



**UFSM**

Dissertação de Mestrado

**POTENCIAL BIOENERGÉTICO – UMA ABORDAGEM DA  
GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA UTILIZANDO  
CASCA-DE-ARROZ E RESÍDUOS DA MADEIRA  
ATRAVÉS DO ESTUDO DE CASO**

---

**Suzy Elizabeth Pinheiro Canes**

**PPGEP**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2005**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**POTENCIAL BIOENERGÉTICO – UMA ABORDAGEM DA  
GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA UTILIZANDO  
CASCA-DE-ARROZ E RESÍDUOS DA MADEIRA  
ATRAVÉS DO ESTUDO DE CASO**

---

por

**Suzy Elizabeth Pinheiro Canes**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Área de Concentração em Qualidade e Produtividade, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM,RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de

**Mestre em Engenharia de Produção**

**PPGEP**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2005**

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**POTENCIAL BIOENERGÉTICO – UMA ABORDAGEM DA  
GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA UTILIZANDO  
CASCA-DE-ARROZ E RESÍDUOS DA MADEIRA  
ATRAVÉS DO ESTUDO DE CASO**

elaborada por

**Suzy Elizabeth Pinheiro Canes**

como requisito parcial para a obtenção do grau de  
**Mestre em Engenharia de Produção.**

COMISSÃO EXAMINADORA

---

Prof. Ronaldo Hoffmann, Dr. (Orientador)

---

Prof. Djalma Dias da Silveira, Dr.

---

Prof. Arno Udo Delmeyer, Dr.

Santa Maria, julho de 2005.

## **AGRADECIMENTOS**

Muitas são as pessoas que de diferentes maneiras contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho. Entre elas, gostaria de expressar meu reconhecimento ao Prof. Dr. Ronaldo Hoffmann, pelo seu incansável desempenho como orientador e amigo.

A minha família que de diversas formas esteve sempre me apoiando nos momentos mais difíceis.

Ao meu esposo Paulo e ao meu filho Matheus, por estarem participando deste momento tão importante da minha vida.

Ao PPGEF, secretários e professores que sempre estiveram prontos a atender quando solicitados.

Aos Diretores das Empresas Urbano Agroindustrial Ltda e Forjasul Madeiras S.A., que abriram as portas para o desenvolvimento deste trabalho, o meu muito obrigada.

Obrigada a todos que de alguma forma contribuíram para a realização desta pesquisa e não foram mencionados diretamente.

E, principalmente, a Deus, pela oportunidade de ter sucesso nesta etapa de aprendizagem da minha vida.

*“Uma sociedade sustentável é aquela que  
satisfaz suas necessidades sem diminuir  
as perspectivas das gerações futuras”.*

Lester Brown

## **RESUMO**

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção  
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil.

### **POTENCIAL BIOENERGÉTICO – UMA ABORDAGEM DA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA UTILIZANDO CASCA DE ARROZ E RESÍDUOS DA MADEIRA ATRAVÉS DO ESTUDO DE CASO**

AUTORA: SUZY ELIZABETH P. CANES

ORIENTADOR: Prof. Dr. RONALDO HOFFMANN

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 04 de julho de 2005.

Este trabalho apresenta uma abordagem da geração de energia elétrica utilizando Biomassa (casca do arroz e resíduos da madeira). Através do qual foi possível observar uma maior abrangência de conhecimentos no que diz respeito a gestão ambiental. A metodologia utilizada foi através de entrevistas diretas com pessoas encarregadas nas usinas de geração de energia, nas empresas Urbanas Agroindustrial Ltda em São Gabriel e Forjasul Madeiras S.A. em Encruzilhada do Sul. Foi possível constatar que ambas são auto-sustentáveis, porém nenhuma das concessionárias AES Sul - São Gabriel e CEEE - Encruzilhada do Sul manifestaram interesse no aproveitamento energético das mesmas assim as empresas produzem somente a energia que irão usufruir. Desse modo os fatores competitivos e de gestão ambiental trabalham juntos, pois os resíduos gerados pelas empresas são utilizados na geração de energia e não mais jogados no meio ambiente. Conclui-se que se faz necessário que as empresas em estudo, obtenham um maior conhecimento no sistema de gerenciamento ambiental através de uma parceria com as concessionárias citadas, para que com isso atinjam um acordo para a utilização da energia gerada em excesso, de maneira a obter uma energia mais limpa, tornando-se com isso mais competitivas.

**Palavras chave:** energia elétrica, gestão ambiental, competitividade.

## **ABSTRACT**

Dissertation of Master degree  
Postgraduation Program in Production Engineering  
Federal University of Santa Maria, RS, Brazil

### **BIOENERGIC POTENTIAL – AN APPROACH OF GENERATION OF ELECTRICAL ENERGY USING RICE HUSK AND WOODEN RESIDUES THROUGH THE STUDY OF THE CASE**

AUTHOR: SUZY ELIZABETH P. CANES  
ADVISOR: Prof. Dr. RONALDO HOFFMANN  
Santa Maria July 04, 2005.

This paper shows an approach to electrical generation using Biomass (rice husk, wooden residual) through which it was possible to observe a better enclosure of knowledge about environmental management. The methodology used was through direct interviews with people in charge in the power plants at Urbano Agroindustrial Ltda in São Gabriel, and at Forjasul Madeiras S.A. Company in Encruzilhada do Sul. It was possible to verify that both are self-sustainable but none of the concessionaries AES Sul - São Gabriel and CEEE - Encruzilhada do Sul showed any interest in the energetic utilization of them, so the firms produce only the energy they will use. In that way the competitive factors and environmental administration work together for the residues generated by the firms are utilized in the generation of energy and no more thrown in the environment. It was concluded that it is necessary that the studied firms obtain a better knowledge on the system of environmental administration through a partnership with the mentioned concessionaries in order to reach an agreement to the utilization of the energy generated in excess to obtain a cleaner energy, and so being more competitive.

**Key words:** energy electric, environmental management, competitiveness.



## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Matéria, energia e local de ocorrência .....	11
TABELA 2 - Principais fontes de energia .....	12
TABELA 3 - Pressão x Temperatura de Ebulição .....	29
TABELA 4 - Elementos prejudiciais na caldeira .....	36
TABELA 5 - Oferta da biomassa em relação ao consumo .....	55
TABELA 6 - Aquisição x Produção .....	56

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Fluxo da Geração de Energia Elétrica .....	24
FIGURA 2 - Toras de madeira empilhadas no pátio da Empresa Forjasul S. A.	27
FIGURA 3 - Silo de material verde no pátio da Empresa Forjasul S. A. abastecendo um caminhão com parte de resíduos para a comercialização .....	27
FIGURA 4 - Silo de material verde no pátio da Empresa Forjasul S. A. mostra uma tabulação que traz vapor para as estufas .....	28
FIGURA 5 - Interior da Empresa Forjasul Ltda – Setor de Produção .....	28
FIGURA 6 - Torres de refrigeração de água da Empresa Forjasul S. A. ....	30
FIGURA 7 - Abertura frontal da fornalha da Empresa Urbano Agroindustrial ...	31
FIGURA 8 - Sistema de controle do nível de água .....	37
FIGURA 9 - Gerador e Turbina da Empresa Forjasul Madeiras .....	40
FIGURA 10 - Gerador da Empresa Urbano Agroindustrial Ltda.....	41
FIGURA 11 - Vista aérea da Empresa Urbano Agroindustrial - São Gabriel .....	42

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1	Tempo (meses) x Energia produzida (Kwh) da Empresa Forjasul S. A .....	58
----------	--	----

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>x</b>
<b>LISTA DE QUADROS.....</b>	<b>xi</b>
<b>CAPITULO 1 – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>01</b>
<b>1.1 Panorama Geral de Energia.....</b>	<b>02</b>
<b>1.2 Proposta de Estudo/Problema de Pesquisa.....</b>	<b>03</b>
<b>1.3 Objetivos.....</b>	<b>04</b>
1.3.1 Objetivo Geral .....	04
1.3.2 Objetivos Específicos.....	04
<b>1.4 Justificativa/Importância e Contribuição do Estudo.....</b>	<b>04</b>
<b>1.5 Metodologia.....</b>	<b>07</b>
<b>1.6 Estrutura do Trabalho.....</b>	<b>08</b>
<b>CAPÍTULO 2 – FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 Tecnologias de Produção de energia elétrica a partir da Biomassa.....</b>	<b>13</b>
2.1.1 Cogeração a partir da Biomassa.....	13
<b>2.2 Descrição das tecnologias para a geração de eletricidade com Biomassa.....</b>	<b>15</b>
<b>2.3 Descrição das categorias de Cogeração.....</b>	<b>18</b>
<b>2.4 Biomassa.....</b>	<b>19</b>
<b>2.5 Desenvolvimento Sustentável .....</b>	<b>21</b>
2.5.1 Recursos Renováveis no Brasil.....	22
<b>CAPÍTULO 3 - PROCESSO DE GERAÇÃO DE ENERGIA .....</b>	<b>24</b>
<b>3.1 Tecnologias de Geração de Energia Elétrica: utilizando casca de arroz e resíduos de madeira.....</b>	<b>24</b>
3.1.2 Processo de Geração de Energia utilizando a casca do arroz.....	25

<b>3.2 Tecnologias de Geração de Energia Elétrica: resíduos de madeira.....</b>	<b>25</b>
3.2.1 Processo de geração de energia utilizando a casca da madeira.....	26
<b>3.3 Princípios do sistema de geração de vapor.....</b>	<b>29</b>
<b>3.4 Tipo de Caldeira.....</b>	<b>31</b>
3.4.1 Sistema de queima .....	31
3.4.2 Combustível das Empresas.....	32
3.4.3 Oxigênio (O <sub>2</sub> ) .....	33
3.4.4 Tiragem de CO <sub>2</sub> gases e resíduos da queima.....	33
3.4.5 Limpeza dos materiais particulados da tiragem .....	33
3.4.6 Sistema de coletas de resíduos sólidos.....	34
3.4.6.1 Performance de combustão.....	34
3.4.7 Sistema de alimentação d'água.....	35
3.4.8 Sistemas de controles auxiliares e segurança.....	36
3.4.9 Controle do nível de água e segurança.....	37
3.4.10 Controladores de pressão e segurança.....	38
3.4.11 Torres de resfriamento.....	39
<b>3.5 Gerador.....</b>	<b>39</b>
<b>CAPÍTULO 4 – CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS .....</b>	<b>42</b>
<b>4.1 Empresa Urbano Agroindustrial Ltda.....</b>	<b>42</b>
4.1.1 Histórico da Empresa .....	43
<b>4.2 Empresa Forjasul Madeiras S.A.....</b>	<b>44</b>
4.2.1 Histórico da Empresa Forjasul Madeiras S. A.....	44
<b>CAPÍTULO 5 – COMPARATIVO DAS VANTAGENS E DESVANTAGENS .....</b>	<b>47</b>
<b>5.1 Variáveis ambientais e econômicas associadas a competitividade e tecnologia.....</b>	<b>47</b>
<b>5.2 Questões ambientais relacionadas a casca do arroz e madeira.....</b>	<b>53</b>
<b>5.3 Aspectos econômicos da geração através da casca do arroz e dos resíduos da madeira.....</b>	<b>53</b>
<b>5.4 Mapeamento das variáveis econômicas.....</b>	<b>54</b>
<b>CAPÍTULO 6 – DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>59</b>
<b>CAPÍTULO 7 – CONCLUSÃO .....</b>	<b>62</b>
<b>7.1 Sugestões para trabalhos futuros.....</b>	<b>64</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>65</b>

# **CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO**

## **1.1 Panorama Geral da Energia**

O consumo de energia está crescendo rapidamente no mundo promovendo o crescimento da economia, melhorando o nível de conforto das populações e satisfazendo suas necessidades e aspirações. Independentemente da origem, um aumento incontrolável no consumo energético pode resultar em impactos globais desfavoráveis em termos de deterioração do meio ambiente, aumento dos preços dos derivados de petróleo e de outros combustíveis fósseis, aumento da desigualdade econômica e social entre países ricos e pobres, e uma conseqüente instabilidade no mundo financeiro (RAMAKUMAR, 1996).

Os constantes reajustes tarifários de energia elétrica estão estimulando a indústria nacional a investir na auto-geração de energia. Essa medida tende a continuar prevalecendo como alternativa para o setor se proteger dos aumentos e racionamentos. Das 53 usinas térmicas e hidrelétricas em construção, segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2005), treze têm participação de empresas privadas. Essas unidades correspondem a 13,5% do total de 13,1 mil megawatts (MW) em andamento, o equivalente a 1,7 mil MW.

O Brasil é um país atípico no cenário mundial, pelo grande aproveitamento dos recursos hidráulicos, dado a sua geografia acidentada e grandes cursos d'água em algumas regiões. Mesmo assim, as novas fronteiras da expansão da energia renovável, para o caso do Brasil, são os recursos bioenergéticos centrados principalmente em fontes como: resíduos florestais, óleos vegetais, bagaço de cana-de-açúcar e casca do arroz (TOLMASQUIM; TIAGO FILHO, 2003).

A possibilidade de aplicação das tecnologias de geração renovável de energia representa um importante vetor de desenvolvimento social e econômico para comunidades, isoladas ou não, de diversas regiões do país. Este tipo de iniciativa é fundamental para as estratégias que buscam a sustentabilidade do desenvolvimento e a democratização do acesso à energia em suas formas mais adequadas, favorecendo a geração de empregos, a melhoria da qualidade de vida, o uso otimizado das dimensões continentais e da diversidade de fatores sociais, econômicos e ambientais do País.

A utilização de novas fontes de energia renovável tomou ímpeto após a realização da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, conhecida como Rio 92 (no Brasil) e ECO 92 (no exterior).

Foi recomendado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (2000), o estabelecimento de um Foro Permanente (instalado em outubro de 1993) para assegurar a implementação das diretrizes e a Criação de Centros de Referência, direcionado às diversas tecnologias, que vieram a se materializar a partir do ano seguinte, como o Centro de Referência de Energia Solar a Eólica – CESESB, o Centro de Referência em Biomassa – CENBIO e o Centro de Referência em Pequenas Centrais Hidrelétricas – CERPCH, estabelecidos em 1994, 1996 e 1997, respectivamente.

O setor privado também se organizou e criou, em novembro de 1994, a Associação Brasileira de Empresas de Energia Renovável e Eficiência Energética – ABEER, formada por representantes de empresas que atuam nestes segmentos no país (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2000).

Dentro deste contexto, a atual crise no abastecimento de energia traz novamente à discussão a necessidade de introduzir novas fontes de energia primária na Matriz Energética Nacional. A utilização de fontes de energia renováveis, em particular a biomassa, aparece como uma oportunidade de singular importância, por colaborar na oferta de energia do sistema interligado do País. Trata-se de geração descentralizada e próxima aos pontos de carga, com equipamentos e combustível nacional (resíduos de processo). Existem várias formas de conversão

da biomassa em energia, sendo que as mais utilizadas são a combustão direta, a gaseificação e a pirólise (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2000).

A questão ambiental, com a necessidade de minimização das emissões de CO<sub>2</sub>, é um ponto favorável ao uso da biomassa, pois quando ela é queimada, CO<sub>2</sub> é liberado na atmosfera; entretanto esse gás é absorvido pelas plantas durante a fotossíntese, mantendo constante a sua quantidade na atmosfera. Vantagens como estas fazem com que a biomassa seja opção estratégica para o mundo também, só dependendo de políticas adequadas para sua viabilização. Vale ressaltar que os distintos cenários, presente nas macro regiões do País, influenciam diretamente nos parâmetros de utilização da biomassa como fonte energética (AMBIENTE BRASIL, 2004).

De maneira geral, a biomassa assim empregada enquadra-se perfeitamente no conceito do desenvolvimento sustentável, pois permite a criação de empregos na região, dinamiza as atividades econômicas, reduz os custos relativos à distribuição e transmissão da energia gerada e, quando utilizada de forma sustentável, não agride o meio ambiente.

Avaliações da distribuição de oferta de biomassa realizada na Região Sul, demonstraram uma importante sobreposição de interesses: a oferta de biomassa está localizada exatamente onde se manifesta demanda reprimida de energia, fato que, por si só, elimina um importante problema existente na viabilização de centrais termelétricas à biomassa: o transporte de combustível (HOFFMANN, 1999; PRETZ, 2001).

## **1.2 Proposta de Estudo/Problema de Pesquisa**

Através do processo de geração de energia elétrica utilizando biomassa, ao que tudo indica, possibilita às empresas auto-sustentabilidade energética, uma vez que há excedente de energia, que pode ser repassado às concessionárias de



energia elétrica da região, além do que se contribui, com o uso dos resíduos, para a preservação ambiental.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo Geral**

Avaliar como o processo de geração de energia elétrica, a partir da queima da casca do arroz e dos resíduos da madeira das empresas em estudo, contribui para o desenvolvimento das organizações como instrumento de competitividade e gestão ambiental.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Identificar e caracterizar as empresas em estudo que empregam a tecnologia de geração de energia elétrica através da queima de biomassa através do estudo de caso;
- Identificar e comparar as vantagens e desvantagens da utilização desta tecnologia, enfocando os aspectos de produtividade e gestão ambiental.

### **1.4 Justificativa/Importância e Contribuição do Estudo**

Este trabalho aborda a diversidade das fontes naturais de energia como alternativa de geração de energia elétrica, particularmente a partir da biomassa, comprovando uma grande oportunidade e contribuição para o setor elétrico nacional.

Hoje o mundo em que vivemos nos faz pensar e analisar as transformações de uma maneira mais precisa, as mudanças dos padrões são dinâmicas e

pressionam os agentes econômicos para inovar os seus processos, produtos e tecnologias, como forma de garantir a sua sobrevivência em um mercado de forte concorrência. É desta forma que surge uma nova realidade, a globalização da economia que, consigo, traz novos conceitos de qualidade total, produtividade e competitividade como formas de sobrevivência das empresas.

Com isso surge uma nova necessidade de desenvolver competências, através da gestão tecnológica como fator crítico de grande sucesso das empresas, formando um conjunto de ferramentas e técnicas para que o planejamento estratégico e operacional atue como inovação.

Segundo Donaire (1999), as portas do mercado e do lucro ficam cada vez mais estreitas para aquelas empresas que desprezam as questões ambientais na tentativa de maximizar seus lucros e socializar os prejuízos. Atitudes e medidas para não poluir ou poluir menos tornam condição básica para bons negócios e mesmo para a própria sobrevivência de uma empresa no mercado. Ao contrário do que se via no passado, a despreocupação com as exigências da legislação ambiental pode se traduzir em redução de lucros, pela perda de competitividade no mercado, descrédito institucional e, até, a paralisação das atividades.

A questão do aproveitamento dos resíduos industriais é abordada por Frosch (1997), quando afirma que ao invés de serem automaticamente enviados para o lixo, os resíduos deveriam ser percebidos como suprimento de matéria-prima e, portanto, fontes úteis de material e energia para outros processos e produtos industriais.

Uma das maneiras mais imediatas de se elevar o índice de eficiência no aproveitamento da energia existente em um combustível, é lançar mão do calor gerado, isto é, do efeito térmico quando da geração termelétrica. Muitos processos industriais deixam de aproveitar recursos térmicos e ou elétricos excedentes nas vizinhanças e os buscam longe, a custo maior, gerando um consumo adicional de energia Campos (1992).

Para buscar-se racionalidade e desenvolvimento, conduzindo a uma perspectiva de maior eficiência no uso de recurso natural, a biomassa aparece, para o Rio Grande do Sul, como um grande ponto a ser trabalhado, pois, além de ser o segundo item de importância na matriz energética e exibir os menores rendimentos de transformação e, portanto maior campo para melhorias, é uma fonte primária com extraordinário potencial de expansão, principalmente por:

- a) ser grande produtor de resíduos agrícolas;
- b) ter vasta experiência florestal;
- c) e, possuir um parque industrial razoavelmente desenvolvido e passível de mobilização (NODARI, 1996, *apud* HOFFMANN, 1999, p. 07).

Dentro deste cenário dinâmico, globalizado, altamente competitivo de crescente evolução da preocupação ambiental associados à economia da nossa região que se caracteriza pela atividade agropecuária que gera, como dito anteriormente uma série de sub-produtos/resíduos com grande potencial de transformação, surgem algumas empresas que têm explorado a geração de energia elétrica através da queima de biomassa.

A geração de energia elétrica através da biomassa, ao que tudo indica, possibilita às empresas a auto-sustentabilidade, uma vez que o excedente de energia é repassado as concessionárias de energia elétrica da região, além do que contribui para a preservação ambiental.

O interesse pela elaboração deste trabalho foi através de leituras e observações realizadas no período em que fui contratada pela concessionária AES Sul, onde a empresa apresentava algumas alternativas para geração de energia e, a partir daí, surgiu a gama de curiosidades sobre a geração e os contra-tempos ocasionados pelas faltas de energia. O resultado disso foi o estudo sobre as fontes renováveis utilizando resíduos agroindustriais, florestais e outros que se encontram descritos neste trabalho.

## 1.5 Metodologia

A metodologia utilizada na presente dissertação consiste de uma análise expositiva a partir de uma pesquisa de campo, dada a característica da questão proposta para o estudo, que é a de avaliar como o processo de geração de energia elétrica, a partir da queima da casca do arroz e dos resíduos da madeira das empresas em estudo, contribui como instrumento de competitividade e gestão ambiental.

Visando a corroborar com o objetivo geral e atender a questão proposta desse estudo, foram realizados dois estudos de casos, um na Empresa Urbano Agroindustrial Ltda localizada na cidade de São Gabriel - RS, e outro na Empresa Forjasul Madeiras S. A. localizada na cidade de Encruzilhada do Sul - RS na geração de energia utilizando biomassa no período de 2003 e, a partir daí, aprimorar um comparativo entre ambas sobre a geração, utilização e fatores competitivos entre elas.

As pesquisas de campo dividem-se em três grandes grupos: quantitativo-descritivos, exploratórios e experimentais, com as respectivas subdivisões. Porém o referido trabalho utilizou-se do Exploratório que se detém em investigações de pesquisa empírica cujo objetivo é a formulação de questões ou de um problema, com tripla finalidade: desenvolver hipóteses, aumentar a familiaridade do pesquisador com um ambiente, fato ou fenômeno, para a realização de uma pesquisa futura mais precisa ou modificar e clarificar conceitos (LAKATOS e MARCONI, 2003).

Obtêm-se freqüentemente descrições tanto quantitativas quanto qualitativas do objeto de estudo, e o investigador deve conceituar as inter-relações entre as propriedades do fenômeno, fato ou ambiente observado. Existe, porém uma variedade de procedimentos de coletas de dados que pode ser utilizada, como entrevista, observação participante, análise de conteúdo etc, para o estudo relativamente intensivo de um pequeno número de unidades, mas geralmente sem o emprego de técnicas probabilísticas de amostragem. Muitas vezes ocorre a

manipulação de uma variável independente com a finalidade de descobrir seus efeitos potenciais.

Para o referido trabalho utilizou-se a observação participante onde através dos dados encontrados na bibliografia e as perguntas realizadas de forma oral a fim de buscar dados e informações sobre a pesquisa, foram realizadas junto aos encarregados das usinas nas empresas e outras pessoas que de alguma forma contribuíram com informações contidas nos arquivos da empresa. Após foi analisado e constatado como é trabalhar junto a estas organizações.

Através da instigação informal foram surgindo mais indagações e anotadas no decorrer da pesquisa, mas podemos exemplificar pela relação que segue algumas perguntas que foram selecionadas para realizar nas empresas em estudo:

1. Porque da inclusão do processo de geração de energia?
2. O que levou a(s) empresa(s) a buscar este tipo de tecnologia?
3. Quais as vantagens do processo de geração?
4. Quais as desvantagens do processo de geração?
5. Como é realizado o acompanhamento dos dados de geração?

O estudo de caso através da pesquisa de campo exploratório também encontra algumas subdivisões que são: estudos exploratório-descritivos combinados estudos usando procedimentos específicos para a coleta de dados e estudos de manipulação experimental.

## **1.6 Estrutura do Trabalho**

O presente trabalho está estruturado em 7 Capítulos, segundo a descrição abaixo:

O capítulo 1, faz uma apresentação introdutória sobre o panorama geral de energia e a proposta de estudo fixada no trabalho, bem como o objetivo geral e os específicos em contrapartida com a importância e contribuição do estudo, a

metodologia utilizada para a elaboração do estudo de caso e por fim a estrutura do trabalho.

No capítulo 2, são abordadas as fontes alternativas de energia, tecnologias de produção de energia elétrica a partir da biomassa, co-geração a partir da biomassa, descrição das tecnologias para a geração de eletricidade com biomassa, descrição das categorias de co-geração, os tipos de biomassa e os recursos renováveis no Brasil.

No capítulo 3, apresenta-se o Processo de geração de energia e as Tecnologias de geração de energia elétrica utilizando casca de arroz e resíduos da madeira, os tipos de caldeira, combustível, alguns sistemas de controle e geração.

No capítulo 4, realiza-se uma apresentação das empresas em estudo e seu histórico.

No capítulo 5, faz-se uma abordagem do estudo comparativo entre as vantagens e desvantagens sobre o uso da geração de energia elétrica utilizando biomassa, seu potencial econômico e as questões ambientais a partir dos objetivos propostos.

No capítulo 6, é proposta uma análise para discussão e análise de resultados dos fatos encontrados nas empresas.

Finalmente no capítulo 7, apresenta-se a conclusão e as sugestões para trabalhos futuros.

## **CAPÍTULO 2 - FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA**

As fontes alternativas de energia enfocadas são a consistência do trabalho e a biomassa sua interface com a matéria, o meio ambiente e a sociedade que dela dispõe, transforma e utiliza, bem como dos conceitos da termodinâmica que são, explicita ou implicitamente, utilizados.

Abordam-se as principais tecnologias aplicáveis à escala de geração de energia com biomassa e sua diversidade de técnicas que são revistas, com a participação dos conceitos aplicáveis à geração de energia através de fontes alternativa.

Porém, antes de abordar o tema Fontes Alternativas de Energia, faz-se uma descrição sintética do que vem a ser energia, como segue.

As relações mais conhecidas entre energia, matéria e meio ambiente são os diversos ciclos (da água, do carbono, do oxigênio, do nitrogênio, e outros). O uso de matérias (do solo, da água, do ar, e de minerais) passa por fase de melhoria do gerenciamento. As cadeias tróficas englobando plantas, protistas e minerais, e suas interferências (ativas e passivas) tentam expor a intrigada relação da vida planetária. E, em todos, é possível observar-se a presença marcante da energia.

Originalmente, o termo energia (do grego) significa “força interna ou do interior”, e sabe-se que é o “elemento” que liga as partículas, os átomos e as moléculas para formar toda a matéria conhecida. As unidades mais comuns para quantificar a energia são o Joule (J), a Caloria (cal) e o Watt hora (Wh).

Desde que Einstein formulou sua famosa relação relativística, é possível estabelecer uma relação formal entre massa e energia. Assim sendo, um quilo de matéria contém 25 TWh de energia (potencialmente  $1 \cdot (3 \times 10^8)^2 / 3600 = 25.1012 \text{Wh}$ ).

A tabela 1 apresenta uma inovadora classificação das formas de existência e disponibilidade da energia, baseada na inter-relação entre estado e a massa.

TABELA 1 - Matéria, energia e local de ocorrência

Matéria	Energia		Local de ocorrência	
	Associada à	Forma		
Água	Massa	Potencial	Rios e Lagos	
		Cinética	Marés	
			Ondas	
		Térmica	Oceanos Subsolo	
Química	Hidrosfera			
Ar	Massa	Cinética	Atmosfera	
		Térmica	Atmosfera	
		Química	Atmosfera	
Terra (Planeta)	Massa	Térmica	Subsolo	
		Química	Subsolo	
		Magnética	Superfície	
		Gravitacional	Espaço	
BIOMASSA	Petróleo	Molécula	Química	Subsolo
	Gás	Molécula	Química	Subsolo
	Carvão	Molécula	Química	Subsolo
	Fresca	Molécula	Química	Subsolo e água
Urânio	Atômica	Radioativa	Subsolo	
Sol	Atômica	Radioativa	Biosfera	

Fonte: Kaehler (1993).



Segundo tal proposta, é possível classificar a energia associada à matéria em três casos: a que esta associada à massa e que pode ser utilizada sem afetar a estrutura da matéria, como a térmica, a magnética e a mecânica; a que está associada à estrutura molecular e que promove transformações físico-químicas na estrutura da matéria em sua utilização, como a energia dos processos fisiológicos, a energia química de hidrocarbonetos e de minerais em geral; e a que esta associada à estruturação atômica e que transforma profundamente a matéria, mudando os elementos que constituem como nos processos fissão e fusão nucleares.

Esse panorama expõe a amplitude do espectro de interferência que a mobilização do recurso energético é capaz de apresentar, não sendo temeroso afirmar que mais de 2/3 dos problemas de poluição ambiental estão direta e indiretamente ligados ao uso de energia e ao esforço em produzir, especialmente pelas perdas associadas aos processos (HOFFMANN, 1999).

Costuma-se distinguir as fontes primárias de energia em duas categorias: as renováveis e as não renováveis – pode-se também dividir conforme a fonte de origem em solar e não solar. Esse critério baseia-se na durabilidade da matéria que lhes dá origem, considerado um horizonte temporal específico. Assim, tem-se a seguinte tabela 2 das principais fontes de energia .

TABELA 2 - Principais fontes de energia

Renováveis	Solares	Várias formas: biomassa; hídrica; eólica; solar direta; solar fotovoltaica; calor de massas de água; ondas marítimas.
	Não solares	Térmica : marés Calor: geotérmica. Processos nucleares por fusão
Não renováveis	Solares	Gasosa: gás natural.
		Líquida: petróleo cru.
		Sólida: petróleo pesado;, areia betuminosa; xisto; série lignocelulósica (turfa, linhito, hulha ou carvão e antracito).
	Não solares	Combustíveis nucleares

Fonte: Hoffmann (1999).

Analisando a geração de energia elétrica através da queima da casca de arroz e da madeira sabe-se que, apesar das conhecidas vantagens ambientais, ainda é utilizada em baixa escala devido aos poucos incentivos para investimentos nesta tecnologia. A energia mecânica resultante da queima da casca do arroz e madeira pode ser utilizada na forma de energia elétrica através de geradores de eletricidade.

O processo de conversão da biomassa em energia exige que se aproveite a energia contida nas ligações moleculares, o que é feito pela combustão, uma reação de oxidação exotérmica, que pode ser diretamente efetuada com a matéria-prima combustível, ou com os gases produzidos a partir desta em processos de gaseificação prévia (HOFFMANN, 1999).

A combustão direta é a maneira mais simples e competitiva de obter-se energia térmica da biomassa, também é a combustão direta do material orgânico que apresenta alguns inconvenientes como: manuseio por vezes complicado, baixa eficiência para combustão completa e produção de cinzas. Em geral, qualquer fonte de biomassa, estando dentro de determinadas características de umidade e granulometria, pode servir como combustível. A forma como o material se apresenta influi na escolha do queimador ou combustor, que é parte importante do equipamento de geração termelétrica, pois é nele que o ar, contendo o oxidante, se combina ao combustível, e a energia das ligações é liberada como calor sensível (energia térmica).

## **2.1 Tecnologias de produção de energia elétrica a partir de Biomassa**

### **2.1.1 Cogeração a partir da biomassa**

A cogeração é a geração simultânea de energia térmica e mecânica, a partir de uma mesma fonte primária de energia. A geração mecânica pode ser utilizada na forma de trabalho (por exemplo, acionamento em moendas, numa usina de açúcar e

álcool) ou transformada em energia elétrica através de gerador de eletricidade; a energia térmica é utilizada como fonte de calor para o processo (numa indústria, hospital, “*shopping center*”, etc).

O mercado potencial de cogeração é formado pelos segmentos industriais (AMBIENTE BRASIL, 2004) que utilizam grandes quantidades de vapor no processo industrial, ou seja, os seguintes ramos de atividade:

- açúcar e álcool;
- alimentos e bebidas;
- papel e celulose;
- têxtil;
- químico;
- petroquímico.

É importante observar que o processo de cogeração é, antes de tudo, uma ação de conservação de energia, uma vez que o rendimento do processo de geração do vapor, é elevado a partir da produção combinada, dando-se um melhor aproveitamento ao conteúdo energético do combustível básico.

Embora quase sempre se relacione a cogeração com a produção de trabalho e calor aplicado a um processo industrial de larga escala, pode-se verificar processos de cogeração também no setor terciário (de comércio e serviços), como por exemplo, “*shopping-centers*”, hospitais, aeroportos, frigoríficos, etc. (BELLINI 1997 *apud* DE FREITAS *et al*, 2000).

Dentro do setor industrial, os segmentos de açúcar a álcool, papel e celulose e alimentos são os que mais utilizam a biomassa, pela grande disponibilidade de subprodutos (bagaço de cana, resíduos e casca de madeira, licor negro) correspondendo a 29% do consumo total de biomassa no país, O setor de alimentos, onde está incluído o setor sucroalcooleiro, utiliza bagaço como maior fonte energética (50,3% do consumo). Segundo Bem (1997) *apud* De Freitas *et al*, (2000), as outras indústrias do setor compram bagaço das usinas de açúcar e álcool.

No setor de papel e celulose, o maior consumo é de lixívia (23,8%), lenha (13,4%) e óleo combustível (12,3%) que, como se observa, ainda ocupa uma posição importante nas fontes energéticas deste setor. A lixívia e a madeira (incluindo resíduos do processo) são subprodutos do processo de fabricação da celulose (pelo processo sulfato) (BEM,1997 *apud* DE FREITAS, *et al*, 2000).

Por outro lado, aumenta significativamente o número de empresas que consideram a possibilidade de investir em auto-geração, apesar da atual falta de viabilidade econômica, decorrentes de dois fatores que são: a perspectiva de elevação de tarifas e o risco de interrupção do fornecimento, o que provocaria sérias dificuldades na produção e na qualidade dos produtos.

## **2.2 Descrição das tecnologias para geração de eletricidade com Biomassa**

A biomassa pode ser utilizada em diversos tipos de tecnologia para a geração de energia térmica ou elétrica. A seguir serão descritos os principais tipos de tecnologias de conversão da biomassa (PERES,1999 *apud* DE FREITAS *et al*, 2000).

- **Combustão** – A combustão é amplamente usada em várias escalas para conversão de energia de biomassa para aquecimento e ou geração de eletricidade com ajuda do ciclo de vapor (fornalhas, caldeiras, plantas energéticas). A produção de calor, energia e processo de vapor através da combustão é aplicável a uma variedade de combustíveis sólidos, desde pequenas escalas (200 kWe) até 100 MWe. Alguns tipos de biomassa podem ser utilizados concomitantemente em processo de combustão. Pode-se ainda dependendo da sua utilização e disponibilidade de biomassa ser utilizada em caldeiras conjuntamente com combustíveis gasosos (GLP ou Gás Natural) e ainda com combustíveis líquidos, caso a caldeira tenha a capacidade de utilização de mais de um combustível simultaneamente em processo de co-combustão.

Neste caso, pode ser utilizada a biomassa como forma de redução e controle de emissões provenientes da queima de combustíveis fósseis.

**Biomassas Utilizáveis:** casca de castanha de caju, bagaço de cana de açúcar, bagaço da laranja, bambu, eucalipto, lenha, casca de coco, pó-de-serra, resíduos de madeira, casca de dendê e babaçu, etc.

- **Digestão Anaeróbica** - é a conversão bioquímica da matéria orgânica para obter o biogás, mistura de metano e dióxido de carbono. A biomassa é convertida por bactéria de ambiente anaeróbico. A digestão anaeróbica produz um gás de médio poder calorífico, que é uma fonte de energia difundida para geração de gás em ambientes isolados da rede elétrica de energia e principalmente em fazendas onde são utilizados os esterco bovinos e suínos para tal fim.

Esta é uma tecnologia comercial e amplamente usada no tratamento de resíduos orgânicos. O biogás pode, por exemplo, ser usado em motores de combustão interna e como substituto do GLP para fins de aquecimento, e utilização em fogões em substituição a lenha nativa (que normalmente é utilizada em locais remotos). O biogás pode ser utilizado para produção de gás natural sintético (num processo bastante oneroso, pela separação do dióxido de carbono do biogás).

Quando usado em máquinas de geração de energia elétrica sua eficiência de conversão é baixa, mas, tem a vantagem de depois de produzido o gás, a matéria orgânica remanescente pode ser utilizada como fertilizantes.

**Biomassas utilizáveis:** esterco bovino e suíno, resíduos urbanos (lixo), tronco e folhas de bananeira, plantas aquáticas e matérias orgânicas em geral.

- **Fermentação** – é um processo de conversão bioquímica, usado comercialmente em larga escala em vários países, para produção de etanol do açúcar (cana de açúcar, beterraba) e o amido colhido (milho, trigo). A biomassa é triturada em pequenos pedaços e o amido é convertido de enzimas para açúcares, ou utiliza-se diretamente o caldo ou mosto doce, contendo sacarose em diluição. Então, convertem-se os açúcares em etanol por fermentação microbológica,

obtendo-se o álcool através do processo de destilação. A sobra dos resíduos sólidos pode ser usada como alimentação para gado. No caso da cana de açúcar, a sobra do bagaço é principalmente usada como combustível em caldeiras ou processos de gaseificação.

**Biomassa utilizável:** cana de açúcar, mandioca, cereais, etc.

- **Incineração** – A incineração é definida como a combustão de resíduos urbanos ou hospitalares. Portanto, a incineração do lixo é definida como queima de materiais em altas temperaturas (geralmente acima de 900°C) em mistura com uma quantidade apropriada de ar e durante um tempo pré-determinado, onde seus remanescentes são gases como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>); dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>); nitrogênio (N<sub>2</sub>), sendo este último um gás quase que inerte proveniente do ar utilizado como fonte do oxigênio e do próprio lixo; oxigênio (O<sub>2</sub>) provenientes da não-queima; vapor de água (H<sub>2</sub>O); cinzas e escórias que constituem de metais ferrosos e inertes.

**Biomassas utilizáveis** – Lixo Urbano e Hospitalar.

- **Gaseificação** – É um processo de conversão termoquímica, realizado a altas temperaturas, envolvendo oxidação parcial dos elementos combustíveis da biomassa, com finalidade de aumentar a eficiência do uso energético da biomassa. Essa conversão termoquímica pode ocorrer em processo catalítico ou não-catalítico. A gaseificação pode ser feita através de processo de queima sub-estequiométrica (com deficiência de oxigênio), utilizando o ar, oxigênio e ou vapor como agentes oxidantes, e com utilização indireta de calor, no qual o calor necessário à gaseificação, ou despolimerização da biomassa é fornecida indiretamente através de radiação ou de condução direta de calor, através de partículas do leito fluidizado.

O processo de gaseificação pode ser realizado sob condições atmosféricas ou pressurizado. O gás obtido na gaseificação atmosférica é de baixo poder calorífico, geralmente inferior a 6MJ/m<sup>3</sup>. No caso de utilizar oxigênio puro como agente oxidante, pode-se obter um gás de médio poder calorífico (acima de 14MJ/m<sup>3</sup>), porém os custos com instalação da planta de oxigênio pode tornar o

processo produtivo anti-econômico e financeiramente não competitivo. A vantagem principal da utilização da gaseificação com calor indireto, é que o gás produzido não se encontra diluído em nitrogênio, o que faz com que seja obtido um gás de médio poder calorífico.

**Biomassas utilizáveis** – chips ou cavacos de eucaliptos (ou de madeira em geral, como o pinho), bagaço de cana (*pellets* ou *in natura*), semente de uva ou caroço de oliva, resíduos agroindustriais, alfafa e uma gama de outros tipos de biomassa.

### 2.3 Descrição das categorias de Cogeração

a - Topping cycle (Ciclo de topo)

b - Bottoming cycle (Ciclo de fundo)

**a - Topping Cycle (Ciclo de topo)** – é aquele no qual o calor primário do final do Ciclo Rankine (ciclo de vapor convencional) com temperatura mais alta é usado para gerar vapor de alta pressão, temperatura e eletricidade de maneira usual. Dependendo da necessidade do processo, o vapor de processo, a baixa pressão e temperatura pode:

- Ser extraído da turbina num estágio intermediário, como para o aquecimento d'água de alimentação;
- Retirado da exaustão da turbina. Neste caso a turbina é chamada de turbina de contrapressão.

**b - Bottoming Cycle (ciclo de fundo)** - Neste tipo de ciclo de calor primário é usado a alta temperatura diretamente no processo. Um exemplo é a fornalha de cimento de uma siderúrgica. O calor residual de baixa temperatura e disponibilidade é usado para gerar eletricidade, num ciclo de baixo rendimento. Outro tipo desta tecnologia é a utilização de ciclos Brayton e Rankine combinados. Apenas o ciclo de topo pode fornecer economia verdadeira na energia primária. Além disso, a maioria das aplicações do processo requer vapor de baixa energia (saturado ou de baixa pressão). Este tipo de vapor é convenientemente produzido no ciclo de topo. Alguns exemplos são: usina de vapor-eletricidade com turbina de contrapressão; usina de

vapor-eletricidade com extração de vapor de uma turbina de contrapressão; usina de cogeração – usina com turbina a gás e com caldeira de recuperação de calor (usando a exaustão da turbina a gás para gerar vapor) e usina com ciclo combinado – a turbina a vapor é de contrapressão ou de condensação com extração.

## 2.4 Biomassa

Diante da afirmação sobre potencial energético, pode-se dizer que biomassa é toda matéria orgânica (de origem animal ou vegetal) que pode ser utilizada na produção de energia. Assim como a energia hidráulica e muitas outras fontes renováveis, a biomassa é uma forma indireta de energia solar. A energia solar é convertida em energia química, através da fotossíntese, base dos processos biológicos na cadeia alimentar (trófica) de todos os seres vivos.

Sobre a composição da biomassa “ocorre em formações naturais e, portanto, possui composição e morfologia muito variada em função das condições locais e ambientais, onde é produzida, sendo basicamente composta de Carbono, Hidrogênio, Oxigênio e Nitrogênio”.

O amplo espectro de constituição inclui todas as formas naturais e resíduos de atividades humanas e animais no processamento dessas. Desse conjunto, é possível através de expedientes diversos obter-se energia, como, por exemplo, na combustão de: material lignocelulósico de árvores, álcool obtido por fermentação de açúcares de plantas e gás metano produzido pela digestão anaeróbica de resíduos. A biomassa constitui, portanto, parte dos recursos energéticos que se caracterizam como fluxo de energia, pois pode ter seu ciclo continuado ou renovado (HOFFMANN, 1999, p. 114).

Uma das principais vantagens da biomassa é que, embora de eficiência reduzida, seu aproveitamento pode ser feito diretamente, através da combustão em fornos, caldeiras, etc. Para aumentar a eficiência do processo e reduzir impactos sócio-ambientais, tem-se desenvolvido e aperfeiçoado tecnologias de conversão eficiente, como a gaseificação e a pirólise (HOFFMANN, 1999).



Ainda, segundo Hoffmann (1999), em termos de tecnologia de queima, entre os fornecedores do mercado nacional com sistemas que procedem a uma boa queima de casca de arroz, dois princípios predominam como alternativas eficientes: a combustão pirolítica e a queima em suspensão. Somente a primeira tem apresentado alternativas em pequena escala, tanto do ponto de vista de soluções das limitações dos equipamentos, como do ponto de vista de viabilidade econômica.

O fluxograma para a produção de eletricidade, envolve desde a forma primária biomassa, inicia, nos processos convencionais, com a utilização da energia química contida nas moléculas através da combustão, que é transformada em energia cinética das moléculas dos gases. Essa é repassada para a água, com produção de vapor, que por sua vez vai movimentar uma turbina, ou motor, acionando o gerador de energia elétrica.

A médio e longo prazo, a exaustão de fontes não-renováveis e as pressões ambientalistas acarretarão maior aproveitamento energético da biomassa. Mesmo atualmente, a biomassa vem sendo mais utilizada na geração de eletricidade, principalmente em sistemas de co-geração e no suprimento de eletricidade de comunidades isoladas da rede elétrica.

No Brasil, além da produção de álcool, queima em fornos, caldeiras e outros usos não-comerciais, a biomassa apresenta grande potencial no setor de geração de energia elétrica. A produção de madeira, em forma de lenha, carvão vegetal ou toras também gera uma grande quantidade de resíduos, que pode igualmente ser aproveitada na geração de energia elétrica, entretanto, através da fotossíntese, as plantas capturam energia do sol e transformam em energia química. Esta energia pode ser convertida em eletricidade, combustível ou calor. As fontes orgânicas que são usadas para produzir energia usando este processo são chamadas de biomassa.

Os combustíveis mais comuns da biomassa são os resíduos agrícolas, madeira e plantas como cana-de-açúcar, que são colhidos com o objetivo de produzir energia. O lixo municipal pode ser convertido em combustível para o transporte, indústrias e mesmo residências.

## 2.5 Desenvolvimento Sustentável

Segundo Valle, 1995, o desenvolvimento sustentável significa atender às necessidades da geração atual sem comprometer o direito das futuras gerações atenderem as suas próprias necessidades. Nessa definição estão embutidos dois conceitos com os quais precisaremos doravante conviver. O primeiro é o conceito das necessidades, que podem variar de sociedade para sociedade, mas que devem ser satisfeitas para assegurar as condições essenciais de vida a todos, indistintamente. O segundo conceito é o de limitação, que reconhece a necessidade da tecnologia desenvolver soluções que conservem os recursos limitados atualmente disponíveis e que permitam renová-los na medida em que eles sejam necessários às futuras gerações.

Na realidade a poluição industrial é uma forma de desperdício e um indício da ineficiência dos processos produtivos até agora utilizados. Resíduos industriais representam, na maioria dos casos, perdas de matérias-primas e insumos.

Esse fato traz em si um outro ensinamento que merece ser ressaltado: a capacidade da indústria de reagir ao desperdício e contribuir efetivamente para a melhoria do meio ambiente.

É importante ter em mente que muitas necessidades humanas atuais somente podem ser atendidas com a utilização de bens e serviços industriais, em razão de seu elevado consumo.

Talvez hoje possamos enxergar que por muito tempo a humanidade concedeu importância ao crescimento econômico do que a saúde e à qualidade de vida. E agora podemos nos direcionar para a obtenção de soluções sustentáveis que agreguem valor para o nosso meio ambiente e para a qualidade do nosso meio ambiente.

### 2.5.1 Recursos Renováveis no Brasil

Os recursos renováveis representam cerca de 20% do suprimento total de energia do mundo, 14% proveniente de biomassa e 6% de fonte hídrica. No Brasil, a proporção da energia total consumida é cerca de 35% de origem hídrica e 25% de origem em biomassa, significando que os recursos renováveis suprem algo em torno de 2/3 dos requisitos energéticos do País (AMBIENTE BRASIL, 2004).

A produção de energia elétrica a partir da biomassa, atualmente, é muito defendida como uma alternativa importante para países em desenvolvimento e também outros países. Programas nacionais começaram a ser desenvolvidos visando o incremento da eficiência de sistemas para a combustão, gaseificação e pirólise da biomassa.

Entretanto, o uso de biomassa exclusiva para termoeletricidade em grandes unidades, do ponto de vista estratégico, deve ser precedido pela criação de um mercado pioneiro, baseado na biomassa que está sobrando – e poluindo, isto é, os resíduos, cujo custo de aproveitamento por KWh gerado é mais barato. Isso se aplica tanto para o custo de investimento quanto, especialmente, para o de operação - podendo ser aproveitados instalações de vapor já existentes em muitas indústrias, ativas ou não, representando, deste modo, poucos riscos ao investimento, ao mesmo tempo em que servem como divulgação e disseminação do processo termoelétrico, tendo em vista a dispersão territorial da geração de resíduos de biomassa. Uma política bem conduzida neste sentido, certamente alavancaria a chamada dendroenergia, ou floresta energética, a partir da gestão de resíduos disponíveis (DOE, 1996).

As indústrias que têm maior potencial para este tipo de exploração associada - energia térmica mais energia elétrica/mecânica - são ligadas direta ou indiretamente ao setor agrícola. Algumas destas agroindústrias são: cervejarias, laticínios, beneficiadoras de grãos, fábricas de ração, curtumes, fábricas de pós (leite, café, etc), fábrica de óleo e derivados, indústria de celulose e papel, indústria

de conservas em geral, usinas de açúcar e álcool e indústria da madeira (SPILLING, 1996).

Assim sendo e em conformidade ao que já foi citado anteriormente, existe um real potencial de geração térmico e elétrico, ou mecânico, em zonas de produção agrícola, que hoje sofrem com o déficit de abastecimento energético, de modo mais agudo, de energia elétrica.

No Brasil cerca de 30% das necessidades energéticas são supridas pela biomassa sob a forma de:

- Lenha para queima direta nas padarias e cerâmicas;
- Carvão vegetal para redução de ferro gusa em fornos siderúrgicos e combustível alternativo nas fábricas de cimento do norte e do nordeste;
- No sul do país queimam carvão, álcool etílico ou álcool metílico para fins carburantes para a indústria química;
- O bagaço de cana e outros resíduos combustíveis são utilizados para geração de vapor para produzir eletricidade (AMBIENTE BRASIL, 2004).

## CAPÍTULO 3 - PROCESSOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA

### 3.1 Tecnologias de Geração de Energia Elétrica: utilizando casca de arroz e resíduos de madeira

A tecnologia de geração utilizando casca de arroz serve para produzir Energia Elétrica reduzindo o custo operacional da empresa e ajuda no suprimento das constantes falhas no fornecimento de energia por parte da empresa concessionária. A geração de Energia Elétrica se dá (como faz) através da queima de biomassa, no caso da casca de arroz e madeira.

As fases de execução dos processos de geração de Energia Elétrica podem ser representadas de forma genérica, abaixo, como mostra a figura 1.

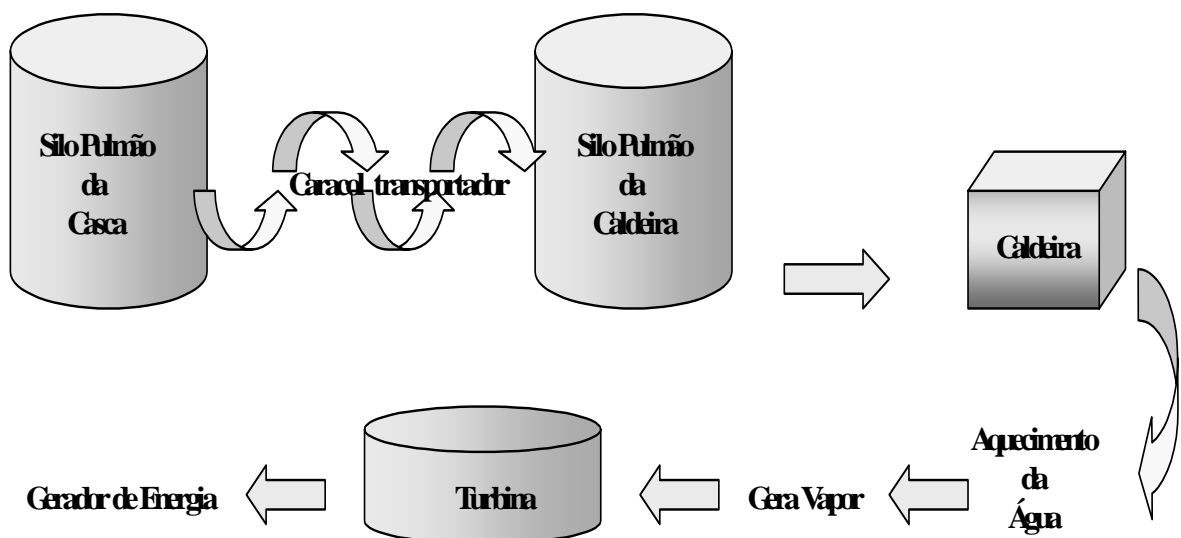


FIGURA 1 - Fluxo de Geração de Energia Elétrica (Adaptado do Manual de Segurança para operação e manutenção de caldeiras).  
Fonte: Revista CCEI – URCAMP, 2001.

### 3.1.2 Processo de Geração de Energia utilizando a casca do arroz

A empresa Urbano Agroindustrial recebe toda sua matéria prima - o arroz - com casca (resíduo utilizado para a geração de energia) após é realizado o processo de descasque do arroz, a matéria-prima utilizada (biomassa), que é resíduo do processo produtivo da empresa, é armazenada em um Silo reservatório, e transportada num sistema tipo caracol, até o Silo que abastece uma fornalha de queima da casca, cujo calor proporciona o aquecimento da caldeira de água, gerando o vapor necessário para impulsionar uma turbina associada a um Gerador Síncrono de Energia.

A empresa Urbano também exposta a falhas no fornecimento de energia externa, gera somente o necessário e a mesma também não negocia o excedente, pois até hoje não houve nenhum acordo entre as partes (concessionária e empresa), por isso quando a empresa vê que vai ultrapassar o seu consumo ela diminui a sua geração.

### **3.2 Tecnologias de Geração de Energia Elétrica: resíduos de madeira**

Para esta tecnologia de geração utilizando madeira, e produzir Energia Elétrica ocasiona uma redução no custo operacional da empresa que também faz suporte as possíveis e constantes falhas no fornecimento de energia por parte da empresa concessionária. A geração de Energia Elétrica se dá (como faz) através da queima de biomassa, madeira, que de uma forma bastante conhecida são colhidas as árvores em seu horto florestal como é o caso da empresa em estudo e depois as partes não utilizadas para confecção de produtos e outras são queimadas onde entra o processo de aquecimento da água que através da geração o vapor necessário impulsiona uma turbina associada a um Gerador Síncrono de Energia realizando o processo de geração.

### 3.2.1 Processo de geração de energia utilizando a madeira

Quanto ao processo de geração de energia utilizando a madeira, a matéria-prima utilizada (madeira) chega até a fábrica como mostra a figura 2, é serrada, sendo esse o primeiro processo dentro da fábrica, gera o resíduo do processo produtivo da empresa (serragem, costaneira, casca) todos os resíduos verdes, ou seja, com umidade são armazenados em um Silo de 350m<sup>3</sup> como mostra a figura 3 e seguindo o processo da fábrica a madeira vai para as estufas onde esse talvez seja o único ponto do processo que não gere resíduos do tipo maravalha, serragem fina, pó das lixadeiras e alguns pedaços de cavacos que sobram no processo. Esse resíduo é retirado da fábrica através de exaustores e são armazenados em outro silo de 350m<sup>3</sup> e transportados até o Silo que abastece uma fornalha de queima da madeira, parte deste resíduo é vendido para aviários locais (em Encruzilhada do Sul), como mostra a figura 4 - em que o caminhão está encostado ao lado do silo, e na figura 5 destacamos a parte interna da empresa no setor de produção de peças de madeira, o restante, parte para o abastecimento da fornalha, cujo calor proporciona o aquecimento da caldeira de água, gerando o vapor necessário para impulsionar uma turbina associada a um Gerador Síncrono de Energia.

O sistema de alimentação da caldeira é automático, dentro do pavilhão existe um silo de 5m<sup>3</sup> aonde chega o material todo misturado, e conforme a pressão da caldeira ela aumenta ou diminui a dosagem de material através de um controlador eletrônico. Os equipamentos de segurança da caldeira são: Interrupção da queima dos resíduos da madeira quando houver falha na geração de energia ou de queda de energia, controle automático de pressão através de transmissor pneumático de pressão, um sistema de retenção de fuligem, sistema de descarga rápida, além de estojos de segurança na fornalha contra superaquecimento.

O processo de Geração de Energia trabalhava em paralelo com o Sistema da CEEE, de modo a proporcionar a transferência de energia entre os dois sistemas. Quando o Gerador da empresa gera energia superior ao consumo desta, ela era transferida para a CEEE. Pois este processo ocorreu por pouco tempo, mas a

empresa não estava obtendo um retorno promissor e resolveu gerar somente a quantidade de energia que seria necessária, isto acontece até os dias de hoje.



FIGURA 2 - Toras de madeira empilhadas no pátio da Empresa Forjasul S. A. (reprodução autorizada).



FIGURA 3 - Silo de material verde no pátio da Empresa Forjasul S.A. abastecendo um caminhão com parte dos resíduos para a comercialização (reprodução autorizada).





FIGURA 4 - Silo de material verde no pátio da Empresa Forjasul S.A, mostra uma tubulação que traz vapor para as estufas (reprodução autorizada).



FIGURA 5 - Interior da Empresa Forjasul, Setor de Produção (reprodução autorizada).

O padrão de desempenho utilizado como referencial para medir a eficiência dessa Tecnologia é baseado nas características técnicas dos diversos equipamentos que constituem a tecnologia e neste caso há um excedente de matéria-prima e um conseqüente desperdício de energia, porque muitas vezes não há condições de estipular o conteúdo exato de energia que será utilizada.

As principais características técnicas que determinam o desempenho da tecnologia são apresentadas a partir dos princípios do sistema de geração de vapor.

### 3.3 Princípios do Sistema de geração do vapor

Fornecendo calor à água, varia-se a entalpia (quantidade de energia por kg de massa) e seu estado físico. Quanto mais se aquecer, mais se aumenta a temperatura e, sua densidade diminui, tornando-se mais “leve”. À medida que se fornece calor ao líquido, as moléculas vão adquirindo energia até conseguirem vencer as forças que as mantêm ligadas (na forma líquida). A rapidez da formação do vapor é tal qual for a sua intensidade de calor absorvido.

A pureza da água e a pressão absoluta exercida sobre ela são os fatores que irão impor a temperatura na qual se produz a ebulição. Assim, quanto menor for a pressão, menor será a temperatura de ebulição da água. Como mostra a tabela 3.

TABELA 3 - Pressão x Temperatura de Ebulição

Pressão	T ebulição (°C)
0,0344	26,12
1 (at)	99,09
1.033	100
42	252,3

Fonte: Manual de Segurança para Operação e Manutenção de Caldeiras, 1995.

A pressão atmosférica varia de acordo com a altitude, tomando como base as cidades ao nível do mar, Rio Grande, por exemplo, e cidades localizadas em pontos mais elevados como La Paz na Bolívia.

Analisando uma coluna de ar existente sobre os corpos em ambos os casos, no primeiro momento (ao nível do mar) esta coluna de ar é maior em relação ao segundo momento (pontos mais elevados).

A pressão atmosférica também influi na temperatura de vaporização da água. Ao nível do mar a água ferve a 100 °C. Já a uma altitude mais elevada a água ferve submetida a temperaturas mais baixas. Esta variação é atribuída à ação da Pressão Atmosférica sobre a superfície de um líquido, dificultando sua vaporização. As moléculas da água precisarão de mais energia para se transferir para o ar.

Através da figura 6, pode-se visualizar as torres de resfriamento de água da Empresa Forjasul que serve para refrigerar o condensado que sai da turbina. Podemos visualizar também um dos silos (o de material verde), e a tubulação que traz vapor para as estufas.



FIGURA 6 - Torres de refrigeração de água da Empresa Forjasul S. A. (reprodução autorizada).

### 3.4 Tipo de Caldeira

O tipo de caldeira utilizada pela empresa é do tipo mista, são caldeiras que apresentam a fornalha do tipo aquatubular (tubos de água ou parede dupla) e corpo flamotubular. Esta construção permite um melhor aproveitamento do calor dos gases de combustão, aumentando o rendimento da caldeira.

Nos dias de hoje este tipo de caldeira é muito empregado para geração de grande quantidade de vapor. Para geração do vapor existem muitos equipamentos auxiliares, instrumentos de controle e alto grau de automação. Ambas empresas utilizam a mesma tecnologia e tipo de caldeira.

#### 3.4.1 Sistema de queima

O sistema de queima é um dos principais pontos do processo de geração do vapor. Nesse sistema que é gerado o calor para transformar a água em vapor. A figura 7 mostra o sistema de queima da casca do arroz da empresa em estudo.



FIGURA 7 - Abertura frontal da fornalha da Empresa Urbano Agroindustrial (reprodução autorizada).

### 3.4.2 Combustível das Empresas

Depósito de Casca-de-arroz: Apresenta-se em três silos metálicos com capacidade para produzir 70 MW de energia. O depósito de Resíduos da Madeira está estruturado em dois silos metálicos com capacidade de armazenagem de 350m<sup>3</sup>.

Sistema transportador da Casca-de-arroz: serve para levar a casca ao depósito da fornalha através de roscas e elevadores.

O sistema transportador de Resíduos da Madeira utilizado serve para levar os resíduos através de um tubo ligado ao silo que vai para o depósito da fornalha.

Fornalha: principal equipamento para queima do combustível, entre as suas funções estão incluídas: a de misturar ar-combustível, a atomização e vaporização do combustível e a conservação de uma queima contínua da mistura, isto ocorre com a casca do arroz, enquanto que a fornalha dos Resíduos da Madeira realiza o processo de queima.

Válvula dosadora: serve para impedir que o fogo retorne da fornalha para o depósito, assim evitando um incêndio generalizado, nos resíduos de madeira o processo é semelhante, pois através de um equipamento ligado a fornalha verifica-se a quantidade de calor.

Rosca alimentadora: sistema que alimenta de combustível, no caso a casca do arroz, a fornalha. Ela dosa o combustível para determinada geração de vapor através do sistema de controle de pressão e segurança. Para o resíduo da madeira ocorre o mesmo processo.

### 3.4.3 Oxigênio (O<sub>2</sub>)

O oxigênio é um dos elementos essenciais em qualquer sistema de combustão é introduzido na fornalha através de ventiladores. O oxigênio passa por pré-aquecimento antes de entrar na fornalha, realizando um melhor rendimento na queima, ou seja, quanto mais alta a temperatura do oxigênio na entrada da fornalha menos combustível é necessário para geração do vapor. Faz-se nos dois processos.

### 3.4.4 Tiragem de CO<sub>2</sub>, gases e resíduos da queima

A tiragem de gases e resíduos da queima é feita através de um exaustor. O calor proveniente da queima circula por toda caldeira em etapas distintas.

Os gases passam por dentro de tubos circundados por água, onde há a troca térmica com a água da caldeira aquecendo-a a ponto de gerar vapor. Seguindo, os gases chegam ao superaquecedor, que consiste de vários feixes tubulares, destinados a aumentar a temperatura do vapor gerado na caldeira a mais de 300°C a fim de desumidificar o vapor (significa que gera vapor super aquecido com o aumento da sua pressão e conseqüente melhora o rendimento da turbina).

O calor exerce, ainda, trocas térmicas com o O<sub>2</sub> de entrada pré-aquecendo o ar que entra na fornalha para combustão, dando uma melhor performance à queima da casca de arroz.

### 3.4.5 Limpeza dos materiais particulados da tiragem

Os gases da combustão possuem materiais particulados que não podem ser expelidos na atmosfera, para isso, passa por uma limpeza de partículas em ciclone. O ciclone utiliza-se da velocidade do gás forçando-o fazer um "loop", as partículas irão concentrar-se nas paredes do ciclone, cairão em uma rosca e irão para depósito

da cinza enquanto a gás segue seu caminho, agora limpo, sendo expelido pela chaminé. Este mesmo processo é realizado para os resíduos da madeira.

#### 3.4.6 Sistema de coleta de resíduos sólidos

Constitui-se nas seguintes partes do equipamento de geração de vapor:

**Grelha:** utilizadas para amparar o material dentro da fornalha, funciona no modo de corrente.

**Cinzeiro:** Local de deposição das cinzas e restos de combustível que cai da grelha.

**Câmara de Combustão:** É um volume que tem função de manter a chama numa temperatura elevada com duração suficiente para que o combustível queime totalmente antes dos produtos alcançarem os feixes (dutos) de troca de calor.

**Sistema de Transporte da cinza:** composto por roscas e elevadores que transportam a cinza do cinzeiro até o depósito da cinza.

##### 3.4.6.1 Performance de combustão

Tipo de combustível.....	Casca do Arroz
Mistura Máxima.....	100%
PCI.....	3.300 kcal/kg
Peso específico .....	130 kg/m <sup>3</sup>
Teor de CO <sub>2</sub> nos gases .....	2%
Excesso de ar para dimensionamento .....	60%
Carga térmica da fornalha .....	0.546.719 kcal/h
Eficiência.....	84,3%
Consumo.....	3.169 kg/h
Consumo.....	24,4 m <sup>3</sup> /h
PCS.....	3.512 kcal/kg

### 3.4.7 Sistema de alimentação d'água

Sendo água o elemento básico para produção do vapor, o sistema permite a reposição da água à medida que esta vai sofrendo a transformação em vapor, através de bombas centrífugas acionadas por motores elétricos.

O ciclo da água em uma caldeira é fechado, ou seja, a água aquece, vira vapor, aciona a turbina, o vapor é condensado e retorna ao depósito de água. O vapor chega na turbina com uma temperatura muito elevada, aproximadamente 300°C e uma pressão de 18.8Kg f /cm<sup>2</sup> e sai com uma pressão de aproximadamente 1,4 Kgf/cm<sup>2</sup> e uma temperatura de 40°C, essa diferença de temperatura faz com que a turbina adquira potência, como comprovado na física o maior rendimento em uma máquina térmica é diretamente proporcional a diferença entre temperaturas.

Depois do vapor condensado, já como água líquida, a uma temperatura de 40°C, ela é pré-aquecida a uma temperatura de 90°C antes de ir para o reservatório, aumentando assim o rendimento da caldeira, pois menos calor será necessário, para que a água alcance novamente a ebulição.

O sistema gerador de vapor opera com altas pressões estando potencialmente sujeito a vários problemas. Levando em consideração o alto valor da caldeira existe uma conservação através de cuidados preventivos mediante o tratamento adequado da água e do equipamento como um todo, visando tirar o máximo proveito útil do sistema, evitando paradas desnecessárias, manutenção freqüente e diminuindo os custos totais.

O tratamento da água é necessário para que não haja acúmulo de minérios sólidos nos tubos, o que diminuiria a troca térmica e também danos como ferrugem e corrosão. Através de produtos químicos controlados automaticamente que permitem corrigir a dosagem de alimentação em resposta a uma variação de pH, condutividade, etc. Através de análise química realizada na água de alimentação e na água da caldeira são identificados os elementos nocivos e o nível de concentração dos mesmos.



A tabela 4, demonstra alguns dos elementos indesejáveis e suas conseqüências para caldeira.

TABELA 4 - Elementos prejudiciais na caldeira

ELEMENTOS INDESEJÁVEIS	CORROSÃO	INCRUSTAÇÃO	ARRASTE
CÁLCIO	-	X	-
MAGNÉSIO	-	X	-
BICARBONATO	X	X	-
CARBONATO	X	X	-
SÍLICA	-	X	-
SÓLIDOS DISSOLVIDOS	-	-	X
SÓLIDOS EM SUSPENSÃO	-	X	X
MATÉRIA ORGÂNICA	-	X	X
FERRO	-	X	-
OXIGÊNIO	X	-	-
ÁCIDOS	X	-	-

Fonte: Manual de Segurança para Operação e Manutenção de caldeiras, 1995.

#### 3.4.8 Sistema de controles auxiliares e segurança

Os sistemas de controle garantem a segurança e eficiência do processo de geração de energia. Esses sistemas em sua maioria são elétricos ou eletrônicos e monitoram as variáveis existentes no processo como: combustível, combustão, água, vapor e gases.

### 3.4.9 Controle do nível da água e segurança

Sendo a água o elemento que origina o vapor, é de suma importância manter sob rigoroso controle o seu nível. Para tal existe uma série de instrumentos que nos dão controle total e segurança quanto ao nível da água. Para tal dispomos de equipamentos eletrônicos, medidores, atuadores e outros.

O controle automático do nível da água é bastante simples, é composto por um medidor, um controlador, um atuador e uma bomba permanentemente ligada. O medidor tem a função de ler o valor real da coluna (nível) d'água. O controlador tem a função "cérebro" no sistema, ele recebe a leitura do medidor, processa e faz com que o atuador aja, que é uma válvula eletropneumática, que permite ou não a passagem de água. O controlador mantém o nível da água da seguinte forma, se a leitura do medidor estiver abaixo do "set-point" (valor desejado) o atuador permite a passagem de água, caso contrário ele bloqueia a passagem da mesma.

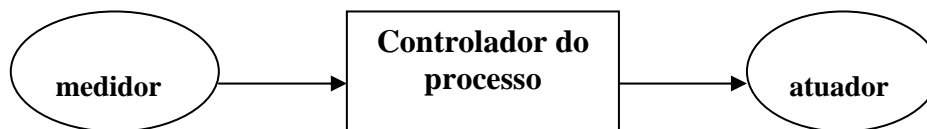


FIGURA 8 - Sistema de controle do nível da água  
Fonte: Urbano Agroindustrial Ltda.

Ainda dispomos de visores que nos permitem o controle visual do nível da água dentro da caldeira, são feitos de vidros resistentes a calor e pressão.

Os alarmes são dispositivos de segurança, comandados eletricamente, estão ligados aos eletrodos de nível instalados na garrafa de nível. Quando a água diminuir de volume dentro da caldeira, atingindo pontos determinados por esses sensores, o alarme sonoro é acionado. Caso o operador não solucionar o problema da água, um outro eletrodo, acionará de forma emergencial, desligando os exaustores principais e a alimentação de combustível, ou seja, O<sub>2</sub> e casca. Por quê? Para extinguir o fogo, sendo a temperatura dos dutos da caldeira a mesma da água,

com o nível de água muito baixo, parte dos dutos entrará em contato com a chama, sua temperatura elevará e os mesmos terão danos de grandes dimensões.

#### 3.4.10 Controladores de pressão e segurança

Para atender as necessidades o vapor gerado dentro da caldeira deve estar pressurizado, para que seja possível a troca térmica, e deve ser administrado com muita segurança.

Existem equipamentos que auxiliam no controle e na segurança quanto a Pressão. Para tal se dispõe de equipamentos eletrônicos, medidores, atuadores e outros.

Como no controle da água, o processo também dispõe de um medidor, controlador e atuador. De que forma atua na pressão? A melhor forma é atingindo a chama, ou seja, diminuindo ou aumentando o combustível teremos um acréscimo ou redução de pressão.

O processo é simples, um medidor informa ao controlador o valor da pressão, este por sua vez compara com o "*set-point*" (no caso da Urbano,  $18,8\text{kgf/cm}^2$ ), caso a pressão estiver abaixo do "*set-point*", o controlador através de um inversor de frequência aumenta a rotação da rosca alimentadora, aumentando a quantidade de casca, conseqüentemente a pressão.

Existe também manômetro instalado na caldeira que são instrumentos através dos quais os operadores possuem um controle visual do valor de pressão.

Caso a pressão exceda o valor de trabalho, existe um sistema de segurança elétrico, que se baseia em um pressostato, que em caso de pressão elevada atua desligando os alimentadores (ventiladores) principais e a alimentação de combustível, ou seja,  $\text{O}_2$  e casca, para extinguir o fogo diminuindo assim a pressão.

Como com pressão não se brinca, e os sistemas não são 100% confiáveis, existe ainda uma segurança mecânica, são as válvulas de alívio.

Caso a pressão exceda um valor limite de segurança da caldeira, essas válvulas irão abrir, liberando o vapor para a atmosfera, aumentando o consumo de vapor e conseqüentemente diminuindo a pressão interna da caldeira.

#### 3.4.11 Torres de resfriamento

O ciclo da água em uma caldeira é completamente fechado. A água do reservatório, entra na caldeira é aquecida, passa a ser vapor, então aciona uma turbina, é condensado e volta ao reservatório. O responsável pelo resfriamento do vapor é o condensador que diminui a temperatura do vapor a aproximadamente 40°C retornando ao estado líquido.

De que forma funciona o condensador? A água que está em um reservatório, abaixo das torres de resfriamento é injetada através de uma bomba no condensador, circulando por vários tubos de fina espessura fazendo a troca térmica com o vapor, neste processo a água aquece, e precisa ser resfriada.

A água, agora quente, é pulverizada dentro das torres de resfriamento, onde potentes ventiladores proporcionam a troca térmica entre o ar e as gotículas de água.

### 3.5 Gerador

O gerador é o equipamento que transforma a energia mecânica da turbina em energia elétrica através de fenômeno eletromagnético. Assim sendo, o gerador é conectado ao mesmo eixo da turbina e quando esta entra em rotação, movimenta junto com ela o gerador elétrico.

Desta forma, o movimento de rotação do gerador provoca um fenômeno eletro-magnético entre a parte girante e a parte fixa. Deste fenômeno resulta, nos terminais do gerador, uma tensão induzida que, quando conectada a uma carga, produz uma corrente elétrica.

O resultado da multiplicação destas duas grandezas é o que se denomina potência elétrica. Quando se consegue manter esta potência por um determinado tempo, tem-se a energia elétrica, como mostra as figuras 9 e 10.



FIGURA 9 - Gerador e a Turbina da Empresa Forjasul Madeiras (reprodução autorizada).



FIGURA 10 - Gerador da Empresa Urbano Agroindustrial (reprodução autorizada).

## CAPÍTULO 4 - CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS

### 4.1 Empresa Urbano Agroindustrial Ltda

Sendo a Empresa Urbano Agroindustrial Ltda pioneira na geração de energia elétrica através da queima da casca do arroz a preservação do meio ambiente, é uma premissa fundamental que acompanhe todas as atividades da empresa da água utilizada aos resíduos industriais; tudo é monitorado, visando o equilíbrio com o meio ambiente. Um avançado sistema de tratamento de efluentes líquidos recicla toda a água utilizada nos processos de industrialização, sem comprometer o ecossistema.

Os subprodutos do beneficiamento de arroz são totalmente reaproveitados; o farelo resultante do polimento é utilizado para extração de óleo e como ração animal; a casca do arroz é utilizada para geração de energia. A Urbano Agroindustrial Ltda é praticamente auto-suficiente na geração de energia termelétrica produz 2 MW/h, já as cinzas resultantes da queima da casca são utilizadas como isolante térmico pela indústria siderúrgica.



FIGURA 11 - Vista aérea da Empresa Urbano Agroindustrial – São Gabriel (reprodução autorizada).

#### 4.1.1 Histórico da Empresa

A Urbano Agroindustrial Ltda é considerada, pelo seu segmento de mercado, como uma organização empresarial de sucesso. Mais do que isso, ela é a prova indelével de que o sucesso não acontece por acaso; muito pelo contrário, é algo que se conquista a longo prazo com árduo trabalho e muita dedicação.

A Urbano Agroindustrial Ltda concentra seus esforços na alta produtividade, garantida pela estreita parceria com o produtor rural, atingindo os maiores recordes sul-americanos de colheita por hectare.

A Urbano Agroindustrial Ltda conta com uma capacidade produtiva mensal de 22.000 toneladas de arroz em casca e modernos silos de armazenamento que garantem a estocagem perfeita de 170.000 toneladas. Qualidade, alta tecnologia e profissionais especializados, devidamente adequados às suas funções aglomeram pesados investimentos para Urbano Agroindustrial agregar valor às suas principais marcas de arroz tipo 1: o arroz parbolizado Urbano e o arroz branco Tio Urbano.

A empresa emprega, atualmente, cerca de 450 pessoas, sendo que a unidade em estudo, filial São Gabriel, emprega 155 pessoas, composta de departamentos e setores organizados de forma hierárquica. Atua também no mercado de café, farinha de arroz e fécula. A excelência dos produtos das quatro divisões da Urbano Agroindustrial Ltda começa a ser definida com os criteriosos padrões de produção, e continua na aplicação de tecnologia de ponta e equipamento de última geração (utilizados nos estados Unidos e Japão), resultando em produtos que obedecem as mais rígidas análises de qualidade.

Com o objetivo de produzir alimentos de alta qualidade, monitorados desde o plantio das sementes, passando pelos mais avançados processos de industrialização, até chegar à mesa do consumidor, valoriza seus recursos humanos, respeitando a natureza e agregando valor a seus produtos para assim fidelizar seus clientes, fornecedores e consumidores.



## 4.2 Empresa Forjasul Madeiras S.A.

A Empresa Forjasul Madeiras uma empresa do Grupo Tramontina utiliza-se da geração de energia elétrica através da queima da madeira (resíduos) onde sua preocupação maior é com a preservação do meio ambiente, e a empresa disponibiliza de hortos florestais do próprio grupo onde tudo é monitorado, visando o equilíbrio com o meio ambiente. Seu sistema de tratamento de efluentes líquidos recicla toda a água utilizada nos processos de industrialização, sem comprometer o ecossistema. A Empresa Forjasul Madeiras S.A. é praticamente auto-suficiente na geração de energia, e sua usina termelétrica produz 1.8 KW/h, com apenas 15 m cúbicos de madeira, seus resíduos formam um pó em pequena quantidade (aproximadamente 2Kg a 3 Kg de pó de madeira) resultante da queima da madeira que ainda não foram explorados.

### 4.2.1 Histórico da Empresa Forjasul Madeiras S. A.

A Empresa Forjasul começou seu investimento em Encruzilhada do Sul a partir de 1976 quando adquiriu sua primeira área de reflorestamento. Na época existiam incentivos para o reflorestamento, em decorrência de tal incentivo a empresa comprou e plantou os primeiros 300 hectares.

Em 1990, tendo chegado a época de iniciar o desbaste que é o primeiro corte exigido pela boa técnica do reflorestamento, a Forjasul resolveu implantar uma serraria na cidade de Encruzilhada do Sul. Os planos iniciais eram modestos: o que se queria era serrar e vender a madeira aproveitando o desbaste para produzir tábuas para forros e paredes. O tempo foi passando e os planos da Forjasul Encruzilhada foram tornando mais ambiciosos.

Em 1992, é inaugurada mais uma fábrica do Grupo Tramontina, localizada a 166 quilômetros de Porto Alegre na cidade de Encruzilhada do Sul, onde a fábrica tinha 9.400 m<sup>2</sup> de área construída, com a capacidade instalada de 600 metros

cúbicos/mês de transformação de madeira em cepos para facas e painéis para uso múltiplo.

Em 1998, ela apresentou alguns dados significativos:

- Uma floresta de 1.800 hectares que está recebendo o primeiro desbaste;
- O grupo plantava em média 500 hectares de pinus por ano;
- Empresa pretende chegar a ter uma base florestal de 10 mil hectares;
- Foi acrescido mais 3.600 m<sup>2</sup> de área construída para abrigar o departamento de pintura e a nova expedição;
- Neste mesmo ano a empresa adquiriu mais uma área para possibilitar a expansão de sua sede do município em 181.200 m<sup>2</sup> de terreno aonde se localiza a fábrica.

Os processos de fabricação além da extração e do transporte de toras, a Forjasul tem uma serraria e modernas estufas com capacidade para secar 1.500 m<sup>3</sup> /mês. Com caldeira para gerar o vapor e um número expressivo em máquinas modernas para a época, onde em sua maior parte são importadas, realizando todo o processo da madeira. Essas máquinas possuem um consumo de 600KVA de energia elétrica.

A partir deste momento surgiu a necessidade de gerar seu próprio combustível pois analisando o processo industrial verificou-se que na industrialização da madeira, a produção de aparas, retalhos e serragem é muito grande. Esses rejeitos podem se tornar poluidores do meio ambiente se não forem reutilizados em outro processo de produção. Foi preciso estabelecer um sistema que preveja o uso do lixo gerado como insumo do processo industrial.

Assim a empresa começou a estudar o uso de rejeitos de madeira como combustível para gerar energia elétrica. Para permitir essa constante expansão seus acionistas propõem aumentos em sua empresa para melhorar cada vez mais seus processos e métodos utilizados e assim propor qualidade e garantia de um produto de primeira linha.

Em abril de 2000 a empresa enfrenta um novo desafio, gerar sua própria energia elétrica, na busca incessante por melhoria em seus processos e economia com relação as faturas de energia elétrica pela concessionária CEEE.

## **CAPÍTULO 5 - COMPARATIVO DAS VANTAGENS E DESVANTAGENS**

### **5.1 Variáveis ambientais e econômicas associadas à competitividade e tecnologia**

O conceito de desenvolvimento sustentável, que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as futuras gerações atenderem as suas, é a nova palavra de ordem, desde que a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente da Organização das Nações Unidas (ONU) publicou seu relatório sob a denominação “Nosso futuro comum”. Nesse documento, a esperança da comissão está condicionada a uma ação política decisiva que deve ser compreendida já por todos os povos, para que se comece a administrar os recursos do meio ambiente no sentido de assegurar o progresso humano continuado e a sobrevivência da humanidade.

Com mudanças, de orientação governamental, substanciadas através de publicações de várias leis, entre as quais a Lei Federal nº 6.803 de 1980, a Lei nº 6.938 de 1981 e o decreto Executivo nº 88.351, que resultaram na criação de diversos agentes de controle ambiental, tanto em nível Federal, quanto em nível Estadual e Municipal (TOLMASQUIM, 2003).

Em conseqüência, começou a ocorrer uma mudança no ambiente dos negócios em que as organizações, através de regulamentações e discriminações que limitam sua possibilidade de atuação e localização e que começaram a provocar modificações em sua própria organização produtiva.

Diante dos protestos crescentes da população contra os riscos de desastres ecológicos ou da deterioração da qualidade de vida, os governos locais e nacionais são pressionados a implantar normas cada vez mais severas de proteção e conservação. Atendendo a isto surge a necessidade de as empresas reverem e reformarem suas diretrizes e planos referentes ao meio ambiente buscando medidas e atitudes racionais para proteger e conservar o meio ambiente arquitetando rapidamente condições para bons negócios e para a própria sobrevivência da empresa no mercado.

A evolução de algumas organizações levou a integrar um controle ambiental em sua gestão administrativa, projetando-o nas mais altas esferas de decisão. Atender ao presente e gerar respostas setoriais e estanques passou a não ser suficiente; olhar o futuro, horizontalizar a análise e planejar corporativamente passou a ser caminho natural (DONAIRE, 1995).

A proteção ambiental deslocou-se mais uma vez, deixando de ser uma função exclusiva de produção para tornar-se também uma função da administração. Contemplada na estrutura organizacional, interferindo no planejamento estratégico, passou a ser uma atividade importante na organização da empresa, seja no desenvolvimento das atividades de rotinas, seja na discussão dos cenários alternativos e a conseqüente análise de sua evolução, gerando políticas, metas e planos de ação. Essa atividade dentro da organização passou a ocupar o interesse dos presidentes diretores e a exigir nova função administrativa na estrutura administrativa que pudesse abrigar um corpo técnico específico e um sistema gerencia especializado, com a finalidade de propiciar à empresa uma integração articulada e bem conduzida de todos seus setores e a realização de um trabalho de comunicação social moderna e consciente. Assim, a preocupação com o meio ambiente torna-se, enfim, um valor da empresa, explicitado publicamente como um dos objetivos principais a ser perseguido pelas organizações (DONAIRE, 1995, p. 37).

Já no enfoque econômico, a ciência recentemente interessou-se pela questão ambiental relacionada à poluição, pois até então suas preocupações diziam respeito apenas a ótica dos recursos naturais e no processo de desenvolvimento.

Desenvolvimento sustentado tem três vertentes principais: crescimento econômico, equidade social e equilíbrio ecológico. Isso direciona a um espírito de responsabilidade comum como um processo de mudanças no qual a exploração de recursos materiais, os investimentos financeiros e as rotas do desenvolvimento tecnológico deverão adquirir sentido harmônico. Nesse sentido, o desenvolvimento da tecnologia deverá ser orientado para metas de equilíbrio com a natureza e de incremento da capacidade de inovação das empresas e o progresso será entendido como fruto de maior riqueza, benefício social equitativo e equilíbrio ecológico.

No ponto de vista das empresas, quando é considerada a questão ambiental, a maior dúvida que surge diz respeito ao aspecto econômico. A idéia que prevalece é de que qualquer providência que venha ser tomada em relação à variável ambiental traz consigo o aumento de despesas e o conseqüentemente acréscimo dos custos do processo produtivo.

Porém, está sendo demonstrado por algumas empresas que é possível obter vantagem financeira e proteger o meio ambiente, desde que as empresas possuam certa dose de criatividade e condições internas que possam transformar as restrições e ameaças ambientais em oportunidades de negócios.

Entre essas oportunidades, pode-se citar a reciclagem de materiais que tem trazido grande economia de recursos para as empresas; o reaproveitamento dos resíduos internos, venda através de Bolsas de Resíduos ou negociações bilaterais.

Com o desenvolvimento de novos processos produtivos vem a utilização de tecnologias mais limpas ao ambiente, que se transforma em vantagens competitivas e até mesmo possibilita a venda de patentes. O próprio desenvolvimento de novos produtos para o mercado está cada vez maior e os consumidores conscientizados com a questão ecológica, geração de materiais de grande valor industrial a partir de lixo tóxico, estações portáteis de tratamento, mini usinas para uso de pequenas

empresas e o aparecimento de um mercado de trabalho promissor ligado a variável ambiental que deverá envolver auditores ambientais, gerentes de meio ambiental, advogados ambientais, bem como o incremento de novas funções técnicas específicas.

A associação perfeita entre as variáveis ambientais e econômicas pode proporcionar vantagem competitiva em dois pontos fundamentais que são: (1) vantagem de custo e (2) vantagem de diferenciação.

A vantagem de custo onde uma empresa conta com seu custo cumulativo da execução de todas as atividades de valor for mais baixa do que os custos dos concorrentes. O valor estratégico da vantagem de custo está baseado em sua sustentabilidade. Esta estará presente, se for difícil imitar ou replicar as fontes vantagens de custo de uma empresa. A vantagem de custo leva a um desempenho superior, caso a empresa ofereça um nível aceitável de valor ao comprador, de modo que sua vantagem de custo não seja anulada pela necessidade de cobrar um preço inferior ao da concorrência (PORTER, 1989).

Uma empresa diferencia-se da concorrência se puder ser singular em alguma coisa valiosa para seus compradores. A diferenciação é um dos dois tipos de vantagem competitiva de que a empresa pode dispor. O ponto até o qual os concorrentes em uma indústria conseguem diferenciar-se um do outro também constitui elemento importante da estrutura industrial. Apesar da importância da diferenciação, suas fontes nem sempre são bem entendidas. As empresas encaram as fontes em potencial de diferenciação de uma forma limitada. Elas vêem a diferenciação em termos das práticas de marketing ou do produto físico, ao invés de considerarem que elas originam-se potencialmente em qualquer parte da cadeia de valores. Em geral, as empresas também são diferentes, mas não diferenciadas, porque buscam formas de singularidade que os compradores não valorizam. Normalmente os diferenciadores ainda prestam atenção insuficiente ao custo da diferenciação, ou a sustentabilidade desta, uma vez alcançada (PORTER, 1989).

A falta de uma metodologia sistemática para a análise de custo na maioria das empresas é fator que inibe os investimentos em tecnologia. Os administradores reconhecem a importância do custo, e muitos planos estratégicos estabelecem a “liderança de custo” ou a “redução de custo” como meta. No entanto o comportamento de custo poucas vezes não é bem entendido, no normal existe uma grande discordância entre os administradores com relação à posição dos custos relativos de uma empresa e às razões que as fundamentam.

Estudos de custo costumam concentrar-se nos custos de fabricação, negligenciando o impacto de outras atividades com ambiente, serviços e infraestrutura sobre a posição dos custos relativos. Além disso, o custo de atividades industriais é analisado em seqüência, sem reconhecer os elos entre atividade que podem afetar o seu custeio.

Cabe ao administrador observar o real comportamento do custo e ficar ciente de que o mesmo depende de uma série de fatores estruturais que o influenciam e que são denominados condutores de custo. Diversos condutores de custo pode combinar-se para determinar o custo de uma determinada atividade. A posição dos custos relativos de uma empresa em uma atividade de valor depende de sua situação frente a importantes condutores de custo.

A vantagem de custo pode ser obtida de duas maneiras importantes: uma em função dos condutores de custo de atividades de valor, representando uma proporção significativa do custo total e a outra é adotando uma forma diferenciada e mais eficiente de projetar, produzir, distribuir ou comercializar seus produtos.

As duas fontes de vantagem de custo não são mutuamente exclusivas. A redução dos custos pode ou não acabar em diferenciação no mercado, cada empresa deve buscar agressivamente em suas atividades o que pode influenciar na diferenciação.



Qualquer coisa que uma empresa possa fazer para reduzir o custo total para o comprador na utilização de um produto, ou custos do comprador, representam uma base potencial para a diferenciação. Na maioria das vezes a diferenciação é dispendiosa. Via de regra, uma empresa precisa incorrer em custos para ser singular porque a singularidade exige que ela execute atividades de valor de uma melhor forma que a concorrência.

Na maioria das vezes vantagem competitiva esta estreitamente ligada ao investimento em tecnologia. A tecnologia esta envolvida em toda atividade de valor em uma empresa. Tudo o que ela faz envolve algum tipo de tecnologia, além de afetar o custo ou a diferenciação por si, a tecnologia afeta a vantagem competitiva modificando ou influenciando os outros condutores do custo ou da singularidade.

O desenvolvimento tecnológico pode aumentar ou reduzir economias de escala, tornar realidade as inter-relações onde antes não eram possíveis, criar a chance para vantagens na oportunidade e influenciar quase todos os outros condutores do custo ou de singularidade. Assim uma empresa pode utilizar o desenvolvimento tecnológico para alterar os condutores de uma maneira que a favoreça, ou para ser a primeira e talvez a única empresa a explorar um condutor particular.

Um bom exemplo do papel da tecnologia na alteração da posição do custo relativo esta na industria de beneficiamento de arroz no estado. A drástica elevação nos custos da energia nas concessionárias fez com que a Empresa Urbano Agroindustrial Ltda investisse em tecnologia de ponta para criação de uma usina termoelétrica de geração de energia movida a casca de arroz para que com isso suprisse sua necessidade de demanda a um custo relativamente mais baixo, buscando dessa forma um grau de diferenciação em relação à concorrência.

## **5.2 Questões ambientais relacionadas a casca do arroz e madeira**

Uma característica da geração de energia através do uso de biomassa é a preocupação com o meio ambiente. O Brasil produz, atualmente, 12 milhões de toneladas de arroz por ano conforme dados da empresa Urbano. A casca corresponde a 22% deste peso do arroz (2,64 milhões de toneladas), que são rejeitadas todo ano criando um grave problema ambiental e de saúde principalmente na região sul onde o cultivo do arroz se faz em larga escala.

Essas cascas, quando não são queimadas visando o aproveitamento energético, são deixadas no meio ambiente, criando problemas de estética, que se agravam quando levadas pelo vento para outras áreas.

As cascas de arroz têm baixa densidade e peso específico, além de lenta biodegradação, permanecendo em sua forma original por longos períodos de tempo. Apresentam um alto poder energético, já que contêm quase 80% de seu peso em carbono e suas cinzas são compostas basicamente de sílica e, portanto, bastante alcalinas.

A madeira utilizada para a geração origina-se de um reflorestamento próprio e de toras compradas. A utilização da biomassa para gerar energia tem como característica principal a preocupação com o meio ambiente. A empresa utiliza todo o resíduo que sobra da madeira para a queima e geração de energia não restando nada para que prejudique o meio ambiente.

## **5.3 Aspectos econômicos da geração através da casca do arroz e dos resíduos da madeira**

A direção das empresas analisaram que a viabilidade de um projeto termelétrico utilizando a casca do arroz e resíduos da madeira estão baseados grosseiramente em quatro elementos principais: (1) na disponibilidade de casca de

arroz e resíduos da madeira; (2) nos montantes da energia consumida; (3) nos preços pagos pela faturas de energia tanto AES quanto CEEE e (4) no custo e característica das tecnologias empregadas.

Muitos outros itens, porém, contribuem para a aprovação econômica de um projeto, além da eliminação total ou parcial das contas de energia elétrica, entre os quais destacam-se três principais:

- a possibilidade de venda de eventuais excedentes de energia elétrica, cujo consumo descesse sensivelmente;
- o custo evitado com os resíduos, e o lucro com a venda de parte do material seco para os aviários, a fiscalização ambiental que se procederá junto às indústrias (no caso da madeira);
- quanto a casca de arroz a disponibilidade de operação durante o horário de ponta, para que os produtores possam atender integral ou parcialmente a demanda de potência no período, fato que permite elevar a capacidade produtiva da empresa, sem ônus significativo nos custos de beneficiamento ou necessidade de investimento em equipamentos no setor; e
- para os resíduos da madeira o fato de não ser necessário a utilização da energia da concessionária CEEE em nenhum dos horários de trabalho da indústria.

#### **5.4 Mapeamento das variáveis econômicas**

Pelo ponto de vista econômico, através da análise da disponibilidade da casca do arroz pela empresa, pode-se realizar uma verificação metodológica com a finalidade de mapear a consistência de oferta de biomassa e o potencial de geração de energia, conforme Tabela 5.

TABELA 5 - Oferta da biomassa em relação ao consumo

MÊS	2001		2002		2003	
	SC (50Kg)	CASCA (Ton)	SC (50Kg)	CASCA (Ton)	SC (50Kg)	CASCA (Ton)
JANEIRO	58.096	639	133.696	1.471	99.970	1.100
FEVEREIRO	27.021	297	79.010	869	105.376	1.159
MARÇO	356.366	3.920	485.246	5.338	185.728	2.043
ABRIL	778.734	8.566	759.746	8.357	534.366	5.878
MAIO	514.293	5.657	308.094	3.389	465.700	5.123
JUNHO	151.337	1.665	220.416	2.425	167.750	1.845
JULHO	175.191	1.927	129.034	1.419	110.548	1.216
AGOSTO	164.402	1.808	115.431	1.270	108.901	1.198
SETEMBRO	92.499	1.017	117.501	1.293	148.330	1.632
OUTUBRO	139.998	1.540	151.746	1.669	120.580	1.326
NOVEMBRO	142.364	1.566	170.266	1.873	106.810	1.175
DEZEMBRO	110.938	1.220	44.558	490	36.490	401
<b>TOTAL</b>	<b>2.711.289</b>	<b>29.822</b>	<b>2.714.794</b>	<b>29.863</b>	<b>2.190.599</b>	<b>24.096</b>
<b>CONSUMO</b>		<b>17.280</b>		<b>17.280</b>		<b>17.280</b>
<b>EXCEDENTE</b>		<b>12.542</b>		<b>12.583</b>		<b>6.816</b>

Fonte: Urbano Agroindustrial LTDA

Considerando que para gerar um (1) MW necessita-se de uma (1) tonelada de casca observa-se que o potencial de geração da casca do arroz, analisado através do montante das entradas de arroz no estabelecimento, supre a demanda de queima total da usina nos últimos três anos.

Também, partindo do princípio que a capacidade de geração máxima da usina são de 17.280 MW ano, isso considerando a possibilidade de trabalho nos 365 dias por ano gerando sua capacidade total de 2 MW/h, o que certamente é impossível devido as paradas para manutenção de prevenção e paradas para solucionar possíveis problemas do dia-a-dia. Observa-se que a empresa ainda possui um excedente de casca não utilizado na geração de energia elétrica,

conforme tabela acima, possibilitando a ampliação da capacidade de produção em relação a disponibilidade de casca.

Sabendo que é impossível gerar energia utilizando 100% do potencial de produção da usina surge uma questão. Quanto é o diferencial econômico obtido pela empresa utilizando-se do aproveitamento da casca do arroz na geração de energia elétrica? Sendo a geração de energia, através da queima da casca do arroz, uma tecnologia relativamente nova não foi possível coletar dados dos diversos indicadores que possibilitassem uma análise do custo em relação ao tempo, porém consegue-se estimar o percentual de economia relacionando a produção de energia pela empresa com o adquirido da concessionária nos últimos dois anos, como podemos verificar na Tabela 6.

TABELA 6 - Aquisição x Produção

MÊS	2002			2003		
	PRODUÇÃO (MW)	AQUISIÇÃO (MW)	% PRODUÇÃO (MW)	PRODUÇÃO (MW)	AQUISIÇÃO (MW)	% PRODUÇÃO (MW)
JANEIRO	748,35	9	98,81	736	32	95,81
FEVEREIRO	837,72	14	98,34	777	15	98,05
MARÇO	644,85	179	78,26	721	6	99,15
ABRIL	862,09	262	76,72	918	67	93,18
MAIO	956,57	271	77,94	846	159	84,17
JUNHO	944,46	319	74,74	631	94	87,00
JULHO	1.056,03	67	94,02	835	9	98,89
AGOSTO	1.147,57	19	98,36	793	4	99,56
SETEMBRO	1.007,90	8	99,20	829	8	99,04
OUTUBRO	895,59	8	99,06	423	1	99,67
NOVEMBRO	802,17	7	99,11	746	7	99,07
DEZEMBRO	851,04	3	99,70	758	6	99,22
TOTAL	10.754	1.167	1.094	9.013	410	1152,81
MÉDIA			91,16			96,07

FONTE: Urbano Agroindustrial LTDA

Observa-se, através de análise da tabela 6, que a empresa no ano de 2002 gerou 91,19 % do seu consumo total e que no ano de 2003 esse índice aumentou para 96,07% do seu consumo, tendo um acréscimo de 4,88% no ano. Ainda levando em conta os dados da tabela verifica-se a tendência de que no próximo ano de 2004 a empresa produza energia suficiente para satisfazer a sua demanda sem necessitar adquirir energia da concessionária local.

Analisando o potencial econômico através da disponibilidade de resíduos da madeira apresentados pela empresa, pode-se verificar pelos dados fornecidos que o potencial de geração de energia, da Empresa Forjasul é bastante relevante pois o que se produz de combustível através da biomassa (resíduos da madeira) é maior do que o necessário para a sua utilização. Com o material verde que sai da serraria em determinados dias se retira a costaneira que é estocada no pátio da fábrica para fins de semana ou quando está com pouca madeira, esse material é então picado. Atualmente todo o material verde é consumido na fábrica e o material seco vendido para os aviários. A quantidade vendida varia de um mês para outro ficando em torno de 1000 e 1500m<sup>3</sup> /mês, o restante é misturado ao material verde e queimado.

Considerando que a empresa produz 1,8 KW/h, com apenas 15 metros cúbicos de madeira observa-se que o potencial de geração analisado, supre a demanda de queima total da usina.

Conforme dados apresentados pela empresa, o sistema de geração começou a funcionar em fase de teste em abril/2000, Na época a fábrica consumia em média 680kw/h e assim se manteve até o final do ano 2000. No primeiro semestre de 2001 o consumo começou a aumentar alcançando uma média de 646kw/h, em 2002 sua média chega a 682kw/h, porém no ano de 2003 seu consumo ultrapassa os 900Kw/h e de lá até os dias de hoje vem se mantendo assim. Essa média varia porque no turno da noite o número de pessoas é menor e a utilização de maquinários também com isso ocorre a redução no consumo de energia paralelo a este a geração. No horário normal de trabalho ela pondera um consumo de 1350kw/h ao dia e a noite 1050kw/h, vale lembrar que desse montante total 220Kw/h são consumidos pelo sistema de geração.

Através da queima da madeira, com a tecnologia utilizada pela empresa Forjasul, não foi possível coletar dados dos diversos indicadores que possibilitassem uma análise do custo em relação ao tempo, porém consegue-se visualizar alguns dados da produção de energia pela empresa através do Quadro 1. Estes dados foram coletados através da entrevista direta com o encarregado da usina que depois que foi solicitado a informação de alguns números da geração. Desta forma foi colocado em forma de quadro para uma melhor visualização do leitor, de que realmente a empresa produz uma quantidade bastante considerável para o seu sustento e principalmente ser auto-suficiente na sua produção.

QUADRO 1 - Tempo (meses) x Energia produzida (KWh) da Empresa Forjasul S. A.

MÊS	ANOS		
	2001 energia gerada	2002 energia gerada	2003 energia gerada
JANEIRO	614 KWh	682 KWh	683 KWh
FEVEREIRO	635 KWh	683 KWh	685 KWh
MARÇO	614 KWh	679 KWh	742 KWh
ABRIL	673 KWh	679 KWh	755 KWh
MAIO	658 KWh	680 KWh	765 KWh
JUNHO	681 KWh	681 KWh	789 KWh
JULHO	678 KWh	682 KWh	1000 KWh
AUGUSTO	684 KWh	683 KWh	1050 KWh
SETEMBRO	678 KWh	685 KWh	1100 KWh
OUTUBRO	693 KWh	683 KWh	1120 KWh
NOVEMBRO	685 KWh	682 KWh	1150 KWh
DEZEMBRO	679 KWh	683 KWh	1210 KWh
TOTAL	7972 KWh	8182 KWh	11049 KWh
MÉDIA	664 KWh	682 KWh	921 KWh

Fonte: Empresa Forjasul Madeiras S. A. (dados obtidos através da entrevista).

## **CAPÍTULO 6 - DISCUSSÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS**

O Brasil, a partir da segunda metade deste século, vem sofrendo grandes transformações em função do crescimento demográfico (sua população aumentou 2,7 vezes entre 1950 e 1970, passando 74,3% a viver em zonas urbanas) e da modernização de suas bases de desenvolvimento. De um estágio de economia predominantemente exportadora de produtos agrícolas passou a um estágio de industrialização considerável (crescimento de 9,3% a.a. da população industrial, no período de 1970 a 1990), com predominância de produtos manufaturados em sua pauta de exportações (VIANNA e VERONESE, 1992, *apud* DE ANDRADE, 2004).

Esse acelerado ritmo de industrialização e concentração de contingentes populacionais em áreas urbanas, principalmente a partir de 1960, passou a provocar profundo impacto no meio ambiente, tanto físicos como econômicos e sociais, promovendo a atividade industrial a fator determinante nas transformações ocorridas (DE ANDRADE, 2004, p. 05).

Inúmeras transformações começaram a ocorrer, órgãos ambientais foram sendo criados nos diversos estados, e começaram a surgir legislações e regulamentações específicas de controle ambiental nos níveis federal, estadual e posteriormente, municipal. A organização ambiental das empresas no Brasil varia em função do tamanho e do tipo da indústria.

As indústrias introduziram em suas rotinas as auditorias ambientais que consistem em um dos mais importantes instrumentos de gestão ambiental. As auditorias ambientais caracterizam-se por um de seus aspectos mais relevantes é o suporte e o comprometimento gerencial.



A preservação do meio ambiente converteu-se em um dos fatores de maior influência da década de 90, com grande rapidez de penetração no mercado. Por este motivo as empresas começaram a apresentar soluções para alcançar o desenvolvimento sustentável e ao mesmo tempo aumentar a lucratividade de seus negócios.

Nesse sentido as empresas em estudo estão dando uma destinação ao resíduo da casca de arroz e aos resíduos da madeira, transformando um problema de gestão ambiental em fonte de prosperidade.

Com o objetivo de administrar o uso produtivo de um resíduo renovável sem prejudicar a qualidade ambiental e ainda obter resultados econômicos favoráveis foi alcançado pelas empresas, trabalhando em conjunto para o desenvolvimento cada vez mais eficaz da atividade e através do processo de aprendizagem e comunicação de problemas de relacionamento à interação dos homens com o seu ambiente natural.

Os bons resultados da implantação dessa tecnologia motiva as empresas pela busca de ampliação de sua capacidade de geração de energia elétrica, considerando que exista um potencial ainda maior e não descoberto pelas organizações.

Do ponto de vista econômico a geração de energia através da queima da casca do arroz é estrategicamente viável, pois minimiza o custo final dos produtos, proporcionando maior competitividade e conseqüentemente um diferencial no mercado cada vez mais agressivo, sendo que a energia é componente significativo na atividade de valores da empresa. No que se refere a fatores ambientais, a empresa com isso deixa de introduzir junto ao meio ambiente toneladas de casca de arroz, aumentando com isso sua consciência ambiental.

Cabe salientar que os dados que a empresa Forjasul proporcionou não permitiram uma análise mais aprofundada em relação a sua energia total. Pois todos os dados que foram conseguidos através das entrevistas realizadas com o técnico da usina nos mostram o quanto a empresa cresceu em termos de desenvolvimento

econômico como em organização, enquanto que os dados encontrados, cabe salientar que tudo o que se conseguiu existia em arquivos impressos e guardados em caixas de arquivo morto onde realmente não se tinha muito acesso e os dados muitas vezes faltando conteúdo com sinergia para que houvesse uma coerência dos fatos, a empresa em estudo sendo considerada de grande porte, para se ter idéia não têm um computador onde poderiam ser lançados todos os dados provenientes da usina para que a partir daquele momento fosse realizado uma pesquisa muito mais abrangente, talvez de análise dos próprios custos que a usina proporciona e muitas vezes mostrar os lucros reais que a empresa obtêm com o uso desta tecnologia tão atraente nos dias de hoje.

A empresa consegue mostrar aparentemente sua estrutura que é bastante grande uma imagem visual muito boa, mas porém não tanto atrativa pois os dados levantados foram conseguidos através de contatos informais com o pessoal técnico para que fosse possível a realização deste trabalho.

## **CAPÍTULO 7 - CONCLUSÃO**

O reflexo das preocupações ambientais cada vez mais está se traduzindo no motivo de as empresas apresentarem soluções para alcançar o desenvolvimento sustentável e ao mesmo tempo aumentar o lucro em seus negócios.

A partir dessa tendência do aproveitamento integral de resíduos uma necessidade cada vez maior na indústria moderna, especialmente quando a mesma está em busca de um diferencial em relação a seus concorrentes. Nos leva a crer que tudo aquilo que enxergamos visualmente está acontecendo e sendo trabalhado pelas empresas em estudo.

Porém, surge uma nova economia gerada através do aproveitamento da biomassa, resultando um incremento na qualidade de vida da população e do meio ambiente, uma vez que os resíduos por elas utilizadas de maneira mais coerente e não ferindo ao meio ambiente, nos faz pensar numa nova economia com qualidade ambiental e principalmente trazendo para as organizações o comprometimento com o meio ambiente.

Nesse sentido as empresas em estudo estão dando uma melhor destinação ao resíduo da casca de arroz e aos resíduos da madeira, transformando um problema de gestão ambiental em inclusão social e melhorias para a população em seu meio ambiente.

Utilizando a metodologia através de entrevistas diretas com as pessoas responsáveis pelo processo de geração de energia, ou seja, encarregados nas usinas de geração, tanto da empresa Urbano Agroindustrial quanto da empresa Forjasul Madeiras foi possível constatar que ambas são auto-sustentáveis no seu processo de geração de energia, por outro lado através desta pesquisa foi possível

verificar que tanto uma empresa quanto a outra ainda continuam atreladas as concessionárias locais criando uma expectativa de garantia nas possíveis falhas na geração de energia elétrica. Através destas informações recebidas nas entrevistas que foram realizadas durante as visitas as empresas em estudo, estas já partiram para uma negociação do seu excedente de energia junto às concessionárias locais, porém nenhuma delas obteve sucesso e com isso as empresas geram somente a quantidade de energia que irão usufruir.

Desse modo os fatores competitivos e de gestão ambiental trabalham paralelamente pois as empresas produzem e usufruem sua energia gerada obtendo uma economia em sua fatura de energia mais precisamente na empresa Forjasul os dados de economia que são constatados nas faturas de energia ainda não foram estudados com maior precisão para que houvesse uma comprovação junto aos seus administradores o seu custo real desta energia gerada e a sua economia realizando este processo de geração.

Ambientalmente as empresas estão devidamente comprometidas pois seus resíduos não são jogados junto ao meio ambiente e sim utilizados de forma inteligente para gerar energia e com isso maior perspectiva de que as empresas realmente preocupam-se com o meio ambiente que os cerca.

Considerando alguns relatos que obtive nas entrevistas o motivo de as empresas não gerarem excedente é que as concessionárias locais não demonstram nenhum tipo de interesse uma vez que no momento que estas empresas geram sua própria energia estão deixando de comprar da concessionária e com isso as concessionárias perdem seus maiores clientes que consideravelmente faturam um consumo bastante atraente em termos monetários. As concessionárias elaboram um contrato com a empresa e esta analisa o mínimo que se deve pagar por demanda contratada e o restante produzem por si próprias.

Com relação ao objetivo geral as empresas geram sua própria energia através da biomassa, e essa competitividade ocorre a partir de uma racionalização (redução de custo) derivado da sua própria geração de energia através da biomassa. Porém essa comprovação não foi possível ser realizada pela

indisponibilidade de documentos financeiros/ contábeis que demonstrem que isso proporcionou uma vantagem efetiva para o demandante.

Dentre os dados apanhados não foi possível um acesso maior dos valores comprobatórios das faturas de energia da empresa Forjasul para que pudéssemos realmente comprovar que as empresas obtinham um lucro bastante compensador para o crescimento da organização.

Conclui-se que, face aos objetivos propostos pela pesquisa, os mesmos foram devidamente alcançados e que, no entanto, para um melhor gerenciamento ambiental deveria ser firmado através de uma parceria com as concessionárias AES Sul em São Gabriel e CEEE em Encruzilhada do Sul um possível acordo entre ambas as empresas de que a energia gerada em excesso fosse utilizada entre as organizações, proporcionando com isso uma melhoria para o meio ambiente, e de uma maneira geral, um crescimento destas organizações.

Conseqüentemente através de uma pesquisa mais detalhada e comprovada com dados das empresas poderia ser analisado o verdadeiro lucro encontrado nas faturas de energia e apresentado para todos os administradores das organizações ocorrendo com isso uma maior credibilidade na geração tanto social como econômica.

### **7.1 Sugestões para trabalhos futuros**

- Considerar a possibilidade de comercializar as cinzas encontradas após a queima da casca de arroz;
- Realizar um estudo mais completo sobre as possibilidades de ambas as empresa comprovarem sua real sustentabilidade através da energia gerada;
- Avaliar o resíduo (pó) retirado após a queima da madeira se existe outra possibilidade de reaproveitar.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. ANEEL. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br>>mais energia elétrica. Fontes Renováveis. Acesso em: 21 set, 2004.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. ANEEL. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br>>Banco de informações de geração (BIG). Acesso em: 23 dez, 2004.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. ANEEL. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br>>mais energia elétrica>importação de energia. Acesso em: 10 jan, 2005.

AMBIENTE BRASIL. Disponível em <http://www.ambientebrasil.com.br>> Biomassa> Vantagens da Biomassa na Produção de Energia. Acesso em 14 de nov, 2004.

CAMPOS, JULIO C. C. **Co-geração como técnica de conservação de energia**, ABRAVA, ano 16, nº 129, São Paulo, 1992.

DE ANDRADE, R. et al. **Gestão Ambiental: Enfoque Estratégico Aplicado ao Desenvolvimento Sustentável**. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 2004.

DE FREITAS, C. et al. **Medidas Mitigadoras para a redução de emissões de gases de efeito estufa na Geração Termelétrica**. Brasília. Dupligráfica, 2000. 222 p. IL.

DE SOUZA, C. E. G.; RAMOS, T. J. F. **Inovação, Geração de Energia e Competitividade mediante utilização de resíduos agroindustriais**. Bagé: Rev. CCEI – URCAMP, v. 5 n. 8, p. 96-102 – ago., 2001.

DOE (U. S. Department of Energy) "DOE Biomass Power Program – Strategic Plan 1996 – 2015", *Office of Solar Thermal, Biomass Power, and Hydrogen Technologies*, Washington, dec. 1996, 13p.

DONAIRE, Denis. **Gestão Ambiental na Empresa**. 2 ed.[s.l.]: Atlas, 1999.

FAGGION, GILBERTO ANTÔNIO. **Fontes de tecnologia das empresas exportadoras do Rio Grande do Sul – Brasil**. Porto Alegre, Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Administração, UFRGS, 1995.

FROSCH, ROBERT A. **As reflexões sobre uma nova ecologia das empresas**. Revista Bahiana de Tecnologia. Camaçari: v.12, 1997.

HOFFMANN, Ronaldo. "**Método Avaliativo da Geração Regionalizada de Energia, em Potências Inferiores a 1MW e, a partir da Gestão dos Resíduos de Biomassa – O caso da Casca do Arroz**", Tese de Doutorado em Engenharia – PROMEC/UFRGS, Porto Alegre, 1999, 195p.

KAEHLER, José W. Maciel. "*Um outil d' aide à la décision et de gestion des actions pour la maîtrise de la demanda d'énergie – de la conception au développement*", Thèse de Doctorat, École des Mines de Paris, France, 1993, 257 p.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5ed. São Paulo: Atlas, 2003.

SENAI, **Manual de Segurança para Operação de Manutenção de caldeiras**, 1995.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Situações e Perspectivas das Novas Fontes de Energia Renovável no Brasil – **Histórico Recente das Renováveis**. Relatório elaborado para o MCT (Ministério da Ciência e Tecnologia), dentro do projeto BRA/95/G31, sob o contrato nº 99/117, com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD, 2000.

NATARAJAN, E. et al. *Experimental determination of bed agglomeration tendencies of some common agricultural residues in fluidized bed combustion and gasification*. *Biomass and Bioenergy*. vol. 15, nº 2, pp. 163-169, Elsevier Science Ltd., GB, 1998.

NOGUEIRA, Carlos Eduardo Camargo Nogueira. **Dimensionamento de Sistemas Integrados de energia em Ambientes Rurais**, Tese de Doutorado em Engenharia Elétrica - PPGEE/UFSC, Florianópolis, 2004, 134p.

PORTTER, E. Michael. **Criando e sustentando um desempenho superior**. 18 ed. [s.l.]: Campus, 1989.

PRETZ, Ricardo. **Papel da biomassa energética no desenvolvimento de comunidades**, II Fórum de Energia e Meio Ambiente, Santa Maria, 1996, Anais p. 175-182.

\_\_\_\_\_. **Potencial bioenergético do setor arrozeiro do Rio Grande do Sul: uma abordagem termelétrica**, Tese de Doutorado, PROMEC/UFRGS, Porto Alegre - RS, 2001, 78p.

RAMAKUMAR, R. Energizing Rural Areas of Developing Countries Using IRES. *Energy Conversion Engineering Conference*. Proceeding of the 31 Intersociety., v.3, p.1536-1541, 1996.

SOUZA, Carlos E. G.; RAMOS, Thadeu J. F. Inovação, Geração de Energia e Competitividade mediante utilização de resíduos agroindustriais. **Revista do CCEI – URCAMP**, Bagé, v. 5, n. 8, p. 96-102, ago/2001.

Spilling Energie Systeme, s.d. "Biomass power plants - Spilling® energy plants fuelled by rice husks (hullus)", **Folheto técnico**, Suíça, 6p.

TOLMASQUIM, M.T; TIAGO FILHO, G. L. Pequenas Centrais Hidroelétricas. In: **Fontes Renováveis de Energia no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Interciência: CINERGIA, 2003. p.163-206.

VALLE, Cyro Eyer - Qualidade Ambiental. O Desafio de ser competitivo protegendo o meio ambiente. São Paulo: Livraria Pioneira Editora, 1995. p. 8-9.



# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)