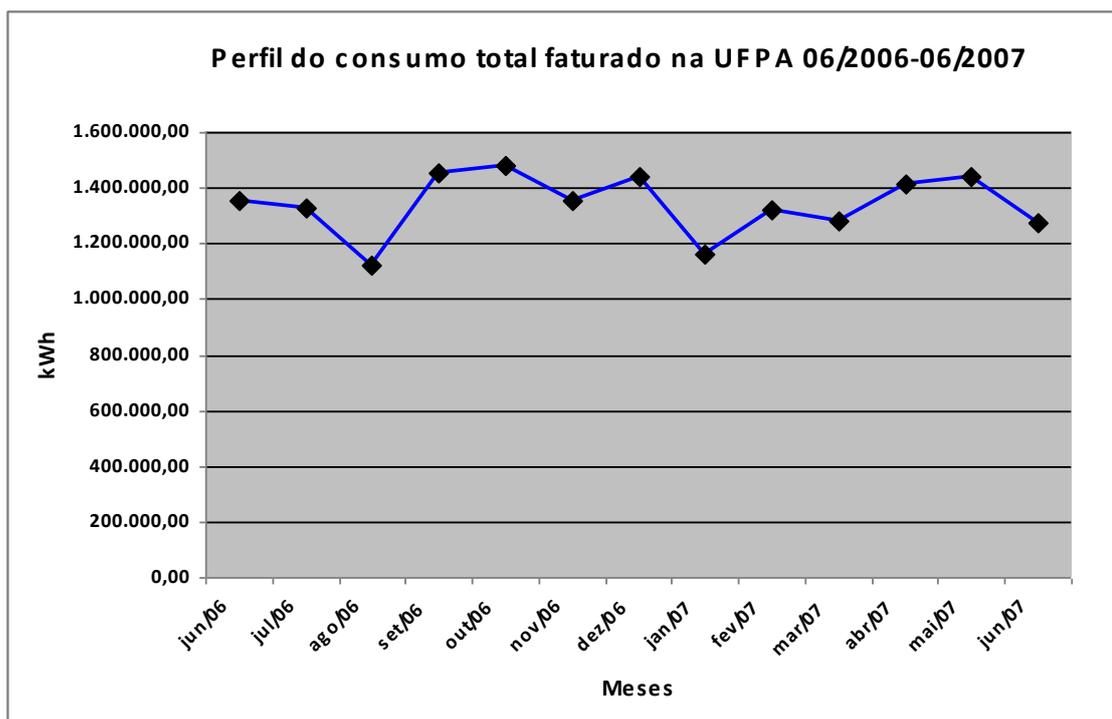


Gráfico 16: Variação do consumo faturado na UFPA 06/2006 – 06/2007.

De posse dos dados obtidos através do perfil do faturamento total do consumo da UFPA, pode-se então calcular a viabilidade econômica do trabalho, bem como, o quanto a UFPA economizaria se utilizasse à biomassa para geração de energia.

A seguir, são mostrados na Tabela 22 os resultados obtidos na viabilidade econômica, nos parâmetros que se refere ao Consumo médio Mensal, Consumo Médio Horário, Custo Médio e Disponibilidade de Biomassa Encontrada e Geração de Vapor (Item 7.6).

Tabela 22: Resultados obtidos para a viabilidade econômica da semente de açaí como recurso energético.

PARÂMETROS	VALORES
Consumo Médio Mensal da UFPA (CMM - MWh)	1.340, 45 MWh
Consumo Médio Horário da UFPA (CMH – MW)	1, 86 MWh
Custo Médio UFPA (CTM – R\$/MWh)	372, 83 R\$/MWh
Disponibilidade de Biomassa Encontrada (DBE - ton/dia)	11,413 ton/hora
Geração de Vapor (GV - MWh)	4,56 MWh

Os resultados até aqui, mostram os valores referentes à UFPA no que se refere aos custos gastos com a Concessionária de Energia – CELPA. A partir da

DBE, são mostrados os parâmetros para se encontrar a viabilidade econômica de um sistema de geração renovável para a UFPA.

O Consumo Médio Horário (CMH) da UFPA é de 1,86 MWh, então, a planta para a usina de energia renovável terá uma potência de 1,86 MWh e como as turbinas do EBMA tem apresentado um consumo de 10 t<sub>biomassa</sub>/MWh, a biomassa consumida para os 1,86MWh da UFPA é de:

$$\begin{aligned} \text{Biomassa Consumida} &= 1,86 \cdot 10 \\ \text{Biomassa Consumida} &= 18,6 \text{ ton/h} \end{aligned}$$

Como, para cada 1 tonelada de biomassa são geradas 4 toneladas de vapor, se tem então que:

$$\begin{aligned} \text{DBE}_{\text{necessária}} &= 18,6 \text{ ton/h} / 4 \\ \text{DBE}_{\text{necessária}} &= 4,65 \text{ ton/h} \end{aligned}$$

Sendo assim, para atender o consumo de 1,86 MWh da UFPA com um sistema de geração renovável, precisa-se de 4,65 ton/h de biomassa.

Para o cálculo do Custo do Transporte (CTP) obteve-se a média aritmética dos valores apresentados pelas diárias dos 10 fretistas entrevistados, multiplicadas pelo número de veículos estimados.

Na Tabela 23, verifica-se os valores cobrados pelos fretistas, incluindo os insumos necessários (combustível, motorista e ajudante caso necessário) em uma jornada de 08:00 horas de trabalho (08 às 12 e das 14 às 18) ao mês.

Tabela 23: Valor da diária mais insumos necessários (combustível, ajudante) cobrados pelos fretistas.

NOME	TIPO	VALOR	COMBUSTÍVEL	AJUDANTE
<b>PREFEITURA</b>	CAÇAMBA 7 t	350,00 (diária)	NÃO	PREFEITURA
<b>JERFESSION GOMES</b>	CAMINHÃO TRUCK (12t)	350,00 (diária)	SIM	30,00 (diária)
<b>JOSÉ GOMES</b>	CAÇAMBA 12 t	350 (diária)	SIM	30,00 (diária)
<b>MANUEL LUCIVALDO</b>	CAÇAMBA 12 t	300 a 350 (diária)	SIM	30,00 (diária)
<b>MANUEL MATEUS</b>	CAÇAMBA 12 t	300 a 350 (diária)	SIM	30,00 (diária)
<b>JÚNIOR SANTOS</b>	CAÇAMBA 12 t	300 a 350 (diária)	NÃO	50,00 (diária)
		450 a 500 (diária)	SIM	
<b>NEY WAGNER</b>	CAÇAMBA 10 t	400,00 (diária)	NÃO	50,00
	CAÇAMBA 10 t	500,00 (diária)	SIM	50,00
<b>CARLOS SILVA</b>	CAÇAMBA 12 t	300 a 350 (diária)	SIM	30,00 (diária)
<b>JOAQUIM PEREIRA</b>	CAÇAMBA 12 t	350 (diária)	SIM	30,00 (diária)
<b>SAULO PORTO</b>	CAÇAMBA 12 t	300 a 350 (diária)	SIM	30,00 (diária)

Depois de calculada a média dos valores cobrados pelos fretistas, o cálculo para o CTP para cada distrito administrativo ficou assim:

$$\text{Custo do transporte} = \text{CDiárias (R\$)} \times \text{n}^\circ \text{ de veículos} \times \text{mês.}$$

Considerando a DBE em cada distrito administrativo, efetuou-se o cálculo de quantas sacas é necessária para se encher à caçamba com capacidade de 12 m<sup>3</sup>. Como foi demonstrado no (Item 7.6) obteve-se o valor de 0,0664 m<sup>3</sup> para cada saca, então para se encher a caçamba (12m<sup>3</sup>), é necessário 181 sacas, completando assim, uma viagem do seu centróide em questão até sua destinação final, UFPA. Esse cálculo possibilitou se conhecer para todos os distritos o número de viagens que o motorista fará para o descarregamento, como também o número de caçambas a ser utilizadas neste distrito e com quais distritos é mais viável trabalhar uma vez que, os que estiverem bem abaixo da média de 181 sacas ao dia, não serão economicamente viáveis desenvolver o trabalho.

Para se chegar ao resultado do CTP, primeiro calculou-se o tempo total de deslocamento de cada centróide e/ou destinação final, incluindo o tempo de carga (**Tc**) e tempo de descarga (**Td**) para cada bairro. Estes Tc e Td foram estimados em 15 minutos respectivamente. Foram então, criados roteiros em função

do número de sacas ao dia em cada distrito. Com a criação dos roteiros se determinou o número de viagens necessárias para cada distrito administrativo. (Item 7.6).

A seguir são demonstrados os passos com os quais se chegou ao resultado final do **CTP**. Vale ressaltar que este cálculo foi utilizado para todos os distritos administrativos da cidade de Belém – PA, onde a diferença ficou por conta do resultado final do **CTP** em cada um.

• **CÁLCULO DO CTP PARA O DABEL:**

Para o cálculo do CTP para o DABEL, primeiro calculou-se o tempo de deslocamento de cada centróide e/ou destinação final, de posse desses resultados, somou-se e chegou-se ao Tempo do Roteiro (TR). O cálculo foi feito em minutos, sendo no final transformado para horas, uma vez que a diária cobrada pelo fretista é de 8 horas por dia.

A criação dos roteiros se deu através da Disponibilidade de Biomassa Encontrada (DBE) em cada bairro do distrito administrativo, como o número de sacas necessárias para se encher a caçamba (12m<sup>3</sup>) é de 181 sacas (Item 7.6), dividiu-se a DBE encontrada em cada bairro por 181. O resultado final possibilitou se ter o número de roteiros para cada distrito, assim como o número de caçambas necessárias para se fazer esta coleta e o número de viagens necessárias.

Na Tabela 24 são mostrados os roteiros criados para o DABEL.

Tabela 24: Roteiros conforme a disponibilidade de biomassa encontrada por dia para o DABEL.

<b>ROTEIRO I</b>													
Saída	Dts (Km)	Ct	Dts (Km)	Ct	Dts (Km)	Ct	Dts (Km)	Ct	Dts (Km)	Ct	Dts (Km)	Chegada	Total
UFPA	4,1	São Brás	1,9	Nazaré	1,3	Reduto	1	Campina	2,1	Cidade Velha	5,8	UFPA	20,8
	T (Min)		T (Min)		T (Min)		T (Min)		T (Min)		T (Min)		Total
	13,60		2,88		6,96		7,92		4,8		13,68		52,72
<b>ROTEIRO II</b>													
Saída	Dts (Km)	Ct	Dts (Km)	Ct	Dts (Km)	Chegada	Total						
UFPA	7	Umarizal	5	Marco	6,2	UFPA	18,2						
	T (Min)		T (Min)		T (Min)		Total						
	16,8		12		14,88		103,68						
<b>ROTEIRO III</b>													
Saída	Dts (Km)	Ct	Dts (Km)	Ct	Dts (Km)	Chegada	Total						
UFPA	6,2	Marco	2,1	Pedreira	7,5	UFPA	15,8						
	T (Min)		T (Min)		T (Min)		Total						
	14,88		5,04		18		97,92						
<b>ROTEIRO IV</b>													
Saída	Dts (Km)	Ct	Dts (Km)	Chegada	Total								
UFPA	7,5	Pedreira	7,5	UFPA	15								
	T (Min)		T (Min)		Total								
	18		18		66								

\* Dts: Distância

\*\* Ct: Centróide

Conforme a criação dos roteiros do DABEL ficou estipulado o número de viagens necessárias para a coleta da DBE encontrada que é de 4 viagens ao dia.

### ROTEIRO I:

No roteiro I, a caçamba carrega biomassa de 5 centróides, os quais são: São Brás, Nazaré, Reduto, Campina e Cidade Velha, retornando então para a destinação final que é a UFPA, onde ocorre a descarga do material coletado. O tempo desse roteiro é dado pela somatória do Tempo de deslocamento + tempo de carga em cada centróide + tempo de descarga, assim, se tem:

$$TR_{DABEL} = 52,72 + 75 + 15$$

$$TR_{DABEL} = 142,72 \text{ minutos}$$

$$TR_{DABEL} = 2,37 \text{ horas.}$$



Figura 12: Roteiro I para a coleta da DBE encontrada nos centróides do DABEL.

**ROTEIRO II:**

No roteiro II, a caçamba carrega biomassa de 2 centróides, os quais são: Umarizal e Marco, retornando então para a destinação final que é a UFPA onde ocorre a descarga do material coletado, assim, se tem:

Tempo de deslocamento + tempo de carga em cada centróide + tempo de descarga

$$TR_{DABEL} = 45+43,68+15$$

$$TR_{DABEL} = 103,68 \text{ minutos}$$

$$TR_{DABEL} = 1,72 \text{ horas.}$$



Figura 13: Roteiro II para a coleta da DBE encontrada nos centróides do DABEL.

**ROTEIRO III:**

No roteiro III, a caçamba carrega biomassa de 3 centróides, os quais são: Marco e Pedreira, retornando então para a destinação final que é a UFPA, onde ocorre a descarga do material coletado, assim, se tem:

Tempo de deslocamento + tempo de carga em cada centróide + tempo de descarga

$$TR_{DABEL} = 45 + 37,92 + 15$$

$$TR_{DABEL} = 97,92 \text{ minutos}$$

$$TR_{DABEL} = 1,63 \text{ horas.}$$



Figura 14: Roteiro III para a coleta da DBE encontrada nos centróides do DABEL.

**ROTEIRO IV:**

No roteiro IV, a caçamba carrega biomassa em somente 1 centróide, que é o bairro da Pedreira, terminando assim o carregamento neste roteiro, retornando então para a destinação final que é a UFPA, onde ocorre a descarga do material coletado, então: Tempo de deslocamento + tempo de descarga

$$TR_{DABEL} = 15+36+15$$

$$TR_{DABEL} = 66 \text{ minutos}$$

$$TR_{DABEL} = 1,1 \text{ horas.}$$

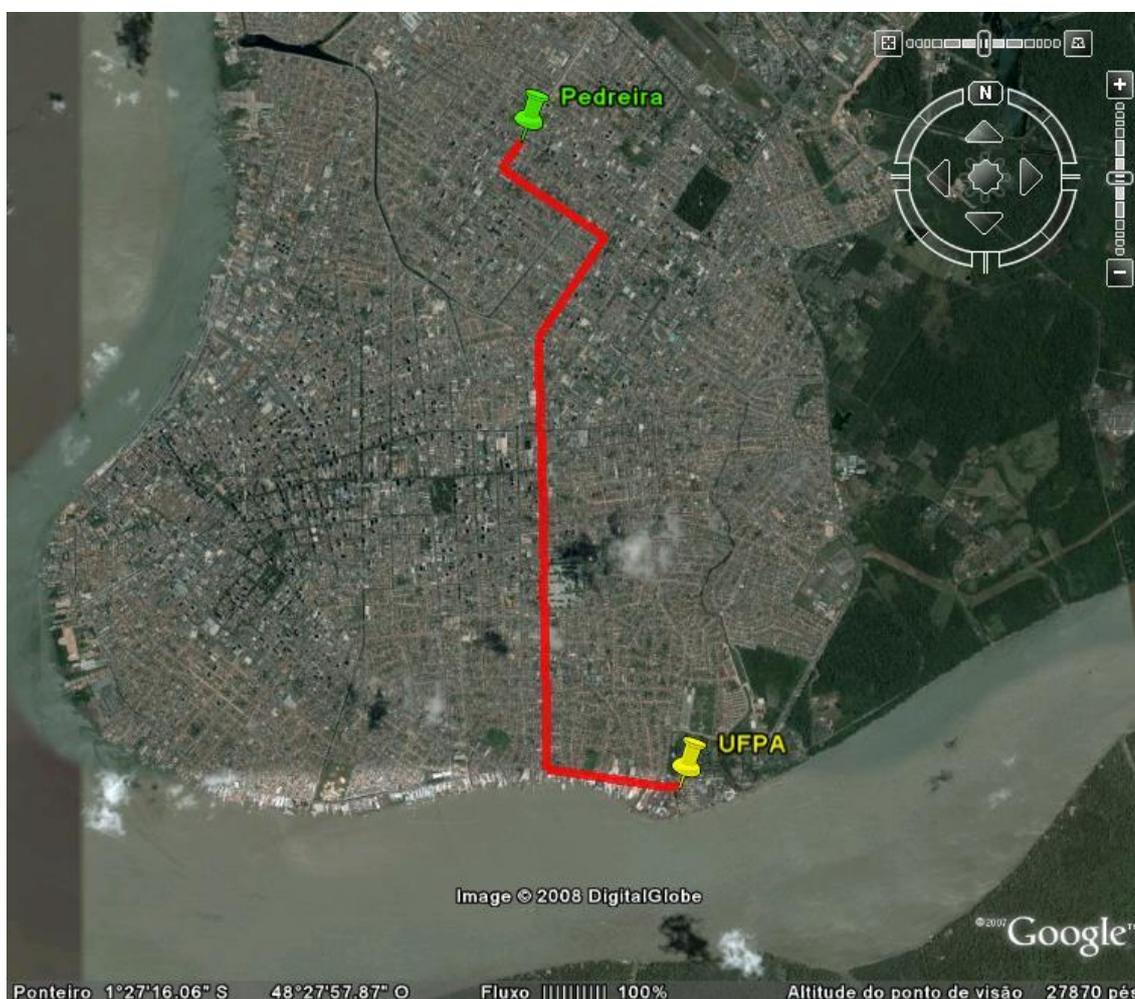


Figura 15: Roteiro IV para a coleta da DBE encontrada no centróide do DABEL.

- **RESULTADO DO TEMPO TOTAL DO ROTEIRO NO DABEL.**

Este resultado é dado pela somatória de todos os Tempos de deslocamento de cada centróide e/ou destinação final, incluindo já o Tc e o Td.

$$TR_{DABEL} = \sum T1 + T2 + T3 + T4$$

$$TR_{DABEL} = 2,37 + 1,72 + 1,63 + 1,1$$

**TR<sub>DABEL</sub> = 6,83 horas**

**TR<sub>DABEL</sub> = 6 horas e 50 minutos**

Na Tabela 25 é mostrado os valores finais referentes aos números de horas trabalhadas, números de caçambas, números de diárias e valor total do transporte para este distrito.

Tabela 25: Valores finais para o trabalho no DABEL.

<b>RESULTADO FINAL DO DABEL</b>	
<b>Horas trabalhadas / dia</b>	<b>6 horas 50 minutos</b>
<b>Números de caçambas / mês</b>	<b>1</b>
<b>Números de diárias / mês</b>	<b>30</b>
<b>Custo do Transporte para o DABEL (R\$ / mês)</b>	<b>12.600</b>

- **CÁLCULO DO CTP PARA O DABEN:**

Para o cálculo do CTP para o DABEN, foi usado o mesmo procedimento para o DABEL, ou seja, primeiro calculou-se o tempo de deslocamento de cada centróide e/ou destinação final, de posse desses resultados, somou-se e chegou-se ao Tempo do Roteiro (TR). O cálculo foi feito em minutos, sendo no final transformado para horas, uma vez que a diária cobrada pelo fretista é de 8 horas por dia.

A criação dos roteiros se deu através da DBE em cada bairro do distrito administrativo, como o número de sacas necessárias para se encher a caçamba (12m<sup>3</sup>) é de 181 sacas (Item 7.6), dividiu-se a DBE encontrada em cada bairro por 181. O resultado final possibilitou se ter o número de roteiros para cada distrito, assim como o número de caçambas necessárias para se fazer esta coleta.

Na Tabela 26 são mostrados os roteiros criados para o DABEN.

Tabela 26: Roteiros conforme a disponibilidade de biomassa encontrada por dia para o DABEN.

<b>ROTEIRO I</b>							<b>continua</b>
<b>SAÍDA</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Chegada</b>	<b>Total (Km)</b>		
UFPA	17	Benguí	17	UFPA	34		
	<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>Total (Min)</b>		
	40,8		40,8		81,6		
<b>ROTEIRO II</b>							
<b>SAÍDA</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Chegada</b>	<b>Total</b>
UFPA	17	Benguí	6,1	Cabanagem	19	UFPA	42,1
	<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>Total</b>
	40,8		14,64		45,6		101,4
<b>ROTEIRO III</b>							
<b>SAÍDA</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Chegada</b>	<b>Total</b>		
UFPA	19	Cabanagem	19	UFPA	38		
	<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>Total</b>		
	45,9		45,6		91,2		
<b>ROTEIRO VI</b>							
<b>SAÍDA</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Chegada</b>	<b>Total</b>
UFPA	19	Cabanagem	1,4	Mangueirão	14	UFPA	34,4
	<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>Total</b>
	45,6		3,36		33,6		82,56
<b>ROTEIRO V</b>							
<b>SAÍDA</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Chegada</b>	<b>Total</b>
UFPA	23	Parque Verde	12	Pratinha	17	UFPA	52
	<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>Total</b>
	55,2		28,8		40,8		124,8

conclusão

<b>ROTEIRO VI</b>							
<b>SAÍDA</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Chegada</b>	<b>Total</b>
UFPA	17	São Clemente	3,1	Tapanã	20	UFPA	40,1
	<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>Total</b>
	40,8		7,44		48		96,24
<b>ROTEIRO VII</b>							
<b>SAÍDA</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Chegada</b>	<b>Total</b>		
UFPA	20	Tapanã	20	UFPA	40		
	<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>Total</b>		
	48		48		96		
<b>ROTEIRO VIII</b>							
<b>SAÍDA</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Chegada</b>	<b>Total</b>
UFPA	20	Tapana	10	Una	17	UFPA	47
	<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>Total</b>
	48		24		40,8		112,8

\* Dts: Distância

\*\* Ct: Centróide

Conforme a criação dos roteiros em função da DBE encontrada, foi estipulado o número de viagens para o DABEN que é de 8 viagens.

### ROTEIRO I:

No roteiro I, a caçamba carrega biomassa de 1 centróide, que é o Benguí, devido a DBE encontrada neste bairro, retornando em seguida para a destinação final que é a UFPA para a descarga do material coletado. O tempo desse roteiro é dado pela somatória do Tempo de deslocamento + tempo de carga em cada centróide + tempo de descarga, assim, se tem:

$$TR_{DABEN} = 81,6 + 15 + 15$$

$$TR_{DABEN} = 111,6 \text{ minutos}$$

$$TR_{DABEN} = 1,86 \text{ horas.}$$



Figura 16: Roteiro I para a coleta da DBE encontrada no centróide do DABEN.

**ROTEIRO II:**

No roteiro II, a caçamba carrega biomassa de 2 centróides, os quais são: Benguí e Cabanagem, retornando então para a destinação final que é a UFPA para a descarga do material coletado. O tempo desse roteiro é dado pela somatória do Tempo de deslocamento + tempo de carga em cada centróide + tempo de descarga, assim, se tem:

$$TR_{DABEN} = 101,04 + 45 + 15$$

$$TR_{DABEN} = 161,04 \text{ minutos}$$

$$TR_{DABEN} = 2,68 \text{ horas.}$$



Figura 17: Roteiro II para a coleta da DBE encontrada nos centróides do DABEN.

**ROTEIRO III:**

No roteiro III, a caçamba carrega biomassa de 1 centróide, que é no bairro da Cabanagem, devido a DBE encontrada neste bairro, retornando então para a destinação final que é a UFPA para a descarga do material coletado. O tempo desse roteiro é dado pela somatória do Tempo de deslocamento + tempo de carga em cada centróide + tempo de descarga, assim, se tem:

$$TR_{DABEN} = 91,2 + 30 + 15$$

$$TR_{DABEN} = 136,2 \text{ minutos}$$

$$TR_{DABEN} = 2,27 \text{ horas.}$$

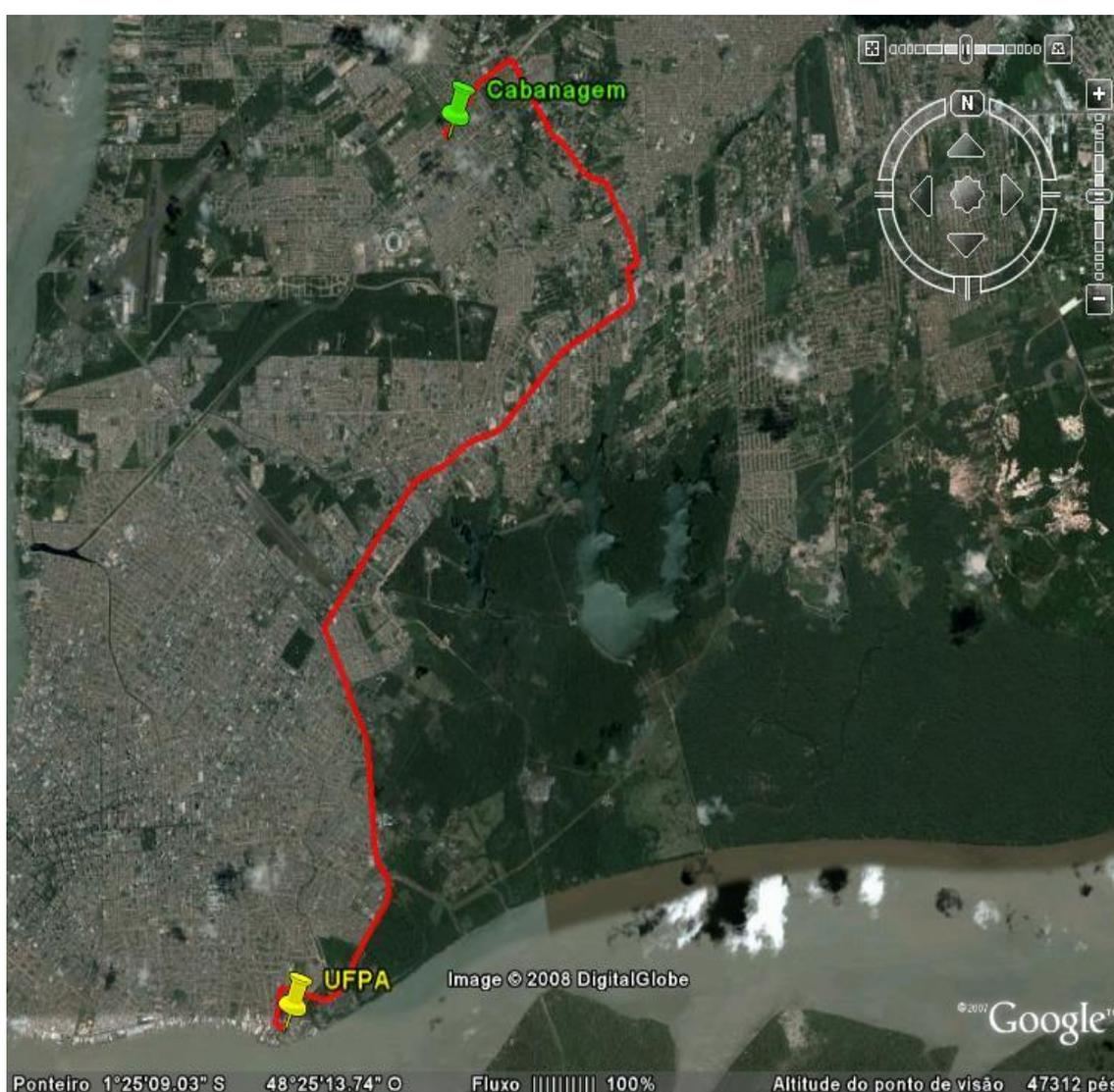


Figura 18: Roteiro III para a coleta da DBE encontrada no centróide do DABEN.

**ROTEIRO IV:**

No roteiro IV, a caçamba carrega biomassa de 2 centróides, os quais são: Cabanagem e Mangueirão, retornando então para a destinação final que é a UFPA para a descarga do material coletado. O tempo desse roteiro é dado pela somatória do Tempo de deslocamento + tempo de carga em cada centróide + tempo de descarga, assim, se tem:

$$TR_{DABEN} = 82,56 + 45 + 15$$

$$TR_{DABEN} = 142,56 \text{ minutos}$$

$$TR_{DABEN} = 2,37 \text{ horas.}$$

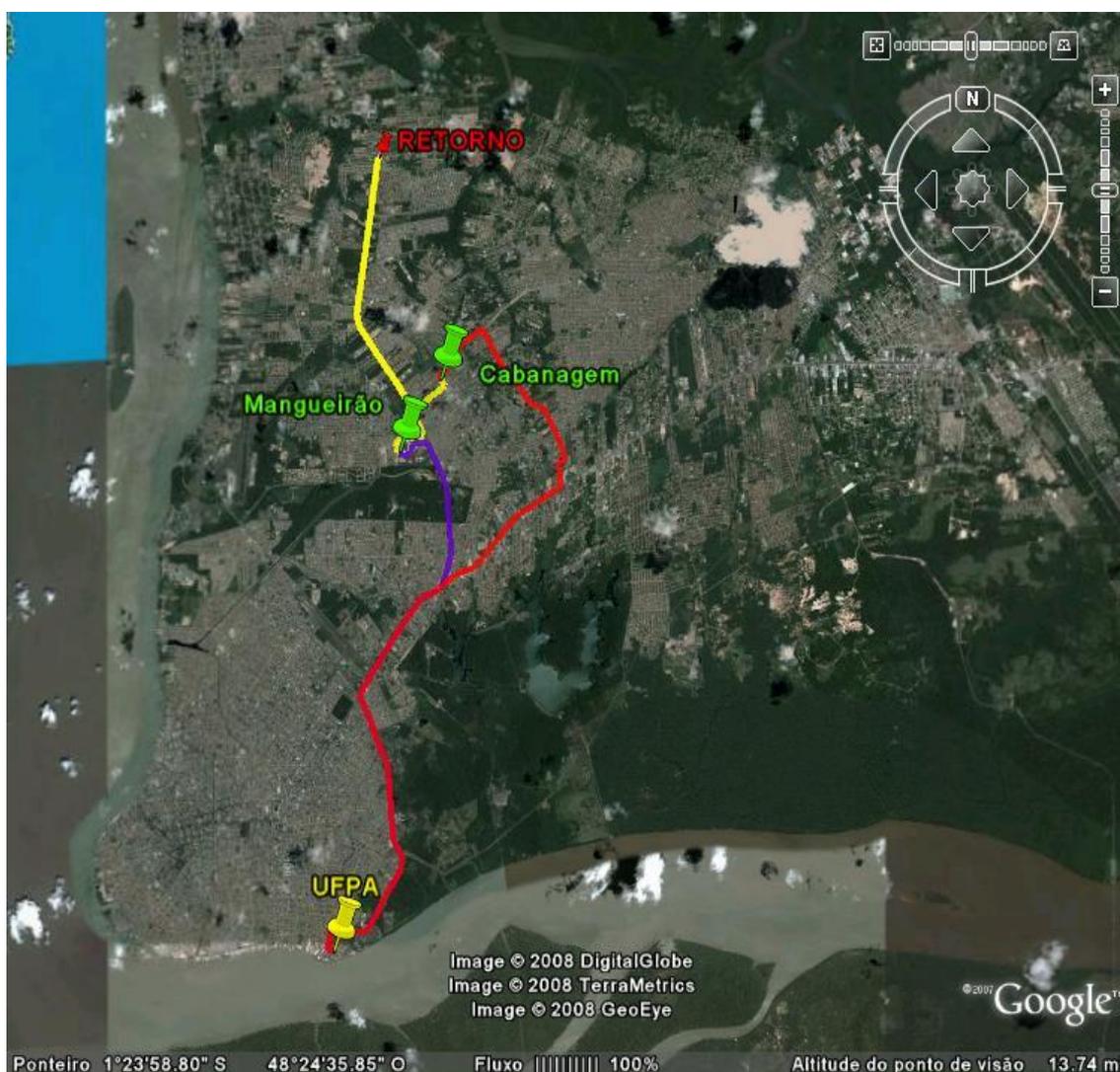


Figura 19: Roteiro IV para a coleta da DBE encontrada nos centróides do DABEN.

**ROTEIRO V:**

No roteiro V, a caçamba carrega biomassa de 2 centróides, os quais são: Parque Verde e Pratinha, retornando então para a destinação final que é a UFPA para a descarga do material coletado. O tempo desse roteiro é dado pela somatória do Tempo de deslocamento + tempo de carga em cada centróide+ tempo de descarga, assim, se tem:

$$TR_{DABEN} = 124,8+45+15$$

$$TR_{DABEN} = 184,8 \text{ minutos}$$

$$TR_{DABEN} = 3,08 \text{ horas.}$$



Figura 20: Roteiro V para a coleta da DBE encontrada nos centróides do DABEN.

**ROTEIRO VI:**

No roteiro VI, a caçamba carrega biomassa de 2 centróides, os quais são: São Clemente e Tapanã, retornando então para a destinação final que é a UFPA para a descarga do material coletado. O tempo desse roteiro é dado pela somatória do Tempo de deslocamento + tempo de carga em cada centróide + tempo de descarga, assim, se tem:

$$TR_{DABEN} = 96,24 + 45 + 15$$

$$TR_{DABEN} = 156,24 \text{ minutos}$$

$$TR_{DABEN} = 2,60 \text{ horas.}$$

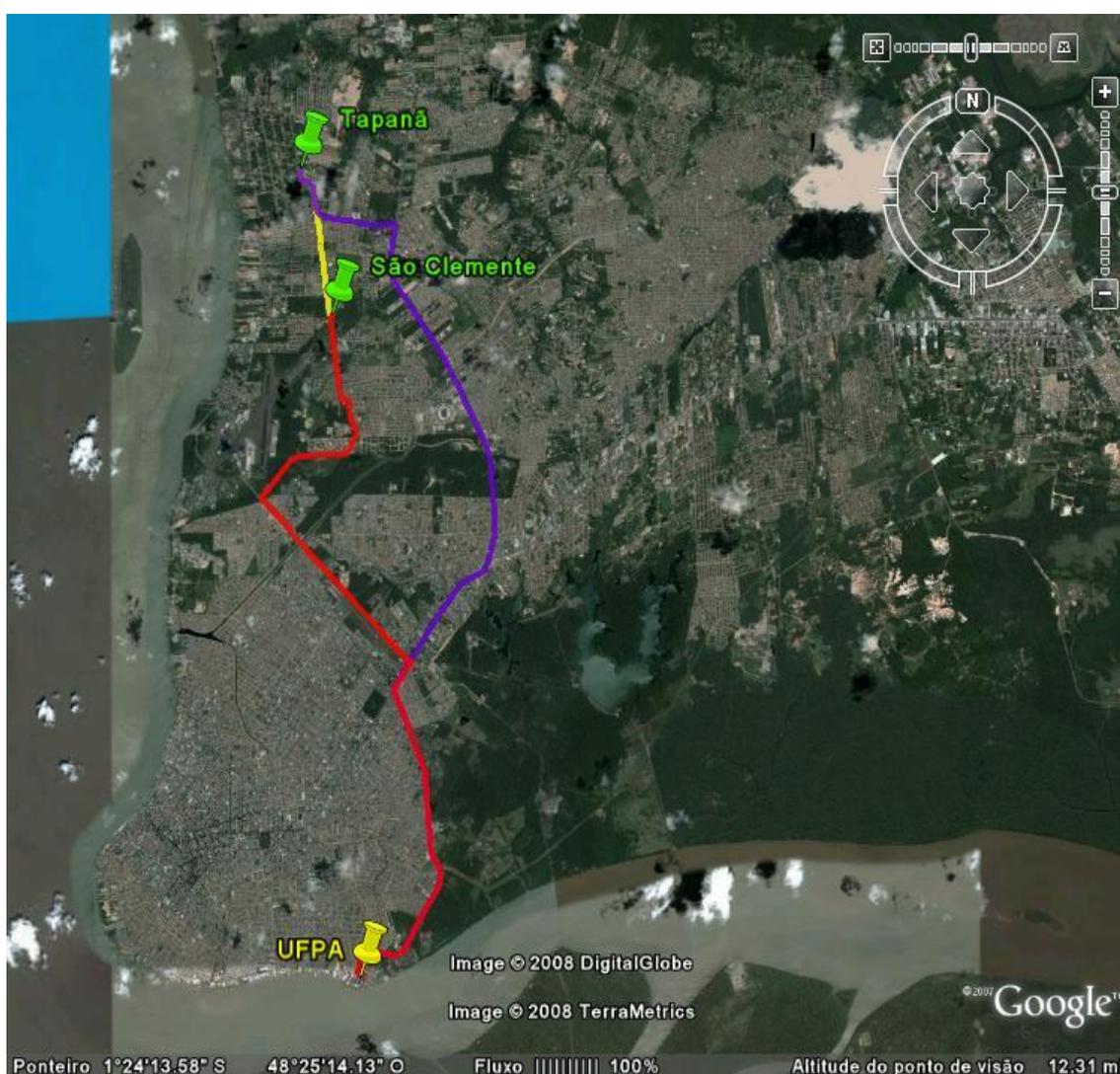


Figura 21: Roteiro VI para a coleta da DBE encontrada nos centróides do DABEN.

**ROTEIRO VII:**

No roteiro VII, a caçamba carrega biomassa de 1 centróide, que é no bairro do Tapanã, devido a DBE encontrada neste, retornando então para a destinação final que é a UFPA para a descarga do material coletado. O tempo desse roteiro é dado pela somatória do Tempo de deslocamento + tempo de carga em cada centróide + tempo de descarga, assim, se tem:

$$TR_{DABEN} = 96+15+15$$

$$TR_{DABEN} = 126 \text{ minutos}$$

$$TR_{DABEN} = 2,1 \text{ horas.}$$



Figura 22: Roteiro VII para a coleta da DBE encontrada no centróide do DABEN.

**ROTEIRO VIII:**

No roteiro VIII, a caçamba carrega biomassa de 2 centróides, os quais são: Tapanã e Una, retornando então para a destinação final que é a UFPA para a descarga do material coletado. O tempo desse roteiro é dado pela somatória do Tempo de deslocamento + tempo de carga em cada centróide + tempo de descarga, assim, se tem:

$$TR_{DABEN} = 112,6+30+15$$

$$TR_{DABEN} = 157 \text{ minutos}$$

$$TR_{DABEN} = 2,61 \text{ horas.}$$

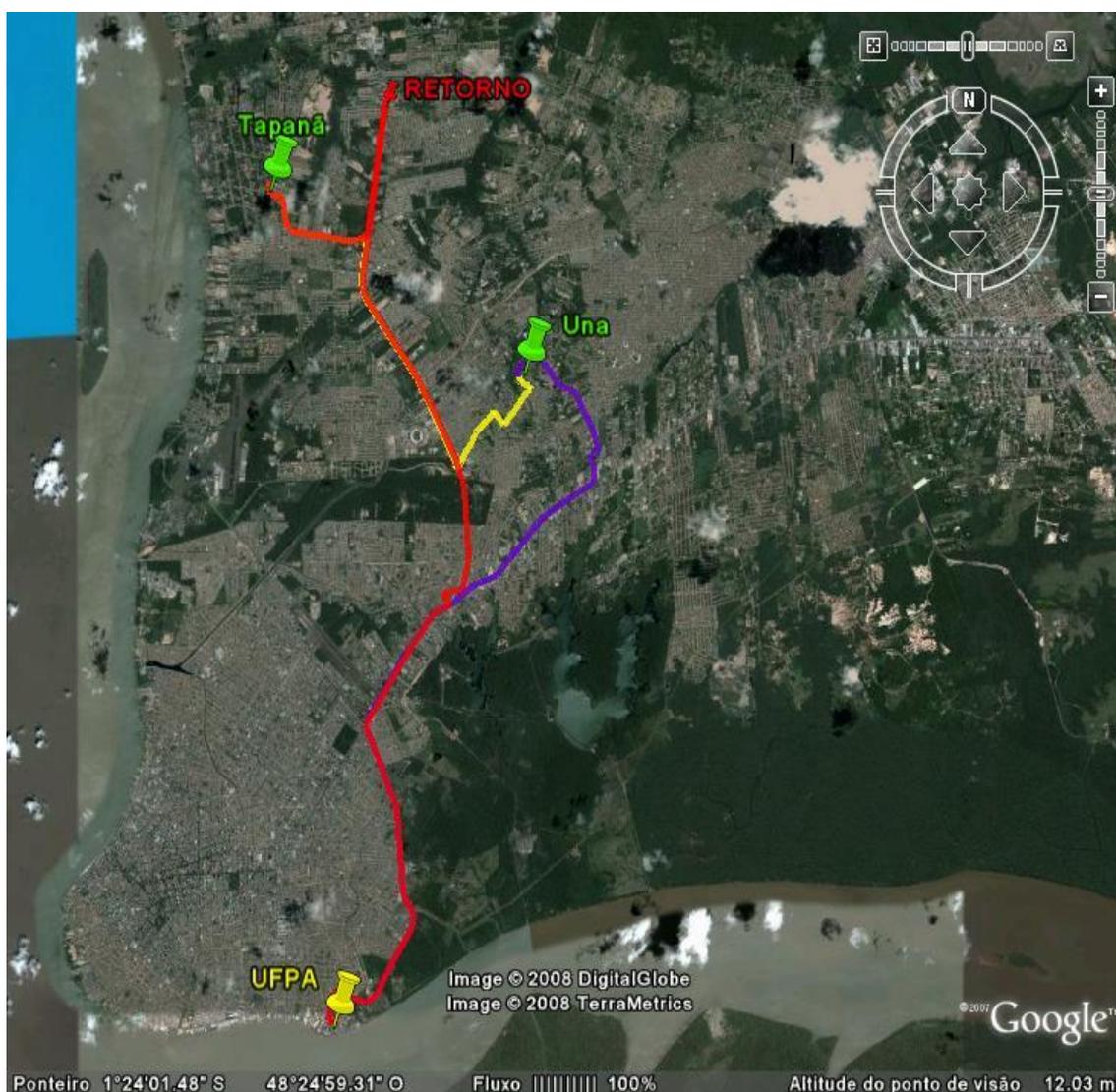


Figura 23: Roteiro VIII para a coleta da DBE encontrada nos centróides do DABEN.

- **RESULTADO DO TEMPO TOTAL DO ROTEIRO NO DABEN.**

Este resultado é dado pela somatória de todos os Tempos de deslocamento de cada centróide e/ou destinação final, incluindo já o Tc e o Td.

$$TR_{DABEN} = \sum T1 + T2 + T3 + T4 + T5 + T6 + T7 + T8$$

$$TR_{DABEN} = 1,86 + 2,68 + 2,27 + 2,37 + 3,08 + 2,60 + 2,1 + 2,61$$

$$TR_{DABEN} = 19,57 \text{ horas}$$

$$TR_{DABEN} = 19 \text{ horas } 34 \text{ minutos.}$$

Na Tabela 27 é mostrado os valores finais referentes aos números de horas trabalhadas, números de caçambas, números de diárias e valor total do transporte para este distrito.

Tabela 27: Valores finais para o trabalho no DABEN.

<b>RESULTADO FINAL DO DABEN</b>	
<b>Horas trabalhadas / dia</b>	<b>19 horas 34 minutos</b>
<b>Números de caçambas / mês</b>	<b>2</b>
<b>Números de diárias / mês</b>	<b>60</b>
<b>Custo do Transporte para o DABEN (R\$ / mês)</b>	<b>25.200</b>

- **CÁLCULO DO CTP PARA O DAGUA:**

Para o cálculo do CTP para o DABEN, foi usado o mesmo procedimento para o DABEL, ou seja, primeiro calculou-se o tempo de deslocamento de cada centróide e/ou destinação final, de posse desses resultados, somou-se e chegou-se ao Tempo do Roteiro (TR). O cálculo foi feito em minutos, sendo no final transformado para horas, uma vez que a diária cobrada pelo fretista é de 8 horas por dia.

A criação dos roteiros se deu através da DBE em cada bairro do distrito administrativo, como o número de sacas necessárias para se encher a caçamba (12m<sup>3</sup>) é de 181 sacas (Item 7.6), dividiu-se a DBE encontrada em cada bairro por 181. O resultado final possibilitou se ter o número de roteiros para cada distrito, assim como o número de caçambas necessárias para se fazer esta coleta.

Na Tabela 28 são mostrados os roteiros criados para o DAGUA.

Tabela 28: Roteiros conforme a disponibilidade de biomassa encontrada por dia para o DAGUA.

continua

<b>ROTEIRO I</b>									
<b>SAÍDA</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Chegada</b>	<b>Total</b>
UFPA	4,3	Batista Campos	5,4	Canudos	4,7	Condor	2,7	UFPA	17,1
	<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>Total</b>
	10,23		12,96		11,28		6,48		41,04
<b>ROTEIRO II</b>									
<b>SAÍDA</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Chegada</b>	<b>Total</b>			
UFPA	2,7	Condor	1,5	Cremação	UFPA	4,2			
	<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>			Total			
	6,48		3,6			18,48			
<b>ROTEIRO III</b>									
<b>SAÍDA</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Chegada</b>	<b>Total</b>		
UFPA	3,5	Cremação	2,1	Guamá	1,3	UFPA	6,9		
	<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>Total</b>		
	<b>8,4</b>		<b>5,04</b>		<b>3,12</b>		<b>18,48</b>		
<b>ROTEIRO IV</b>									
<b>SAÍDA</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Chegada</b>	<b>Total</b>				
UFPA	1,3	Guamá	1,3	UFPA	2,6				
	<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>Total</b>				
	3,12		3,12		6,24				

continua

ROTEIRO V								
SAIDA	Dts (Km)	Ct	Dts (Km)	Chegada	Total			
UFPA	1,3	Guamá	1,3	UFPA	2,6			
	T (Min)		T (Min)		Total			
	3,12		3,12		6,24			
ROTEIRO VI								
SAIDA	Dts (Km)	Ct	Dts (Km)	Chegada	Total			
UFPA	1,3	Guamá	1,3	UFPA	2,6			
	T (Min)		T (Min)		Total			
	3,12		3,12		6,24			
ROTEIRO VII								
SAIDA	Dts (Km)	Ct	Dts (Km)	Ct	Dts (Km)	Chegada	Total	
UFPA	1,3	Guamá	5,1	Jurunas	4,9	UFPA	11,3	
	T (Min)		T (Min)		T (Min)		Total	
	3,12		12,24		11,76		27,12	
ROTEIRO VIII								
SAIDA	Dts (Km)	Ct	Dts (Km)	Chegada	Total			
UFPA	4,9	Jurunas	4,9	UFPA	9,8			
	T (Min)		T (Min)		Total			
	11,76		11,76		23,52			

continua

ROTEIRO IX									
SAÍDA	Dts (Km)	Ct	Dts (Km)	Chegada	Total				
UFPA	4,9	Jurunas	4,9	UFPA	9,8				
	T (Min)		T (Min)		Total				
	11,76		11,76		23,52				
ROTEIRO X									
SAÍDA	Dts (Km)	Ct	Dts (Km)	Chegada	Total				
UFPA	4,9	Jurunas	4,9	UFPA	9,8				
	T (Min)		T (Min)		Total				
	11,76		11,76		23,52				
ROTEIRO XI									
SAÍDA	Dts (Km)	Ct	Dts (Km)	Chegada	Total				
UFPA	4,9	Jurunas	4,9	UFPA	9,8				
	T (Min)		T (Min)		Total				
	11,76		11,76		23,52				
ROTEIRO XII									
SAÍDA	Dts (Km)	Ct	Dts (Km)	Chegada	Total				
UFPA	4,9	Jurunas	4,9	UFPA	9,8				
	T (Min)		T (Min)		Total				
	11,76		11,76		23,52				

**conclusão**

<b>ROTEIRO XIII</b>									
<b>SAÍDA</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Chegada</b>	<b>Total</b>				
UFPA	5,3	Terra Firme	5,3	UFPA	10,6				
	<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>Total</b>				
	12,72		12,72		25,44				
<b>ROTEIRO XIV</b>									
<b>SAÍDA</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Chegada</b>	<b>Total</b>				
UFPA	5,3	Terra Firme	5,3	UFPA	10,6				
	<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>Total</b>				
	12,72		12,72		25,44				

\* Dts: Distância

\*\* Ct: Centróide

Conforme a criação dos roteiros em função da DBE encontrada, foi estipulado o número de viagens para o DAGUA que é de 14 viagens.

### ROTEIRO I:

No roteiro I, a caçamba carrega biomassa de 3 centróides, os quais são: Batista Campos, Canudos e Condor, devido a DBE encontrada neste bairro, retornando em seguida para a destinação final que é a UFPA para a descarga do material coletado. O tempo desse roteiro é dado pela somatória do Tempo de deslocamento + tempo de carga em cada centróide + tempo de descarga, assim, se tem:

$$TR_{DAGUA} = 41,04 + 45 + 15$$

$$TR_{DAGUA} = 101,04 \text{ minutos}$$

$$TR_{DAGUA} = 1,68 \text{ horas.}$$

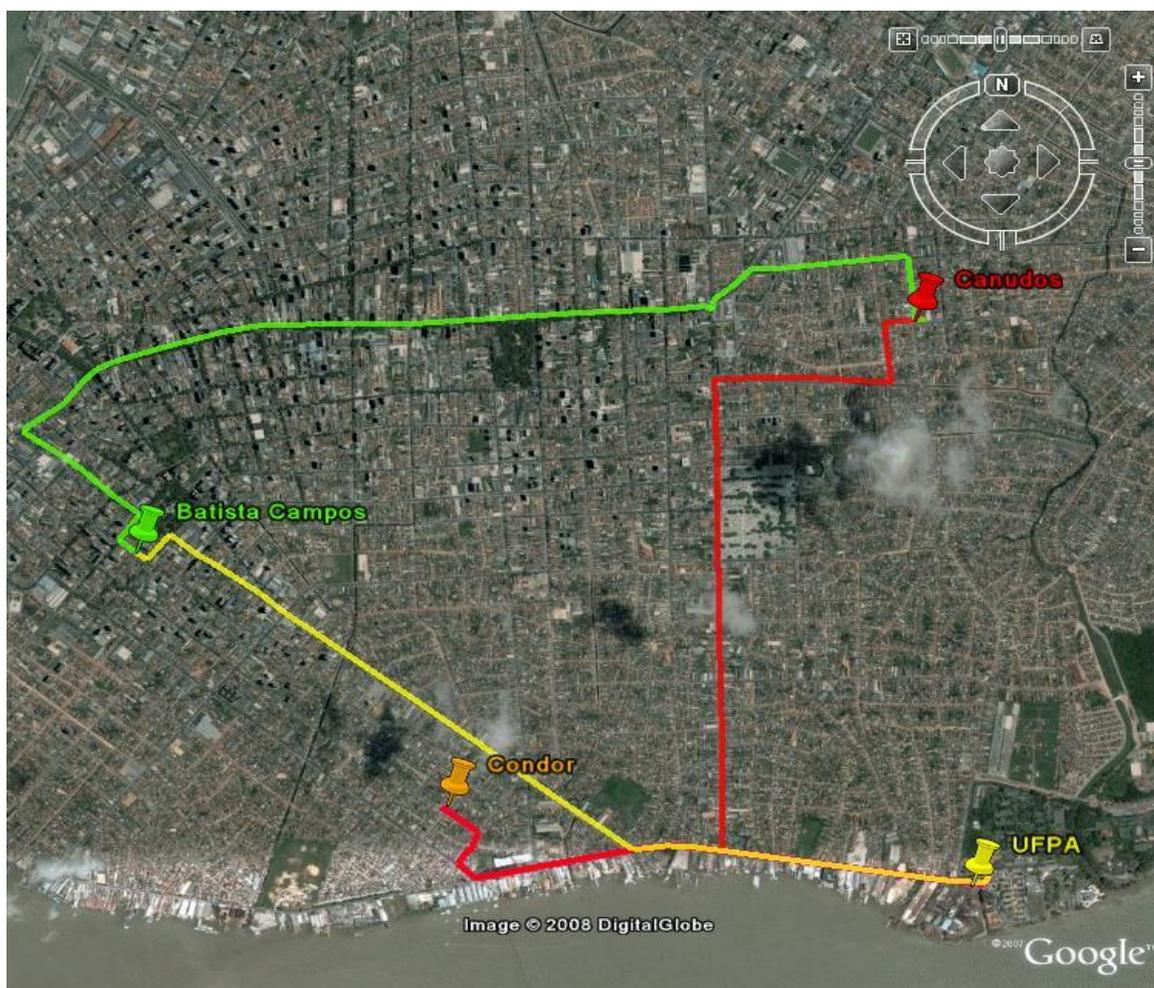


Figura 24: Roteiro I para a coleta da DBE encontrada nos centróides do DAGUA.

**ROTEIRO II:**

No roteiro II, a caçamba carrega biomassa de 2 centróides, os quais são: Condor e Cremação, devido a DBE encontrada neste bairro, retornando em seguida para a destinação final que é a UFPA para a descarga do material coletado. O tempo desse roteiro é dado pela somatória do Tempo de deslocamento + tempo de carga em cada centróide + tempo de descarga, assim, se tem:

$$TR_{DAGUA} = 18,48+30+15$$

$$TR_{DAGUA} = 63,48 \text{ minutos}$$

$$TR_{DAGUA} = 1,058 \text{ horas.}$$



Figura 25: Roteiro II para a coleta da DBE encontrada nos centróides do DAGUA.

**ROTEIRO III:**

No roteiro III, a caçamba carrega biomassa de 2 centróides, os quais são: Cremação e Guamá, devido a DBE encontrada neste bairro, retornando em seguida para a destinação final que é a UFPA para a descarga do material coletado. O tempo desse roteiro é dado pela somatória do Tempo de deslocamento + tempo de carga em cada centróide + tempo de descarga, assim, se tem:

$$TR_{DAGUA} = 18,4+30+15$$

$$TR_{DAGUA} = 63,48 \text{ minutos}$$

$$TR_{DAGUA} = 1,058 \text{ horas.}$$



Figura 26: Roteiro III para a coleta da DBE encontrada nos centróides do DAGUA.

**ROTEIRO IV:**

Nos roteiros IV, V e VI a caçamba carrega biomassa de 1centróide, que é no bairro do Guamá, devido a DBE encontrada neste bairro, retornando então para a destinação final que é a UFPA para a descarga do material coletado. O tempo desse roteiro é dado pela somatória do Tempo de deslocamento + tempo de carga + tempo de descarga, assim, se tem:

$$TR_{DAGUA} = 6,24+15+15$$

$$TR_{DAGUA} = 36,24 \text{ minutos}$$

$$TR_{DAGUA} = 0,604 \text{ horas.}$$

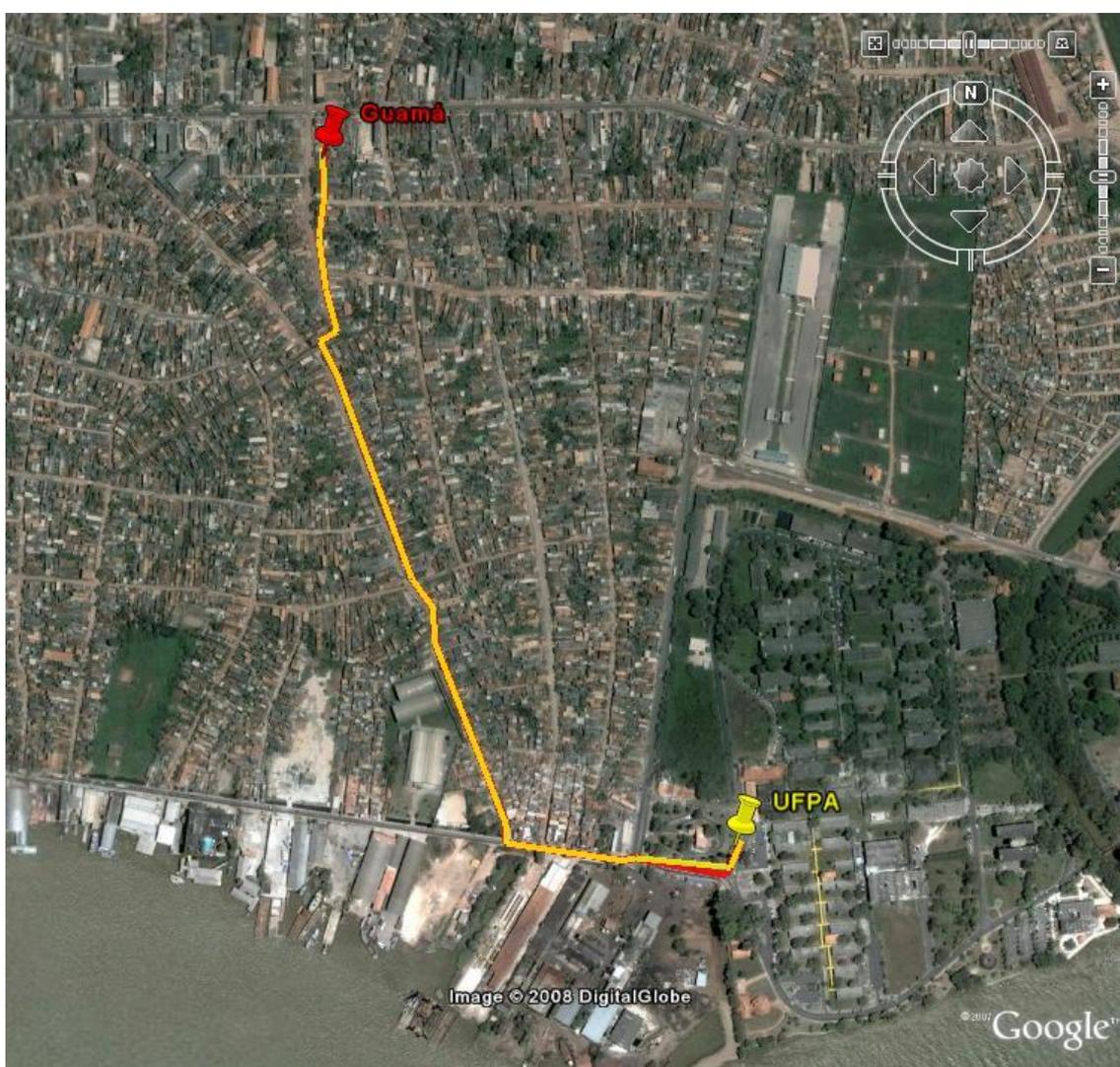


Figura 27: Roteiros IV, V e VI para a coleta da DBE encontrada no centróide do DAGUA.

**ROTEIRO VII:**

No roteiro VII, a caçamba carrega biomassa de 2 centróides, os quais são: Guamá e Jurunas, devido a DBE encontrada neste bairro, retornando em seguida para a destinação final que é a UFPA para a descarga do material coletado. O tempo desse roteiro é dado pela somatória do Tempo de deslocamento + tempo de carga em cada centróide + tempo de descarga, assim, se tem:

$$TR_{DAGUA} = 27,12+30+15$$

$$TR_{DAGUA} = 72,12 \text{ minutos}$$

$$TR_{DAGUA} = 1,20 \text{ horas.}$$



Figura 28: Roteiro VII para a coleta da DBE encontrada nos centróides do DAGUA.

### ROTEIRO VIII, IX, X, XI e XII

Nos roteiros VIII, IX, X, XI, XII a caçamba carrega biomassa de 1centróide, que é no bairro do Jurunas, devido a DBE encontrada neste bairro, retornando então para a destinação final que é a UFPA para a descarga do material coletado. O tempo desse roteiro é dado pela somatória do Tempo de deslocamento + tempo de carga + tempo de descarga, assim, se tem:

$$TR_{DAGUA} = 23,52 + 15 + 15$$

$$TR_{DAGUA} = 53,52 \text{ minutos}$$

$$TR_{DAGUA} = 0,892 \text{ horas.}$$



Figura 29: Roteiros VIII, IX, X, XI e XII para a coleta da DBE encontrada nos centróides do DAGUA.

### ROTEIRO XIII e XIV

Nos roteiros XIII e XIV a caçamba carrega biomassa de 1centróide, que é no bairro da Terra Firme, devido a DBE encontrada neste bairro, retornando então para a destinação final que é a UFPA para a descarga do material coletado. O tempo desse roteiro é dado pela somatória do Tempo de deslocamento + tempo de carga + tempo de descarga, assim, se tem:

$$TR_{DAGUA} = 29,76 + 15 + 15$$

$$TR_{DAGUA} = 59,76 \text{ minutos}$$

$$TR_{DAGUA} = 0,996 \text{ horas.}$$



Figura 30: Roteiro XIII e XIV para a coleta da DBE encontrada nos centróides do DAGUA.

- **RESULTADO DO TEMPO TOTAL DO ROTEIRO NO DAGUA.**

Este resultado é dado pela somatória de todos os Tempos de deslocamento de cada centróide e/ou destinação final, incluindo já o Tc e o Td.

$$TR_{DAGUA} = \sum T1 + T2 + T3 + (T4 * 3) + T7 + (T8 * 4) + (T13 * 2)$$

$$TR_{DAGUA} = 1,68 + 1,058 + 1,058 + 1,812 + 1,20 + 3,57 + 1,99$$

$$TR_{DAGUA} = 12,37 \text{ horas}$$

$$TR_{DAGUA} = 12 \text{ horas e } 22 \text{ minutos}$$

Vale ressaltar que neste distrito, os roteiros 4, 5 e 6, são os mesmos, ou seja, a caçamba vai e volta para este centróide três vezes devido a DBE deste. O mesmo acontece nos roteiros 8, 9 e 10, assim como nos roteiros 12 e 13. Neste caso multiplicou-se o tempo de deslocamento encontrado pelo número de viagens que a caçamba fez para cada centróide respectivamente.

Na Tabela 29 é mostrado os valores finais referentes aos números de horas trabalhadas, números de caçambas, números de diárias e valor total do transporte para este distrito.

Tabela 29: Valores finais para o trabalho no DAGUA.

<b>RESULTADO FINAL DO DAGUA</b>	
<b>Horas trabalhadas / dia</b>	<b>12 horas 22 minutos</b>
<b>Números de caçambas / mês</b>	<b>2 caçambas</b>
<b>Números de diárias / mês</b>	<b>60 diárias</b>
<b>Custo do Transporte para o DAGUA (R\$ / mês)</b>	<b>R\$ 25.200</b>

- **CÁLCULO DO CTP PARA O DAENT:**

Para o cálculo do CTP para o DAENT, foi usado o mesmo procedimento para o DABEL, ou seja, primeiro calculou-se o tempo de deslocamento de cada centróide e/ou destinação final, de posse desses resultados, somou-se e chegou-se ao Tempo do Roteiro (TR). O cálculo foi feito em minutos, sendo no final transformado para horas, uma vez que a diária cobrada pelo fretista é de 8 horas por dia.

A criação dos roteiros se deu através da DBE em cada bairro do distrito administrativo, como o número de sacas necessárias para se encher a

caçamba (12m<sup>3</sup>) é de 181 sacas (Item 7.6), dividiu-se a DBE encontrada em cada bairro por 181. O resultado final possibilitou se ter o número de roteiros para cada distrito, assim como o número de caçambas necessárias para se fazer esta coleta.

Na Tabela 30 são mostrados os roteiros criados para o DAENT.

Tabela 30: Roteiros conforme a Disponibilidade de biomassa encontrada por dia para o DAENT.

<b>ROTEIRO I</b>									
<b>SAÍDA</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Chegada</b>	<b>Total</b>
UFPA	10	Castanheira	4,9	Curió Utinga	6,7	Marambaia	11	UFPA	32,6
	<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>Total</b>
	24		11,76		16,8		26,4		78,96
<b>ROTEIRO II</b>									
<b>SAÍDA</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Chegada</b>	<b>Total</b>
UFPA	11	Marambaia	2	Souza	6,1	Val-de-Cães	15	UFPA	34,1
	<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>Total</b>
	26,4		4,8		14,64		36		

\* Dts: Distância

\*\* Ct: Centróide

Conforme a criação dos roteiros para o DAENT, ficou estipulado o número de viagens necessárias para a coleta da DBE encontrada que é de 2 viagens ao dia.

### ROTEIRO I:

No roteiro I, a caçamba carrega biomassa de 3 centróides, os quais são: Curió Utinga, Castanheira e Marambaia, retornando então para a destinação final que é a UFPA para a descarga do material coletado. O tempo desse roteiro é dado pela somatória do Tempo de deslocamento + tempo de carga em cada centróide+ tempo de descarga, assim, se tem:

$$TR_{DAENT} = 78,96 + 45 + 15$$

$$TR_{DAENT} = 138,96 \text{ minutos}$$

$$TR_{DAENT} = 2,32 \text{ horas.}$$

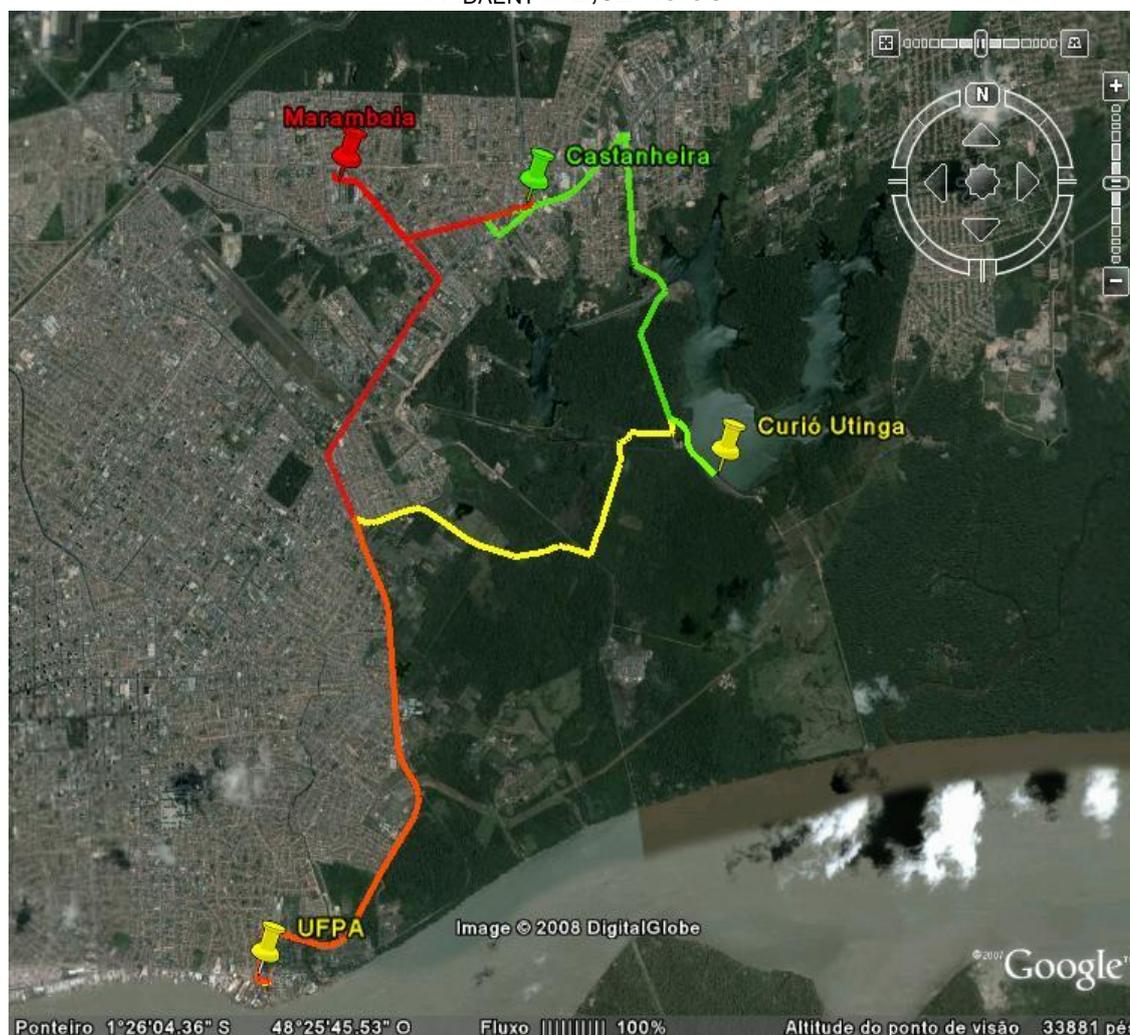


Figura 31: Roteiro I para a coleta da DBE encontrada nos centróides do DAENT.

**ROTEIRO II:**

No roteiro II, a caçamba carrega biomassa de 3 centróides, os quais são: Marambaia, Val-de- Cães e Souza, retornando então para a destinação final que é a UFPA para a descarga do material coletado. O tempo desse roteiro é dado pela somatória do Tempo de deslocamento + tempo de carga em cada centróide + tempo de descarga, assim, se tem:

$$TR_{DAENT} = 81,84 + 45 + 15$$

$$TR_{DAENT} = 141,84 \text{ minutos}$$

$$TR_{DAENT} = 2,36 \text{ horas.}$$



Figura 32: Roteiro I para a coleta da DBE encontrada nos centróides do DAENT.

- **RESULTADO DO TEMPO TOTAL DO ROTEIRO NO DAENT.**

Este resultado é dado pela somatória de todos os Tempos de deslocamento de cada centróide e/ou destinação final, incluindo já o Tc e o Td.

$$TR_{DAENT} = \sum T1 + T2$$

$$TR_{DAENT} = 2,32 + 2,36$$

$$TR_{DAENT} = 4,68 \text{ horas}$$

$$TR_{DAENT} = 4 \text{ horas e } 41 \text{ minutos.}$$

Na Tabela 31 é mostrado os valores finais referentes aos números de horas trabalhadas, números de caçambas, números de diárias e valor total do transporte para este distrito.

Tabela 31: Valores finais para o trabalho no DAENT.

<b>RESULTADO FINAL DO DAENT</b>	
<b>Horas trabalhadas / dia</b>	<b>4 horas 41 minutos</b>
<b>Números de caçambas / mês</b>	<b>1 caçamba</b>
<b>Números de diárias / mês</b>	<b>30 diárias</b>
<b>Custo do Transporte para o DAENT (R\$ / mês)</b>	<b>R\$ 12.600</b>

- **CÁLCULO DO CTP PARA O DASAC:**

Para o cálculo do CTP do DASAC, calculou-se o tempo de deslocamento de cada centróide e/ou destinação final, de posse desses resultados, somou-se e chegou-se ao Tempo do Roteiro (TR). O cálculo foi feito em minutos, sendo no final transformado para horas, uma vez que a diária cobrada pelo fretista é de 8 horas por dia.

A criação dos roteiros se deu através da DBE em cada bairro do distrito administrativo, como o número de sacas necessárias para se encher a caçamba (12m<sup>3</sup>) é de 181 sacas (Item 7.6), dividiu-se a DBE encontrada em cada bairro por 181. O resultado final possibilitou se ter o número de roteiros para cada distrito, assim como o número de caçambas necessárias para se fazer esta coleta.

Na Tabela 32 são mostrados os roteiros criados para o DASAC.

Tabela 32: Roteiros conforme a disponibilidade de biomassa encontrada por dia para o DASAC.

<b>ROTEIRO I</b>									
<b>SAÍDA</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Chegada</b>	<b>Total</b>		
UFPA	7,9	Barreiro	4,4	Fátima	5,3	UFPA	17,6		
	<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>Total</b>		
	18,96		10,56		12,72		42,24		
<b>ROTEIRO II</b>									
<b>SAÍDA</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Chegada</b>	<b>Total</b>
UFPA	5,3	Fátima	5,5	Marancagalha	2,5	Sacramenta	10	UFPA	23,3
	<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>Total</b>
	12,72		13,2		6		24		55,92
<b>ROTEIRO III</b>									
<b>SAÍDA</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Chegada</b>	<b>Total</b>				
UFPA	10	Sacramenta	10	UFPA	20				
	<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>Total</b>				
	24		24		48				
<b>ROTEIRO IV</b>									
<b>SAÍDA</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Chegada</b>	<b>Total</b>		
UFPA	10	Sacramenta	2,5	Telegráfo	7,9	UFPA	20,4		
	<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>Total</b>		
	24		6		18,96		48,96		
<b>ROTEIRO V</b>									
<b>SAÍDA</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Dts (Km)</b>	<b>Chegada</b>	<b>Total</b>				
UFPA	7,9	Telegráfo	7,9	UFPA	15,8				
	<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>Total</b>				
	18,96		18,96		37,92				

\* Dts: Distância

\*\* Ct: Centróide

Conforme a criação dos roteiros para o DASAC, ficou estipulado o número de viagens necessárias para a coleta da DBE encontrada que são de 5 viagens ao dia.

### ROTEIRO I:

No roteiro I, a caçamba carrega biomassa de 2 centróides, os quais são: Barreiro e Fátima, retornando então para a destinação final que é a UFPA para a descarga do material coletado. O tempo desse roteiro é dado pela somatória do Tempo de deslocamento + tempo de carga em cada centróide + tempo de descarga, assim, se tem:

$$TR_{DASAC} = 42,24 + 30 + 15$$

$$TR_{DASAC} = 87,24 \text{ minutos}$$

$$TR_{DASAC} = 1,45 \text{ horas.}$$



Figura 33: Roteiro I para a coleta da DBE encontrada nos centróides do DASAC.

**ROTEIRO II:**

No roteiro II, a caçamba carrega biomassa de 3 centróides, os quais são: Fátima, Maracangalha e Sacramento, retornando então para a destinação final que é a UFPA para a descarga do material coletado. O tempo desse roteiro é dado pela somatória do Tempo de deslocamento + tempo de carga em cada centróide + tempo de descarga, assim, se tem:

$$TR_{DASAC} = 55,92 + 45 + 15$$

$$TR_{DASAC} = 115,92 \text{ minutos}$$

$$TR_{DASAC} = 1,93 \text{ horas.}$$



Figura 34: Roteiro II para a coleta da DBE encontrada nos centróides do DASAC.

**ROTEIRO III:**

No roteiro III, a caçamba carrega biomassa somente de 1 centróide, o qual está localizado no bairro da Sacramento, devido a DBE encontrada, retornando então para a destinação final que é a UFPA para a descarga do material coletado. O tempo desse roteiro é dado pela somatória do Tempo de deslocamento + tempo de carga + tempo de descarga, assim, se tem:

$$TR_{DASAC} = 48+15+15$$

$$TR_{DASAC} = 78 \text{ minutos}$$

$$TR_{DASAC} = 1,3 \text{ horas.}$$



Figura 35: Roteiro III para a coleta da DBE encontrada no centróide do DASAC.

**ROTEIRO IV:**

No roteiro IV, a caçamba carrega biomassa de 2 centróides, os quais são: Sacramento e Telegráfo, retornando então para a destinação final que é a UFPA para a descarga do material coletado. O tempo desse roteiro é dado pela somatória do Tempo de deslocamento + tempo de carga em cada centróide + tempo de descarga, assim, se tem:

$$TR_{DASAC} = 48,96 + 30 + 15$$

$$TR_{DASAC} = 93,96 \text{ minutos}$$

$$TR_{DASAC} = 1,57 \text{ horas.}$$



Figura 36: Roteiro IV para a coleta da DBE encontrada nos centróides do DASAC.

**ROTEIRO V:**

No roteiro V, a caçamba carrega biomassa somente de 1 centróide, o qual está localizado no bairro do Telegráfo, devido a DBE encontrada, retornando então para a destinação final que é a UFPA para a descarga do material coletado. O tempo desse roteiro é dado pela somatória do Tempo de deslocamento + tempo de carga + tempo de descarga, assim, se tem:

$$TR_{DASAC} = 37,92 + 15 + 15$$

$$TR_{DASAC} = 67,92 \text{ minutos}$$

$$TR_{DASAC} = 1,13 \text{ horas.}$$



Figura 37: Roteiro V para a coleta da DBE encontrada no centróide do DASAC.

- **RESULTADO DO TR DO DASAC.**

Este resultado é dado pela somatória de todos os Tempos de deslocamento de cada centróide e/ou destinação final, incluindo já o Tc e o Td.

$$TR_{DASAC} = \sum T1 + T2 + T3 + T4 + T5$$

$$TR_{DASAC} = 1,45 + 1,93 + 1,3 + 1,57 + 1,13$$

$$TR_{DASAC} = 7,38 \text{ horas.}$$

$$TR_{DASAC} = 7 \text{ horas e } 23 \text{ minutos.}$$

Na Tabela 33 é mostrado os valores finais referentes aos números de horas trabalhadas, números de caçambas, números de diárias e valor total do transporte para este distrito.

Tabela 33: Valores finais para o trabalho no DASAC.

<b>RESULTADO FINAL DO DASAC</b>	
<b>Horas trabalhadas / dia</b>	<b>7 horas 23 minutos</b>
<b>Números de caçambas / mês</b>	<b>1 caçambas</b>
<b>Números de diárias / mês</b>	<b>30 diárias</b>
<b>Custo do Transporte para o DASAC (R\$ / mês)</b>	<b>R\$12.600</b>

- **CÁLCULO DO CTP PARA O DAOUT:**

Para o cálculo do CTP do DAOUT, calculou-se o tempo de deslocamento de cada centróide e/ou destinação final, de posse desses resultados, somou-se e chegou-se ao Tempo do Roteiro (TR). O cálculo foi feito em minutos, sendo no final transformado para horas, uma vez que a diária cobrada pelo fretista é de 8 horas por dia.

A criação dos roteiros se deu através da DBE em cada bairro do distrito administrativo, como o número de sacas necessárias para se encher a caçamba (12m<sup>3</sup>) é de 181 sacas (Item 7.6), dividiu-se a DBE encontrada em cada bairro por 181. O resultado final possibilitou se ter o número de roteiros para cada distrito, assim como o número de caçambas necessárias para se fazer esta coleta.

Na Tabela 34 é mostrado o roteiro criado para o DAOUT.

Tabela 34: Roteiro conforme a disponibilidade de biomassa encontrada por dia para o DAOUT.

ROTEIRO											
SAÍDA	Dts (Km)	Ct	Dts (Km)	Chegada	Total						
UFPA	33	Água Boa	1,8	Brasília	5,6	Itaiteua	6,3	São João do Outeiro	35	UFPA	81,7
	<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>Total</b>
	79,2		4,32		13,44		15,12		84		256,08

\* Dts: Distância

\*\* Ct: Centróide

Conforme a criação do roteiro para o DAOUT em função da DBE, a caçamba fará somente 1 viagem ao dia.

### ROTEIRO:

Neste roteiro, a caçamba carrega biomassa de 4 centróides, os quais são: Água Boa, Brasília, Itaiteua e São João do Outeiro, retornando então para a destinação final que é a UFPA para a descarga do material coletado. O tempo desse roteiro é dado pela somatória do Tempo de deslocamento + tempo de carga em cada centróide + tempo de descarga, assim, se tem:

$$TR_{DAOUT} = 196,08 + 45 + 15$$

$$TR_{DAOUT} = 256,08 \text{ minutos}$$

$$TR_{DAOUT} = 4,47 \text{ horas.}$$



Figura 38: Roteiro para a coleta da DBE encontrada no centróide do DAOUT.

- **RESULTADO DO TR DO DAOUT.**

Como no DAOUT foi necessária somente uma viagem, o TR é foi de:

**TR<sub>DAOUT</sub> = 4 horas e 16 minutos**

Na Tabela 35 é mostrado os valores finais referentes aos números de horas trabalhadas, números de caçambas, números de diárias e valor total do transporte para este distrito.

Tabela 35: Valores finais para o trabalho no DAOUT.

<b>RESULTADO FINAL DO DASAC</b>	
<b>Horas trabalhadas / dia</b>	<b>4 horas 16 minutos</b>
<b>Números de caçambas / mês</b>	<b>1 caçambas</b>
<b>Números de diárias / mês</b>	<b>30 diárias</b>
<b>Custo do Transporte para o DASAC (R\$ / mês)</b>	<b>R\$ 12.600,00</b>

- **CÁLCULO DO CTP PARA O DAICO:**

Para o cálculo do CTP do DAICO, calculou-se o tempo de deslocamento de cada centróide e/ou destinação final, de posse desses resultados, somou-se e chegou-se ao Tempo do Roteiro (TR). O cálculo foi feito em minutos, sendo no final transformado para horas, uma vez que a diária cobrada pelo fretista é de 8 horas por dia.

A criação dos roteiros se deu através da DBE em cada bairro do distrito administrativo, como o número de sacas necessárias para se encher a caçamba (12m<sup>3</sup>) é de 181 sacas (Item 7.6), dividiu-se a DBE encontrada em cada bairro por 181. O resultado final possibilitou se ter o número de roteiros para cada distrito, assim como o número de caçambas necessárias para se fazer esta coleta.

Na Tabela 36 são mostrados os roteiros criados para o DAICO.

Tabela 36: Roteiros conforme a disponibilidade de biomassa encontrada por dia para o DAICO.

ROTEIRO I											
SAÍDA	Dts (Km)	Ct	Dts (Km)	Ct	Dts (Km)	Ct	Dts (Km)	Ct	Dts (Km)	Chegada	Total
UFPA	24	Agulha	2,3	Campina de Icoaraci	2,4	Cruzeiro	1,5	Maracacuera	28	UFPA	58,2
	<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>Total</b>
	57,6		5,52		5,76		3,6		67,2		139,68
ROTEIRO II											
SAÍDA	Dts (Km)	Ct	Dts (Km)	Ct	Dts (Km)	Chegada	Total				
UFPA	26	Paracurí	1,1	Ponta Grossa	26	UFPA	53,1				
	<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>T (Min)</b>		<b>Total</b>				
	62,4		2,64		62,4		127,44				

\* Dts: Distância

\*\* Ct: Centróide

Conforme a criação dos roteiros para o DAICO, ficou estipulado o número de viagens necessárias para a coleta da DBE encontrada que são de 2 viagens ao dia.

#### ROTEIRO I:

No roteiro I, a caçamba carrega biomassa de 4 centróides, os quais são: Agulha, Campina de Icoaraci, Cruzeiro e Maracacalha, retornando então para a destinação final que é a UFPA para a descarga do material coletado. O tempo desse roteiro é dado pela somatória do Tempo de deslocamento + tempo de carga em cada centróide + tempo de descarga, assim, se tem:

$$TR_{DAICO} = 139,68 + 45 + 15$$

$$TR_{DAICO} = 199,68 \text{ minutos}$$

$$TR_{DAICO} = 3,33 \text{ horas.}$$



Figura 39: Roteiro I para a coleta da DBE encontrada no centróide do DAICO.

**ROTEIRO II:**

No roteiro II, a caçamba carrega biomassa de 2 centróides, os quais são: Paracurí e Ponta Grossa, retornando então para a destinação final que é a UFPA para a descarga do material coletado. O tempo desse roteiro é dado pela somatória do Tempo de deslocamento + tempo de carga em cada centróide + tempo de descarga, assim, se tem:

$$TR_{DAICO} = 127,44 + 30 + 15$$

$$TR_{DAICO} = 172,44 \text{ minutos}$$

$$TR_{DAICO} = 2,88 \text{ horas.}$$



Figura 40: Roteiro II para a coleta da DBE encontrada no centróide do DAICO.

- RESULTADO DO TR DO DAICO.

Este resultado é dado pela somatória de todos os Tempos de deslocamento de cada centróide e/ou destinação final, incluindo já o Tc e o Td.

$$TR_{DAICO} = \sum T1 + T2$$

$$TR_{DAICO} = 3,33 + 2,88$$

$$TR_{DAICO} = 6,21 \text{ horas}$$

$$TR_{DAICO} = 6 \text{ horas e } 13 \text{ minutos.}$$

Na Tabela 37 é mostrado os valores finais referentes aos números de horas trabalhadas, números de caçambas, números de diárias e valor total do transporte para este distrito.

Tabela 37: Valores finais para o trabalho no DAICO.

<b>RESULTADO FINAL DO DAICO</b>	
<b>Horas trabalhadas / dia</b>	<b>6 horas 13 minutos</b>
<b>Números de caçambas / mês</b>	<b>1 caçambas</b>
<b>Números de diárias / mês</b>	<b>30 diárias</b>
<b>Custo do Transporte para o DASAC (R\$ / mês)</b>	<b>R\$ 12.600</b>

#### • CÁLCULO DO CTP PARA O DAMOS:

Para o cálculo do CTP do DAMOS, calculou-se o tempo de deslocamento de cada centróide e/ou destinação final, de posse desses resultados, somou-se e chegou-se ao Tempo do Roteiro (TR). O cálculo foi feito em minutos, sendo no final transformado para horas, uma vez que a diária cobrada pelo fretista é de 8 horas por dia.

A criação dos roteiros se deu através da DBE em cada bairro do distrito administrativo, como o número de sacas necessárias para se encher a caçamba (12m<sup>3</sup>) é de 181 sacas (Item 7.6), dividiu-se a DBE encontrada em cada bairro por 181. O resultado final possibilitou se ter o número de roteiros para cada distrito, assim como o número de caçambas necessárias para se fazer esta coleta.

Na Tabela 38 mostra o roteiro criado para o DAMOS.

Tabela 38: Roteiro conforme a disponibilidade de biomassa encontrada por dia para o DAMOS.

<b>ROTEIRO</b>									
<b>Saída</b>	<b>Dts(Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Dts(Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Dts(Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Dts(Km)</b>	<b>Ct</b>	
UFPA	69	Ariramba	4,5	Carananduba	1,1	Murubira	1,4	Porto Arthur	3,8
	T (Min)		T (Min)		T (Min)		T (Min)		T (Min)
	165,6		10,8		18,24		3,36		9,12
<b>Continuação do roteiro</b>									
	<b>Ct</b>	<b>Dts(Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Dts(Km)</b>	<b>Ct</b>	<b>Dts(Km)</b>	<b>Chegada</b>	<b>Total</b>	
	Praia Grande	2	São Francisco	9	Vila	70	UFPA		
		T (Min)		T (Min)		T (Min)		Total	
								404,16	

\* Dts: Distância

\*\* Ct: Centróide

Conforme a criação do roteiro para o DAMOS em função da DBE, a caçamba fará somente 1 viagem ao dia.

#### ROTEIRO:

Neste roteiro, a caçamba carrega biomassa em 8 centróides, os quais são: Ariramba, Carananduba, Chapéu Virado, Murubira, Porto Arthur, Praia Grande, São Francisco e Vila, retornando então para a destinação final que é a UFPA para a descarga do material coletado. O tempo desse roteiro é dado pela somatória do Tempo de deslocamento + tempo de carga em cada centróide + tempo de descarga, assim, se tem:

$$\text{Tempo Total} = 404 + 120 + 15$$

$$\text{Tempo Total} = 539,16 \text{ minutos}$$

$$\text{Tempo Total} = 8,99 \text{ horas.}$$

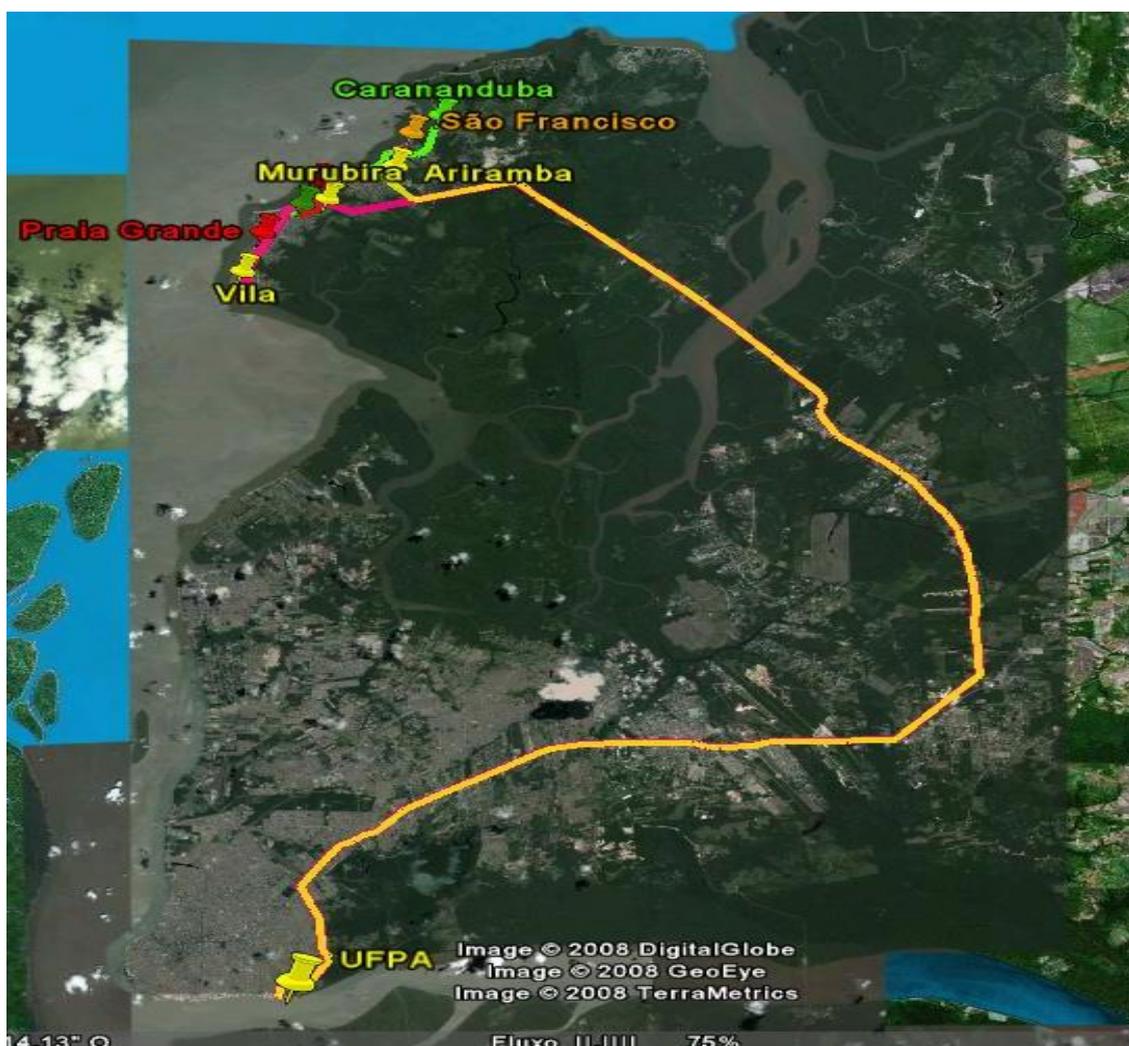


Figura 41: Roteiro para a coleta da DBE encontrada no centróide do DAMOS.

• **RESULTADO DO TR DO DAMOS.**

Como no DAMOS foi necessária somente uma viagem, o TR é foi de: **TR<sub>DAMOS</sub> = 8 horas e 59 minutos**

No caso deste distrito, como o TR foi superior as horas trabalhadas e cobradas pelo fretista (8 horas), dividiu-se o TR do DAMOS por 8 para que se pudesse ter o número de caçambas necessárias para se fazer este trajeto.

Na Tabela 39 é mostrado os valores finais referentes aos números de horas trabalhadas, números de caçambas, números de diárias e valor total do transporte para este distrito.

Tabela 39: Valores finais para o trabalho no DAMOS.

<b>RESULTADO FINAL DO DAMOS</b>	
<b>Horas trabalhadas / dia</b>	<b>8 horas 59 minutos</b>
<b>Números de caçambas / mês</b>	<b>2 caçambas</b>
<b>Números de diárias / mês</b>	<b>60 diárias</b>
<b>Custo do Transporte para o DASAC (R\$ / mês)</b>	<b>R\$ 25.200</b>

Na Tabela 40 é mostrado por distrito administrativo o resultado final em horas trabalhadas, números de caçambas, números de diárias e valor (R\$) gasto com o CTP.

Tabela 40: Total de horas trabalhadas, n° de caçambas, n° de diárias e valor gasto (R\$) no CTP.

<b>DISTRITO</b>	<b>Horas trabalhadas / dia</b>	<b>N° de caçambas/ dia</b>	<b>N° de diárias / mês</b>	<b>CTP (R\$) / mês</b>
DABEL	6,83 horas	1	30	12.600,00
DABEN	19,57 horas	2	60	25.200,00
DAGUA	12,37 horas	2	60	25.200,00
DAENT	4,68 horas	1	30	12.600,00
DASAC	7,38 horas	1	30	12.600,00
DAOUT	4,47 horas	1	30	12.600,00
DAICO	6,21 horas	1	30	12.600,00
DAMOS	8,99 horas	2	60	25.200,00
<b>TOTAL</b>	<b>70,5 horas</b>	<b>11</b>	<b>330</b>	<b>151.200,00</b>

Com o resultado final do CTP, foram calculados os seguintes parâmetros: Custo da Geração Renovável, Diferença de Custo e Economia Final para a UFPA, caso necessário (Item 7.6).

Dividiu-se então o valor do CTP encontrado em R\$ por 30 (dia) e 24 (hora) para que se possa ter o valor em R\$/hora.

$$\text{CTP} = 151.200,00 / 30 * 24$$

$$\text{CTP} = 210,00 \text{ R\$/hora}$$

Segundo Rendeiro (2005) o valor do custo de O & M fornecido é de 140,00 R\$/MW, multiplicou-se este valor por 1,86 MWh que é o consumo da UFPA segundo a concessionária REDE -CELPA, ficando o valor de O & M então de: **260,4 R\$/MWh**.

De posse do valor do CTP, dividiu-se o valor pela demanda de energia elétrica da UFPA (item 7.6) que segundo a concessionária CELPA é de 4MWh e somou-se ao O & M, calculou-se então o **CGR**, através da soma, assim:

$$\text{CGR} = 260,4 + 52,5$$

$$\text{CGR} = 312,9 \text{ R\$/MWh}$$

Como o CTM (Item 7.6) é de 372,83 R\$/MWh e o CGR de 312,9 R\$/MWh, já se tem aqui uma viabilidade econômica viável, pois a diferença do custo da CGR em relação ao CTM é de 59,93 R\$/MWh, o que é extremamente positivo para este trabalho.

Porém, este resultado pode ser muito mais favorável, uma vez que com o resultado da DBE e principalmente da GV, percebeu-se que haverá um excedente de biomassa, pois como o consumo da UFPA é de 1,86 MWh e a GV para um sistema renovável é de 4,56 MWh, se tem um valor superior ao que a UFPA necessita.

Como foi visto anteriormente no cálculo da biomassa necessária, se obteve um valor de 4,65 ton/h para o consumo de 1,86 MWh da UFPA, esse valor de 4,65 ton/h é inferior a DBE de 11,413 ton/h, assim, se tem um excedente de 6,763 ton/h de biomassa, o que ressalta a viabilidade econômica deste trabalho, pois desde o início se trabalhou

com a quantidade máxima de DBE, sendo economicamente viável o resultado final, porém, este valor ao se trabalhar com os valores exatos para suprir a demanda da UFPA com um sistema de geração renovável, o que demanda em um outro trabalho de pesquisa.

De posse deste valor, calculou-se então, a Diferença de Custo **DC (R\$/MWh)** na UFPA com a geração de um sistema renovável de energia, neste caso, usando a semente de açaí como a biomassa fornecedora de energia, através da diferença entre o CTM e CGR. Este cálculo é dado pela expressão a seguir:

$$\begin{aligned} \text{DC} &= 372,83 - 312,9 \\ \text{DC} &= 59,93 \text{ R\$/MWh} \end{aligned}$$

Como o resultado da **DC** foi positivo, calculou-se a economia mensal (**ECN**) para a UFPA em R\$/mês, através da multiplicação entre o DC e CMM, ficando a expressão:

$$\begin{aligned} \text{ECN} &= 59,93 * 1.340,45 \\ \text{ECN} &= 80.333,16 \text{ R\$/mês} \end{aligned}$$

Com este resultado, pode-se calcular também a diferença de custo entre o valor da fatura segundo a Concessionária CELPA paga pela UFPA e o valor do CGR (R\$), obtendo-se assim, o quanto a UFPA economizaria em R\$ no mês em questão se já utilizasse um sistema de geração renovável de energia.

$$\begin{aligned} &\text{Diferença de custo da fatura – Economia da UFPA} \\ &499.767,41 - 80.333,16 \\ &419.434,25 \text{ R\$/mês} \end{aligned}$$

Esse resultado mostra que a UFPA teria uma economia em R\$ de **80.333,16 R\$/mês**. Para uma instituição do porte da UFPA, é bastante significativo, uma vez que a mesma depende sempre de ajuda e parcerias

para realizar suas obras e melhorias para o bem estar social dos alunos e também estético.

Levando em consideração que o cálculo foi feito para DBE total encontrada de 11,413 t/dia e que somente 4,65 t/dia é preciso para atender o consumo de 1,86MWh da UFPA, este valor da economia com certeza aumenta a partir do momento que se fizer o cálculo específico para as 4,65 toneladas necessárias, porém, ocorre um excedente desta biomassa de 6,763, a qual não pode ser desperdiçada, assim, esse restante se poderá vender para a concessionária CELPA, a qual também desenvolve trabalhos com energia renovável ou então a UFPA ampliar o seu sistema de Geração de Energia Renovável afim de que atenda toda a DBE.

Em relação ao valor gasto com o CTP para cada distrito, esse pode vir a diminuir, uma vez que a quantidade para se encher a caçamba (12m<sup>3</sup>) é de 181 sacas e nem todos os distritos administrativos atendem esse valor, como é o exemplo do DAMOS, onde os resultados mostram que se perderia um tempo maior de deslocamento em relação a outros distritos e a DBE estar muito abaixo das 181 sacas necessárias para se encher a caçamba, ou seja, no caso do DAMOS, não é economicamente viável. No caso do DAOUT e DAICO, ocorre que a soma da DBE encontrada em cada um respectivamente, enche a caçamba, sendo assim, não teria a necessidade de duas caçambas, sendo uma para cada distrito e sim somente uma caçamba faria esse deslocamento. Sendo assim, esse custo cairia ainda mais. Levando em consideração o número de veículos a ser adotados (11), as horas trabalhadas, onde somente em três distritos passa das 8 horas cobradas pelo fretista, pode-se também vir a diminuir o número destas, uma vez que no distrito onde não se gastar às 8 horas, essa caçamba pode ser deslocada para dar suporte, facilitando assim o trabalho, uma vez que não é pago meia diária, assim, estes fretistas teriam que cobrir e cumprir toda as 8 horas durante o dia.

## 9 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com base nos resultados obtidos nas pesquisas feitas, para a viabilidade econômica da semente de açaí como recurso energético, pode-se concluir que:

- O cadastro desatualizado da Prefeitura Municipal de Belém (PMB), não possibilita que se possam fazer estudos de levantamentos e localização dos pontos de venda de açaí na cidade de Belém-PA com maiores precisões, o que facilitaria assim, o desenvolvimento deste trabalho;

- Na aplicação dos questionários durante o levantamento de campo, mesmo levando-se em conta o período de coleta das sementes, as quais variam sazonalmente, verificou-se que é viável a utilização da semente de açaí como recurso energético;

- Não tendo uma destinação final adequada, a semente de açaí em grande escala, possibilita que esse transporte seja feito diariamente, principalmente porque os bairros de maior produção ficam próximos a UFPA;

- Em comparação a outras biomassas, é viável utilizá-la uma vez que o único fator que difere das outras é o seu Teor de Umidade, o que acarretaria em uma quantidade maior de biomassa para queimar, porém a semente de açaí é encontrada em uma quantidade bem maior do que outras espécies;

- Os Softwares Microsoft Access e ARC VIEW, são as mais acessíveis e viáveis ferramentas de uso para este tipo de trabalho, onde inclui não só a formação de um Banco de Dados como também informações individuais sobre cada proprietário cadastrado e identificação destes pontos de venda;

- A divisão da cidade de Belém-PA em Distritos Administrativos, possibilitou a verificação dos roteiros através do GOOGLE EARTH, proporcionando assim de maneira fácil e acessível à distância total desde o primeiro bairro visitado até o seu ponto final que é a UFPA;

- Comparando o resultado do consumo de energia da UFPA quanto à geração através da biomassa, verificou-se a economia para a instituição tanto em valores reais quanto energéticos;

- O custo do transporte está acessível à realidade trabalhada no que se refere à coleta da biomassa e custo de geração renovável, porém, este custo poderia vir a cair ainda mais, se houvesse um maior apoio e interesse por parte dos órgãos competentes;

- Para os dados obtidos conclui-se que é economicamente viável a geração de energia através da biomassa para a UFPA, neste caso específico, a semente de açaí, o que contribuiria para um melhor desenvolvimento sustentável como também uma destinação final adequada para a mesma.

Para uma melhor viabilidade econômica da semente de açaí como recurso energético, recomenda-se ainda a realização de outras ações:

- A atualização cadastral dos pontos das casas de açaí, a fim de se facilitar o acesso a dados referentes ao número de proprietários, sacas, massa da saca e potencial energético para o banco de dados criado, estabelecendo períodos de atualização que atenda as diversas questões de sazonalidade, considerando a interferência em determinadas épocas de alguns fatores que influenciam diretamente as análises;

- A celebração de um convênio entre UFPA e a SESAN, órgão executor da política de RS e responsável pela coleta dos mesmos, incluindo a semente de açaí, onde se desenvolverão todas as etapas da pesquisa com o esforço institucional de cada convenhado;

- Um maior apoio e interesse do órgão gestor, SESAN, através do seu setor competente, o Departamento de Resíduos Sólidos- DRES, para disponibilizar toda a logística necessária, tal como, transporte para a coleta da semente de açaí, pessoal de apoio em numero suficiente para a atualização do cadastro nos pontos de venda de açaí e treinamento adequado para as equipes de trabalho, assim como, local para o descarregamento da biomassa em grande quantidade, caso seja necessário o armazenamento antes de chegar a UFPA;

- Implantar e manter um projeto de Educação Ambiental específico a fim de conscientizar a população e principalmente os produtores do açaí;

- Estudos alternativos de produtos que contribuam para a construção civil, uma vez que durante a queima há a sobra de cinzas, o que possibilitaria a sua utilização como agregado em argamassas;

- Implantação de novas usinas de geração de energia renovável;

- Estudar novas alternativas não só de viabilidade econômica como de destinação final para a semente de açaí.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA DE COOPERAÇÃO INTERNACIONAL DO JAPÃO. *Plano Diretor de Transportes Urbanos (PDTU) - Região Metropolitana de Belém*. Relatório Final. Belém, 2001;

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasil). Fontes renováveis. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=63>>. Acesso em: 25 ago. 2007;

ALVES, S.M; VASCONCELOS, M.A.M. Sistema de produção do açaí: colheita e pós-colheita. Disponível em: [http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Acai/SistemaProducaoAcai\\_2ed/paginas/colheita.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Acai/SistemaProducaoAcai_2ed/paginas/colheita.htm). Acesso em 25 out. 2006;

AMAGAI, K., SAITO, M., OGIWARA, G., KIM, C. J.; ARAI, M. Combustion Characteristics of Moist Wood. In: INTERNATIONAL JOINT POWER GENERATION CONFERENCE, 2000, Miami Beach. *Proceedings of 2000*. Miami Beach: ASME Books, 2000. p. 23-26;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 10004*: Resíduos Sólidos - classificação. São Paulo: ABNT, 2002. 71 p;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 10006*: Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos. São Paulo: ABNT, 2002. 3 p;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 12810*: Coleta de resíduos de serviços de saúde. São Paulo: ABNT, 1993. 3 p;

BÁRTOLI, Sérgio Pinto; TACO, Pastor Willy Gonzales; YAMASHITA, Yaeko. Modelagem *raster* para distribuição de viagens urbanas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Flórianópolis. *Anais ...* Flórianópolis: INPE, 2007;

BRUTON, M. J. *Introdução ao Planejamento de Transportes*; tradução de João Bosco Furtado Arruda, Carlos Braune e César Cals de Oliveira, Rio de Janeiro: interciência; São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1979;

CALEGARI, Leandro; FOELKEL, Celso Edmundo Bochetti; HASELEIN, Clovis Roberto; ANDRADE, José Luis Silva de. *Características de algumas biomassas usadas na geração de energia no sul do Brasil*. *Biomassa & Energia*, v. 2, n. 1, p. 37-46, jan./mar. 2005;

CALLE, F. R.; BAJAY, S. V.; ROTHMAN, H. *Uso da biomassa para a produção de energia na indústria brasileira*. Campinas: UNICAMP, 2005; CARNEIRO, Paulo F. Norat. *Apostila Resíduos Sólidos e Limpeza Pública* Belém – 2007;

CHUNG, M. Y; KIM, T. S; CHO, H. S e SUNG, D. K. "Modeling of Terminal Mobility to Evaluate the Number of Location Updates", IEEE, ISSN 0-7803-3925-8, pp. 1266-1270, 1997;

COELHO, Suani Teixeira. A biomassa como fonte de energia. *Revista Eletricidade Moderna*, São Paulo, ano 32, n. 365, ago. 2004;

DE TONI, Jackson. Planejamento e Transportes: possibilidades metodológicas alternativas. In: CONGRESSO DA AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTE PÚBLICO, 13., 2000, Porto Alegre. *Anais ...* Porto Alegre: [s.n], 2000;

ENERGIA: panorama energético atual e perspectivas futuras. Disponível em: <<http://www.biodieselecooleo.com.br/energia/agroenergia.htm>>. Acesso em: 3 jan. 2006;

ENERGIAS não renováveis e sua preservação. Cap. 14. Disponível em: <<http://www.abcdenergia.com/enervivas/cap14.htm>>. Acesso em: 26 ago. 2003;

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Centro das Indústrias do Estado de São Paulo. *Ampliação da oferta de energia através da biomassa*. São Paulo, 2001. Disponível em: <[http://www.fiesp.com.br/download/publicacoes\\_meio\\_ambiente/relatorio\\_dma.pdf](http://www.fiesp.com.br/download/publicacoes_meio_ambiente/relatorio_dma.pdf)>. Acesso em: 25 mar. 2006;

GONZALES-TACO, PASTOR W.; KAWAMOTO, EIJI; BARRETO, GUILHERME A. APLICAÇÃO DE REDES NEURAIS ARTIFICIAIS NA MODELAGEM DE VIAGENS ENCADEADAS: UM ESTUDO PRELIMINAR. DISPONÍVEL EM: <[http://www.fiesp.com.br/download/publicacoes\\_meio\\_ambiente/relatorio\\_dma.pdf](http://www.fiesp.com.br/download/publicacoes_meio_ambiente/relatorio_dma.pdf)>. Acesso em: 25 mar. 2006;

HINRICHS, R. A; KLEINBACH, M. *Energia e meio ambiente*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003;

LEÃO, A.O; PADILHA, J. L. *Diagnóstico do potencial energético das empresas madeireiras e estimativas dos custos de transporte de biomassa para comunidades isoladas no estado do Pará*. Trabalho de Conclusão de Curso, 2006 (Departamento de Engenharia Mecânica) Universidade Federal do Pará- UFPA- Belém, 2006;

LELLIS, M. M. *Fontes alternativas de energia elétrica no contexto da Matriz Energética Brasileira: meio ambiente mercado e aspectos jurídicos 2007*. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Energia) Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI – Minas Gerais, 2007;

LORA, Electo Eduardo Silva; GÓMEZ, Edgardo Olivares. *Tecnologias de Conversão Energética da Biomassa*. Disponível em: <<http://www.nest.unifei.edu.br/portugues/cursos/Files/FolderBiomassaA4.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2008;

LUCZYNSKI, E; BAHIA, R. R. Requisitos de Reservas Petrolíferas para as Alternativas de Cenários e Matrizes Energéticas - Brasil 2000/2030. *T & N Petróleo*, Rio de Janeiro, n. 42, p. 98-112, 2005;

MAGALHÃES, Edney Alves. Desenvolvimento e análise de uma fornalha para aquecimento direto e indireto de ar utilizando biomassa polidispersa. 2007. 213 f. Tese (Doutorado em Ciências), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). *Balanço Energético Nacional 2007*. Disponível em: [http://www.mme.gov.br/site/menu/select\\_main\\_menu\\_item.do?channelId=1432&pagelId=14131](http://www.mme.gov.br/site/menu/select_main_menu_item.do?channelId=1432&pagelId=14131). Acesso em 15 de out. 2007;

NOGUEIRA, L. A. H; LORA, E. E.S. *Wood Energy: Principles and applications, 2002*;

TURNER, M. G, O'NEILL, R.; CONLEY, W.; CONLEY, M. R., UMPHRIES, H. C. Pattern and Scale: Statistics for landscape Ecology. In: *Quantitative Methods in Landscape Ecology*. Editors: Turner, M. G. & Gardner, R. H. E. Springer –Verlag, New York, 1991.17-49 pp;

PAIVA, C. *Modelagem em Trafego e Transporte – Modelos tradicionais em tráfegos de transportes*. Centro de Tecnologia (CET) – Universidade de São Paulo (USP), 2005;

PIRES, L.F. de A. *Gestão ambiental da implantação de sistemas de transmissão de Energia elétrica Estudo de caso: interligação norte/sul i*. 2005. Dissertação (Programa de Pós-Grauação em Ciências Ambientais) Universidade Federal Fluminense- Niterói - Rio de Janeiro, 2005;

PRIMO, K. R; SALOMON, K. R.; TEIXEIRA, F. N.; LORA, E. S. Estudo de dispersão atmosférica dos Óxidos de Nitrogênio (Nox) emitido durante a queima de bagaço em uma usina de açúcar. *Biomassa & Energia*, v. 2, n. 1, p. 79-90, jan./mar. 2005;

REIS, Lineu Bélico; FADIGAS, Eliane A. Amaral; CARVALHO, Elias. *Energia, Recursos Naturais e a Prática do Desenvolvimento Sustentável*. Barueri: Manole, 2005;

ROGEZ, H. *Açaí: preparo, composição e melhoramento da conservação*. Belém, EDUFPA, 2000;

PINHEIRO, G.; RENDEIRO, G.; PINHO J. Resíduos do Setor Madeireiro: Aproveitamento Energético. *Biomassa & Energia*, v. 1, n. 2, p. 199-208, 2005;

SANTOS, Sandra Maria Apolinário dos. *Geração de eletricidade em comunidades isoladas na Região Amazônica com a utilização de gaseificadores de biomassa*. 2006. 185 f. Dissertação (Mestrado em Energia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006;

STAISS, C. PEREIRA, H. *Biomassa: energia renovável na agricultura e no sector florestal*. *AGROS*, n. 1. p. 21-30, 2001.

TABACNIKS, M. H (2003), *Instituto de Física da Universidade de São Paulo*. Edição: Shila e Giuliano S. Olguin. São Paulo, 2003;

TILLMAN, D. A. *The Combustion of Solid Fuels and Wastes*. San Diego: Academic Press. 1991. 378 p.