



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

**VIABILIDADE ECONÔMICA DE UM PROJETO DE COGERAÇÃO  
VIA UM TURBOGERADOR DE ELETRICIDADE**

**CAROLINA SOARES FRANÇA**

**Florianópolis-SC, março de 2008**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

**VIABILIDADE ECONÔMICA DE UM PROJETO DE COGERAÇÃO**  
**VIA UM TURBOGERADOR DE ELETRICIDADE**

Monografia submetida ao Departamento de Ciências Econômicas para obtenção de carga horária na disciplina CNM 5420 – Monografia

**Por:** Carolina Soares França

**Orientador:** João Randolfo Pontes

**Área de Pesquisa:** Economia de empresas

Palavras – Chaves: 1. Viabilidade econômica

2. Cogeração energética

3. Taxa de retorno

**Florianópolis-SC, março de 2008**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

A Banca Examinadora resolveu atribuir a nota 10,0 à aluna Carolina Soares França na disciplina CNM 5420 – Monografia por este trabalho.

Banca Examinadora:

---

Prof. João Randolfo Pontes  
Presidente

---

Prof. Milton Biage  
Membro

---

Prof. Eraldo Sérgio Barbosa da Silva  
Membro

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todos aqueles que contribuíram para tornar possível a realização deste objetivo.

De modo ímpar agradeço aos meus pais pelo carinho, exemplo e incentivo dedicados desde sempre, e de maneira especial durante toda minha formação acadêmica.

A toda minha família pelo apoio, em especial à minha irmã e ao meu sobrinho que têm transformado de modo irreversível a minha vida.

Ao meu namorado Victor pelo carinho e apoio, e pela compreensão das minhas ausências, quase tantas quanto presenças durante os anos de faculdade.

A todos os amigos, principalmente os conquistados durante a faculdade, Joseane e Priscila e de maneira especial a Viviana que muito contribuiu na elaboração desse e de muitos outros trabalhos, e que espero continue sempre presente em minha vida.

Ao professor João Randolfo Pontes, pela orientação dispensada para a concretização deste trabalho.

A empresa Adami S/A. – Madeiras, todos os seus diretores e funcionários pela oportunidade e confiança dispensados.

A UFSC, professores e colaboradores, pelo aprendizado proporcionado.

## SUMÁRIO

Lista de Tabelas, Gráficos e Figuras.....	vii
Lista de siglas e abreviaturas.....	viii
Resumo.....	ix
<b>CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
1.1 Considerações gerais.....	10
1.2 Problemática.....	12
1.3 Objetivos.....	13
1.3.1 Objetivo geral .....	13
1.3.2 Objetivos específicos.....	13
1.4 Metodologia.....	13
1.5 Estrutura do trabalho.....	14
<b>CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>15</b>
2.1 Eficiência econômica.....	15
2.2 Fundamentos da oferta e da demanda.....	16
2.3 O mercado.....	18
2.4 A firma.....	21
2.5 Sistema de custos e preços: base de sustentação dos estudos de viabilidade econômica.....	23
2.5.1 Custos.....	23
2.5.2 Preços.....	24
2.6 Análise da viabilidade econômica.....	25
2.6.1 Análise de projetos de investimento.....	25
2.6.2 Indicadores associados à rentabilidade.....	27
2.6.3 Indicadores associados ao risco.....	28
<b>CAPÍTULO 3 – INDÚSTRIA DE PAPEL E EMBALAGES.....</b>	<b>29</b>
3.1 Indústria de celulose e papel.....	29
3.2 Indústria de embalagens.....	30
3.3 O Mercado de energia elétrica.....	33
3.3.1 Oferta e demanda de energia elétrica.....	33

3.3.2 Recursos energéticos.....	36
3.3.3 Fontes alternativas de energia.....	37
3.4 Eficiência energética.....	46
3.5 Autoprodução de energia.....	46
3.6 Geração distribuída.....	48
3.7 Cogeração energética.....	49
3.7.1 Tecnologias de cogeração.....	50
3.7.2 Incentivo à cogeração.....	53
3.7.3 Outorga da central de cogeração.....	54
3.8 Geração de energia e o meio ambiente.....	56
<b>CAPÍTULO 4 - ESTUDO DE CASO: EMPRESA ADAMI S/A. – MADEIRAS...</b>	<b>58</b>
4.1 Considerações gerais.....	58
4.2 A Empresa.....	58
4.3 Situação econômica e financeira da empresa para 2008.....	63
4.4 Premissas de implantação do turbogerador.....	65
4.5 Estudo de viabilidade econômica do projeto do turbogerador.....	66
<b>CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES.....</b>	<b>72</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>74</b>

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Produção de Papel (milhões de toneladas).....	30
Tabela 2 – Principais segmentos consumidores de embalagem de papelão ondulado em 2006.....	32
Tabela 3 – Expedição anual de caixas, acessórios e chapas.....	32
Tabela 4 - Consumo de Energia Elétrica por Classe (GWh).....	35
Tabela 5 - Consumo Total de Energia Elétrica (TWh).....	36
Tabela 6 - Produção de Energia Primária (%).....	38
Tabela 7 - Autoprodução Clássica (TWh) - Trajetória de Referência.....	48
Tabela 8 - Resultado Econômico Consolidado da Adami para 2008.....	63
Tabela 9 - Resultado Econômico Divisões de Papel e Embalagens.....	64
Tabela 10 - Gasto em Eletricidade nas Divisões Papel e Embalagens em 2007.....	65
Tabela 11 - Cronograma físico-financeiro.....	66
Tabela 12 - Cronograma da cobertura financeira.....	67
Tabela 13 – Evolução do capital acionário no período da construção.....	67
Tabela 14 – Evolução do capital de terceiros no período da construção.....	67
Tabela 15 – Tabela de financiamento.....	68
Tabela 16 – Resultado econômico.....	69
Tabela 17 – Geração interna de caixa.....	70
Tabela 18 – Cálculo do valor presente líquido.....	70

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 - Matriz Energética Brasileira.....	37
---	----

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Cogeração – Turbina a vapor.....	52
Figura 2 - Reflorestamento - Divisão Florestal.....	59
Figura 3 - Pasta Químico-Mecânica.....	59
Figura 4 - Divisão Madeireira.....	60
Figura 5 - Divisão Papel.....	61
Figura 6 – Divisão Embalagens.....	62
Figura 7 – PCH Santo Antônio de Salto.....	62

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

ABPO – Associação Brasileira de Papelão Ondulado  
ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica  
BEN – Balanço Energético Nacional  
BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Social  
BRACELPA – Associação Brasileira de Celulose e Papel  
CENBIO – Centro Nacional de Referência em Biomassa  
EPE – Empresa de Pesquisa Energética  
GWh – Giga Watt hora  
INEE - Instituto Nacional de Eficiência Energética  
KWh – QuiloWatts hora  
MME – Ministério de Minas e Energia  
Mtep – Milhões de Toneladas Equivalentes de Petróleo  
MWh – Mega Watt Hora  
OIE – Oferta Interna de Energia  
PCH – Pequena Central Hidrelétrica  
PDE – Plano Decenal de Expansão de Energia 2006-2015  
PIB – Produto Interno Bruto  
PIE – Produtor Independente de Energia Elétrica  
PROINFA – Programa de Incentivo a Fontes Alternativas  
SIN – Sistema Integrado Nacional  
TWh – Tetra Watt Hora  
Tep – Tonelada Equivalente de Petróleo  
VPa – Valor Presente Acumulado  
VPL – Valor Presente Líquido



## **RESUMO**

O objetivo principal deste trabalho consiste na análise da viabilidade econômica do projeto de instalação de um turbogerador na empresa Adami S/A. – Madeiras. Com o intuito de reduzir os gastos com compra de eletricidade e evitar a dependência das distribuidoras de energia elétrica, a Empresa busca investir em um projeto de geração de eletricidade - cogeração. Desse modo o presente trabalho apresenta o tema da autoprodução de eletricidade e as principais fontes alternativas de energia, bem como as tecnologias priorizadas em projetos de cogeração. A particularidade deste trabalho, por ser um estudo de caso, requereu a escolha da abordagem de pesquisa que utiliza métodos descritivos. Quanto à natureza do procedimento empregado, esta pesquisa utilizou métodos qualitativos, pois foram utilizados dados documentais fornecidos diretamente pela empresa para a realização do trabalho, além da bibliografia trouxe subsídios e informações formais mirando a cogeração energética. O trabalho apresenta de modo detalhado a análise econômica do projeto de cogeração energética utilizando um turbogerador, desde o cronograma físico- financeiro, até a geração interna de caixa do investimento, e tendo em vista o resultado do valor presente líquido e do valor presente acumulado, percebe-se que o projeto de cogeração energética promove o retorno do capital investido pela empresa.

## **CAPÍTULO 01 - INTRODUÇÃO**

### **1.1 Considerações gerais**

Com a dinâmica do atual cenário mundial e a rapidez com que ocorrem as mudanças nas economias, as empresas necessitam de diferenciais que façam com que elas se tornem cada vez mais competitivas para poderem sobreviver no mercado globalizado. Logo, a flexibilidade e a capacidade de produzir dentro da competição por preços no mercado é uma necessidade imperativa.

Nesse contexto novas alternativas de redução de custos têm sido vislumbradas no sentido de fazer com que o processo produtivo torne-se cada vez mais eficiente. A grande maioria das alternativas utilizadas no setor produtivo, visando à redução de gastos no processo, depende necessariamente da tecnologia empregada. O avanço tecnológico tende a diminuir os custos de fabricação dos produtos, além de melhorar o objeto à medida que o tempo passa.

Ao longo deste século os sistemas elétricos tornaram-se cada vez mais centralizados, especialmente no que refere-se a geração. Até recentemente grandes centrais de produção de eletricidade justificavam-se pelo caráter determinante do fator de escala sobre os custos de geração, a inexistência de maiores restrições com relação aos impactos ambientais e em função do modelo de organização empresarial que imperou no setor durante décadas.

As indústrias de papel e papelão ondulado caracterizam-se por pertencer a um setor tradicional da economia. Mas esse fato não impede que também sofram as consequências da concorrência de mercado. Um ponto a ser destacado nestes setores, é o fato de serem consumidores excessivos de energia elétrica, o processo produtivo de tais indústrias utiliza vapor de processo e eletricidade de maneira intensa. Desse modo os gastos com compra de energia elétrica muitas vezes são superiores aos gastos com folha de pagamento, levando os empresários a buscarem formas de redução de gastos na produção, através da autoprodução de energia elétrica.

Algumas reformas, de caráter eminentemente descentralizadoras, que ocorreram no setor elétrico brasileiro nas últimas décadas, levaram à definição de um maior espaço para a produção elétrica em pequena escala. Algumas possibilidades seriam: a produção independente das concessionárias; o uso mais intensivo de fontes energéticas

renováveis; a autoprodução energética e a geração distribuída, sendo a cogeração vista como uma via tecnológica de destaque neste contexto.

As transformações estruturais do setor elétrico brasileiro começaram recentemente, em meados da década de 90, e seguem a tendência mundial. Estas modificações são favoráveis ao aumento da participação de fontes alternativas de energia na geração energética (MME, 2007).

Essa tendência vem fortalecendo opiniões e promovendo decisões em favor da criação de oportunidade para o avanço dos sistemas de geração distribuída<sup>1</sup>, através do qual os clientes finais (indústria, comércio e serviços), utilizando fontes de energia primária disponíveis (biomassa e/ou gás natural), produzem, consomem e administram as suas necessidades de energia elétrica e térmica, com fatores de eficiência energética e de custos conforme a visão estratégica dos seus empreendedores (NOGUEIRA, 1995).

Os principais objetivos de se investir em um processo de cogeração energética, tendo como fonte a biomassa por exemplo, são de ordem econômica e ambiental. As vantagens do ponto de vista econômico é a redução do custo da energia quando comparado ao valor gasto com a compra de energia de distribuidoras. Do ponto de vista ambiental mostra-se uma opção vantajosa porque se trata de uma energia limpa com menor emissão de gases poluentes. Além de que a biomassa produzida de modo sustentável não aumenta o estoque atmosférico de CO<sub>2</sub>, outra vantagem significativa frente aos demais combustíveis fósseis, pois ajuda a regular a quantidade de CO<sub>2</sub> existente e, conseqüentemente, contribuindo para reduzir o efeito estufa (OLIVEIRA, 2003).

De maneira geral, e cada vez mais, as indústrias procuram reduzir seus custos de produção face à concorrência e abertura de mercados de produtos e serviços. Busca-se manter sempre margens operacionais positivas. Assim, investimentos que estabeleçam avanços no parque produtivo podem ser aplicados de modo a trazer benefícios para a empresa, gerando eficiência econômica ao reduzir custos do processo produtivo e aumentar a competitividade.

---

<sup>1</sup> Ver item 3.6

## 1.2 Problemática

No campo de estudos da economia vários fenômenos surgem de forma assimétrica e intempestiva. O presente trabalho busca examinar a questão da preocupação das empresas com o aumento da eficiência econômica. Preocupação esta que se estende aos mais diversos segmentos econômicos. O exame do contexto onde as empresas trabalham demonstra o uso contínuo de vários procedimentos, métodos e sistemas de informação com vistas a subsidiar o seu processo de decisão. Dentre os principais fatores que afetam o aumento da eficiência econômica podem-se destacar as mudanças no comportamento estratégico, alterações nos critérios de promover a análise econômica, uso de novas tecnologias, absorção de novos conhecimentos, mudanças do sistema de gestão, dentre outros.

No caso específico da indústria de papel e embalagens, tanto no exterior como no Brasil, observa-se também a preocupação com as mudanças no processo de desenvolvimento estratégico. Nos últimos 30 anos as empresas vêm utilizando novas tecnologias, novos procedimentos operacionais, introduzindo sistemas para a redução de custos e reformulando suas estratégias. No contexto produtivo as empresas que compõem estes setores têm introduzido projetos de geração de eletricidade com visas a reduzir os custos e evitar a dependência das empresas distribuidoras de energia elétrica. Pode-se destacar o desenvolvimento de novas tecnologias de geração de eletricidade pelo uso de novas fontes alternativas de energia como o gás natural, biomassa, célula de combustível, eólica, biocombustíveis, etc.

Diante desse contexto o presente trabalho de pesquisa examina a viabilidade econômica de implantação de um projeto de geração de energia que visa suprir a demanda de eletricidade da empresa Adami S/A. – Madeiras, promovendo assim sua maior eficiência econômica. Tal projeto terá em sua configuração uma caldeira, uma turbina a vapor e um turbogerador, e utilizará como combustível a biomassa provinda da madeira de pinus reflorestado.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo geral**

Prover a análise da viabilidade econômica da implantação de um projeto de cogeração energética na empresa ADAMI S.A. – Madeiras.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- a) Conhecer os setores de papel e papelão ondulado, seus mercados e clientes;
- b) Conhecer as fontes alternativas de energia utilizadas atualmente, identificando vantagens econômicas e ambientais.
- c) Abordar a questão da autoprodução de eletricidade, a cogeração energética e as tecnologias e políticas de incentivo existentes.

### **1.4 Metodologia**

A pesquisa científica é a efetivação de uma investigação projetada e desenvolvida em conformidade com as normas reconhecidas pela metodologia científica. Existem várias formas de se classificar as pesquisas: quanto a sua natureza, poderá ser básica ou aplicada; em relação à análise do problema, pode ser quantitativa ou qualitativa; a respeito dos objetivos, a abordagem poderá ser exploratória, descritiva e explicativa; e por último, o procedimento técnico oferece um ferramental auxiliar, que são as bibliografias das mais variadas formas, documentos, levantamentos, identificação do estudo de caso, análise *ex-post-facto*, pesquisa ação e participante, etc. (GIL, 1991).

A particularidade deste trabalho requereu a escolha da abordagem de pesquisa que utiliza métodos descritivos, por se tratar de um estudo de caso. Neste trabalho foi efetuada uma análise de um projeto de investimento na empresa Adami S/A. – Madeiras, visando a cogeração energética, bem como a análise de sua viabilidade econômico-financeira. Outro ponto abordado na pesquisa trata da autoprodução de energia e da cogeração, para isso valer-se-á de subsídios e informações formais contidos em estudos técnicos, relatórios, dissertações, teses, artigos, dentre outras. Quanto à natureza do procedimento empregado, esta pesquisa utilizou métodos

qualitativos, pois foram utilizados dados documentais fornecidos diretamente pela empresa para a realização do trabalho, além da bibliografia de apoio que trata de diferentes estudos de caso, visando a cogeração energética.

Para a execução do trabalho em questão, mediante a realização de estudos, assegura-se com precisão as observações e informações registradas nos documentos pesquisados. Porém como observa Gil (1989), cada pesquisa é distinta uma da outra por apresentar um delineamento próprio, onde quem o determina é seu próprio objeto de análise, nas dificuldades para obter os dados, no nível de perfeição estabelecido e pelas barreiras que o próprio pesquisador encontra (GIL, 1989).

### **1.5 Estrutura do Trabalho**

A presente pesquisa está organizada da seguinte forma: o Capítulo 1 contém a introdução, a problemática do estudo proposto, os objetivos, a metodologia e a própria estrutura do trabalho. O Capítulo 2 aborda a fundamentação teórica, na qual serão apresentadas as abordagens e estudos indispensáveis à concretização do objetivo do trabalho. O Capítulo 3 especifica a configuração da indústria de papel e papelão ondulado (embalagens) e seu desempenho no mercado; o mercado de energia elétrica, a autoprodução de energia e a cogeração energética. No Capítulo 4 é apresentado o estudo de caso proposto no trabalho. Por fim, o Capítulo 5 apresenta as conclusões e recomendações. As referências bibliográficas assinalam as obras empregadas na elaboração do trabalho.

## CAPÍTULO 02 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Eficiência econômica

A questão central da economia está relacionada com os fundamentos e os critérios utilizados no entendimento e na medição da eficiência econômica. Como os recursos são escassos, as políticas públicas e privadas devem levar em consideração a forma mais eficiente de aproveitar os recursos naturais.

As tecnologias existentes à disposição das empresas permitem a obtenção de um determinado volume de produção através da utilização de diferentes quantidades de fatores. Pode-se considerar que um método de produção é tecnologicamente o mais eficiente, se este permitir a obtenção da mesma quantidade de produção que os outros processos com a utilização de menor quantidade de todos os fatores de produção, ou menor quantidade de pelo menos um fator de produção com a quantidade dos demais fatores de produção permanentemente inalterada. “Um método de produção será considerado economicamente eficiente se permitir a obtenção da mesma quantidade de produto que os métodos alternativos, ao menor custo possível” (PASSOS e NAGAMI, 1998. p. 139).

Certos critérios controlam um estado de eficiência da economia em geral. Os custos de oportunidade<sup>2</sup> devem ser minimizados para todas as formas de atividade econômica. Os padrões de consumo e a produção de bens são eficientes sempre que qualquer mudança da situação corrente prejudique pelo menos apenas uma pessoa. A eficiência econômica amplamente considerada significa que é possível as empresas conseguirem alcançar níveis mais elevados de qualidade e vantagem competitiva numa perspectiva de médio e longo prazo. Isso implica que os recursos são alocados de modo a produzir a mais valiosa combinação de bens possível, pois qualquer parcela de benefício líquido potencial deve ser obtida a partir dos recursos disponíveis (BYRNS e STONE 1996).

A eficiência econômica é a base de sustentação das teses que pregam a promoção do crescimento econômico e a aceleração do desenvolvimento, pois, está diretamente relacionada com a busca de novas tecnologias, novos modelos de gestão, novas formas de se obter a produtividade nas fábricas e serviços, dentre outros. Ela

---

<sup>2</sup> Custo de Oportunidade é o valor do melhor uso alternativo abandonado quando uma escolha é feita.

constitui a base das decisões econômicas empresariais, sendo capaz de alavancar novas estratégias e criar vantagens competitivas duradouras. Uma vantagem competitiva corresponde a um benefício significativo e, preferencialmente, de longo prazo de uma empresa sobre sua concorrência. Estabelecer e manter uma vantagem competitiva é uma atividade complexa e trabalhosa, mas a sobrevivência e prosperidade de uma empresa depende disso. Já as decisões estratégicas estão relacionadas ao ajustamento entre a empresa e o mercado onde atuam, tratando das relações da empresa com o ambiente, abordando os problemas externos e o equilíbrio entre a empresa e o mercado. Tais decisões asseguram a escolha adequada e a capacidade da empresa para conquistar uma parte do mercado em condições de desenvolvimento (PORTER, 1989).

## **2.2 Fundamentos da oferta e demanda**

A teoria microeconômica busca compreender como ocorre a organização das atividades microeconômicas numa determinada economia, o seu equilíbrio e o desequilíbrio entre as condições de oferta e demanda, além de procurar uma resposta para as ilimitadas necessidades humanas.

Com a intenção de facilitar a compreensão sobre o assunto, faz-se necessário uma revisão dos princípios econômicos básicos a respeito do comportamento das firmas e da microeconomia em geral, de modo a colaborar para explicar o tema proposto no presente trabalho. O estudo dos fundamentos da oferta e da demanda pode ser usado para avaliar o modo como os agentes econômicos se comportam num determinado mercado. Tal análise pode ser aplicada a um variado número de questões, dentre as quais ressaltam-se o efeito do controle de preços desempenhado pelo governo no incentivo à produção, formas diferenciadas e impactos dos impostos, subsídios e tarifas que atingem consumidores e produtores (PINDYCK e RUBINFELD, 1994).

De acordo com Marshall (1985),

“Os elementos que compõem a procura são o resultado da própria finalidade de uso, enquanto que na oferta, existem várias fontes de produção que são procuradas para diversas finalidades, ou mesmo oferecidas por diversas origens, podendo ser somadas umas às outras” (MARSHALL, 1985, p.57).

A demanda é uma relação que demonstra a quantidade de um bem ou serviço que os compradores estariam dispostos a adquirir a diferentes preços de mercado.



Assim, a função procura representa a relação entre o preço de um bem e a quantidade procurada, mantendo-se todos os outros fatores constantes. Já a função oferta nos dá a relação entre a quantidade de um bem que os produtores desejam vender e o preço desse bem, mantendo-se o restante constante.

Assim, as quantidades ofertadas aumentam à medida que os preços aumentam. São diretas as relações preço-quantidade. As curvas da oferta e da demanda são empregadas para apresentar o mecanismo de mercado. Em situações que não existe intervenção governamental, por exemplo, através da imposição de controles de preços ou alguma forma diferente de política regulamentadora, a oferta e a demanda atingirão o equilíbrio determinando o preço de mercado e a quantidade a ser produzida de uma mercadoria. Os respectivos valores e preços e suas quantidades estarão sujeitos a características específicas da oferta e da demanda, de maneira que os preços e as quantidades irão variar ao longo do tempo em decorrência da forma como a oferta e a demanda reagem a outras variáveis econômicas, do mesmo modo que sofrerão alterações a atividade econômica agregada e os custos da mão-de-obra (PINDYCK e RUBINFELD, 1994).

Desta forma, é possível afirmar que a análise de oferta e da demanda é um instrumento fundamental da microeconomia que, em mercados competitivos, proporciona um amplo conhecimento aos empresários em relação às quantidades de produtos a serem produzidas e demandadas pelos consumidores em função dos preços.

Tanto a oferta quanto a procura constituem uma relação associada de ordem composta ou conjunta. Se por um lado a oferta é conjunta, onde cada bem apresenta o preço de oferta proveniente da determinação da soma dos gastos do processo de fabricação; por outro lado, a procura dos produtos também é conjunta, pois não existe procura direta da parte dos consumidores por um bem isoladamente. Portanto, o equilíbrio entre a procura e a oferta se dá através da compensação por meio do desejo e do esforço que um indivíduo realiza para atender uma necessidade própria pelo seu próprio esforço (MARSHALL, 1985).

Enquanto a relação da demanda descreve o comportamento dos compradores, a relação da oferta descreve o comportamento dos vendedores, evidenciando o quanto estaria disposto a vender, a um determinado preço. O equilíbrio da oferta e da procura num mercado concorrencial é atingido com um preço que faz igualar as forças da oferta e procura. O preço de equilíbrio é aquele com o qual a quantidade procurada é precisamente igual à quantidade oferecida.

A busca de equilíbrio de uma empresa é decorrente da estratégia competitiva que ela estabelece para sustentar sua vantagem competitiva. Elas adotam táticas de defesa em resposta à pressão do ambiente de negócios que participam. Logo, uma empresa numa posição de intensa atratividade pode não alcançar lucros atrativos, se tiver optado por uma posição competitiva inadequada. Aversa a esta situação, uma empresa que preferiu uma posição competitiva excelente pode encontrar-se numa indústria que não lhe seja adequada e tão pouco lucrativa, e aplicar um maior empenho visando atingir uma posição melhor será de pouco benefício (PORTER, 1989).

### 2.3 O mercado

“Os economistas entendem por mercado não um lugar determinado onde se consumam as compras e as vendas, mas toda uma região em que compradores e vendedores se mantêm em tal livre intercâmbio uns com os outros, onde os preços das mercadorias tendem a nivelar-se fácil e prontamente” (MARSHALL, 1985, p. 16).

As unidades econômicas individuais podem ser analisadas sob duas óticas distintas, a dos compradores e dos vendedores. Os compradores compreendem os consumidores (adquirentes de bens e serviços) e as empresas (adquirentes de trabalho, capital, e matérias-primas que empregam para produzir bens e serviços), enquanto que no lado dos vendedores estão as empresas, que comercializam bens e serviços; os trabalhadores, que vendem seus serviços através do trabalho; e os proprietários de recursos, que alugam terras ou comercializam recursos minerais para as empresas. Com certeza, a maior parte das pessoas e a grande maioria das empresas desempenham as duas atividades, tanto como compradores quanto como vendedores (PINDYCK e RUBINFELD, 1994).

De modo geral, o desempenho das atividades econômicas acontece no mercado, no qual há uma ação de interação constante entre as empresas que estão à procura de fatores de produção para transformá-los em produtos, e em igual intensidade, os consumidores estão demandando bens e serviços para satisfazerem suas necessidades. O resultado destas operações é possível devido ao empenho de algumas pessoas (empresários) em produzir produtos requeridos e da existência do mecanismo de preços (PONTES, 1998).

A aplicabilidade dos raciocínios econômicos, de modo freqüente baliza os mercados dificultando a constatação das influências dos movimentos da oferta e da

procura de uma praça sobre outra. Muitas são as condições que podem afetar a extensão de um determinado mercado, porém próximo da totalidade às coisas para as quais há um mercado muito amplo é de procura universal e suscetível de serem descritas com facilidade e exatidão (KERSTENETZKY, 2004).

Os mercados localizam-se no centro da atividade econômica, e grande parte dos assuntos mais importantes na economia está de alguma forma relacionada com o funcionamento dos mercados, ao se tratar, por exemplo, de temas como um pequeno ou grande número de empresas concorrendo no mercado, alterações de preços, oportunidades para negócios, interferência governamental, etc (PINDYCK e RUBINFELD, 1994).

Uma rede de relações entre compradores e vendedores que resulta na fixação da quantidade de bens, produtos e serviços oferecidos, e preços pagos por eles, pode ser definido como mercado. Num mercado ideal, os preços são regulados pela lei da oferta e da procura. Nenhum participante tem poder de influir sozinho sobre o conjunto da produção. O quadro ideal é aquele em que existe concorrência plena. No entanto, a realidade é bastante diferente. A seguir pode-se verificar alguns termos relacionados com a prática de mercado:

### **i) Monopólio**

Situação em que um setor do mercado com múltiplos compradores é controlado por um único vendedor de mercadoria ou serviço, tendo capacidade de afetar o preço pelo domínio da oferta. Nesse cenário, os preços tendem a se fixar no nível mais alto para aumentar a margem de lucro.

O monopólio é um tipo de organização de mercado onde se apresenta apenas um produtor num mercado bem definido, no qual não existem rivais, nem concorrentes diretos. A base de formação de um monopólio pode consistir no controle da oferta de matéria-prima, por exemplo, ou na detenção de patentes, ou ainda, no custo do estabelecimento de uma fábrica eficiente em comparação ao tamanho do mercado (KON, 1994).

O monopólio tem particular interesse em ajustar a oferta à procura, não de maneira que o preço de venda da mercadoria cubra suas despesas de produção, porém de modo a proporcionar o maior rendimento total líquido possível. Para a microeconomia tradicional, a posição de monopolista é discutida como uma relação de

restrição da oferta a preços acima do nível competitivo, presumindo que a empresa esteja maximizando seus lucros no curto prazo (MARSHALL, 1985).

### **ii) Concorrência perfeita**

Este tipo de organização de mercado está em contraposição ao monopólio. O mercado de concorrência perfeita caracteriza-se como um mercado organizado e pela existência de uma numerosa quantidade de empresas, onde particularmente são pequenas em comparação ao mercado geral e que não podem influenciar nos preços. Este é definido pelas forças do mercado da oferta e da demanda. Cada empresa por sua vez, toma o preço do mercado como base para definir quais as quantidades a serem produzidas e vendidas, enquanto que pelo lado dos consumidores, tal preço é tomado como base e posteriormente estes resolvem quais as quantidades que comprarão (PINDYCK e RUBINFELD, 1994; KON, 1994).

Neste tipo de mercado existe a livre mobilidade dos recursos, ou seja, cada recurso pode rapidamente entrar e sair do mercado como resposta a impulsos monetários. Esse tipo de organização de mercado presume que tanto os consumidores quanto os produtores ou os proprietários tenham amplo e completo conhecimento de mercado no que diz respeito a preços, custos, salários, etc. (KON, 1994).

### **iii) Concorrência monopolista ou imperfeita**

Este tipo de estrutura apresenta um alto número de empresas que produzem produtos diferenciados, ainda que substitutos próximos entre si, e por este motivo é considerada uma estrutura mais real que a da concorrência perfeita. Trata-se de estruturas de mercado onde existe um grande número de concorrentes e em condições relativamente simples, contudo, cada uma dessas empresas concorrentes tem suas próprias patentes, ou então, possui capacidade para diferenciar seu produto de maneira a ser possível criar seu próprio segmento de mercado, que o dominará e procurará mantê-lo. Nesta estrutura, cada empresa tem poder de fixar os preços e o fato de existir produtos substitutos próximos, permite aos consumidores alternativas para escapar dos aumentos de preços (PINHO e VASCONCELLOS, 1998).

Para alcançar crescimento, diversificação e estar no centro dos mercados competitivos, as empresas criam e sustentam vantagens competitivas. Tais vantagens

podem estar representadas por papéis isolados ou de diversos fatores de forma combinada. Podem estar representadas pelo marketing, produções, controle, finanças, ou pela própria política de negócios e da economia industrial, mas a vantagem competitiva de uma empresa pode estar representada por qualquer que seja a tecnologia utilizada numa empresa pode representar um impacto expressivo sobre a concorrência. Assim, uma tecnologia é fundamental para a concorrência se ela produzir significativamente vantagem competitiva numa empresa ou na sua estrutura industrial (PORTER, 1989).

## **ii) Oligopólio**

É a prática de mercado em que a oferta de um produto ou serviço, que tem vários compradores, é controlada por pequeno grupo de vendedores. Neste caso, as empresas tornam-se interdependentes e guiam suas políticas de produção de acordo com a política das demais empresas por saberem que, em setores de pouca concorrência, a alteração de preço ou qualidade de um afeta diretamente os demais (PINDYCK e RUBINFELD, 1994).

## **2.4 A firma**

No que se refere as firmas, estas são retratadas pela microeconomia na forma de uma simples caricatura de unidade de negócios, somente apropriada como unidade de um sistema de alocação de recursos, no qual a firma é meramente o local onde capital, trabalho e recursos naturais se combinam segundo as tecnologias existentes para produzir os bens que satisfazem as necessidades de consumidores soberanos. A tecnologia é tratada como um bem livre e as habilidades, capacitações, organização interna, hierarquia e estratégias não são discutidas (KERSTENETZKY, 2004).

Marshall não via a produção simplesmente como combinação de capital, trabalho e recursos naturais. “Firmas, mercados e economias contam com organização e conhecimento em adição à trinca tradicional de fatores de produção. Conhecimento e organização são desta forma dotação e objeto de desenvolvimento tanto no âmbito público como no privado” (MARSHALL, 1985, p. 215).

O conhecimento e as capacidades das empresas se desenvolvem em um ambiente competitivo e inovador no qual a sobrevivência da firma depende de sua

habilidade em introduzir novas soluções aos problemas dos negócios, e em lidar com os problemas que decorrem do crescimento. Essas soluções se referem às diversas áreas da atividade empresarial, como as áreas da produção, das finanças, das relações com os trabalhadores, fornecedores, e consumidores. Além da competência na organização e supervisão das atividades internas, deve o empresário, segundo Marshall (1985),

“Ter um conhecimento completo das coisas de seu ramo. Deve ter a capacidade de prever os amplos movimentos da produção e do consumo, de visualizar onde há oportunidade para oferecer uma nova mercadoria que atenderá a uma necessidade real ou para aperfeiçoar o plano de produção de uma antiga mercadoria. Deve ser capaz de julgar prudentemente e assumir riscos corajosamente; e, obviamente, entender dos materiais e maquinaria utilizados em seu ramo” (MARSHAL, 1985, p. 218).

Devemos observar ainda que a proposição de um ambiente empresarial capitalista em permanente transformação implica que firmas que não se desempenham adequadamente na atividade inovadora estão fadadas ao declínio, sejam quais forem os arranjos de propriedade e controle (KERSTENETZKY, 2004).

O sistema de produção das firmas são dependentes das tecnologias utilizadas, propiciando a geração de produtos e serviços. Para seu devido funcionamento e alcance da eficiência econômica é de suma importante o uso de uma moderna tecnologia da informação.

A tecnologia de informação modifica a maneira pela qual as empresas concorrem, proporcionando uma maior vantagem competitiva e agregando valor para os clientes à medida que promove a elevação das vendas, como a conseqüente redução de custos e de preços. Possui a capacidade de flexibilizar o processo produtivo, criando um melhor relacionamento entre a empresa seus clientes e fornecedores. Além disso, pode também criar barreiras a futuras entradas de concorrentes, e mudar a maneira de competir entre as empresas. Como pode ajudar a gerar novos produtos ou serviços, e devido ao elo adquirido, impedir a mudança de fornecedores, (PORTER, 1989).

## **2.5 Sistema de custos e preços: base de sustentação dos estudos de viabilidade econômica**

### **2.5.1 Custos**

Por custos compreendem-se os gastos necessários à realização da atividade empresarial, ou seja, todas as despesas necessárias para a fabricação e a movimentação de mercadorias. No entanto, os custos dividem-se em duas categorias, as quais incidem ou não diretamente ao produto, sendo elas: custos diretos e custos indiretos. (LAWRENCE, 1966).

Segundo Lawrence (1966), os custos diretos são principalmente aqueles que incorre determinado produto, identificando-se como parte do respectivo custo. Já para os custos indiretos são os de natureza mais genérica, que não é possível identificar imediatamente como parte do custo de determinado produto, mas sem o qual não se poderia manufaturar o produto. Explica o autor, que podem debitar-se os custos diretos diretamente no custo de um produto, mas tal não se dá com os custos indiretos, que é preciso distribuir ou apropriar ao produto por maneira aceitável de aproximação (LAWRENCE, 1966).

Os custos diretos de produção são aqueles em que, além de podermos estabelecer uma correspondência direta de gastos sobre o produto, esses gastos podem ser facilmente apropriados e facilmente identificáveis com o produto, além de serem gastos relevantes. Contudo os custos indiretos de produto são aqueles de difícil identificação com o produto, mas de fácil identificação com o período e a área requisitante; individualmente são de pequeno valor, mas, em conjunto, tornam-se acentuados (MARTINS, 1988).

Em relação ao volume de produção, os custos se subdividem especialmente em fixos e variáveis, dentre outros. Os fixos são aqueles que independem do volume de produção do período, isto é, qualquer que seja o volume de produção, esses custos não se alteram. Os variáveis compreendem àqueles que variam em função das quantidades produzidas, como ocorre, por exemplo, com a matéria-prima (MARTINS, 1988).

### 2.5.2 Preços

A microeconomia preocupa-se também com o estudo da formação dos preços nos variados aspectos que o mercado se apresenta, tomando por base a manifestação simultânea da demanda e da oferta. Os preços representam uma manifestação da aplicação eficiente dos recursos da sociedade, da mesma forma que ele exerce na economia o papel de elemento de exclusão.

O preço do produto é semelhante ao gasto de produção da parte obtida na margem, ou seja, de modo que em condições desfavoráveis não haverá abertura para margem de lucro, ou ainda, a procura, (baseada na utilidade) e a oferta (baseada nos custos de produção) eram igualmente indispensáveis para a explicação do valor e, portanto, dos preços de mercado (MARSHALL, 1985).

Os preços podem modificar-se no curto prazo adotando uma classificação de dois grupos: uma delas é determinada essencialmente por alteração no custo da produção e a outra, pode ser determinada especialmente por modificações da demanda. Em geral, as alterações de preço dos produtos acabados são determinadas pelo custo, enquanto que as modificações nos preços das matérias-primas incluindo os produtos primários, são determinados pela demanda. Os preços dos produtos acabados são afetados por modificações determinadas pela demanda que acontecem nos preços das matérias primas, porém, essa interferência se dá por meio dos custos. Cada um desses dois tipos de formação de preços aparecem sob condições diferentes de oferta. A produção de bens acabados é elástica por existir reservas na capacidade produtiva (KALECKI, 1983, apud BELLATO, 2005).

A economia de mercado é constituída pelos consumidores versus firmas, que respectivamente formam as unidades do setor de consumo e do setor de produção, e na medida em que estas desenvolvem suas atividades fundamentais de consumo e produção está se inter-relacionando através dos preços. Entretanto, o objetivo das firmas está localizado na maximização dos resultados por ocasião da realização da sua atividade produtiva. E o equilíbrio da firma será possível quando houver a maximização da produção para um dado custo total ou minimização do custo total para um dado nível de produção (KERSTENETZKY, 2004).

Os preços têm o objetivo fundamental de levar a empresa ao equilíbrio econômico-financeiro, supondo uma rentabilidade necessária que garanta a realização do investimento. Porém para os investidores o importante é maximizar os lucros,



aumentando os preços ou diminuindo custos. Aos consumidores, o essencial é maximizar a satisfação, predominado o desejo de conseguir o bem ou serviço ao menor preço (PINHO e VASCONCELLOS, 1998).

## **2.6 Análise da viabilidade econômica**

Para verificar se o projeto de cogeração energética, que visa a instalação de um turbogerador será viável, ou não, para a empresa estudada, será necessário um estudo de sua viabilidade econômica.

### **2.6.1 Análise de projetos de investimento**

Um investimento para a empresa é um desembolso feito visando gerar um fluxo de benefícios futuros. A decisão de se fazer investimento de capital é parte de um processo que se envolve a geração e a avaliação das diversas alternativas que atendam as especificações técnicas dos investimentos. Depois de relacionadas as alternativas viáveis tecnicamente é que se analisam quais delas são atrativas financeiramente (SOUZA & CLEMENTE, 2001).

De acordo com Souza e Clemente (2001),

“Investir recursos em um projeto implica transferir capital de alguma fonte de financiamento e imobilizá-lo em alguma atividade por um período de tempo denominado horizonte de planejamento. Ao término desse período espera-se que o projeto libere recursos equivalentes àquele imobilizado inicialmente mais aquilo que se teria ganhado se o capital tivesse sido orientado para a melhor alternativa de investimento de baixo risco disponível no momento do investimento” (SOUZA & CLEMENTE, 2001, p. 72).

#### **a) Fluxo de caixa**

O fluxo de caixa é um instrumento que apóia as decisões empresariais e governamentais por conter informações sobre entradas e saídas de capital financeiro, realizadas em determinados períodos. O fluxo de caixa pode ser apresentado na forma de uma linha horizontal (linha de tempo) com os valores indicados nos respectivos tempos ou na forma de uma Tabela com estas mesmas indicações. Ele permite ao empreendedor projetar, para determinado período, suas disponibilidades e conhecer

antecipadamente suas necessidades, mediante o correto controle e acompanhamento das entradas e saídas de recursos financeiros (SANVICENTE, 1996). O fluxo de caixa é um instrumento eficiente para se mostrar as projeções econômicas e financeiras das decisões que serão tomadas. É elaborado com base em projeções de receitas e despesas, embasadas em informações plausíveis, coerentes e previsíveis, de forma a mostrar a projeção de uma situação, mais próxima possível à realidade, daquele momento futuro (HOJI, 2000).

De acordo com SANVICENTE (1996), “Para a empresa, o Fluxo de Caixa é o principal instrumento para detectar a capacidade de pagamento do empreendimento, ou melhor, a capacidade da empresa gerar receitas suficientes para honrar seus compromissos e responsabilidades em um determinado tempo” (SANVICENTE, 1996, p. 106).

#### **b) Fluxo econômico e a taxa mínima de atratividade**

A medição do valor de sucesso de uma empresa é feita pela projeção do fluxo econômico ou do resultado econômico de suas operações anuais e plurianuais. Com este objetivo a empresa deve projetar suas receitas, custos, despesas e preços como decorrência da produção realizada e das vendas efetuadas ao mercado. O resultado econômico de suas operações gera um excedente econômico ou lucro que permite a empresa continuar suas operações futuras. Para se medir este resultado adota-se o procedimento de comparar seu resultado com a taxa mínima de atratividade dos ativos que fora estimada anteriormente pelos investidores.

A TMA é um referencial para novas decisões e sua comparação deve ser feita com as demais taxas de outros projetos existentes na economia. Evidente que as empresas estarão escolhendo os projetos que oferecem uma maior taxa de atratividade com baixo grau de risco. A base para se estabelecer uma estimativa da TMA é a taxa de juros praticada no mercado. Dessa forma o conceito de riqueza gerada deve levar em conta somente o excedente sobre aquilo que já se tem, isto é, o que será obtido além da aplicação do capital na TMA (HOJI, 2000).

Ao se entender a TMA como uma possibilidade real de aplicação de baixo risco dos recursos disponíveis para investimentos, pode-se pensar que sempre existirão, no mínimo, duas alternativas de investimentos: aplicar na TMA ou aplicar no projeto de investimento (SOUZA & CLEMENTE, 2001).

## 2.6.2 Indicadores associados à rentabilidade

### a) Valor Presente Líquido (VPL)

O valor presente líquido é uma técnica de análise de investimento que desconta os fluxos de caixa da empresa a uma taxa especificada, usa-se como taxa de desconto a TMA da empresa. O VPL nada mais é o que a concentração de todos os valores esperados de um fluxo de caixa na data zero. O VPL é obtido da subtração do investimento inicial do projeto do valor presente das entradas de caixa, descontadas as taxas do custo de oportunidade utilizado no próprio projeto. Tanto as entradas como as saídas de caixa são traduzidas para valores monetários atuais (SOUZA & CLEMENTE, 2001).

O VPL informa quando o projeto está agregando valor para o proprietário. Para orientação de tomada de decisão Sanvicente (1996) adota o seguinte raciocínio:

“Se o VPL for maior que zero, significa que a empresa obterá um retorno maior do que seu custo de capital, portanto aceita-se o projeto, caso o VPL seja menor que zero, rejeita-se o projeto, pois, nesse caso, o retorno é menor que o custo de capital utilizado pela empresa no projeto” (SANVICENTE, 1996, p. 118).

### a) Valor Presente Acumulado (VPa)

O valor presente acumulado (VPa) é uma variação do método do VPL. “Enquanto no VPL todos os valores do fluxo de caixa estão concentrados na data zero, no VPa o fluxo de caixa representativo do projeto de investimento é transformado em uma série uniforme” (SOUZA & CLEMENTE, 2001, p. 81).

Ainda segundo Souza e Clemente (2001), a regra de referência para saber se o projeto deve continuar sendo analisado é a seguinte: se o VPa for maior do que zero, isto significa que o projeto merece continuar sendo analisado.

### c) Índice Benefício/Custo (IBC)

O índice benefício/custo (IBC) é uma medida de quanto se espera ganhar por unidade de capital investido. A hipótese implícita no cálculo do IBC é que os recursos liberalizados ao longo da vida útil do projeto sejam reinvestidos à taxa de mínima

atratividade. O IBC é percebido como uma razão entre o fluxo esperado de benefícios de um projeto e o fluxo de investimentos necessários para realizá-lo (HOJI, 2000).

De acordo com Souza e Clemente (2001), a regra de referência para saber se o projeto deve continuar sendo analisado é a seguinte: se o IBC for maior do que um, isto significa que o projeto merece continuar sendo analisado (SOUZA & CLEMENTE, 2001).

### **2.6.3 Indicadores associados ao risco**

#### **a) Taxa interno de retorno (TIR)**

Taxa Interna de Retorno (TIR) é definida como a taxa de desconto que iguala o valor presente das entradas de caixa ao investimento inicial de um projeto. Ou seja, é a taxa de desconto que faz com que o VPL de uma oportunidade de investimento iguale-se a zero. O critério de tomada de decisão da TIR possui o seguinte raciocínio. Quanto a TIR for maior que a TMA, então, está agregando valor, portanto aceita-se o projeto, caso a TIR seja menor que a TMA rejeita-se o projeto. (SOUZA & CLEMENTE, 2001).

#### **b) Período de Recuperação do Investimento (Pay-Back)**

Um outro indicador de risco do projeto de investimento é o período de recuperação do investimento. O período de Pay-back se refere ao número de períodos necessários para que o fluxo de benefícios supere o capital investido, e geralmente é expresso em números de anos (HOJI, 2000).

## **CAPÍTULO 3 - INDÚSTRIA DE PAPEL E EMBALAGENS**

### **3.1 Indústria de celulose e papel**

A indústria brasileira de celulose e papel incrementou sua participação significativamente a partir da década de 1970, com a implantação do Segundo Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND), formulado como opção para enfrentar a crise promovida pela decisão da Organização dos Países Produtores e Exportadores de Petróleo (Opep) de aumentar o preço do petróleo a níveis inusitados, levando à política de priorizar a substituição de importações e a expansão das exportações. Em decorrência surgiu o Primeiro Plano Nacional de Papel e Celulose (I PNPC), implementado em 1978, que promoveu um estímulo ao crescimento da capacidade produtiva pela geração de subsídios, impulsionando significativamente os plantios florestais e as indústrias deste setor (OSORIO, 2007).

A maior parte das áreas de floresta plantada hoje existente no Brasil se formaram nas décadas de 1970 e 1980. Desde então a indústria consumidora de madeira investiu significativamente em tecnologia florestal, fato que, aliado ao esforço das instituições de pesquisa e das universidades, resultou num significativo acréscimo de produtividade e na redução dos custos de produção. Tais circunstâncias, somadas às condições de clima e solo vigentes, extremamente favoráveis à exploração florestal, tornaram o Brasil um dos países mais competitivos mundialmente na exploração de produtos de base florestal (BRACELPA, 2007).

No território brasileiro a produção de papel encontra-se concentrada nas Regiões Sul e Sudeste situando-se aí 90% dos fabricantes de papel registrados no país. Apenas as empresas produtoras de papel totalizam uma produção de 8,7 milhões de toneladas de papel no ano de 2006, o que rendeu ao Brasil a 12<sup>o</sup> posição na produção mundial de papel (BRACELPA, 2007).

A produção industrial de papel vem crescendo significativamente com o passar dos anos, tendo suas maiores produções nos últimos anos, conforme se observa a Tabela 1 abaixo.

**Tabela 1 – Produção de papel (milhões de toneladas)**

Ano	2005	2006	2007	2008*
<b>Produção</b>	8,6	8,7	8,9	9,2

(\*) Projeção

Fonte: BRACELPA, 2007, elaboração da autora.

As projeções para o ano de 2008, segundo a Bracelpa (2007) apontam no mesmo sentido, com a expectativa de que o setor atinja a produção total de 9,2 milhões de toneladas no ano, o que representa uma taxa de crescimento de 3,1% em relação a 2007 (BRACELPA, 2007).

As matérias primas principais utilizadas na produção de papel são a celulose e as aparas<sup>3</sup>. No caso da empresa Adami S/A. – Madeiras, a principal matéria prima são as aparas, sendo assim, o papel produzido pela empresa utiliza matéria prima reciclável.

Segundo dados da Bracelpa (2007) no Brasil o consumo total de papel reciclado é de 3,5 milhões de toneladas, deste total 70% provém de empresas recicladoras de papel. O que representou uma alta taxa de recuperação de papéis recicláveis em 2006, cerca de 45,4%. O que fez com que o Brasil atingisse o 10º lugar entre os países que recuperavam papéis recicláveis selecionados pela Bracelpa em 2006. (BRACELPA, 2007).

As principais e maiores empresas produtoras de papel no Brasil, de acordo com o BNDES, as maiores são a Klabin, a Suzano, a VCP Celulose e Papel, a International Paper, a Rigesa, a Orsa, a Inpacel e a Trombini.

### **3.2 Indústria de embalagens**

Aproximadamente 80 anos após o invento da primeira máquina ondulateira de papel, é que começou efetivamente a ser produzido no Brasil o papel ondulado. Desde o final do século XIX, muitas mudanças têm ocorrido, e um notável progresso foi alcançando, conseguido na melhoria da matéria-prima, dos equipamentos, nos processos de produção e nas técnicas de impressão da embalagem de papelão ondulado (ABPO, 2007).

<sup>3</sup> As aparas são resíduos de papelão coletados depois de usados. Estas matérias são apanhados por firmas especializadas, selecionados, enfardados e vendidos às fábricas de papel como matéria prima.

A primeira utilização do papelão ondulado como embalagem foi registrada em 1871 para proteger produtos frágeis como garrafas de vidro. A aplicação deste produto evoluiu muito para acondicionar e transportar os mais diversos gêneros alimentícios, higiene e limpeza, produtos químicos e agro-químicos, eletrodomésticos e equipamentos. Hoje a embalagem de papelão ondulado tem uso em maior escala no setor de hortifrutícolas. Ela vem substituindo as tradicionais caixas de madeira e de plástico, porque reduz perdas de frutas em função do melhor acolchoamento e é totalmente paletizável (ADAMI, 2007).

O papelão ondulado presta um serviço à sociedade, direcionando a conscientização e esclarecimento ao usuário da embalagem a qual é reciclável, procurando mostrar a importância que ela possui diante da realidade ambiental a qual se vive. Esclarecimentos esses que têm reflexos imediatos na degradação ambiental e na economia do país, com menores perdas de produtos, no transporte ou na estocagem, além de maior competitividade dos produtos. A embalagem de papelão ondulado é o elemento que protege o produto durante a movimentação, transporte, armazenagem e possibilita a exposição em sua própria embalagem de transporte. De acordo com a ABPO (2007), as embalagens de papelão ondulado evoluíram bastante e tornaram-se parte integrante do produto (ADAMI, 2007).

O mercado de embalagens de papelão ondulado no Brasil se encontra em franco desenvolvimento e as perspectivas por parte das indústrias são positivas, acompanhando a tendência de crescimento da economia. As embalagens brasileiras estão equiparadas às fabricadas em países do primeiro mundo. Tanto que as exportações de produtos brasileiros são feitas com embalagens de papelão ondulado produzidas no Brasil e que atendem às exigentes especificações do mercado mundial. N Tabela 2 pode-se observar os segmentos da economia que mais consumiram embalagens de papelão ondulado em 2006.

**Tabela 2 – Principais segmentos consumidores de embalagem de papelão ondulado em 2006.**

<b>Setores</b>	<b>Participação (t) %</b>
Alimentício	35,4
Avicultura/Fruticultura	9,7
Químico e Derivado (hig. e limp.)	8,8
Bebida/Fumo	6,7
Têxtil/Vestuário	3,4
Farmacêutico/Perfumaria	3,1
Metalurgia	2,0
Eleto-eletrônicos	1,8
Chapas para cartonagens	14,6
Outros	14,5

Fonte: ABPO, 2007, elaboração da autora

Conforme pode-se observar na Tabela 3 a seguir, a expedição total de ondulados, segundo o anuário da ABPO, em 2006 foi de 2,178 milhões de toneladas, e em 2007 foi de 2,249 milhões de toneladas, o que representou um aumento na expedição em 2007 de 3,3%. Já a expectativa para 2008 é que ocorra um crescimento nas expedições de 4% em relação a 2007 (ABPO, 2007).

**Tabela 3 – Expedição anual de caixas, acessórios e chapas.**

<b>Ano</b>	<b>Toneladas</b>
<b>2000</b>	2.048
<b>2001</b>	2.061
<b>2002</b>	2.144
<b>2003</b>	1.885
<b>2004</b>	2.106
<b>2005</b>	2.156
<b>2006</b>	2.178
<b>2007</b>	2.249

Fonte: ABPO, 2007, elaboração da autora.

Apesar da grande expansão e evolução do mercado de embalagens de papelão ondulado no país, representado por 70,9% do setor de papel ondulado em 2006, o Brasil fechou o ano com um contido crescimento nas vendas do setor. De acordo com divulgação da ABPO, o setor de papelão ondulado encerrou 2006 com vendas de 2.179 mil toneladas e crescimento de 1,0% em relação a 2005, que teve produção de 2.156 mil toneladas. Em 2006 as vendas de papel ondulado ficaram aquém do esperado, pois refletiram uma somatória de fatores negativos: política econômica rigorosa ainda com altas taxas de juros, ansiedade pelas eleições, crescente volume de importações de não



duráveis e mercado interno fraco. Em 2005 o faturamento do setor foi de R\$ 5,36 bilhões (ABPO, 2007).

O índice de exportação de embalagens de papelão ondulado é pouco representativo no Brasil. Conforme dados da ABPO, em 2005, apenas 0,5% da produção nacional foi exportado, devido aos altos custos logísticos do país. A maioria das empresas do setor exporta embalagens de papelão ondulado com foco principal para atender os segmentos de fruticulturas e embalagens (ABPO, 2007).

### **3.3 O mercado de energia elétrica**

Em todos os países a energia está sendo considerada como um elemento estratégico para se conseguir um desenvolvimento econômico durável e sustentável no longo prazo, tanto para as sociedades, como nos setores industriais de produção. Por afetar diretamente o bem-estar da população, as políticas energéticas estão sendo conduzidas dentro da visão estratégica de um componente inteligente capaz de manter em equilíbrio as economias e a própria vida humana. Trata-se de um elemento vital para garantir a continuidade das demais políticas que sustentam o desenvolvimento econômico. Esta busca consciente de um desenvolvimento econômico sustentável e com menores custos, também é utilizada como uma estratégia pelas empresas, inclusive pelo setor de papel e embalagens, para obter um aumento em seus lucros.

#### **3.3.1 Oferta e demanda de energia elétrica**

De acordo com dados registrados pelo MME, a oferta interna de energia elétrica compreende a energia disponibilizada para ser transformada, distribuída e consumida entre os diversos consumidores, correspondendo à sincronia entre a oferta e demanda, ou seja, tudo o que é ofertado é demandado. A demanda, por sua vez, é constituída pelos diversos setores da economia (indústrias, residências, comércios, serviços, transportes, enfim, pelo público e empresas em geral do país), os quais, por intermédio de equipamentos, fazem uso das diversas fontes energéticas. Por outro lado, a oferta de eletricidade pode derivar do aproveitamento de várias fontes energéticas disponibilizadas pela natureza (hidráulicas, refinarias de petróleo, gás natural, eólica, lenha, etc.) ou delas derivadas (biomassa, termoelétricas, derivados de petróleo, carvoarias, etc.) (MME, 2007).

Uma das questões básicas da eletricidade refere-se à sua impossibilidade de estocar o produto. A demanda e a oferta são simultâneas, o que exige um complexo sistema de produção, transporte e distribuição, para que a eletricidade chegue aos consumidores. Parte fundamental sobre a produção de energia elétrica está no uso de inovadoras e complexas tecnologias que permitem transformar fatores de produção (carvão, átomo, água, madeira, vento, etc) em eletricidade. Equipamentos elétricos e eletrônicos de alta tecnologia são utilizados e demandam uma elevada formação técnica para a sua operacionalização. Neste sentido, a idéia de confiabilidade de abastecimento é uma característica pertinente à garantia do fornecimento da energia elétrica, a qual constitui elemento vital para alcançar o crescimento econômico de um país.

A combinação dentre as fontes energéticas, para a obtenção da eletricidade, torna-se estratégica na medida em que uma das fontes venha sofrer algum tipo de restrição. Dessa forma, diante de uma estrutura planejada, existe a possibilidade do deslocamento de cargas para as unidades geradoras que possam atender as demandas elétricas num determinado período. Mesmo havendo essa capacidade de manobra, ainda existe a possibilidade de ocorrer o desequilíbrio entre a oferta e o consumo de eletricidade, caso ocorra alguma falha no planejamento energético. (FILHO e DIAS, 2002 apud BELLATO, 2005).

O Plano Decenal de Energia Elétrica 2006-2015 indica constam várias projeções referentes à demanda por eletricidade no país. No entanto foram utilizadas apenas algumas tabelas e gráficos que contemplam o objetivo proposto no trabalho.

A Tabela 4 apresenta os resultados agregados das projeções do consumo de energia elétrica a ser atendido pelo sistema elétrico neste período, isto é excluída a autoprodução, respectivamente por classe e por subsistema elétrico, correspondentes às três trajetórias da economia: referência, alta e baixa.

**Tabela 4 - Consumo de Energia Elétrica por Classe (GWh)**

Classe	Consumo (GWh) (*)			Variação (% ao ano)	
	2005	2010	2015	2005-2010	2010-2015
<b>Trajatória de Referência</b>					
Residencial	82.255	109.155	142.489	5,8	5,5
Industrial	161.064	198.404	244.677	4,3	4,3
Comercial	52.947	73.370	101.877	6,7	6,8
Outras	49.803	62.601	77.776	4,7	4,4
<b>Total</b>	<b>346.068</b>	<b>443.530</b>	<b>566.819</b>	<b>5,1</b>	<b>5,0</b>
<b>Trajatória Alta</b>					
Residencial	82.255	110.625	150.652	6,1	6,4
Industrial	161.064	201.164	261.611	4,5	5,4
Comercial	52.947	74.754	110.471	7,1	8,1
Outras	49.803	62.601	80.786	4,7	5,2
<b>Total</b>	<b>346.068</b>	<b>449.144</b>	<b>603.520</b>	<b>5,4</b>	<b>6,1</b>
<b>Trajatória Baixa</b>					
Residencial	82.255	104.314	130.474	4,9	4,6
Industrial	161.064	191.385	226.771	3,5	3,5
Comercial	52.947	68.214	88.416	5,2	5,3
Outras	49.803	59.670	70.633	3,7	3,4
<b>Total</b>	<b>346.068</b>	<b>423.584</b>	<b>516.295</b>	<b>4,1</b>	<b>4,0</b>

(\*) Exclui autoprodução

Fonte: Plano Decenal de Energia Elétrica 2006-2015 (MME, 2007).

De modo geral, as projeções da Tabela 4 apresentam pequenas variações, com tendência ao crescimento do consumo de energia para todas as classes em todos os anos. Ao se observar a Classe Industrial, percebe-se que ela constitui a classe com o maior consumo de energia elétrica. Porém a classe com a maior variação percentual no que diz respeito ao crescimento do consumo de energia elétrica nos períodos 2005-2010 e 2010-2015, é a classe comercial.

Os principais responsáveis pelo consumo elevado de energia no país são os setores industriais, residencial, comércio e público. O crescimento do setor residencial sempre esteve atrelado à ligação de novas unidades e a incorporação de bens de consumo, uma vez que ainda não dispõem de energia elétrica instalada e equipamentos em todas as casas (GOMES, 2006).

A partir dos cenários e premissas formulados pelo Plano Decenal de Energia Elétrica 2006-2015, que leva em conta a expansão da autoprodução de energia, a Tabela 5 abaixo apresenta as correspondentes projeções do consumo total de energia elétrica, incluindo autoprodução.

**Tabela 5 – Consumo Total de Energia Elétrica (TWh)**

Período	Trajetória		
	Referência	Alta	Baixa
<b>Consumo (TWh) (*)</b>			
2005	373,5	373,5	373,5
2010	483,5	489,7	462,1
2015	617,7	657,8	563,3
<b>Variação (% ao ano)</b>			
2005-2010	5,3	5,6	4,4
2010-2015	5,0	6,1	4,0
2005-2015	5,2	5,8	4,2

(\*) Inclui autoprodução

Fonte: Plano Decenal de Energia Elétrica 2006-2015 (MME, 2007).

### 3.3.2 Recursos energéticos

Os recursos energéticos são as reservas disponíveis na natureza passíveis de serem transformados em energia e capazes de atender às necessidades humanas. Podem ser classificados como recursos fósseis e recursos renováveis. Os recursos fósseis são os estoques de materiais que armazenam energia química, acumulada a partir da radiação solar durante épocas geológicas, como é o caso do petróleo, carvão mineral, gás natural, urânio e o tório. Os recursos renováveis são estabelecidos por fluxos naturais, como ocorre na energia solar, hidráulica, eólica, na energia das ondas do mar e na energia da biomassa. (NOGUEIRA, 1995).

A localização dos meios de produção é função da disponibilidade dos recursos primários. No caso das usinas hidrelétricas, sua localização depende das aflúncias e desníveis adequados dos cursos de água, na maioria das vezes localizados longe dos centros de carga. Já as usinas termoeletricas podem ser localizadas mais próximas do consumo, ainda que, em alguns casos, seja necessária alguma forma de transporte dos recursos primários (rede de dutos, rodovias, portos, etc.) (GOMES, 2006).

Atualmente as fontes de energia que se sobressaem tanto no Brasil, como no mundo, sejam elas de origem fóssil ou renovável, são as que possuem um baixo impacto ambiental e que fornecem retorno energético.

Segundo dados do Ministério de Minas e Energia (2007), como pode ser visto no Gráfico 1, apresenta os principais recursos energéticos que compõem a matriz energética brasileira, englobando tanto recursos de origem fóssil quanto renováveis.

**Gráfico 1 – Matriz Energética Brasileira**



Fonte: MME, 2007.

### 3.3.3 Fontes alternativas de energia

As fontes renováveis de energia terão participação cada vez mais relevante na matriz energética global dos países nas próximas décadas. A crescente preocupação com as questões ambientais e o consenso mundial sobre a promoção do desenvolvimento em bases sustentáveis vêm estimulando a realização de pesquisas de desenvolvimento tecnológico que vislumbram a incorporação dos efeitos da aprendizagem e a conseqüente redução dos custos de geração dessas tecnologias (PROINFA, 2007).

O debate sobre o aumento da segurança no fornecimento de energia, impulsionado pelos efeitos de ordem ambiental e social da redução da dependência de combustíveis fósseis, contribui para o interesse mundial por soluções sustentáveis por meio da geração de energia oriunda de fontes limpas e renováveis.

“O Brasil apresenta situação privilegiada em termos de utilização de fontes renováveis de energia. No país, em torno de 47% da Oferta Interna de Energia (OIE) é renovável, enquanto a média mundial é de 14% e nos países desenvolvidos, de apenas 6%. A OIE, também denominada de matriz energética, representa toda a energia disponibilizada para ser transformada, distribuída e consumida nos processos produtivos do País” (MME, 2007).

O aspecto diferenciado que a geração de energia por meio das fontes renováveis proporciona, não só consegue beneficiar o acesso e distribuição de energia a uma maior parcela da população, como também, significa uma tendência na composição da matriz energética do Brasil.

Neste sentido, um outro aspecto relevante é o fato desta opção apresentar uma energia limpa, que além de atender ao Protocolo de Kyoto<sup>4</sup>, pode representar fator decisivo aos empreendedores que hoje podem contar com apoio do PROINFA<sup>5</sup>. O Banco Nacional de Desenvolvimento Social (BNDES) é outro agente que presta suporte financeiro aos empreendedores em relação à energia (PROINFA, 2007).

Neste contexto, um fator importante é que a utilização de combustíveis de fontes renováveis é positiva ao meio ambiente, pois não se queimam combustíveis fósseis e se colabora para a utilização racional dos bens naturais. Além fato de a energia gerada ser considerada energia limpa, e com isso ainda existe a possibilidade de se obter renda a partir da venda de créditos de carbono (BURIN, 2007).

Como citado anteriormente, a principal característica da produção deste tipo de energia é o reduzido impacto ambiental que provoca em relação à energia de uso do combustível fóssil. Tais fontes de energia podem ser: solar, eólica, gás natural, geotérmica, biomassa, biomassa plantada, geotérmica, fusão, ondas dos oceanos, térmica das marés, marés, óleos vegetais, pequenas centrais hidroelétricas (PCH), entre outras (PROINFA, 2007, MME, 2007)

Observa-se pela Tabela 6 que o Brasil apresenta uma intensa produção de Petróleo, mesmo sendo este recurso não renovável e poluente. Quanto às fontes renováveis, segundo o BEN (2007), existe um certo equilíbrio entre a produção de energia utilizando o potencial hidráulico, a lenha e os produtos da cana-de-açúcar.

**Tabela 6 – Produção de Energia Primária (%)**

<b>IDENTIFICAÇÃO</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>
<b>Não Renovável</b>	<b>53,1</b>	<b>52,2</b>	<b>52,7</b>	<b>52,5</b>
Petróleo	42,1	40,3	42,0	42,1
Gás Natural	8,5	8,9	8,8	8,3
Carvão Vapor	1,0	1,1	1,2	1,0
Carvão Metalúrgico	0,0	0,1	0,1	0,0
Urânio (U308)	1,5	1,9	0,7	1,1
<b>Renovável</b>	<b>46,9</b>	<b>47,8</b>	<b>47,3</b>	<b>47,5</b>
Energia Hidráulica	14,3	14,5	14,5	14,2
Lenha	14,1	14,8	14,2	13,5
Produtos da Cana-de-açúcar	15,4	15,4	15,5	16,6
Outras Renováveis	3,1	3,1	3,2	3,2
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Fonte: EPE – Empresa de Pesquisa energética (BEN, 2007).

<sup>4</sup> Compromisso global que prevê a redução de emissão de poluentes atmosféricos.

<sup>5</sup> Programa de Incentivo as Fontes Alternativas de Energia – Programa que busca aumentar a participação da energia elétrica gerada a partir de unidades de produção baseadas em biomassa, eólica e pequena central hidrelétrica – PCH no Sistema Interligado Nacional – SIN.

No Brasil, por uma questão de disponibilidade, optou-se pela energia elétrica pelo uso intensivo das fontes hidráulicas. A oferta de energia hidráulica superou a de petróleo no ano de 1990, como resultado dos grandes investimentos realizados nos anos anteriores, aumentando seu domínio nos anos seguintes (GOMES, 2006).

#### **a) Biomassa**

Do ponto de vista energético, biomassa é toda matéria orgânica, de origem animal ou vegetal, que pode ser utilizada na produção de energia. (CENBIO, 2007).

Uma das primeiras utilizações da biomassa pelo homem para obtenção de energia se iniciou com a utilização do fogo para cozimento e iluminação. A madeira foi utilizada por muito tempo como uma das principais fontes energéticas, mas o grande salto no consumo da biomassa deu-se com a lenha na siderurgia, no período da revolução industrial. Com o aparecimento da máquina a vapor, a biomassa passou a ter aplicação também para obtenção de energia mecânica com aplicações na indústria e nos transportes.

Com as crises do petróleo ocorridas em 1973 e 1979, a utilização da biomassa para fins energéticos tem se apresentado como uma alternativa interessante à utilização das fontes provenientes de combustíveis fósseis. Assim, diversos produtos oriundos desta fonte de energia estão sendo empregados para uma maior diversificação da matriz energética brasileira.

Atualmente a biomassa vem sendo cada vez mais utilizada em sistemas de cogeração e no suprimento de eletricidade para demandas isoladas da rede elétrica. Neste processo há a produção simultânea de uma forma de energia em outras formas de energias úteis através da utilização da biomassa ou de outro combustível convencional. Este mecanismo tem sido utilizado com sucesso pela indústria sulcroalcooleira e papelreira.

No Brasil, a vasta superfície do território nacional, quase toda localizada em regiões tropicais e chuvosas, oferece excelentes condições para a produção e o uso energético da biomassa em larga escala.

“Os recursos renováveis apresentam cerca de 20% do suprimento total de energia no mundo, sendo 14% proveniente de biomassa e 6% de fonte híbrida. No Brasil a proporção da energia total consumida é cerca de 35% de origem híbrida e 25% provém da biomassa, isto significa que os recursos

renováveis suprem algo em torno de 2/3 dos requisitos energéticos do país” (CENBIO, 2007).

Embora as duas mais importantes fontes de energia elétrica do país sejam a hidráulica e o petróleo, o potencial energético da biomassa vem se destacando como fonte alternativa. A produção de energia elétrica a partir da biomassa, atualmente, é muito defendida como uma alternativa importante para países em desenvolvimento.

Os recursos energéticos da biomassa podem ser classificados de várias formas. De acordo com a matéria que o compõem e a fonte, os biocombustíveis<sup>6</sup> podem apresentar-se em três grupos distintos (NOGUEIRA, 1995):

1. resíduos florestais<sup>7</sup>, tendo como base a lenha, produzida e mantida de forma sustentável através de florestas nativas ou reflorestamentos, ou derivadas do processamento da madeira;

2. resíduos não florestais ou agrícolas<sup>8</sup>, compostos pela produção de cultivos anuais, que pode ser: a cana-de-açúcar, bem como outros subprodutos produzidos em propriedades agrícolas e ligados à produção de vegetais, como por exemplo, os resíduos de origem animal (dejetos) e resíduos agroindustriais (bagaço da cana-de-açúcar, cascas de arroz e de café, etc.);

3. resíduos urbanos, estes podem ser sólidos ou líquidos que possuem diferentes origens, tais como: plásticos ou metais, entre outros, inclusive os esgotos.

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. Além disso, a médio e longo prazo, a exaustão de fontes não-renováveis e as pressões ambientalistas acarretarão maior aproveitamento energético da biomassa.

“Embora grande parte da biomassa seja de difícil contabilização, devido ao uso não comercial, estima-se que, atualmente, ela representa cerca de 14% de todo o consumo mundial de energia primária. Esse índice é superior ao do carvão mineral e similar ao do gás natural e ao da eletricidade. Nos países em desenvolvimento, essa parcela aumenta para 34%, chegando a 60% na África. No Brasil, a biomassa representa cerca de 20% da oferta primária de energia” (CLEMENTE, 2003, p.7).

---

<sup>6</sup> Derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou, conforme regulamento, para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil (CENBIO, 2007).

<sup>7</sup> Os resíduos florestais também são conhecidos como dendrocombustíveis.

<sup>8</sup> Os resíduos não florestais ou agrícolas também são chamados de agrocombustíveis.



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. Os setores que utilizam madeira como matéria prima, como é o caso do papel, gera uma grande quantidade de resíduos, que pode ser aproveitada na geração de eletricidade, principalmente em sistemas de co-geração. 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 (NOGUEIRA e WALTER, 1995).

A quantidade de energia aproveitável a partir de resíduos de extração vegetal é função do poder calorífico desses resíduos. Também pesa sobre a decisão econômica de implantação de usinas de aproveitamento o transporte desses resíduos até as usinas. O tipo de produção de madeira, atividade extrativista ou reflorestamento, influi na distribuição espacial dos resíduos gerados. Nos casos de extração seletiva e beneficiamento descentralizado, o aproveitamento de resíduos pode se tornar economicamente inviável (CLEMENTE, 2003, PINTO e MARTONE, 2001).

Existem também outros produtos derivados da biomassa que são utilizados como biofluidos: os biocombustíveis. O álcool e o biodiesel apresentam grande potencial dentro deste setor, visto que suas produções têm crescido e suas participações dentro da matriz energética têm sido debatidas como interessantes na substituição dos combustíveis fósseis (GEHLING, 2007).

As transformações da energia da biomassa em energia útil, no entanto, são feitas com eficiência, tanto técnica quanto econômica, mas muito abaixo do possível. O INEE estima que pelo menos 25 Mtep hoje desperdiçados poderiam ser transformados em energia útil a partir de um trabalho sistemático que envolve mais mudanças culturais do que avanços tecnológicos. Na verdade, as energias com esta origem nunca foram tratadas pelas autoridades como as fontes mais "nobres", tais como a hidráulica, petróleo, gás natural, carvão mineral e nuclear, para as quais existem políticas energéticas específicas (INEE, 2007).

Embora não seja muito difícil apontar boas oportunidades para a geração de eletricidade a partir de biomassa no Brasil, apenas há pouco tempo existe uma política energética mais ativa, que gere incentivos para a produção de energética tendo como base fontes alternativas de energia, que engloba os recursos renováveis.

A política energética brasileira, formalmente pouco explícita, entretanto orientadas para as questões de curto prazo e relacionadas com os hidrocarbonetos

fósseis e a energia elétrica de matriz hidráulica, tem relegado à biomassa um papel coadjuvante no cenário energético, absolutamente incompatível com suas potencialidades (BARJA, 2006).

### **b) Gás natural**

O gás natural é um combustível fóssil encontrado em reservatórios subterrâneos, tanto em terra quanto em mar podendo estar associado ou não ao petróleo. É uma mistura gasosa de hidrocarbonetos saturados constituído em sua maior parte por metano, seguido por nitrogênio, dióxido de carbono, etano, propano, butano e pentano em menores quantidades (CORRÊA, 2001).

Esta é uma fonte de energia limpa, que pode ser usado nas indústrias, substituindo outros tipos de combustíveis mais poluentes no fornecimento de calor, geração de eletricidade e de força motriz. Se comparado aos outros combustíveis fósseis, o gás natural é um baixo emissor de gases poluentes, no entanto, trata-se de uma fonte de energia não renovável que gera impacto ambiental, ainda que em menor proporção.

“A utilização do gás natural ocorre através de sua queima, a partir do aproveitamento do conteúdo térmico dos gases de sua combustão podendo ocorrer tanto na forma direta (utilizando os gases de combustão como fluídos de transferência), como na forma indireta (vapor d água) determinada em função da qualidade do calor demandado pelo consumidor final” (GOMES, 2006, p. 27).

Os benefícios apontados para o investimento no gás natural destacam alguns itens: i) baixo impacto ambiental, pois sua queima produz uma combustão limpa; ii) possui preço competitivo em relação aos seus concorrentes tradicionais; iii) funciona como indutor de desenvolvimento por sua capacidade de atrair investimentos e pelas oportunidades de negócios advindos de sua disponibilidade; iv) segurança, por ser mais leve que o ar o gás se dissipa rapidamente pela atmosfera em caso de vazamento (CORRÊA, 2001, CLEMENTE, 2003).

### **c) Eólica**

A energia eólica é baseada pela energia cinética contida nas massas de ar em movimento. O aproveitamento consiste em converter essa energia cinética em rotação através do emprego de turbinas eólicas, aerogeradores para posteriormente ser convertida em geração de energia elétrica. Esta energia é gerada a base dos ventos que devem ser regulares. Esta regularidade pode variar dependendo da posição geográfica, clima, relevo e cobertura do solo existente em cada região (ANEEL, 2007).

Estudos realizados mostram que os locais que apresentam melhor potencial eólico são dados para as regiões de morros e montanhosas do Brasil, que são áreas de relevo levemente ondulado, relativamente complexo e de pouca vegetação ou pasto, e, áreas de relevo complexo com altas montanhas e livre fluxo de ventos, respectivamente. Entretanto, as matas, o campo aberto e as zonas costeiras também apresentam potencial, porém, com menor relevância (BELLATO, 2005).

Apesar de não queimarem combustíveis fósseis e não emitirem poluentes, as chamadas fazendas eólicas não são totalmente desprovidas de impactos ambientais. Além das torres e hélices alterarem paisagens, podem ameaçar espécies de pássaros se forem instaladas em rotas de migração. Outro ponto a ser destacado é o custo dos geradores eólicos, considerado elevado, porém por serem os ventos fontes inesgotáveis de energia, as plantas eólicas apresentam retorno financeiro a curto prazo (CLEMENTE, 2003).

Esse tipo de energia vem sendo uma importante fonte alternativa de geração de eletricidade. Sua participação na matriz energética ainda é pequena, mas o desenvolvimento de tecnologias está reduzindo custos dos equipamentos e aumentando a perspectiva da energia tornar-se competitiva em breve. Vale lembrar que energia eólica figura entre as fontes energéticas contempladas pelo PROINFA.

### **d) Células a combustível**

“A célula a combustível consiste num dispositivo eletroquímico capaz de converter diretamente a energia do combustível em eletricidade, sem estágios intermediários de combustão ou trabalho mecânico. Esta é uma tecnologia de uso restrito devido ao custo elevado, e ainda em desenvolvimento desde a sua descoberta pelo inglês Sir William Grove, em 1839” (BARJA, 2006, p. 28).

A célula a combustível<sup>9</sup> é um procedimento que emprega o hidrogênio e o oxigênio para produzir energia elétrica com elevada eficiência, e vapor d'água quente que resulta do processo químico na célula a combustível. A importância da célula consiste na sua elevada eficiência e no afastamento da emissão de qualquer poluente ao se empregar o hidrogênio puro, além de ser silenciosa. O hidrogênio é o combustível básico e pode ser alcançado a partir de diferentes fontes renováveis e também através dos recursos fósseis, mas neste caso, o impacto ambiental é bem menor com o emprego desta tecnologia. A previsão é de que brevemente este seja um meio de gerar energia no local onde será consumida (BARJA, 2006, PINTO e MARTONE, 2001).

Os maiores problemas para a difusão desta tecnologia ainda são o seu custo elevado e a obtenção e armazenamento do hidrogênio. Usualmente este é produzido pelo processo de reforma de hidrocarbonetos (em geral do gás natural), porém pode ser obtido também a partir da eletrólise da água e de outras formas menos viáveis economicamente (PINTO e MARTONE, 2001).

#### **e) Pequenas Centrais Hidroelétricas (PCH)**

O emprego da energia hidráulica é utilizado em larga escala tanto no Brasil, como no mundo. No Brasil, as características que prevalecem para este quadro, é a grande disponibilidade de recursos hídricos, facilmente aproveitáveis e de caráter renovável. Por isso, continua sendo um recurso importante na matriz energética e que, sobretudo, apresenta potencial de expansão para a oferta de energia elétrica (MME,2007).

Em termos de capacidade, a idéia de grandes empreendimentos está sendo ultrapassada pelos aspectos positivos que as pequenas centrais hidroelétricas (PCH) apresentam. O novo modelo institucional e regulatório atende esta nova modalidade de geração de energia oferecida pelas PCHs, e isto tem permitido uma proliferação de aproveitamento de hídricos de pequeno porte e baixo impacto ambiental, além da vantagem do tempo de maturação do empreendimento ser menor (ANEEL, 2007).

Ainda segundo informa o PDE 2006-20015 (2007), diversos projetos estão em andamento no país e isso vem incrementar energia ao sistema elétrico brasileiro. Para

---

<sup>9</sup> *Fuel Cells* – termo original em inglês.

tanto, os projetos de geração de energia elétrica através das PCHs poderão contar com o PROINFA, além do suporte financeiro do BNDES.

Apesar de a energia hidráulica ser caracterizada como uma fonte renovável, suas potencialidades são limitadas pelos usos múltiplos da água e pela localização geográfica dos rios, os fatores que favorecem ou dificultam os aproveitamentos hidrelétricos são a diferença de nível ou altura de queda ou vazão dos rios. Ou seja, quando as disponibilidades geográficas forem exauridas, será necessário um substituto para manter o nível de crescimento (GOMES, 2006).

#### **f) Biocombustíveis**

Os biocombustíveis são fontes de energias renováveis, derivados de produtos agrícolas como a cana-de-açúcar, plantas oleaginosas, biomassa florestal e outras fontes de matéria orgânica. Em alguns casos, os biocombustíveis podem ser usados tanto isoladamente, como adicionados aos combustíveis convencionais. Como exemplos, pode-se citar o biodiesel, o etanol, Hbio, entre outros (GEHLING, 2007).

Há algumas décadas, a indústria automobilística vem atuando no sentido de reduzir as emissões de gases pelos veículos, visando atender as crescentes exigências ambientais. O setor de transporte é, atualmente, um dos principais responsáveis pelo lançamento de gases na atmosfera, respondendo por aproximadamente 26% do total das emissões, o que tem levado a indústria automobilística a promover grandes investimentos na pesquisa por alternativas à utilização dos derivados de petróleo (GOLDENSTEIN & AZEVEDO, 2006 apud GEHLING, 2007).

Os biocombustíveis aparecem no centro das importantes discussões atuais. Não são apenas as questões como o meio ambiente e os benefícios estratégicos em relação à substituição do combustível fóssil que estão em pauta, mas também suas produções e comércio porque podem trazer benefícios significantes na área social devido às perspectivas de criação de renda e empregos, principalmente nas áreas rurais dos países que investirem nesta fonte energética.

### **3.4 Eficiência energética**

Eficiência energética é geralmente utilizada para denotar o rendimento resultante ao sistema, por exemplo, os KWh gerados em uma central térmica por unidade de combustível utilizado. A maneira mais usual de denominar a eficiência energética é quando se torna possível realizar um serviço ou usar uma determinada quantidade de energia inferior a que regularmente seria consumida, ou seja, ser eficiente de maneira energética significa gastar menos quantidade de energia para se obter um mesmo resultado final (INEE, 2007).

Melhorar a eficiência energética significa reduzir o consumo de energia primária necessária para produzir um determinado serviço de energia. “A redução pode acontecer em qualquer etapa da cadeia das transformações. Pode acontecer também devido a substituição de uma forma de energia por outra no uso final” (GOMES, 2006, p. 25).

A realidade atual obriga a adoção de novas formas de planejamento sobre o estudo eficiente da energia. Conceitos de segurança e de independência energética, condicionantes financeiros, bem como as repercussões ecológicas, conseqüentes dos planos e mesmo de políticas de energia, delineiam novos cenários a serem abordados, buscando a integração e a coerência. As empresas buscam hoje associar as políticas de energia, de economia e de meio ambiente de forma a constituir um todo integrado e coerente. Partem estas do princípio de que a oferta deve se adaptar a otimização dos requisitos expressos pela demanda resultante dos serviços energéticos (BURIN, 2007, CORRÊA, 2001).

### **3.5 Autoprodução de energia elétrica**

Segundo o MME (2007), desde as primeiras alterações introduzidas no arranjo regulatório e institucional do setor elétrico na década de 90, a autoprodução constituiu-se em preocupação relevante na medida em que foi identificada como forma de atrair investimentos para o segmento de geração de energia elétrica.

Tradicionalmente, autoprodutor<sup>10</sup> era o consumidor que dispunha de instalações próprias de geração de energia elétrica, localizadas próximo às suas unidades de consumo, não utilizando para seu auto-suprimento a rede elétrica de concessionários de distribuição/transmissão. Eventualmente, esse autoprodutor poderia comercializar excedente de sua produção com agentes do setor de energia elétrica. Assim, não demandava para o sistema elétrico investimentos adicionais aos naturalmente relacionados aos contratos de *back-up* que, eventualmente, mantivesse com o concessionário. O caso mais típico desta classe de autoprodutores é o da cogeração<sup>11</sup>, sendo este tipo de autoprodutor denominado de autoprodutor clássico (MME, 2007).

De acordo com Plano Decenal de Energia Elétrica 2006-2015, uma extensão desse conceito, passou-se a admitir a figura da geração própria de energia distante da instalação de consumo, por meio da utilização da rede de transmissão, subtransmissão e, muitas vezes, também, da rede de distribuição, podendo essa geração pertencer a um ou mais grupos de consumidores. Nesse conceito, um autoprodutor disponibiliza a energia no ponto de conexão da usina ao sistema e retira energia equivalente, a título de consumo próprio, no ponto de conexão da sua unidade de consumo.

O sistema elétrico deverá ser dimensionado para atender a totalidade do mercado, com exceção apenas da parcela de autoprodução clássica. Por isso, é importante conhecer as perspectivas de evolução da autoprodução clássica de energia elétrica, em particular para os setores grandes consumidores industriais de energia, nos quais se concentra grande parte do potencial de autoprodução.

A avaliação das perspectivas de expansão da autoprodução nos setores industriais de grandes consumidores de energia elétrica foi feita com base nas informações disponíveis sobre novos projetos de empreendimentos de autoprodução/cogeração, com entrada em operação prevista no horizonte decenal, bem como em premissas formuladas sobre a evolução da autoprodução clássica associadas às perspectivas de expansão da capacidade instalada de produção dos diferentes segmentos industriais e à avaliação das potencialidades de cogeração que os respectivos processos industriais propiciam (MME, 2007).

---

<sup>10</sup> II - Autoprodutor de Energia Elétrica, a pessoa física ou jurídica ou empresas reunidas em consórcio que recebam concessão ou autorização para produzir energia elétrica destinada ao seu uso exclusivo;  
I - Produtor Independente de Energia Elétrica, a pessoa jurídica ou empresas reunidas em consórcio que recebam concessão ou autorização para produzir energia elétrica destinada ao comércio de toda ou parte da energia produzida (MME, 2007).

<sup>11</sup> Produção simultânea e seqüencial de duas ou mais utilidades – calor de processo e potência mecânica e (ou) elétrica, a partir da energia disponibilizada por um ou mais combustíveis.

Os valores de autoprodução clássica considerados, na trajetória de referência, estão apresentados na Tabela 7.

**Tabela 7 – Autoprodução Clássica (TWh) – Trajetória de Referência**

Discriminação	2005	2010	2015
Grandes Consumidores	17,6	27,5	34,8
Outros	9,8	12,5	16,0
<b>Total</b>	<b>27,4</b>	<b>40,0</b>	<b>50,8</b>

Fonte: Plano Decenal de Energia Elétrica 2006-2015 (MME, 2007).

Ao se observar a Tabela 7, percebe-se que durante o período 2006-2015, espera-se um aumento de 23,4 TWh na produção de energia provinda da autoprodução, isso mostra um substancial aumento da autoprodução de energia elétrica.

### 3.6 Geração distribuída

Em geral se considera como geração distribuída ou geração descentralizada de energia qualquer fonte geradora com produção destinada, em sua maior parte, a cargas locais ou próximas, alimentadas sem necessidade de transporte da energia através da rede de transmissão (CLEMENTE, 2003).

Podem ser consideradas como geração descentralizada de energia, qualquer que seja seu uso, as seguintes fontes (CLEMENTE, 2003, p.5):

- Co-geração: produção simultânea de energia térmica e de energia elétrica, a partir de combustíveis;
- Pequenas centrais elétricas de qualquer natureza (hidrelétricas, eólicas, térmicas, fotovoltaicas, etc...) até 30 MW de potência instalada, sem restrição de qual seja o proprietário (produtor independente, autoprodutor, concessionária, etc...);
- Frio/calor distrital: produção simultânea, para distribuição comercial, de água gelada ou quente ou vapor, para resfriamento ou aquecimento, e de energia elétrica;
- Outras fontes energéticas: uso de geradores de emergência para a geração de energia elétrica ou disponibilização de energia já contratada que não venha a ser usada durante certo período;
- Redução da demanda pelo controle on-line do consumo.



### 3.7 Cogeração energética

“O conceito de cogeração significa a produção simultânea e seqüencial de duas ou mais utilidades – calor de processo e potência mecânica e (ou) elétrica, a partir da energia disponibilizada por um ou mais combustíveis” (BARJA, 2006, p. 5).

A cogeração também é denominada de produção combinada de vapor<sup>12</sup> e trabalho<sup>13</sup>. Tal combinação representa atualmente uma das mais racionais formas de utilização de combustível. Ela valoriza da melhor maneira a energia de cada combustível, gerando formas mais nobres de energia além de minimizar as perdas obrigatória que ocorrem na transformação de uma forma de energia em outra (PINTO e MARTONE, 2001).

São muitas as atividades industriais e, algumas vezes, comerciais, que se utilizam de grandes quantidades de energia térmica, podendo ser frio ou calor. A necessidade de calor sempre é maior, sobretudo na agroindústria e na indústria de transformação, como açúcar e álcool, sucos de frutas, beneficiamento de arroz e de madeira, extração de óleo vegetal, papel e celulose, tinturaria, cervejaria, cimento, vidro, cerâmica, produtos químicos e alimentos em geral. (MME, 2007).

De tal modo que para um processo de produção, onde há demanda simultânea de energia térmica e elétrica, a aplicação da cogeração apresenta-se como provável alternativa, com a vantagem do uso racional de combustível. A racionalidade da cogeração reside na economia de recursos energéticos comparado com uma configuração convencional, que produza as mesmas quantidades de calor útil e trabalho (BARJA, 2006).

Do ponto de vista empresarial, pode-se concluir:

“A cogeração é sinônimo de diminuição de custos, com diminuição de dependência energética. Para as empresas que têm condições para co-gerar em suas instalações, esta pode ser a forma mais econômica para atender as necessidades internas de vapor e de eletricidade, reduzir custos de operação e aumentar a confiabilidade de suprimento” (CLEMENTE, 2003, p.7).

De acordo com a ANEEL (2007) o gerador elétrico é apresentado como sendo um dos possíveis consumidores do trabalho mecânico, o que reforça a racionalidade

---

<sup>12</sup> O produto é normalmente o vapor usado no processo. Na verdade, o produto é o calor que pode se apresentar de diversas outras formas, como frio, ar comprimido, água quente, ar frio, água fria, etc...

<sup>13</sup> Trabalho este, geralmente convertido energia elétrica ou mecânica.

energética dos processos e amplifica de forma ainda mais intensa o horizonte de aplicação da tecnologia de cogeração. Entretanto a adoção desta alternativa deverá obedecer, além da racionalidade energética, à racionalidade econômica.

Tradicionalmente, os setores promissores para implantação de sistemas de cogeração se caracterizam por apresentar razoáveis potências instaladas por unidade de consumo, fatores de carga elevados e uma demanda térmica importante. A indústria de papel e embalagens, por apresentarem uma grande demanda de vapor e de eletricidade em seu processo produtivo, manifestam tais características, e oferecem contextos favoráveis a cogeração (CLEMENTE,2003).

“A combinação de diversos equipamentos numa instalação de cogeração e os processos tecnológicos aplicados permitem o atendimento de demandas de eletricidade, trabalho mecânico, calor e frio. As diferentes configurações dos ciclos de cogeração são constituídas de uma configuração básica com a máquina térmica que produz o trabalho e um recuperador de calor que utiliza o calor exausto para gerar vapor, aquecer água ou fornecer calor diretamente. A forma de utilização desta energia térmica recuperada é que diferencia cada um dos ciclos de cogeração possíveis” (CORRÊA, 2001, p. 49).

### **3.7.1 Tecnologias de cogeração**

A seguir serão apresentadas as principais tecnologias utilizadas na cogeração energética na atualidade. Dar-se-á mais importância a explanação do funcionamento da turbina a vapor, por ser essa a tecnologia utilizada pela empresa Adami S/A para acionar o turbogerador que produzirá eletricidade.

#### **a) Turbina a vapor**

O emprego de turbinas a vapor é a opção tecnológica mais difundida em indústrias e sistemas de rede de calor. O vapor é utilizado no acionamento de turbinas a vapor para geração de potência, essa turbina aciona o rotor de um gerador elétrico, também conhecido como turbogerador, que produz eletricidade. O vapor de escape ou de extração é empregado como calor de processo, isto é, utilizado no processo produtivo (BARJA, 2006).

“A grande difusão dos sistemas de cogeração com turbinas a vapor pode ser parcialmente atribuída às vantagens da longa vida útil e à adequação desses equipamentos ao uso de uma

grande variedade de combustíveis” (PINTO e MARTONE, 2001, p. 5).

A máquina a vapor atual, de ciclo Rankine<sup>14</sup>, consiste basicamente em três componentes principais: uma fonte de calor, uma turbina a vapor e um sumidouro de calor. Este sistema utiliza a água como fluido de trabalho e pode-se usar qualquer tipo de combustível, sólido, líquido ou gasoso (ex: bagaço de cana, biomassa, lixo, gás natural) (PINTO e MARTONE, 2001).

A grande vantagem deste sistema é a possibilidade da utilização de qualquer tipo de combustível, fato que faz com que as turbinas a vapor sejam mais utilizadas como opção de cogeração nas indústrias de papel, celulose e embalagens. Pois a biomassa vista como um resíduo da fabricação de produtos que utilizam a madeira como matéria prima, pode ser facilmente usada como combustível gerador de vapor e eletricidade, sem que grandes gastos sejam necessários pela empresa em relação ao combustível.

O ciclo de produção de calor e energia inicia-se com o bombeamento de água, ou fluido de trabalho, que segue para o gerador de vapor ou caldeira. Nesta ocorre a queima do combustível na qual a energia térmica liberada é transferida a água, que atinge temperaturas desde alguns graus de superaquecimento até acima de 500°C. No lugar da caldeira podem também ser utilizados reatores nucleares. Este sistema pode empregar energia renovável como biomassa ou radiação solar concentrada. Além da queima de combustível, a caldeira poderá ainda ser alimentada com o calor residual de outros processos industriais como fornos e reatores químicos (BARJA, 2006 e CORRÊA, 2001).

Em seguida, o vapor (a alta pressão e temperatura) é então expandido na turbina, onde a energia de pressão do vapor é então convertida em cinética durante sua expansão, e em seguida a quantidade de movimento do fluxo de vapor é transferida às palhetas fixas e móveis do rotor, que aciona o gerador elétrico, então o vapor é transformado em trabalho, ou seja energia elétrica (BARJA, 2006 e CORRÊA, 2001).

Após a saída da turbina, o vapor saturado encontra-se comumente a baixa pressão e temperatura (na maioria dos casos em condições próximas à atmosférica), havendo a necessidade de retirada de calor para a condensação da água, que ocorre no

---

<sup>14</sup> Ciclo Rankine – Utilizado em turbinas a vapor, no ciclo Rankine, a turbina é acionada pelo vapor gerado em uma caldeira, ou seja, a turbina não é acionada diretamente pelos gases de combustão.

condensador rejeitando calor ao ambiente, também existe a possibilidade do condensador ser substituído pelo próprio processo industrial. Na seqüência, a água condensada, com a devida reposição, é bombeada no estado líquido novamente à caldeira, fazendo o fechamento do ciclo (BARJA, 2006 e CORRÊA, 2001).

A Figura 1 apresenta as etapas do processo de cogeração com uma turbina a vapor (BARJA, 2006, p. 16).

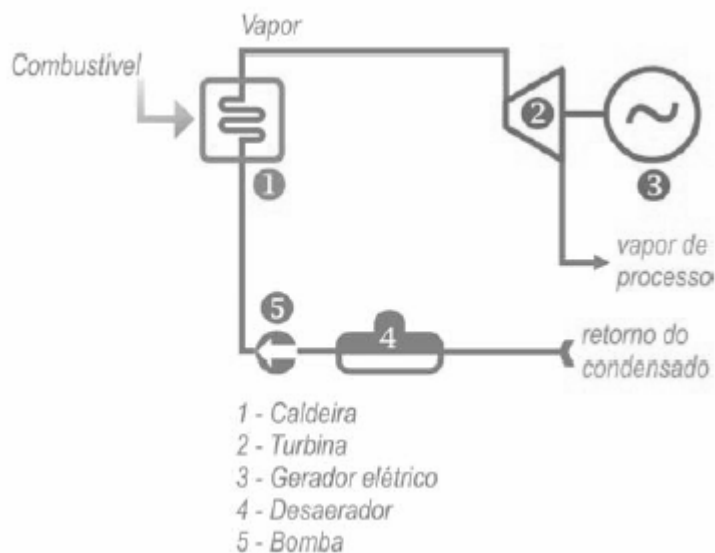


Figura 1 – Cogeração – Turbina a vapor

### b) Turbinas a gás

A turbina a gás consiste numa máquina de combustão interna de construção compacta, e que apesar do nome pode utilizar uma diversidade de combustíveis tanto líquidos quanto gasosos. Trata-se de uma máquina composta por diversos elementos, resumidamente pelo compressor, câmara de combustão e turbina. Possui um bom nível de desenvolvimento tecnológico que permitem uma fácil recuperação de calor residual de média e alta temperatura (PINTO e MARTONE, 2001).

A operação das turbinas a gás é bastante elástica em relação aos regimes de carga, com vantagens para a cogeração por possuir baixo custo de instalação, alto fator de disponibilidade, baixo custo de manutenção, altas temperaturas de exaustão e boa eficiência (PINTO e MARTONE, 2001).

### **c) Ciclo combinado**

O ciclo combinado é o arranjo entre dois ou mais ciclos, com a principal finalidade de aumentar o rendimento global da planta. Seu princípio coincide com o da própria cogeração, caracterizado pelo aproveitamento da rejeição térmica de um ciclo primário de geração eletromecânica numa segunda máquina térmica. (BARJA, 2006).

A cogeração em ciclo combinado é empregada quando há a necessidade da maximização da produção de energia elétrica em relação ao calor de processo. Pois apresenta uma grande flexibilidade na relação de produção de eletricidade e calor, face às várias possibilidades de arranjo destes sistemas. É importante frisar que a cogeração em ciclo combinado só é viabilizada em regimes que operam em tempo integral, dado o valor elevado de investimento inicial do empreendimento (PINTO e MARTONE, 2001).

### **d) Motores alternativos**

Os motores de combustão interna estão disponíveis numa grande faixa de potência, possuem construção compacta, podem utilizar uma variedade de combustíveis líquidos e gasosos, além de apresentarem uma elevada eficiência. Por essas características, se apresentam como a primeira opção na aplicação em sistemas de cogeração de pequeno porte para prédios comerciais, hospitais, hotéis e supermercados (MATA, 2001).

Essa tecnologia apresenta de uma forma geral, rendimento térmico superior às demais tecnologias como turbinas a gás e vapor, embora também tenham graves restrições associadas à recuperação de calor, face aos baixos níveis de temperatura. A viabilidade de aplicação dos motores em cogeração é limitada aos casos em que o processo requer uma quantidade relativamente grande de calor a baixas temperaturas (NOGUEIRA, 1995).

### **3.7.2 Incentivo à cogeração**

Em virtude dos custos não competitivos que as fontes alternativas de geração de energia apresentam, ficou estabelecido que o seu desenvolvimento necessita de mecanismos de incentivos originados via política energética, por decisão do governo

federal. Assim, surgiu o PROINFA pela Lei 10.438 de 26 de abril de 2002, um programa específico para fontes eólicas, biomassa e pequenas centrais hidroelétricas (PCH) (MME,2007). Criado<sup>15</sup> em 26 de abril de 2002, pela Lei nº 10.438,

“O PROINFA é um instrumento para a diversificação da matriz energética nacional, com a intenção de garantir maior confiabilidade e segurança ao abastecimento. O Programa, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia (MME), estabelece a contratação de 3.300 MW de energia no Sistema Interligado Nacional (SIN), produzidos por fontes eólica, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), sendo 1.100 MW de cada fonte” (PROINFA, 2007).

O PROINFA contará com o suporte do BNDES, que criou um programa de apoio a investimentos em fontes alternativas renováveis de energia elétrica. A linha de crédito prevê financiamento de até 70% do investimento, excluindo apenas bens e serviços importados e a aquisição de terrenos (PROINFA, 2007).

Em relação ao abastecimento de energia elétrica do país, segundo o governo, o PROINFA tem por objetivo ser um instrumento de complementaridade energética sazonal à energia hidráulica, responsável por mais de 90% da geração do país. Na região Nordeste, a energia eólica servirá como complemento ao abastecimento hidráulico, o mesmo ocorrerá com a biomassa nas regiões Sul e Sudeste.

“A produção de 3,3 mil MW a partir de fontes alternativas renováveis dobrará a participação na matriz de energia elétrica brasileira das fontes eólica, biomassa e PCH, que atualmente respondem por 3,1% do total produzido e, em 2006, podem chegar a 5,9%” (PROINFA, 2007).

A entrada de novas fontes renováveis evitará a emissão de 2,5 milhões de toneladas de gás carbônico/ano, ampliando as possibilidades de negócios de Certificação de Redução de Emissão de Carbono, nos termos do Protocolo de Kyoto. O Programa também permitirá maior inserção do pequeno produtor de energia elétrica, diversificando o número de agentes do setor (BURIN, 2007).

### **3.7.3 Outorga da central de cogeração**

Uma central de cogeração é caracterizada pela produção em simultâneo de duas ou mais utilidades, dentre as quais a eletricidade.

---

<sup>15</sup> Revisado pela Lei nº 10.762, de 11 de novembro de 2003.

Ocorre que a produção de energia elétrica é uma atividade de competência da União, e é importante que se saiba deste princípio determinado pela Constituição Federal de 1988, em seu art. 21 (BARJA, 2006, p. 38):

“Art. 21 Compete à União:...

XII - explorar, diretamente ou mediante autorização, concessão ou permissão:...

b) os serviços e instalações de energia elétrica e o aproveitamento energético dos cursos de água, em articulação com os Estados onde se situam os potenciais hidroenergéticos;...”

Desta forma, já que a produção de energia elétrica está inserida como processo da central de cogeração, se faz necessária então uma autorização, concessão ou permissão da União para que o empreendimento possa produzir eletricidade, seja para venda ou para consumo próprio do produtor<sup>16</sup>.

A outorga de Autorização, opção da União para terceirizar a produção de eletricidade, é de responsabilidade do Ministério de Minas e Energia (Lei nº. 8.987/95, regulamentada pelo art. 63 do Decreto nº. 5.163/04); competência então delegada à ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2007, PROINFA, 2007).

“Segundo a Resolução ANEEL nº. 112, de 18 de maio de 1999, a Autorização é outorgada a: pessoa jurídica ou empresas reunidas em consórcio interessadas em produzir energia elétrica destinada à comercialização sob forma de produção independente; e pessoa física, pessoa jurídica ou empresas reunidas em consórcio interessadas em produzir energia elétrica destinada ao seu uso exclusivo” (ANEEL, 2007).

O porte do empreendimento dita a necessidade da outorga: para centrais com potência elétrica de até 5 MW, é necessário apenas que se faça o registro do empreendimento na ANEEL, apresentando as características básicas do empreendimento e a identificação de seu proprietário. No caso de centrais com potência superior a 5 MW, é necessária uma autorização da União (ANEEL, 2007, MME, 2007).

Desta forma, a central cogeneradora deverá comprovar a capacidade técnica de três condições fundamentais para a sua existência: disponibilidade do combustível, tecnologia utilizada e conexão à rede. (BARJA, 2006, ANEEL, 2007)

---

<sup>16</sup> Neste trabalho apenas será abordada a sistemática do processo de autorização, dado que as outorgas de concessão e permissão praticamente não ocorrem no âmbito das centrais termelétricas de cogeração.

**a) disponibilidade do combustível:** no caso de resíduos de processo ou biomassa (resíduos de madeira, biogás, gás de refinaria, etc.), deverá ser feita a demonstração da disponibilidade de acordo com estudos realizados pelo interessado, considerando o processo industrial associado ou o fornecimento a terceiros. Em se tratando de combustíveis comerciais (óleo combustível, óleo diesel, gás natural, etc.) a comprovação de disponibilidade deve ser demonstrada através de contratos de fornecimento ou de declarações de disponibilidade do fornecedor.

**b) tecnologia:** deverá ser comprovada a adequação da tecnologia utilizada para a satisfação dos princípios constitucionais da regularidade, continuidade, eficiência, segurança e atualidade.

**c) conexão:** o estudo de viabilidade elaborado pelo interessado é a referência para definir a conexão, porém é necessário que seja efetuada uma consulta junto à Concessionária de Distribuição, de Transmissão ou ao Operador Nacional do Sistema Elétrico.

A autorização para implantação e operação de empreendimentos termelétricos gera a obrigação do pagamento de uma “taxa de fiscalização”, destinada à manutenção dos serviços prestados ao setor pela ANEEL. Para os autoprodutores e produtores independentes é calculado um valor típico de benefício econômico anual, resultando, para o ano de 2006, num valor da taxa em torno de R\$ 1.656,00 por MW instalado (ANEEL, 2007).

### **3.8 Geração de energia e o meio ambiente**

A geração de energia tem como conseqüência inevitável alguma forma de dano ambiental, seja na sua exploração ou no seu consumo. A queima de combustíveis fósseis, como os derivados do petróleo e o carvão, são as principais causas de poluição do ar, da chuva ácida e do aquecimento por efeito estufa. O desmatamento e a degradação do solo são derivados, em parte, ao uso da lenha e do carvão como fonte de energia.

O ser humano, em sua necessidade instintiva de sempre maximizar a disponibilidade de recursos, o faz à custa da transformação de algum elemento natural, seja por intervenção química, biológica ou energética. Ocorre que nesta transformação o Meio Ambiente é degradado de alguma forma. Por isso existe a preocupação em se



racionalizar a exploração natural, ou seja, obter-se os recursos requeridos com a menor degradação ambiental possível.

Nesse sentido, buscou-se mecanismos para disciplinar a exploração natural, especificamente no Brasil, em 1981, a Lei nº. 6.938 estabeleceu o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras como um dos instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente, no qual,

“A construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, considerados efetiva e potencialmente poluidoras, bem como os capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento de órgão estadual competente, integrante do SISNAMA (Sistema Nacional do Meio Ambiente), e do IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), em caráter supletivo, sem prejuízo de outras licenças exigíveis.” (BARJA, 2006, p. 81).

Ainda segundo a Lei nº. 6.938, as centrais de cogeração são consideradas como “empreendimentos potencialmente poluidores”, principalmente no que diz respeito à queima de combustíveis, o que pode causar a emissão de poluentes aéreos. Também são considerados o consumo de água e as elevações na temperatura de cursos naturais de água, pelo seu sistema de refrigeração. Obviamente que diversas outras intervenções são consideradas, que dependem da tecnologia utilizada, do processo industrial associado e do local onde está inserido o empreendimento (BARJA, 2006).

Nos estudos de implantação de uma central cogeneradora, deve-se estimar a emissão gasosa da planta, no intuito de manter o empreendimento enquadrado aos valores máximos permitidos pela legislação ambiental vigente. Existem diversas metodologias para obter-se estimativas do nível de emissões de um processo de queima e geração elétrica, baseados principalmente na composição química do combustível (presença de carbono e enxofre) e em parâmetros relacionados ao processo de queima (BARJA, 2006, CORRÊA, 2001).

Diante disso, dependendo da tecnologia utilizada, poderá haver a necessidade da adoção de medidas para a redução de emissões, como um sistema de tratamento de gases de exaustão ou alterações nos parâmetros do processo de queima do combustível.

## **CAPÍTULO 4 - ESTUDO DE CASO: EMPRESA ADAMI S/A. – MADEIRAS**

### **4.1 Considerações Gerais**

O presente estudo de caso consiste na viabilidade econômica de um projeto de aquisição de um turbogerador para fornecer energia para as fábricas de papel e embalagem da empresa Adami S/A. - Madeiras, localizada na cidade de Caçador - SC. A intenção estratégica da empresa é de reduzir o custo da energia que hoje é comprada diretamente da CELESC.

### **4.2 A empresa**

A Adami foi constituída na data de 09/06/1942, na cidade de Caçador-SC e em 1956 teve sua razão social alterada para Adami S/A. - Madeiras. No final da década de 60 foi inaugurada a primeira fábrica de Pasta Mecânica, destinada ao reaproveitamento de resíduos de sua atividade madeireira e a instalação de equipamentos para a produção de "papel pinho" ou "papel Paraná" largamente utilizado na época em embalagens de calçados e camisas.

A empresa, ao diversificar suas áreas de atuação, buscou a verticalização em seu setor produtivo. Criando assim, diversas áreas de negócios, o que também diversificou a sua produção. Hoje a empresa produz: papel para embalagens; embalagens de papelão ondulado; madeiras de pinus serradas; brutas e beneficiadas. Além de contar com outras atividades, compreendendo, reflorestamentos, pasta químico-mecânica e energia. As áreas de negócio da empresa Adami dividem-se em:

## Divisão Florestal



Fonte: ADAMI, 2007.

### Figura 2 – Reflorestamento – Divisão Florestal

A Divisão Florestal da empresa possui um viveiro de mudas de pinus, utilizadas em novos plantios e reformas de seus reflorestamentos. As sementes utilizadas são oriundas de pomares clonais da espécie "Taeda", que possui características específicas favoráveis, levando-se em consideração a alta produtividade dessa espécie.

Esta unidade da empresa concentra seus esforços no monitoramento de todas suas atividades, para reduzir impactos ambientais e sociais que porventura possam ser ocasionados por suas atividades, respeitando a conservação da biodiversidade, os recursos hídricos, solos e ecossistemas.

## Divisão Pasta Químico-Mecânica



Fonte: ADAMI, 2007.

### Figura 3 – Pasta Químico-Mecânica

A Divisão de Pasta Químico-Mecânica da Adami, localizada na cidade de Ponte Serrada-SC, às margens do rio Chapecózinho, é responsável pela fabricação da pasta químico-mecânica que é utilizada como matéria prima secundária na produção de papel. Desse modo, toda produção da unidade é direcionada para a fábrica de papel da empresa, suprindo assim a necessidade de fornecimento desse tipo de matéria prima.

O processo de desagregamento das fibras inicia-se quando as toras de pinus, retiradas de próprio reflorestamento são cortadas em toretes de 60 cm, descascadas e colocadas em duas autoclaves que “pré-cozinham” a madeira com a adição de soda, enxofre e vapor. Essa mistura libera as fibras da madeira, tornando-as mais maleáveis, fazendo assim uma base para a produção de pasta químico-mecânica que será utilizada. A pasta químico-mecânica torna-se uma matéria prima de fibras virgens, sendo primordial para a fabricação de papéis de alta qualidade.

### **Divisão Madeireira**



Fonte: ADAMI, 2007.

**Figura 4 – Divisão Madeireira**

A Divisão Madeireira é a sua mais antiga unidade de negócio da empresa, e ao longo dos anos, foi sendo aprimorada com novas tecnologias, diversificando seus produtos, e hoje, conta com um maquinário de alta tecnologia, instalado em um moderno parque fabril. A matéria prima utilizada é retirada das próprias florestas, e todo o resíduo gerado (biomassa) é reaproveitado pelas outras unidades da empresa, na forma de gerador de vapor, além de ser potencial fonte de geração de energia.

O processo da madeira consiste no beneficiamento de madeiras brutas, em peças de acabamentos, desenvolvidos exclusivamente para atender às exigências do mercado internacional. Seus principais clientes estão localizados principalmente nos EUA e na Europa, fazendo com que a empresa tenha uma participação positiva no mercado exportador.

## Divisão Papel



Fonte: ADAMI, 2007.

**Figura 5 – Divisão Papel**

A Divisão Papel conta com maquinários atualizados para a produção de papel de alta qualidade a partir de materiais recicláveis, as aparas. Esses materiais são coletados nas ruas de cidades e principalmente dos grandes centros, e fornecidos à Adami S/A como matéria prima, contribuindo, não somente na preservação ambiental proporcionada pela atividade de reciclagem, mas também colaborando com a limpeza das cidades e grandes centros.

Além das aparas, que constitui a matéria prima principal da produção do papel, também são utilizadas no processo produtivo outras matérias primas secundárias, como a celulose, que é comprada de terceiros e a pasta químico mecânica, produzida em outra unidade da empresa, além de outros produtos químicos que também são empregados na fabricação do papel. A empresa produz papel dos tipos: miolo, capa e kraft.

O processo de fabricação de papel da Adami S/A, passa por um rígido controle de qualidade. O controle químico do processo é realizado de forma rígida, uma vez que a empresa, possui tradição no fornecimento de papel para embalagens de alimentos. A energia utilizada pela empresa, para o processamento e desenvolvimento do papel, provém da concessionárias de energia elétrica local, a CELESC.

## **Divisão Embalagens**



Fonte: ADAMI, 2007.

**Figura 6 – Divisão Embalagens**

Esta unidade utiliza como principal matéria prima para seus produtos o papel produzido na unidade Divisão Papel, além de matérias primas secundárias, como a cola utilizada para a montagem da placa do papelão ondulado, e as tintas que são aplicadas juntamente com os clichês para produzir a estampa nas embalagens de papelão. Os produtos desenvolvidos pela Divisão Embalagens passam por um rígido controle de qualidade para atender o alto padrão exigido em seu mercado de atuação.

A empresa fornece embalagens de papelão ondulado principalmente para os segmentos: alimentício; cerâmico; produtos processados; eletro-eletrônicos; tubos e conexões; calçadista; químico e transporte de víveres. Possui aproximadamente 1000 clientes ativos na carteira e vem ampliando sua participação no mercado nacional.

## **Divisão Energia**



Fonte: ADAMI, 2007.

**Figura 7 – PCH Santo Antônio de Salto**

A Divisão Energia da Adami S/A é sua mais nova unidade de negócios, tendo suas atividades iniciada no ano de 2003. A empresa possui uma série de quedas d'água

dentro de suas áreas, que apresentam potencial para a construção de pequenas centrais hidrelétricas (PCH) o que torna este negócio potencialmente viável.

A empresa iniciou suas atividades de produção de energia com a construção da PCH Santo Antônio do Salto. A PCH Passos Maia, atualmente em fase de implantação, terá todo seu potencial de geração oferecido ao mercado, iniciando assim uma nova atividade da Adami S/A.

#### 4.3 Situação econômica e financeira da empresa para 2008

De conformidade com os dados projetados no orçamento anual de 2008, aprovados pela Diretoria Executiva, existe uma perspectiva de que a Adami S/A. obtenha os seguintes resultados, sem considerar a implantação do projeto do turbogerador na Divisão de Papel e Embalagens:

**Tabela 8 - Resultado Econômico Consolidado da Adami para 2008**

<b>Descrição</b>	<b>R\$ Milhões</b>
Receita bruta	317,20
(-) Deduções	61,90
(-) Custos dos produtos	323,20
Margem contribuição	-67,90
Transferências áreas de negócios	132,8
Lucro operacional	64,90
Administração	51,4
<b>Lucro líquido</b>	<b>13,50</b>

Fonte: Dados fornecidos pela empresa, elaboração da autora.

Como se observa na Tabela 8 acima a Empresa espera obter uma receita total de R\$ 317, 2 milhões. Desse total tem uma margem de contribuição negativa de R\$ 67, 9 milhões, decorrente do grande volume de deduções e custo do produto. Contudo apresenta um lucro operacional positivo de R\$ 64, 8 milhões devido a transferência de lucros obtidos nas suas divisões de negócios.

A Tabela 9, a seguir demonstra o resultado econômico esperado para o ano de 2008 apenas nas Divisões de Papel e Embalagens, sem considerar a implantação do projeto de turbogerador.

**Tabela 9 – Resultado Econômico Divisões de Papel e Embalagens**

<b>Descrição</b>	<b>R\$ Milhões</b>
Receita bruta	283,20
(-) Deduções	60,60
(-) Custos dos produtos	286,50
Margem contribuição	-63,90
Transferências áreas de negócios	119,9
Lucro operacional	56,00
Administração	41,3
<b>Lucro líquido</b>	<b>14,70</b>

Fonte: Dados fornecidos pela empresa, elaboração da autora.

Observa-se na Tabela 9 acima que as duas unidades da empresa, Divisão Papel e Divisão Embalagens, juntas esperam obter em 2008 uma receita total de R\$ 283,2 milhões, isso representa um crescimento de 15% da Divisão Papel em relação a 2007, e 14% da Divisão Embalagens em relação ao mesmo período.

As unidades apresentam uma margem de contribuição negativa de R\$ 63,9 milhões, decorrente das deduções e custo do produto. Entretanto apresenta um lucro operacional positivo de R\$ 14,7 milhões devido à transferência de lucros obtidos nas demais divisões de negócios. Devidos ao fato de a matéria prima utilizada na fábrica de papel, a pasta químico-mecânica, ser transferida para esta unidade, e o papel produzido, que é a matéria prima principal da fábrica de embalagens, ser igualmente transferida para tal unidade.

Percebe-se que as unidades de papel e embalagens apresentam um alto custo anual, e um fator que apresenta grande peso é o custo da energia elétrica, que é comprada pela Adami da concessionária de energia local, a CELESC. Como se pode verificar na Tabela 10 a seguir, apenas as unidades de papel e embalagens gastaram no ano de 2007 R\$ 15,4 milhões, um valor superior ao gasto em 2007 pelas mesmas duas



unidades em mão-de-obra. Fator este que levou a empresa a buscar uma alternativa no abastecimento de energia elétrica.

**Tabela 10 – Gasto em Eletricidade nas Divisões Papel e Embalagens em 2007**

Mês	Custo Energia (milhões R\$)
JAN	1.241
FEV	1.254
MAR	1.162
ABR	1.198
MAI	1.361
JUN	1.341
JUL	1.436
AGO	1.317
SET	1.296
OUT	1.345
NOV	1.311
DEZ	1.176
<b>TOTAL</b>	<b>15.438</b>

Fonte: Dados fornecidos pela empresa, elaboração da autora.

#### 4.4 Premissas de implantação do turbogerador

Durante o ano de 2007 as duas unidades da empresa, papel e embalagens, gastaram juntas 49.887.878 KWh, uma média de 4.157.323 KWh/mês. O turbogerador possui a capacidade de gerar até 6.100.000 KWh/mês, sendo que 1.100.000 Kwh/mês serão consumidos no próprio processo.

O tempo estimado para a construção da central de cogeração é de vinte e quatro meses, dessa forma a energia começaria a ser gerada apenas em 2011. De acordo com projeções feitas pela Adami, para o mesmo período de funcionamento do turbogerador, foi considerado um aumento na conta de energia elétrica de 7% aa, que seria gasto caso o projeto não fosse implantado. Desse modo a empresa gastaria comprando energia da CELESC apenas no ano de 2011, o primeiro ano do funcionamento do turbogerador, com o montante de R\$ 20.236.086,00.

Tendo em vista que a empresa já consome biomassa para a produção de vapor, que é utilizado tanto no processo produtivo da fábrica de papel quanto na de embalagens, haverá um aumento de consumo com o turbogerador de 7.167 ton/mês,

sabendo-se que a tonelada de biomassa custa R\$ 55,00 a preço de mercado, e é transferida ao mesmo preço pela Divisão Madeireira.

Estima-se que a operação desta usina possa ser feita com apenas seis novos funcionários, e cujo custo atinge em média, por funcionário, R\$ 2.000,00 mês, estando inclusos salário, provisões, encargos e benefícios. A alíquota de contribuição social é de 9%, o IRPJ é 15%, porém como o valor do lucro operacional ultrapassa os R\$ 240.000,00 incide um acréscimo de IRPJ de 10%. Foi definida uma taxa de depreciação para a obra civil de 4% aa, e para os equipamentos uma depreciação acelerada de 20% aa.

Os acionistas estarão colocando 20% do valor do investimento requerido, sendo obtido junto ao BNDES um empréstimo de 80% do capital, a uma taxa de juros de 4,5% aa, com uma carência de vinte e quatro meses, e amortizações em seis parcelas pelo sistema PRICE.

#### 4.5 Estudo de Viabilidade Econômica do Projeto do Turbogenerador

A Tabela 11 abaixo, apresenta o cronograma físico-financeiro do projeto. Como foi dito anteriormente, o tempo previsto para a construção do projeto é de vinte e quatro meses. Sendo assim, de acordo com as estratégias da empresa, separou-se o capital em períodos de seis meses. Os equipamentos: caldeira; turbina; gerador Weg e periféricos, juntamente, irão gerar um gasto de R\$ 24.523.000,00 e as obras civis R\$ 1.594.000,00. Somando-se os custos com eventuais despesas administrativas e juros, chega-se a um total de R\$ 29.131.676,00.

**Tabela 11 - Cronograma físico-financeiro**

Descrição	Dados	2009		2010		TOTAL
		Jan-Jun	Jul-Dez	Jan-Jun	Jul-Dez	
Caldeira		3.352.000	3.352.000	3.352.000	3.352.000	13.408.000
Turbina		1.490.000	1.490.000	1.490.000	1.490.000	5.960.000
Periféricos		732.500	732.500	732.500	732.500	2.930.000
Gerador Weg		556.250	556.250	556.250	556.250	2.225.000
Obras Civis		398.500	398.500	398.500	398.500	1.594.000
Subtotal I		6.529.250	6.529.250	6.529.250	6.529.250	26.117.000
Administração/Eventuais	5% obra	326.463	326.463	326.463	326.463	1.305.850
Subtotal II		6.855.713	6.855.713	6.855.713	6.855.713	27.422.850
Juros debitados a construção		103.625	315.032	532.862	757.308	1.708.826
<b>Total Geral</b>		<b>6.959.337</b>	<b>7.170.745</b>	<b>7.388.574</b>	<b>7.613.020</b>	<b>29.131.676</b>

Fonte: Elaborada pela autora

Como já citado nas premissas, apenas 20% capital total do projeto será financiado diretamente pelos acionistas. Os 80% restantes serão adquiridos pela forma

de empréstimo junto ao BNDES. O cronograma da cobertura financeira apresentado na Tabela 12 abaixo explicita a divisão do capital próprio e de terceiros, bem como os juros acumulados com o capital próprio – 6% aa, e com o capital de terceiros – 7% aa.

**Tabela 12 - Cronograma da cobertura financeira**

Descrição	Dados	2009		2010		TOTAL
		Jan-Jun	Jul-Dez	Jan-Jun	Jul-Dez	
Capital Próprio		1.371.143	1.371.143	1.371.143	1.371.143	5.484.570
Capital Terceiros		5.484.570	5.484.570	5.484.570	5.484.570	21.938.280
Juros acumulados		103.625	315.032	532.862	757.308	1.708.826
Capital próprio	6% aa	20.725	63.006	106.572	151.462	341.765
Capital terceiros (BNDES)	7% aa	82.900	252.026	426.289	605.846	1.367.061
<b>Total de Recursos</b>		<b>6.959.337</b>	<b>7.170.745</b>	<b>7.388.574</b>	<b>7.613.020</b>	<b>29.131.676</b>

Fonte: Elaborada pela autora

A Tabela 13 apresenta a evolução do capital acionário no período da construção acrescido da taxa de juros de 6% aa acumulada durante o período. O saldo final de R\$ 5.826.335,00 apresentado, corresponde aos 20% do capital dos acionistas investido na liquidação do projeto.

**Tabela 13 - Evolução do capital acionário no período da construção**

Periféricos	Dados	2009		2010		TOTAL
		Jan-jun	Jul-Dez	Jan-Jun	Jul-Dez	
Saldo inicial		0	1.391.867	2.826.016	4.303.731	0
Saques de capital próprio		1.371.143	1.371.143	1.371.143	1.371.143	5.484.570
Juros do capital próprio	6% aa	20.725	63.006	106.572	151.462	341.765
<b>Saldo final</b>		<b>1.391.867</b>	<b>2.826.016</b>	<b>4.303.731</b>	<b>5.826.335</b>	<b>5.826.335</b>

Fonte: Elaborada pela autora

Na Tabela 14 observa-se a evolução do capital de terceiros de janeiro de 2009 a dezembro de 2010, acrescido da taxa de juros de 7% aa acumulada durante o período de construção, totalizando um saldo de R\$ 23.305.341,00, obtido perante empréstimo junto ao BNDES.

**Tabela 14 - Evolução do capital de terceiros no período da construção**

Periféricos	Dados	2009		2010		TOTAL
		Jan-jun	Jul-Dez	Jan-Jun	Jul-Dez	
Saldo inicial		0	5.567.470	11.304.066	17.214.925	0
Saques de empréstimos		5.484.570	5.484.570	5.484.570	5.484.570	21.938.280
Juros	7% aa	82.900	252.026	426.289	605.846	1.367.061
<b>Saldo final</b>		<b>5.567.470</b>	<b>11.304.066</b>	<b>17.214.925</b>	<b>23.305.341</b>	<b>23.305.341</b>

Fonte: Elaborada pela autora

O capital adquirido via empréstimo do BNDES totaliza R\$ 23.305.341,00. A Adami optou por fazer um financiamento e efetuar seu pagamento no sistema PRICE, a uma taxa de juros de 4,5% aa, com uma carência de vinte e quatro meses, passando a iniciar os pagamentos apenas quando terminado o prazo previsto para a construção. A Tabela 15 apresenta o financiamento discriminado. O total emprestado será liquidado

em seis parcelas semestrais de R\$ 3.812.029,00, o início do pagamento será no primeiro semestre de 2011 e o último no segundo semestre de 2013.

**Tabela 15 - Tabela de financiamento**

Período	Saldo Devedor	Amortização	Juros	Prestação
	23.305.341			
<b>2011.1</b>	19.668.102	3.637.239	174.790	3.812.029
<b>2011.2</b>	16.003.584	3.664.518	147.511	3.812.029
<b>2012.1</b>	12.311.581	3.692.002	120.027	3.812.029
<b>2012.2</b>	8.591.889	3.719.692	92.337	3.812.029
<b>2013.1</b>	4.844.299	3.747.590	64.439	3.812.029
<b>2013.2</b>	0	4.844.299	36.332	3.812.029

Fonte: Elaborada pela autora

O resultado econômico do projeto é mostrado abaixo na Tabela 16, nela pode-se observar que o turbogerador irá gerar mensalmente 6.100.000 KWh, que multiplicado ao preço unitário do KWh que é 0,38 chega-se a uma receita anual de R\$ 27.816.000,00. Deduzidos deste valor as quantias gastas com os impostos e os custos operacionais discriminados na Tabela o lucro operacional atinge a R\$ 9.105.660,00 a cada ano.

Deste valor são descontadas as despesas financeiras, que são os juros do financiamento do capital e o imposto de renda que representa 25% do lucro líquido após as despesas financeiras, restando um lucro líquido anual de R\$ 6,7 milhões em média. Pois a partir do ano de 2014 o lucro líquido aumenta, já que se findam as prestações do financiamento e com elas as despesas financeiras.

**Tabela 16 - Resultado econômico**

Descrição	Dados	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Receitas</b>		<b>27.816.000</b>	<b>27.816.000</b>	<b>27.816.000</b>	<b>27.816.000</b>	<b>27.816.000</b>
Qte produzida pelo gerador (KWh/mês)	6.100.000	73.200.000	73.200.000	73.200.000	73.200.000	73.200.000
Preço unitário de venda (R\$/KWh)	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
<b>Deduções</b>		<b>2.503.440</b>	<b>2.503.440</b>	<b>2.503.440</b>	<b>2.503.440</b>	<b>2.503.440</b>
Contribuição Social		2.503.440	2.503.440	2.503.440	2.503.440	2.503.440
Outros impostos		3.059.760	3.059.760	3.059.760	3.059.760	3.059.760
<b>Receita líquida</b>		<b>25.312.560</b>	<b>25.312.560</b>	<b>25.312.560</b>	<b>25.312.560</b>	<b>25.312.560</b>
<b>Custos operacionais</b>		<b>16.206.900</b>	<b>16.206.900</b>	<b>16.206.900</b>	<b>16.206.900</b>	<b>16.206.900</b>
Consumo próprio de energia (KWh/mês)	1.100.000	5.016.000	5.016.000	5.016.000	5.016.000	5.016.000
Matéria prima - biomassa (ton/mês)	7.167	4.730.220	4.730.220	4.730.220	4.730.220	4.730.220
Mão de obra	6	936.000	936.000	936.000	936.000	936.000
Operacionais	2% aa	556.320	556.320	556.320	556.320	556.320
Depreciação		4.968.360	4.968.360	4.968.360	4.968.360	4.968.360
Obras civis	4% aa	63.760	63.760	63.760	63.760	63.760
Equipamentos	20% aa	4.904.600	4.904.600	4.904.600	4.904.600	4.904.600
<b>Lucro operacional</b>		<b>9.105.660</b>	<b>9.105.660</b>	<b>9.105.660</b>	<b>9.105.660</b>	<b>9.105.660</b>
Despesas financeiras (juros e comissões)		322.301	212.364	100.771		
<b>Lucro líquido após despesas financeiras</b>		<b>8.783.359</b>	<b>8.893.296</b>	<b>9.004.889</b>	<b>9.105.660</b>	<b>9.105.660</b>
Imposto de renda	25%	2.195.840	2.223.324	2.251.222	2.276.415	2.276.415
<b>Lucro líquido</b>		<b>6.587.519</b>	<b>6.669.972</b>	<b>6.753.666</b>	<b>6.829.245</b>	<b>6.829.245</b>

Fonte: Elaborada pela autora

A geração interna de caixa do período de 2011 até 2015 está apresentada na Tabela 17 a seguir. Nela observa-se o lucro operacional anual de R\$ 9.105.660,00 e uma depreciação de R\$ 4.968.360,00, que como ressaltada na Tabela 16, constitui a soma da depreciação das obras civis de 4% aa e da depreciação dos equipamentos de 20% aa. Somando-se os dois chega-se a uma geração interna de caixa bruta de R\$ 14.074.020,00.

Desse valor descontam-se ainda os juros do financiamento, as amortizações do empréstimo e o imposto de renda, resultando uma geração interna de caixa líquida de R\$ 4.254.122,00 em 2011, que é o primeiro ano do pagamento do empréstimo, e após o término das amortizações, em 2014, a geração interna de caixa líquida passa para R\$ 11.797.605,00.

**Tabela 17 - Geração interna de caixa**

Descrição	2011	2012	2013	2014	2015
Lucro operacional	9.105.660	9.105.660	9.105.660	9.105.660	9.105.660
(+) Depreciação	4.968.360	4.968.360	4.968.360	4.968.360	4.968.360
<b>Geração Interna de Caixa Bruta</b>	<b>14.074.020</b>	<b>14.074.020</b>	<b>14.074.020</b>	<b>14.074.020</b>	<b>14.074.020</b>
(-) Juros e comissões	322.301	212.364	100.771		
(-) Amortização dos empréstimos	7.301.758	7.411.695	8.591.889		
(-) Imposto de renda	2.195.840	2.223.324	2.251.222	2.276.415	2.276.415
<b>Geração Interna de Caixa Líquida</b>	<b>4.254.122</b>	<b>4.226.638</b>	<b>3.130.137</b>	<b>11.797.605</b>	<b>11.797.605</b>

Fonte: Elaborada pela autora

A Tabela 18 apresenta o cálculo do valor presente líquido e do valor presente acumulado do projeto. Descontando do lucro operacional de R\$ 9.105.660,00 a TMA da empresa, estimada em 8% aa, constata-se que de acordo com o VPL do projeto o turbogerador trará para a empresa um retorno maior do que seu custo de capital. Já observando valor presente acumulado se verifica que a uma taxa de retorno média de 8% ao ano, a empresa começa a recuperação de seus investimentos a partir do quarto ano de operação do turbogerador, quando as amortizações e os juros referentes ao empréstimo junto ao BNDES estiverem liquidados.

**Tabela 18 - Cálculo do valor presente líquido (VPL)**

Descrição	Dados	2011	2012	2013	2014	2015
Investimentos realizados	29.131.676					
Lucro operacional		9.105.660	9.105.660	9.105.660	9.105.660	9.105.660
Fator de atual líquido a 8% aa		0,92390	0,85730	0,79380	0,73500	0,68060
<b>Valor presente líquido</b>	<b>(29.131.676)</b>	<b>8.412.719</b>	<b>7.806.282</b>	<b>7.228.073</b>	<b>6.692.660</b>	<b>6.197.312</b>
<b>Valor presente acumulado</b>	<b>(29.131.676)</b>	<b>-20.718.957</b>	<b>-12.912.675</b>	<b>-5.684.602</b>	<b>1.008.058</b>	<b>7.205.370</b>

Fonte: Elaborada pela autora.

Durante os três primeiros anos do funcionamento do turbogerador o valor presente acumulado do projeto foi negativo, o que indica que ele não está apresentando o retorno esperado do capital investido. Porém a partir do quarto ano o projeto passa a ser rentável, apresentando um VPa positivo e crescente, que garante um retorno satisfatório ao capital empregado ao longo da vida útil da central de cogeração.

Desse modo o projeto de cogeração energética na empresa Adami S/A. mostra-se financeiramente viável, além de cumprir o objetivo esperado que era a redução de gastos com compra de energia elétrica pela empresa. Este diferencial aumenta a eficiência econômica da Empresa, tornando-a mais apta a competir no mercado interno e externo.

Por fim, cabe ressaltar que investimentos dessa natureza, feitos para garantir a expansão da oferta de eletricidade, têm sido previsto um prazo de recuperação entre 5 a 10 anos. Nos casos dos grandes projetos de eletricidade, com uma taxa de remuneração de 8% aa, o retorno aumenta para 18 anos, enquanto nos projetos de usinas térmicas movidas a gás natural chega a 12 anos.

## CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES

Como analisado neste trabalho a cogeração é justificada energeticamente pela economia que o processo traz frente à compra de eletricidade da concessionária de energia. Entretanto a estratégia de investimento deve contemplar o fator relacionado à eficiência econômica ou o retorno econômico do empreendimento, onde se espera que o projeto em funcionamento possa gerar o maior benefício econômico possível.

O avanço tecnológico trouxe competitividade aos sistemas de cogeração de pequeno porte. Logo, muitas empresas brasileiras, em especial, as que atuam na indústria de papel e celulose, vêm buscando alternativas para promover a substituição de alguns de seus equipamentos, objetivando reduzir seus custos de operação em suas fábricas.

Atualmente, os pequenos sistemas de cogeração pouco devem à economia de escala proporcionada pelas centrais de grande porte, concorrendo em eficiência e oferecendo praticidade na instalação, manutenção e operação descomplicada.

A participação da cogeração na matriz energética brasileira ainda é singela quando se compara a outros países industrializados no resto do mundo. Este atraso não é justificável, diante do benefício que a cogeração traria ao aumentar a oferta de eletricidade de modo barato e racional. Não obstante o fato de poderem ser utilizados como combustíveis fontes alternativas de energia como a biomassa, células de combustível, biocombustíveis, gás natural; etc. Tais combustíveis, além de se mostrarem uma opção menos dispendiosa estariam auxiliando na redução de emissões de CO<sub>2</sub> na atmosfera, reduzindo assim a propagação do efeito estufa e contribuindo para uma melhor qualidade de vida no planeta.

Da análise econômica do projeto de cogeração na Adami S/A. - Madeiras, conclui-se que o empreendimento é viável do ponto de vista econômico, permitindo que a empresa tenha a médio prazo uma maior otimização de seus ativos. Além de a empresa reduzir os custos provindos da compra da energia elétrica, após o quarto ano de funcionamento do turbogerador, o capital aplicado no projeto apresenta um retorno satisfatório e crescente. A longo prazo a empresa estará aumentando sua vantagem competitiva por dispor de um equipamento capaz de reduzir os custos negociados externamente com uma empresa de distribuição de eletricidade.

Um fator importante a ser destacado no modelo de cogeração adotado pela Adami é que o processo de geração de energia, por usar um recurso renovável, a



biomassa florestal, utiliza um combustível que não gera problemas ambientais e nem provoca custos em seu entorno. Isso faz deste projeto de cogeração um potencial gerador de créditos de carbono pelo fato de a energia gerada ser considerada energia limpa.

Uma das recomendações futura para a empresa seria investir no comércio desses créditos de carbono, que podem ser vendidos a países participantes do Protocolo de Kyoto, os quais firmaram o comprometimento de reduzir suas emissões de gases que prejudiquem o efeito estufa. Essa seria mais uma forma de gerar capital para quitar as parcelas do financiamento do projeto, o que reduziria o tempo de retorno do investimento de capital.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPO – **Associação Brasileira de Papelão Ondulado**, 2007, (online, <http://www.abpo.org.br>. Acesso em 22/08/2007).

ADAMI – **Adami S/A. – Madeiras**, 2007 (online, <http://www.adami.com.br>. Acesso em 10/04/2007).

ANEEL - **Agência Nacional de Energia Elétrica**, 2007, (online, <http://www.aneel.gov.br>. Acesso em 19/04/2007).

BARJA, G. J. A. **A cogeração e sua inserção ao sistema elétrico**. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal, 2006.

BELLATO, Rita Lucia. **Planejamento da oferta de energia elétrica no período de 2003-2012**. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.

BYRNS, Ralph; STONE, Gerald. **Microeconomia**. São Paulo: Makron Books, 1996.

BRACELPA – **Associação Brasileira de Celulose e Papel**, 2007, (online, <http://www.bracelpa.org.br>. Acesso em 22/08/2007).

BURIN, Tomazo Silva. **Supervisão e controle de sistema de cogeração de energia**. Monografia (Graduação em Engenharia de Controle e Automação). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2007.

CLEMENTE, Leonardo. **Avaliação dos resultados financeiros e riscos associados de uma típica usina de co-geração sucro-alcooleira**. Monografia (Pós-Graduação em Planejamento, Operação e Comercialização na Indústria de Energia Elétrica). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2003.

CORRÊA, Vicente Neto. **Análise de viabilidade da cogeração de energia elétrica em ciclo combinado com gaseificação de biomassa de cana-de-açúcar e gás natural**. Tese (Doutorado em Planejamento Energético). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

COSTA, Paulo Henrique Soto; ATTIE, Eduardo Vieira. **Análise de projetos de investimento**. 4. ed. Rio de Janeiro: FGV, 1995.

COUTINHO, Luciano, FERRAZ, João Carlos (Coord). **Estudo da competitividade da indústria brasileira**. São Paulo: Papirus, 1994.

FILHO, G. Fernandes, DIAS, Elisângela M. LEAL, Rubens. **O equilíbrio entre a oferta e o consumo de energia elétrica: tendências e desafios**. UNESP – Universidade Estadual Paulista, 2002.

GEHLING, Raquel. **Alternativas à matriz energética brasileira: o caso do biodiesel**. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1989.

GOLDENSTEIN, Marcelo; AZEVEDO, Rodrigo Luiz Sias. **Combustíveis alternativos e inovações no setor automotivo: será o fim da "era do petróleo"?**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro: BNDES, n. 23, p. 235-265, mar. 2006.

GOMES, Ana Cristina de Oliveira. **Estudo da utilização do gás natural como fonte geradora de energia no Brasil**. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2006.

HIRSCHEFELD, Henrique. **Engenharia econômica e análise de custos**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

HOJI, Masazaku. **Administração Financeira: uma Abordagem Prática**. São Paulo;. Atlas; 2000.

INEE, - **Instituto Nacional de Eficiência Energética**, 2007, (online, <http://www.inee.org.br>. Acesso me 24/04/2007).

KALECKI, Michal. **Teoria da Dinâmica Econômica: ensaio sobre as mudanças cíclicas e ao longo prazo da economia capitalista**. [S. l.]: Victor Civita, 1983.

KASSAI, J. R. et al. **Retorno de Investimento**: abordagem matemática e contábil do lucro empresarial. São Paulo: Atlas, 1999.

KERSTENETZKY, J. **Organização Empresarial em Alfred Marshall**. Estudos Econômicos (IPE/USP), São Paulo, v. 34, n. 2, 2004.

KON, Anita. **Economia Industrial**. São Paulo: Nobel, 1994.

LAWRENCE, W. B. **Contabilidade de Custos**. São Paulo: IBRASA, 1966.

MARSHALL, Alfred. **Princípios de Economia**: Tratado Introdutório. 2a ed. São Paulo: Nova Cultural, 1985. 2v.

MARSHALL, Alfred. **Princípios de Economia**: Tratado Introdutório. São Paulo: Abril Cultural, 1982.

MARTINS, Eliseu. **Contabilidade de Custos**. São Paulo: Atlas, 1988.

MATA, C. R.. **Análise de viabilidade econômica de co-geração no setor terciário**. Trabalho de Diploma (Instituto de Engenharia Mecânica - Departamento de Produção). Escola Federal de Engenharia de Itajubá. Itajubá, 2001.

MME - **Ministério de Minas e Energia**, 2007, (online, <http://www.mme.gov.br>. Acesso em 05/05/2007).

\_\_\_\_\_. **Plano Decenal de Energia Elétrica 2006-2015**. (online, [http://www.mme.gov.br/site/menu/select\\_main\\_menu\\_item.8684](http://www.mme.gov.br/site/menu/select_main_menu_item.8684). Acesso em 24/08/2007).

NOGUEIRA, Luiz Augusto Horta; WALTER, Arnaldo César da Silva. **Experiências de geração de energia elétrica a partir de biomassa no Brasil**: Aspectos Técnicos e Econômicos. In: Reunión Regional sobre Geración de Eletricidad a partir de Biomassa, 1995. Anais da Reunión Regional sobre Geración de Eletricidad a partir de Biomassa. Montevideú. v. 1. p. 128-138.

NOGUEIRA, Luiz Augusto Horta. **Biomassa e energia elétrica no Brasil**: Questões Institucionais e Ambientais. In: Reunión Regional sobre Geración de Eletricidad a

partir de Biomassa, 1995. Anais da Reunión Regional sobre Geración de Eletricidad a partir de Biomassa. Montevideú. v. 1. p. 149-157.

OLIVEIRA, Adriano Santhiago de. **Análise das modalidades e procedimentos simplificados do mecanismo de desenvolvimento limpo** – Os Projetos de Pequena Escala e a Geração de Energia Renovável para o Atendimento das Residências Rurais e Isoladas. Tese (Mestrado em Planejamento Energético). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2003.

OSORIO, Estela Gonçalves. **Indústria de papel e celulose**: Estudo de caso da implantação da VCP florestal no extremo sul do rio grande do sul. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2007.

PASSOS, Carlos Roberto Martins; NAGAMI, Otto. **Princípios de Economia**. São Paulo: Pioneira, 1998.

PINTO, Petterson S. Z, MARTONE, Leonardo M. C. **Análise da viabilidade econômica e financeira para a implantação de sistemas de cogeração**. Trabalho de Diploma (Instituto de Engenharia Mecânica - Departamento de Produção). Escola Federal de Engenharia de Itajubá. Itajubá, 2001.

PINDYCK, R. S. e RUBINFELD, D. L. **Microeconomia**. 2.ed. São Paulo: Makron Books,. 1994.

PINHO, Diva B. e VASCONCELOS, Marco A.S. de. (Org.). **Manual de Economia**. 3ª ed. São Paulo: Saraiva, 1998.

PONTES, João R. **A indústria de energia elétrica no Brasil**: Causas Fundamentais De Sua Reestruturação. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1998.

PORTER, Michael E. **A vantagem competitiva das nações**. 5.ed. Rio de Janeiro: Campus, 1989.

PORTER, Michael E. **Vantagem competitiva**: criando e sustentando um desempenho superior. Rio de Janeiro: Campus, 1989.

PROINFA – **Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia**, 2007, (online, [http://www.mme.gov.br/programs\\_display](http://www.mme.gov.br/programs_display). Acesso em 22/06/2007).

SANVICENTE, Antonio Zoratto. **Administração Financeira**. São Paulo: Atlas, 1996.

SOUZA, Alceu; CLEMENTE, Ademir. **Decisões financeiras e análise de investimentos**. São Paulo: Atlas, 2001.