

FAE CENTRO UNIVERSITÁRIO  
MESTRADO EM ORGANIZAÇÕES E DESENVOLVIMENTO

**MAURÍCIO DE OLIVEIRA**

**A PRODUÇÃO INDUSTRIAL E O USO DE ENERGIA ELÉTRICA:  
AVALIAÇÃO DAS INTENSIDADES ELÉTRICA E ENERGÉTICA  
NO PARANÁ**

CURITIBA

2008

# **Livros Grátis**

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

Milhares de livros grátis para download.

**MAURÍCIO DE OLIVEIRA**

**A PRODUÇÃO INDUSTRIAL E O USO DE ENERGIA ELÉTRICA:  
AVALIAÇÃO DAS INTENSIDADES ELÉTRICA E ENERGÉTICA NO PARANÁ**

Dissertação apresentada como requisito à  
obtenção do grau de Mestre em Organizações  
e Desenvolvimento, FAE Centro Universitário.

Orientador: Prof. Cleverson V. Andreoli, Dr.

Co-orientador: Prof. Antoninho Caron, Dr.

CURITIBA

2008

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

**MAURÍCIO DE OLIVEIRA**

### **A PRODUÇÃO INDUSTRIAL E O USO DE ENERGIA ELÉTRICA: AVALIAÇÃO DAS INTENSIDADES ELÉTRICA E ENERGÉTICA NO PARANÁ**

Esta dissertação foi aprovada pelo Curso de Mestrado Acadêmico Multidisciplinar em Organizações e Desenvolvimento da FAE - Centro Universitário.

Curitiba, 15 de dezembro de 2008.

---

Prof. Dr. Antoninho Caron  
Coordenador do Curso

---

Prof. Dr. Cleverson V. Andreoli  
Orientador  
FAE Centro Universitário

---

Prof. Dr. Antoninho Caron  
Examinador Interno  
FAE Centro Universitário

---

Prof. Dr. Edilson da Costa  
Examinador Externo  
Faculdade Expoente

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

#### FICHA CATALOGRÁFICA

OLIVEIRA, Mauricio de. **A produção industrial e o uso de energia elétrica:** avaliação das intensidades elétrica e energética no Paraná. Orientador: Cleverson V. Andreoli. Curitiba, 2008.  
Dissertação (mestrado em organizações e desenvolvimento) – FAE – Centro Universitário  
1. Energia 2. Racionalização 3. Intensidade elétrica

## RESUMO

Dentre os grandes problemas que afetam as sociedades, um dos principais desafios é o uso eficiente e prudente dos recursos naturais, de forma a garantir sua disponibilidade atual e futura. A utilização intensiva da energia elétrica como insumo no processo produtivo das indústrias faz com que seja necessário repensar o modelo atual. Por um lado, os custos crescentes com energia e, por outro, a pressão da sociedade para redução do consumo e para o alívio dos custos ambientais e sociais incorridos com sua exploração, exigem uma mudança no comportamento dos usuários deste recurso no sentido de sua racionalização. Entre os objetivos deste trabalho está a avaliação do impacto do crescimento industrial sobre a utilização da energia elétrica, comparando a variação da atividade industrial no Estado do Paraná e a variação do consumo de energia elétrica de 1997 a 2006. Outro objetivo é o de verificar em alguns segmentos da indústria a intensidade elétrica, ou seja, identificar o comportamento histórico do consumo de energia para cada unidade adicional de produto, com vistas a estabelecer se juntamente com o esforço de crescimento industrial no Paraná, as indústrias, e mais especificamente alguns de seus segmentos, estão realizando também um esforço no sentido da racionalização no uso deste recurso.

Os dados utilizados para análise foram obtidos junto a Copel, referente consumo de energia, e ao IBGE, relacionados à produção física de bens. Os principais resultados encontrados foram: a) o comportamento inversamente proporcional do consumo de energia elétrica da indústria como um todo em relação à variação do preço do insumo; b) o esforço apresentado nos últimos anos pelas industriais para redução do consumo de energia; c) o comportamento diferenciado das intensidades energética e elétrica dos dois ramos que mais consomem energia no Estado do Paraná – papel e celulose e alimentos e bebidas, o primeiro com tendência à racionalização e efficientização do consumo de energia, observado a partir de 2003, e o segundo com tendência de crescimento do consumo no período de análise.

**Palavras-chave:** energia; racionalização; intensidade elétrica.

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Intensidade elétrica no mundo.....	40
TABELA 2 – Consumo global de energia primária no Paraná.....	55
TABELA 3 – Consumo da classe industrial, por fonte de energia.....	56
TABELA 4 – Preços médios correntes das fontes de energia.....	59
TABELA 5 – Número de consumidores industriais no Paraná (1997-2007).....	65
TABELA 6 – Consumo de energia elétrica por ramo da indústria no Paraná (1997-2006).....	67

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – Energia elétrica no Mundo, por fontes de obtenção.....	12
GRÁFICO 2 – Energia elétrica no Brasil, por fontes de obtenção.....	12
GRÁFICO 3 – Composição das matrizes energéticas (1998).....	13
GRÁFICO 4 – Consumo de energia elétrica por classe de consumo (2007)....	33
GRÁFICO 5 – Intensidade energética, PIB e consumo de energia .....	39
GRÁFICO 6 – Consumo de energia elétrica e das outras fontes pelas industriais do Paraná.....	57
GRÁFICO 7 – Evolução das tarifas de energia elétrica .....	61
GRÁFICO 8 – Evolução da tarifa média em MWh x variação do IGP-M.....	62
GRÁFICO 9 – Consumo global de energia por setor de utilização.....	63
GRÁFICO 10 – Consumo de energia elétrica por classe de consumo (1997-2006).....	64
GRÁFICO 11– Ramo papel e celulose – uso de energia elétrica e outras fontes.....	68
GRÁFICO 12 – Ramo de alimentos e bebidas – uso de energia elétrica e outras fontes.....	69
GRÁFICO 13 - Taxa de crescimento PIB e consumo de energia.....	72
GRÁFICO 14 – Variação na produção industrial e no consumo de energia.....	74
GRÁFICO 15 – Intensidade elétrica e intensidade energética.....	75
GRÁFICO 16 – Produção física e consumo de energia – ramo papel e celulose.....	76
GRÁFICO 17 – Produção física e consumo de energia – ramo alimentos e bebidas.....	77

GRÁFICO 18 – Intensidade elétrica e intensidade energética: ramo de papel e celulose.....	78
GRÁFICO 19 – Intensidade elétrica e intensidade energética: ramo de alimentos e bebidas .....	79

## SUMÁRIO

RESUMO.....	II
LISTA DE TABELAS.....	III
LISTA DE GRÁFICOS.....	IV
SUMÁRIO.....	VI
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>8</b>
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>9</b>
3.1 A ENERGIA ELÉTRICA.....	10
3.2 A ENERGIA ELÉTRICA E A SOCIEDADE.....	13
3.3 RELAÇÃO DO HOMEM COM A NATUREZA.....	17
3.4 PREOCUPAÇÃO COM O MEIO AMBIENTE.....	20
3.5 CUSTO AMBIENTAL DA ENERGIA ELÉTRICA.....	23
3.6 ENERGIA ELÉTRICA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	27
3.7 A INDÚSTRIA E O USO RACIONAL DE RECURSOS.....	32
3.8 TARIFA DE ENERGIA ELÉTRICA E RACIONALIDADE ECONÔMICA.....	35
3.9 INTENSIDADES ELÉTRICA E ENERGÉTICA.....	38
3.10 PAPEL DO ESTADO.....	41
3.11 EFICIENTIZAÇÃO ENERGÉTICA NA INDÚSTRIA.....	42
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>47</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA E DOS DADOS.....	47
4.2 VARIÁVEIS EM ESTUDO E MÉTODO DE APURAÇÃO DA INTENSIDADE ELÉTRICA.....	48
4.3 HIPÓTESES DA PESQUISA.....	50

4.4 PREPARAÇÃO DOS DADOS E ESCOLHA DOS RAMOS DA INDÚSTRIA.....	50
4.5 LIMITAÇÕES E RESTRIÇÕES DA PESQUISA.....	52
<b>5 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>54</b>
5.1 UTILIZAÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA E DAS DEMAIS FONTES DE ENERGIA.....	55
5.2 CUSTO DA ENERGIA ELÉTRICA E DAS DEMAIS FONTES DE ENERGIA.....	58
5.3 TARIFAS DE ENERGIA.....	60
5.4 UTILIZAÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA POR CLASSE DE CONSUMO....	63
5.5 CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA INDUSTRIAL POR GRANDES GRUPOS DE ATIVIDADE.....	66
5.6 COMPORTAMENTO DA RENDA E DO USO DE ENERGIA ELÉTRICA...69	
5.7 NÍVEL DE ATIVIDADE DA INDÚSTRIA E CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	72
5.8 NÍVEL DE ATIVIDADE DA INDÚSTRIA – SETORES DE PAPEL E CELULOSE E DE ALIMENTOS E BEBIDAS – E CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	76
<b>6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>81</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>85</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Dentre as grandes questões que afligem a sociedade, entender o caminho para o desenvolvimento sustentável ganhou destaque. O desejo do homem, neste aspecto, é estabelecer uma combinação ótima e harmônica entre as dimensões econômica, social e ambiental do desenvolvimento sustentável.

No campo econômico as sociedades devem buscar a eficiência na utilização dos recursos, racionalizando os meios de produção e maximizando os resultados. Na esfera social a procura é pela justiça e a equidade na distribuição do produto, de forma a garantir a todos as condições dignas de vida. Por fim, em termos ambientais o que se pretende é a prudência na utilização dos recursos naturais, fazendo com que o uso presente não comprometa o acesso a estes mesmos recursos para as futuras gerações.

Na busca do desejável equilíbrio entre essas dimensões por vezes concorrentes, o ser humano é o elemento central, tendo em vista sua capacidade de agir no caminho da modificação de sua realidade. Somente ele tem a capacidade de raciocinar e de racionalizar o uso dos recursos, se e quando necessário.

O esforço para a ação passa necessariamente pela criação de mecanismos de leitura e de interpretação das questões complexas, como é o caso do dilema existente entre o desejável desenvolvimento e a necessária preservação dos recursos naturais. Tornar este fato ou problema mais evidente e palpável é o grande desafio no mundo moderno. A conscientização de que a continuidade do atual modelo de crescimento industrial baseado no uso intensivo dos recursos naturais, normalmente acima de sua capacidade de regeneração, por exemplo, é essencial para a mudança dos rumos que se pretende.

Assim sendo, a capacidade de racionalizar os problemas e buscar as soluções é o um dos elementos que o capital humano tem para lidar com a problemática do desenvolvimento sustentável. A continuidade de propósitos ou a ação intencional e de longo prazo é fundamental na solução pretendida.

Pensar no longo prazo e agir de forma continuada é uma dificuldade a ser enfrentada pelas sociedades, e somente o homem tem esta capacidade.

Neste sentido as indústrias têm um papel importante a desempenhar como agente indutor da busca pela racionalidade e equacionamento do antagonismo entre crescimento econômico e preservação ambiental. São estas as grandes demandantes de fontes de energia, na forma de insumo básico do processo produtivo, dentre os quais se insere a energia elétrica. Buscar alternativas viáveis de alteração da lógica histórica de crescimento industrial e crescimento proporcionalmente maior do uso de energia é o desafio a ser enfrentado, considerando nesta equação a limitação de acesso às novas fontes do insumo e os custos econômicos e ambientais crescentes para sua obtenção.

O caminho da racionalização passa necessariamente pela revisão dos processos produtivos, adequação de maquinário e adaptações em produtos. Realizar este esforço no sentido da maior eficiência na utilização do recurso para reduzir os custos ambientais provocados pelo uso inadequado da energia elétrica é questão de sobrevivência para as empresas. Isto se deve aos reflexos da ação indevida no campo econômico, decorrente do custo crescente da energia elétrica, e também para a imagem da empresa.

Surge neste ponto o problema levantado por esta pesquisa: Verificar se o preço da energia elétrica, e seu impacto sobre o custo de produção da indústria, determina a racionalização de seu uso.

Em relação ao aspecto econômico observa-se que o crescimento da demanda de energia, pressionado pela melhoria do padrão de vida da população e pelo crescimento industrial, não tem sido acompanhado pela maior oferta, principalmente pela limitação de investimentos no setor, o que traz perspectivas de custos crescentes com o item energia elétrica. Como segundo ponto de análise é fato que indiretamente ocorre uma indesejável associação da imagem da empresa à falta de preocupação com a questão ambiental, tendo em vista a maior atenção que a sociedade tem dado ao tema. Além disso, racionalizar o uso da energia já disponível é mais barato do que os investimentos necessários para gerar energia nova.

Neste campo, o objetivo dos empresários é garantir a sobrevivência da empresa, cuidando para que não sejam adotadas práticas que levem ao desperdício do recurso energia elétrica, seja por motivações econômicas ou ambientais. Seu papel de agente transformador é o de atuar no ambiente interno, adotando estratégias e ações de efficientização energética, reduzindo as intensidades elétrica e energética, ou seja, gastando parcelas cada vez menores de energia para uma mesma quantidade de produto.

Cabe às organizações, principalmente às mais comprometidas e preocupadas, disseminar práticas na busca de uma forma de desenvolvimento economicamente eficiente, socialmente justa e ecologicamente prudente. Para o governo fica o papel de agente indutor de práticas responsáveis na utilização dos recursos naturais, através da fixação de preços (tarifas) adequados e de regulamentos que protejam o ambiente.

Um dos focos centrais de preocupação das nações é a manutenção e continuidade dos ciclos de crescimento da economia com uma adequada distribuição dos resultados deste progresso. A existência e a disponibilidade de energia elétrica barata e abundante foi, e continuará sendo, um dos condicionantes e alicerces deste desenvolvimento.

Não há como negar a importância da energia elétrica para a sociedade, seja pelo acesso das pessoas aos bens de consumo que usam esta fonte de energia, seja com a sua utilização pelas indústrias que têm na energia elétrica um componente essencial para a produção de bens e serviços.

Neste contexto pode-se inferir que o Estado do Paraná apresenta um importante diferencial, tendo em vista que a produção atual de energia elétrica com base na geração hídrica, é suficiente para o consumo interno e ainda sobra energia para venda a outros estados. Porém esta situação confortável não pode justificar a despreocupação para com o futuro.

Isto ocorre devido ao potencial hidrelétrico do Paraná estar quase que totalmente utilizado. Novos projetos visando nova geração de energia somente serão possíveis com grande custo ambiental, os quais devem ser evitados ou minimizados pela adequada avaliação dos impactos ambientais, considerando o potencial de danos que infringe à sociedade.

O racionamento de energia em 2001 trouxe a certeza de que o Brasil deve enfrentar de forma urgente a questão energética, considerando sua importância para segurança, conforto e para a comodidade das famílias e como combustível necessário ao processo de industrialização. O acréscimo do consumo previsto para os próximos anos, derivado do desejável crescimento da economia brasileira, aliado ao atraso nos investimentos no setor, deve trazer como consequência novos períodos de escassez de energia elétrica.

Outro desafio que se coloca é saber até que patamar se consegue utilizar os recursos naturais para a obtenção de energia elétrica, a partir da matriz hidráulica, minimizando o comprometimento do meio ambiente e sem exaurir os escassos recursos naturais disponíveis. Outro ponto de análise diz respeito à dependência da disponibilidade de energia elétrica ao regime de chuvas.

Em termos práticos têm-se, ainda, as dificuldades impostas pelas leis ambientais para a implantação de novos projetos de geração de energia que, aliados ao questionamento cada vez mais contundente da sociedade no que se refere aos custos ambientais e sociais inerentes à implantação destas novas centrais geradoras e aos crescentes custos de obtenção de energia, trazem como prioridade o enfrentamento da questão energética no Brasil.

Pelo lado da oferta, os elevados investimentos e os prazos de retornos observados nos projetos de instalação de usinas hidrelétricas inviabilizaram grandes obras e ao mesmo tempo trouxeram nos últimos anos uma carência de novos investimentos públicos em geração de energia. A parceria público-privada, pretendida como solução para a carência de recursos públicos no setor e vislumbrada como uma segurança ao investimento privado de longo prazo, ainda não se tornou uma realidade.

Pelo lado da demanda, o uso intensivo da energia elétrica nos processos produtivos nos últimos anos, impulsionados pela existência de energia de forma abundante e barata, agravou o cenário e requer uma nova abordagem, mais coerente e adequada.

Restam ao setor privado, neste contexto, duas soluções. De um lado realizar ele próprio o investimento em pequenas geradoras, buscando a auto-

suficiência na produção de energia e com isso a redução de custos. De outro lado o setor industrial pode ser mais racional e responsável na utilização da energia elétrica em suas instalações industriais, reduzindo as intensidades elétrica e energética (maior quantidade de produto com menor gasto de energia), de forma a reduzir o consumo destes insumos e seus gastos, ou seja, melhorando a eficiência energética. É sobre esta segunda questão que se apóia este trabalho. Para tanto é necessário verificar a relação existente entre a variação do nível de atividade industrial e a variação no consumo de energia elétrica.

É importante considerar também que a lógica empresarial determina que a empresa deve procurar em seu processo produtivo a redução geral dos custos de produção. Tendo em vista que a componente energia elétrica representa um gasto considerável na estrutura de custos e que o comportamento dos preços de energia elétrica, bem como de outras fontes, apresentam uma tendência de alta, é de se esperar que o esforço pela racionalização do uso de energia elétrica esteja em curso. É desejo, então, que a racionalidade econômica afete de maneira positiva e induza a eficiência no uso dos recursos naturais.

Não restam dúvidas, porém, que a questão ambiental está no centro das grandes discussões atuais de todas as sociedades. A cada dia o discurso do desenvolvimento sustentável assume maiores proporções e cresce também a certeza de que as ações necessárias para esta sustentabilidade não podem mais ser postergadas, sob o risco de drástica redução da qualidade de vida das populações, principalmente das mais pobres.

Neste sentido utilizar-se de forma racional os recursos naturais disponíveis e garantir acesso a estes mesmos recursos às gerações futuras é, de acordo com o pensamento dos defensores do desenvolvimento sustentável, lógico, justo e correto. De outra forma as perspectivas são de redução da oferta de recursos naturais, cujos reflexos nos preços trarão impactos profundos sobre o sistema produtivo mundial.

Porém, apesar da facilidade do discurso e das demonstrações dadas pelo planeta de que o esgotamento da disponibilidade dos recursos naturais é

questão de tempo, na prática a realização ou a busca pelo desenvolvimento sustentável não tem se mostrado tão fácil. Permanece em muitos a lógica da utilização intensiva dos recursos sem reposição, que garante, obviamente, retorno financeiro no curto prazo. A visão de longo prazo ainda é um desafio a ser enfrentado.

A explicação para esta postura da sociedade está na base do pensamento econômico. A poupança forçada, representada pela economia de recursos no presente para utilização futura, somente é possível com o sacrifício do consumo presente. Isto significa que para utilizar ou ter disponíveis os recursos do amanhã é necessário deixar de utilizá-los hoje, ou pelo menos utilizá-los de forma mais racional. Os demais caminhos viáveis, que não são objeto de análise neste trabalho, envolvem o avanço tecnológico e as novas fontes de energia denominadas “limpas”, potencialmente menos poluidoras.

Em resumo, para a economia de recursos naturais, e mais especificamente do recurso energia elétrica – objeto deste trabalho, é essencial que o padrão de consumo atual seja reduzido de forma global e, mais importante e como esperam muitos, que seja melhor distribuído entre os usuários finais do recurso. Isto pressupõe uma queda do padrão de consumo ou a utilização mais racional pelos que mais consomem, em benefício da parcela da população que ainda tem menor acesso ao recurso e em benefício das futuras gerações.

Não se deve imaginar, no entanto, que este caminho seja fácil, ou que as nações mais ricas e suas populações consigam realizar os esforços necessários com vistas à redução do consumo atual. Perder a riqueza conquistada através do processo de acumulação, mesmo que tenha sido às custas da utilização irracional e acima da capacidade de regeneração dos recursos naturais, exige uma mudança da visão individualista, imediatista e de curto prazo da sociedade.

Apesar das dificuldades pode-se notar, e esta é a pretensão desta pesquisa, uma tentativa de mudança desta visão de mundo, a partir da crença da sociedade civil de que algo deve ser realizado e que o tempo é um grande inimigo. Já são observadas ações que priorizam o coletivo na distribuição dos

recursos e o longo prazo na garantia de acesso dos recursos para as gerações futuras.

Buscar evidências deste movimento de mudanças através da observação do comportamento em relação a utilização da energia elétrica pela indústria do Estado do Paraná, independentemente da motivação ser de ordem econômica (redução de custos de produção), relacionada à melhoria da imagem da indústria (responsabilidade sócio-ambiental), ou de caráter eminentemente ambiental, é o maior desafio deste trabalho.

A esse respeito é importante salientar que neste ponto surge uma das limitações ao presente estudo uma vez que somente a variável econômica, aumento de custos da energia e seu efeito sobre o consumo, será avaliada. Evidente que outros fatores, conforme visto, podem influenciar a racionalização do uso de energia pela indústria. Estes elementos, apesar de importantes, estão fora do objeto central de análise permanecendo a atenção ao efeito – racionalização - e uma provável causa – aumento nas tarifas de energia – e não especificamente ao levantamento de todas as causas possíveis.

A dissertação está dividida em 6 partes: 1) Introdução; 2) Objetivos (geral e específicos), onde estão os resultados que se pretende alcançar; 3) Referencial Teórico, que traz a sustentação teórica para as conclusões do trabalho; 4) Materiais e Métodos, com a fonte e preparação dos dados, as hipóteses e limitações da pesquisa; 5) Apresentação dos Resultados e Discussões, que detalha o resultado do levantamento dos dados, a confirmação ou não das hipóteses levantadas e o alcance dos objetivos pretendidos; 6) Conclusões e Recomendações, onde estão as considerações finais, principais resultados que a pesquisa chegou e as recomendações de novos estudos complementares.

## 2 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é o de analisar o comportamento histórico do consumo de energia elétrica do setor industrial do Paraná comparativamente à evolução da produção física industrial, com a finalidade de calcular a intensidade elétrica da indústria, a qual determina a quantidade de energia elétrica consumida por unidade de produto. Esta relação permite identificar os esforços do setor industrial no sentido do uso racional e eficiente do insumo (energia elétrica).

Como objetivos específicos o trabalho pretende: a) calcular a intensidade energética do setor industrial, ou seja, a quantidade de energia total consumida por unidade de produto; b) estabelecer a evolução histórica do consumo industrial de energia elétrica comparativamente às demais classe de consumo; c) identificar a relação existente entre os preços das fontes de energia e seu consumo, visando avaliar a substituição das fontes de energia utilizadas pela indústria derivadas do fator custo; d) analisar o comportamento histórico da intensidade elétrica dos dois ramos maiores consumidores de energia elétrica; e) apontar as relações existentes entre PIB, PIB *per capita* e consumo de energia elétrica industrial.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta o referencial teórico utilizado pela pesquisa, realizado a partir da seleção e coleta de dados dos principais autores sobre os temas: energia, meio ambiente, indústria e racionalização ou efficientização no uso de energia, os quais correspondem aos pontos centrais da análise.

No item 3.1 – intitulado “A Energia Elétrica” é realizada uma abordagem sobre os conceitos relacionados à energia elétrica e a sua classificação perante as demais fontes de energia.

No item “Energia Elétrica e Sociedade” (3.2) o tema é a importância da energia elétrica para a sociedade, no sentido do acesso ao conforto e comodidade proporcionada pela eletricidade e, principalmente para fins deste trabalho, para a industrialização das nações, como combustível indispensável aos processos produtivos.

Por outro lado, a relação entre energia e sociedade é conflituosa, tendo em vista a forma de apropriação da natureza pelo homem. Esta análise está no item 3.3 “A Relação do Homem com a Natureza”.

Na parte seguinte, é tratada a preocupação com o meio-ambiente, enfatizando a busca de alternativas à degradação ambiental e a importância da correta valoração dos recursos (via mecanismos de preços) para a utilização eficiente do recurso energia elétrica.

A seguir a ênfase é sobre o custo ambiental da energia elétrica, com os impactos da obtenção do recurso e as dificuldades de aumentar a oferta de eletricidade, considerando os danos crescentes ao meio ambiente.

A resposta aos problemas ambientais devido ao aumento crescente na utilização da energia elétrica é objeto do item 3.6 – “Energia Elétrica e Desenvolvimento Sustentável”. As ações da sociedade, e mais especificamente das industriais, no sentido da adoção de práticas ambientalmente corretas e seus reflexos para a economia de recursos são os temas centrais.

Na seqüência a parte intitulada “Indústria e Uso Racional de Recursos” é dada atenção ao consumo eficiente e racional de energia elétrica pelo setor industrial, considerando os custos crescentes da eletricidade, a necessidade de

atenção à regulamentação ambiental e a pressão da sociedade junto às industriais para adoção de práticas ambientalmente corretas.

O uso do mecanismo de preços (tarifas) como direcionador de ações de racionalização do uso de energia elétrica no setor industrial é objeto do item 3.8, tendo em vista a necessidade do segmento de reduzir os custos de produção para se manter competitivo no mercado.

Abre-se um novo capítulo para explicitar a análise do grau de utilização da energia elétrica pela indústria do Paraná, através dos conceitos de “intensidades Elétrica e Energética”, ou seja, relacionando a utilização de energia e a produção física de bens.

O item 3.10 faz referências à importância do papel do estado como agente indutor de ações de efficientização da utilização da energia elétrica, através da fixação de preços adequados aos recursos naturais e de regulamentação específica de proteção ao meio ambiente.

Por fim, é apresentada a eficiência energética na indústria, onde são debatidos a busca da melhoria no padrão de consumo de energia e o esforço para conciliar o desejável crescimento industrial e a utilização prudente de recursos naturais, mais especificamente a energia elétrica obtida através das fontes hídricas.

### 3.1 A ENERGIA ELÉTRICA

A energia é melhor descrita em termos do que ela pode fazer e não em termos do que ela é. O dicionário define energia como “capacidade para a ação vigorosa; força inerente; forças potenciais”. Não podemos “ver” a energia, apenas seus efeitos; não podemos fazê-la, apenas usá-la; não podemos destruí-la, apenas desperdiçá-la ou usá-la de forma ineficiente. A energia não é valorizada por si mesma, mas pelo que pode ser feito com ela (HINRICHS *et al.*, 2003).

La Rovere (apud MARGULIS, 1990), define energia como a capacidade de realizar um trabalho. A energia torna-se útil ao homem pelo uso de equipamentos de consumo (máquinas, motores etc) que convertem em bens e

serviços o conteúdo energético das formas finais em que a energia é entregue ao consumidor, entre as quais a energia elétrica.

Um dos conceitos importantes sobre energia, apresentado por Hinrichs (2003), é de que a energia é uma quantidade conservada, ou seja, que a quantidade total de energia do universo é uma constante. Assim, a energia não é criada ou destruída, mas apenas convertida ou distribuída de uma forma para outra, por exemplo, a energia hidráulica (força da água) é convertida em energia elétrica ou a energia química em calor.

A principal fonte primária de calor é o sol. O sol é uma fonte perene, silenciosa, gratuita e não poluente, além de ser responsável pela disponibilidade das demais fontes de energia do planeta.

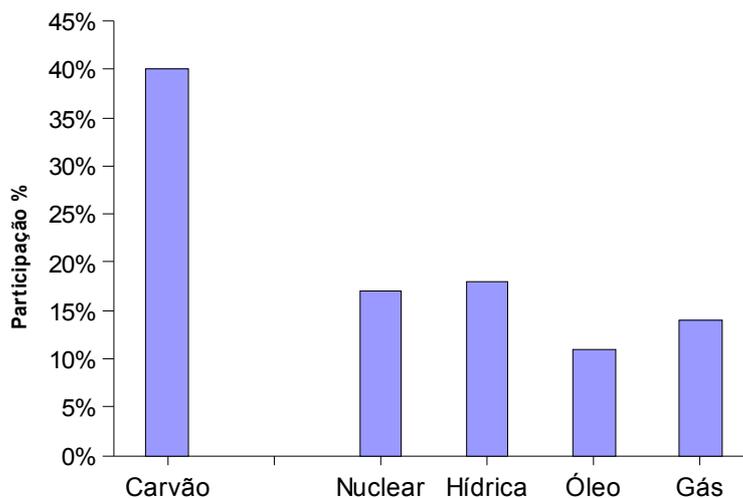
Para geração de eletricidade, ou energia elétrica, as principais fontes são: hídrica, térmica, nuclear, eólica e solar. As usinas hidrelétricas, por exemplo, funcionam pela transformação da energia mecânica da queda d'água em cinética de rotação do eixo de um gerador.

O ponto de partida para a utilização da força das águas para geração de energia elétrica foi a invenção do gerador elétrico, no século XIX. A energia hidráulica converte energia potencial em energia cinética, em virtude de mudanças de elevação. Rios com uma ampla gama de variação nas taxas de vazão mostraram-se pouco adequados para a instalação de geradores, mas a construção de represas e barragens nos rios forneceu um meio fácil de se ajustar a vazão da água para atender às diversas e variadas demandas por eletricidade (HINRICHS et al., 2003, p. 325).

Os princípios utilizados pelas demais fontes de energia elétrica são os mesmos. A térmica e a nuclear utilizam o vapor do calor da queima de combustíveis (como o gás, o carvão, o petróleo ou a biomassa) ou a reação nuclear, respectivamente, para acionar os geradores de eletricidade. A energia eólica utiliza a força dos ventos para gerar energia e a solar utiliza painéis com células fotovoltaicas (CAPELLI, 2007).

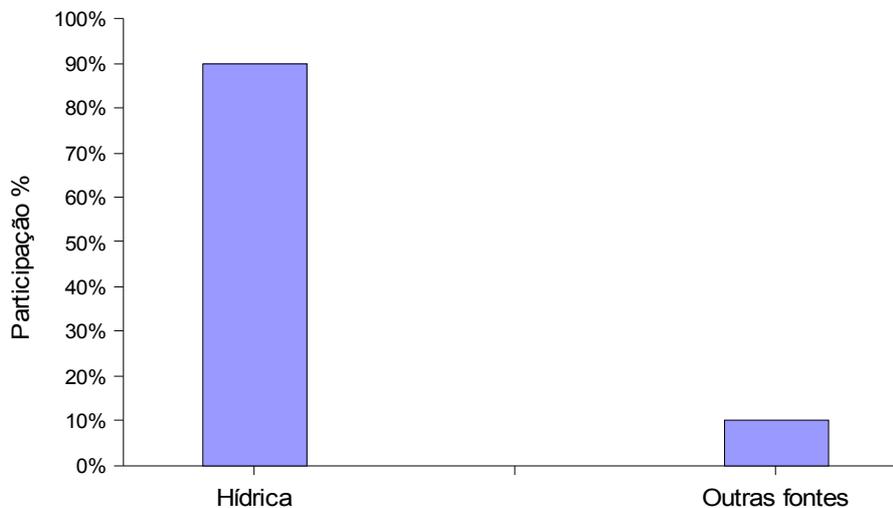
No Brasil a energia elétrica com base na fonte hídrica representa a maior participação no total, contrariamente ao que ocorre no resto do mundo. Os gráficos 1 e 2 apresentam o panorama da energia elétrica no mundo e no Brasil.

Gráfico 1- ENERGIA ELÉTRICA NO MUNDO, POR FONTES DE OBTENÇÃO



FONTE: CAPELLI, 2007, p. 19

Gráfico 2 - ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL, POR FONTES DE OBTENÇÃO

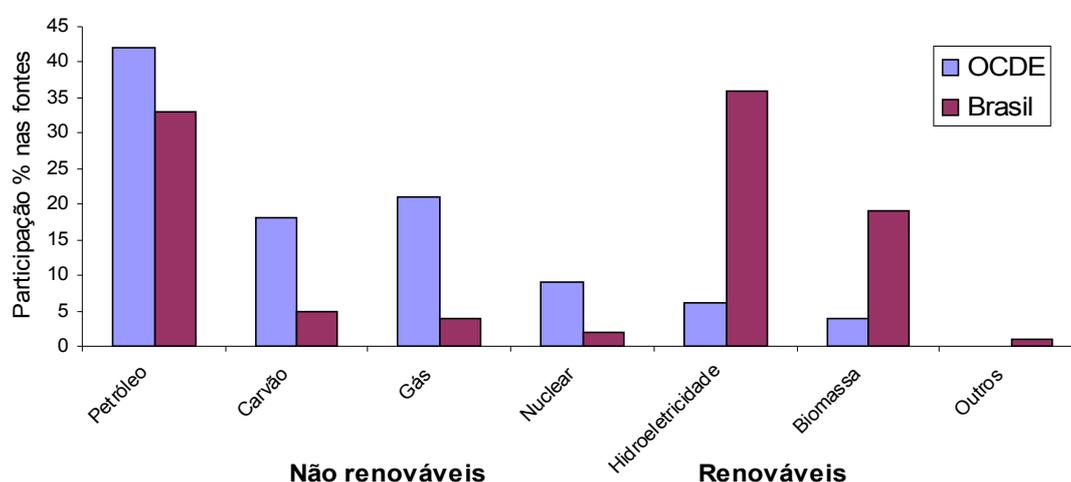


De acordo com Capelli (2007), as fontes de energia podem ser classificadas em não renováveis e renováveis. As não renováveis têm por característica ser obtida pela queima de elementos que não podem ser substituídos como, por exemplo, o petróleo, o carvão e o gás natural. Estas fontes são altamente poluentes e contribuem para o efeito estufa. Já as fontes renováveis são aquelas cujo elemento principal pode ser repostado na natureza como, por exemplo, a hidráulica, a eólica, a solar e a biomassa (cana-de-açúcar entre outras).

Goldemberg (2002) faz uma análise do comportamento de consumo e de utilização das diversas fontes de energia, onde enfatiza que o Brasil por sua vocação hidrelétrica possui uma posição privilegiada em relação às demais nações desenvolvidas, que tem nas fontes fósseis o principal componente da matriz energética.

Para comprovar este argumento, Goldemberg (2002) apresenta as composições das matrizes energéticas da OCDE (países desenvolvidos) e do Brasil, conforme gráfico 3.

**Gráfico 3 - COMPOSIÇÃO DAS MATRIZES ENERGÉTICAS (1998)**



Fonte: Goldemberg (2002, p. 230).

### 3.2 A ENERGIA ELÉTRICA E A SOCIEDADE

Sabemos hoje que a energia, juntamente com os recursos humanos e matérias-primas, constitui um dos pilares da sustentação material de qualquer comunidade, estado ou nação. É sobre este tripé que a sociedade promove o crescimento econômico e social. Conforme Hinrichs e Kleinbach, “o desenvolvimento econômico e os altos padrões de vida são processos complexos que compartilham um denominador comum: a disponibilidade e um abastecimento adequado e confiável de energia” (2003, p. 1).

Prosseguem os autores afirmando que a energia, o meio ambiente e o desenvolvimento estão fortemente interligados. A energia, ou o acesso às fontes de energia, abundante e barata, sempre foi fundamental para o progresso humano, principalmente a partir do final do século 19, quando foi aprofundada a inserção de novas tecnologias e a utilização de máquinas e equipamentos pelas pessoas ou pelas indústrias que tinham por base de funcionamento o uso intensivo de todas as formas de energia.

Para se ter idéia desta importância no caso brasileiro o crescimento econômico no século passado, que só foi superado pelo apresentado pelo Japão, deve-se em grande parte pelo aumento da capacidade instalada de energia elétrica (MOTTA, 2005).

A busca por padrões e qualidade de vida mais elevadas, associados ao crescimento populacional e à industrialização, são fatores que pressionam por uma demanda crescente de energia em todo o mundo. Para Lustosa (in: MAY, 2003) o aumento contínuo da produção requer uma maior quantidade de recursos naturais, entre os quais as fontes de energia, estando tal aumento associado ao crescimento da população e da demanda.

O avanço da sociedade a partir da utilização intensiva da energia, principalmente a energia elétrica gerada por meio de fontes hídricas (hidroeletricidade) e pelo petróleo, tornou o ser humano e o progresso das nações dependentes deste recurso e permitiu a aceleração do crescimento das economias verificada nos últimos anos (HINRICHS e KLEINBACH, 2003).

Porém, como aspecto negativo, esta dependência das fontes de energia não renováveis, no caso do petróleo, e de grande impacto ambiental, no caso da energia elétrica gerada pela força hídrica, é altamente perigosa para a sociedade atual. Isto é especialmente preocupante tendo em vista não somente a exaustão física das fontes dos recursos, fato destacado diariamente pelos estudiosos, mas também devido ao agravamento dos danos ambientais provocados pelo uso intensivo e pela forma de obtenção da energia necessária à manutenção do nível de desenvolvimento atual.

A observação dos danos ambientais já existentes e, em grande parte, irreversíveis, leva o homem a buscar uma nova forma de sociedade – mais

racional e baseada nas fontes renováveis de energia. “Há uma tendência mundial em substituir as fontes não renováveis pelas renováveis. Além da economia, a preservação ambiental é a principal razão” (CAPELLI, 2007, p. 18).

No aspecto econômico, a obtenção da energia elétrica através da matriz hídrica, como é o caso brasileiro onde 90% da energia elétrica provém desta fonte, é altamente compensatória, pois está baseada em dois elementos gratuitos: a água e a força da gravidade (CAPELLI, 2007).

Porém, apesar da vantagem econômica mencionada, conforme o entendimento de Cairncross (1992), nenhuma forma de energia surge livre de problemas ambientais, por menores que sejam. Cita o autor que os projetos hidrelétricos, apesar de não liberarem dióxido de carbono, causam destruição ambiental nas regiões próximas.

Além disso, há que se mencionar que os investimentos para construção de usinas hidrelétricas, para geração de energia, e das linhas de transmissão, para levar a energia até os consumidores finais, são bastante altos e com retorno de longo prazo. Outro ponto, segundo (HINRICHS e KLEINBACH, 2003) é que

...o principal problema é que grande parte da geração de energia continua sendo estatal, e o país simplesmente parou de investir no sistema, devido à necessidade de apresentar sucessivos superávits fiscais. Entre 1994 e 2001, o aumento da capacidade instalada foi de apenas 2.700 Mwh. Os investidores privados preferiam comprar usinas prontas a investir na ampliação do sistema. Como a demanda continuou a crescer, restou uma única alternativa ao sistema: consumir as suas reservas de água, dando início ao processo que culminaria com o racionamento. (2007, p. 491).

No caso específico do Estado do Paraná, 92 % da geração elétrica é obtida via aproveitamento hídrico (COPEL, 2007). O Paraná tem um potencial hídrico que permite para hoje e para um futuro próximo a garantia de oferta abundante de energia.

Porém tal dependência sempre trouxe e continuará a trazer às comunidades locais problemas ambientais, relacionados à inundação de extensas áreas de terras e a alteração do bioma local quando da instalação de

novos empreendimentos, os quais devem ser resolvidos no curto prazo, visando garantir a sustentabilidade no longo prazo.

Como constata muitos especialistas da questão energética, existe hoje uma tensão visível – em nível global, em nível nacional e regional – entre essas novas e crescentes demandas de eletricidade e as demandas relativas à proteção da vida, da saúde e do meio ambiente. As dificuldades enfrentadas atualmente pelo governo na questão das novas hidrelétricas em estudo para serem instaladas no rio Madeira, para citar um exemplo, dão mostras da dimensão dos conflitos e dos interesses envolvidos.

O último século trouxe uma série de mudanças mundiais. Dentre as principais, a economia globalizada, os mega-mercados, os avanços tecnológicos, a necessidade de aumento da produtividade e da redução de custos, a busca pela eficiência operacional, o aumento da importância do consumidor e do mercado, a ampliação da cidadania, as novas formas de acesso à informação e o crescimento da preocupação com a questão ambiental.

Todas essas questões têm influenciado novos procedimentos do setor elétrico, induzindo a elevação dos níveis de eficiência na produção de energia e a democratização no uso da energia elétrica, garantindo o acesso às parcelas mais carentes da sociedade, e, principalmente, aumentando a conscientização da sociedade e das pressões sociais e econômicas para a racionalização e para o uso eficiente da energia elétrica pelas indústrias.

Esta mudança na forma da sociedade e dos agentes econômicos aturem sobre o meio ambiente é também observada pelos autores Hinrichs e Kleinbach

...o crescimento econômico sustentável neste século, juntamente com o incremento da qualidade de vida de todos os habitantes do planeta, apenas pode ser possível com o uso bem planejado e eficiente dos limitados recursos energéticos e o desenvolvimento de novas tecnologias de energia (2003, p. 3).

### 3.3 RELAÇÃO DO HOMEM COM A NATUREZA

A relação entre o homem e a natureza sempre foi, desde o início dos tempos, conflituosa. Para Foladori (2001) o homem em sua ação de transformação da natureza mediante o trabalho modifica a natureza e ao mesmo tempo precisa se adaptar ao meio ambiente modificado.

O autor defende a idéia de que existe uma forte correlação entre as estruturas de classe, que definem os mecanismos de dominação e de exploração social de uma classe sobre a outra, e o comportamento da sociedade em relação ao seu meio ambiente.

Para exemplificar este argumento menciona que “nas sociedades de caça e coleta, em que não formaram classes sociais, concebe-se a sociedade humana como parte da natureza, a qual devem respeitar” (FOLADORI, 2001, p. 108).

O pensamento clássico também trazia demonstrações desta ambigüidade. Aristóteles e Sócrates, para citar dois exemplos, sustentavam que a natureza havia sido criada para utilização dos seres humanos e que havia sido feita para benefício do homem. Além disso, para Foladori,

...o judaísmo e o cristianismo sistematizaram as idéias clássicas de domínio do homem sobre a natureza, tal como exposto no Gênesis da Bíblia. O ser humano aparece como intermediário entre Deus e o restante do mundo natural, para ordená-lo e dominá-lo (2001, p. 109).

A Revolução Industrial, e o conseqüente crescimento da produção advinda deste movimento, só fizeram acelerar e intensificar a irracionalidade na utilização dos recursos naturais pela sociedade, sem a devida preocupação ambiental. Neste período, vários autores buscaram avaliar os limites impostos pela ação humana sobre a natureza, preocupação esta que permanece até hoje.

David Ricardo (1772-1823), com a lei dos rendimentos decrescentes, sustentava que haveria limites à produtividade agrícola, com conseqüência sobre a elevação do nível de preços dos alimentos e a redução dos níveis de produção. Outro ponto importante em Ricardo é o conceito de que os recursos

naturais abundantes e ilimitados, entre os quais a água e o ar, não têm preço ou valor, pois eles são desprovidos de valor de troca. Esta visão evidenciava a falta de preocupação com os bens naturais, que fora do sistema econômico não eram objeto de atenção (GODOY, 2002).

A limitação do processo de acumulação ou da produção de bens imposta pela natureza surgem anos mais tarde, com Malthus. Em sua obra Ensaio sobre a População e utilizando o conceito apresentado pela lei dos rendimentos decrescentes da agricultura o autor fazia uma crítica à forma de utilização dos recursos naturais, colocando a natureza como fator limitante do crescimento econômico. Pelo conceito proposto, a queda na produtividade das terras levaria a uma produção menor de alimentos e a um aumento nos custos do trabalho, reduzindo os lucros dos capitalistas (GODOY, 2002).

Esta mesma preocupação foi apresentada por John Stuart Mill (1806-1873) quando alegava que haveria um momento em que a população cresceria mais do que a produção, com reflexos na manutenção da vida humana.

Marx e Engels tiveram também uma visão bastante pessimista da relação homem-natureza, conforme menciona Foladori

Tanto Marx com Engels argumentaram que eram as contradições de classe que obrigavam o capital a se expandir, saqueando o mundo. Assim sua concepção não era simplesmente antropocêntrica, no sentido de que ao ser humano interessa a natureza como meio de vida, mas, sobretudo, classista. É a burguesia a interessada na natureza exclusivamente como fonte de matéria-prima, para que o trabalho assalariado possa ser explorado. O interesse da burguesia como classe não é a natureza como meio de vida, mas à medida que esta possibilite o aumento da taxa de exploração do trabalho assalariado, quer dizer a geração do lucro, embora como pessoas defendam o meio ambiente (2001, p. 111).

Outro clássico do pensamento econômico, Adam Smith (1723-1790), em sua obra Riqueza das Nações, argumentava que o mercado, por meio da oferta e da demanda, seria o instrumento para se atingir a ótima alocação de recursos. Estava lançada, assim, a base teórica para o acirramento das

disputas por mercados e para a disseminação e crescimento do modo de produção capitalista.

Para Foladori (2001) este é o ponto que determina o surgimento de novas teorias que pregam a mudança na relação do homem com a natureza. Segundo esta idéia, a partir de Smith

A definição de economia também mudou. Do estudo da produção ou da geração da riqueza, passou ao da distribuição de recursos escassos para a satisfação de necessidades ilimitadas. Mediante um ato de exclusiva prestidigitação discursiva, o pensamento econômico neoclássico converteu as necessidades ilimitadas do capital (a busca do lucro) em necessidades ilimitadas da sociedade em seu conjunto, e os recursos escassos com que o capitalista deveria organizar sua empresa em recursos escassos da sociedade humana como um todo (FOLADORI, 2001, p. 113).

Em clara oposição às idéias de Smith, Keynes defendia a primazia do político sobre o econômico. Segundo ele a economia orientada somente pelas forças de mercado não seria suficiente para garantir o ótimo na alocação dos recursos e para o desenvolvimento das nações. Para o atingimento destes dois objetivos primordiais da sociedade a planificação da economia, com ação direta do estado, seria necessária (FURTADO, 2000).

O fortalecimento da economia Norte-Americana, principalmente após a Segunda Guerra Mundial, trouxe a crença no progresso para todos e no crescimento ilimitado. O objetivo das nações, observando este caso de sucesso, era copiar o modelo de desenvolvimento adotado pelos Estados Unidos. Na base do modelo a liberdade dos mercados e a acumulação de capital via crescimento econômico, principalmente industrial. A superexploração dos recursos naturais atendeu nos últimos anos a este objetivo, agravando a crise ambiental e reforçando a relação conflituosa do homem com a natureza (SCOTTO, 2007).

Segundo a avaliação de Furtado,

... a ação produtiva do homem tem cada vez mais como contrapartida processos naturais irreversíveis, tais como a degradação da energia, tendentes a aumentar a entropia do sistema. O estímulo às técnicas apoiadas na utilização intensiva de energia, fruto da visão a curto prazo engendrada pela apropriação privada dos recursos não renováveis, agrava esta tendência,

fazendo do processo econômico uma ação crescentemente predatória (1980, p. 17)

Para dar conta da alocação eficiente de recursos, entre os quais o recurso natural parece o mais afetado, é fundamental repensar a maneira do ser humano se apropriar da natureza. As crescentes evidências do custo ambiental e da exaustão dos recursos são fatos inegáveis. O desenvolvimento sustentável pretende ser uma destas soluções (Vargas, 1997).

Interessante indicar, ainda, o pensamento de Leff sobre a crise ambiental atual. Para ele

A problemática ambiental emerge como uma crise de civilização: da cultura ocidental; da racionalidade da modernidade; da economia do mundo globalizado. Não é uma catástrofe ecológica nem um simples desequilíbrio da economia. É a própria desarticulação do mundo ao qual conduz a coisificação de ser e a superexploração da natureza.. (LEFF, 2006, p. 15)

### 3.4 PREOCUPAÇÃO COM O MEIO AMBIENTE

A grande preocupação com a questão ambiental nos últimos anos vem da constatação de que o modelo atual, concebido basicamente na utilização dos recursos naturais acima de sua capacidade de regeneração, fará com que as sociedades passem em algum momento pelo esgotamento dos recursos, trazendo como resultados a redução da capacidade de crescimento das economias (FOLADORI, 2001).

De fato, o tempo de reposição dos recursos na natureza está sendo insuficiente para acompanhar o ritmo de crescimento de sua utilização, levado pela utilização intensiva que a necessidade de crescimento contínuo traz.

Este fator é explicado por Godoy (2002). Segundo a autora

Parte-se do princípio de que a discussão sobre os desequilíbrios ambientais surgiu devido aos problemas gerados pelo modo de produzir do sistema capitalista, o qual vem privilegiando a reprodução do capital sem levar muito em conta as repercussões sociais e a dinâmica de funcionamento da natureza.' (p. 250).

O desafio então é como promover o desenvolvimento econômico, considerando o uso mais racional da mesma quantidade de recursos utilizados atualmente, sem que isso leve ao crescimento na exploração dos recursos. É a chamada eficiência alocativa.

O que se deve buscar, neste aspecto, é continuar crescendo, porém com a redução das desigualdades na distribuição dos recursos existentes e com redução dos impactos ambientais. (SCOTTO, 2007)

Voltando ao papel do estado, ele deve ser o agente mobilizador da sociedade no sentido de promover as ações no caminho deste desejável desenvolvimento. Individualmente as empresas devem se preocupar com sua sobrevivência, considerando a limitação que a carência (leia-se: preços) dos recursos trará, atuando de forma sustentável (social e ecologicamente), sem deixar de ter a geração de lucro como objetivo da organização.

Isso porque não há dúvida que o lucro é um conceito legítimo. Desta forma não importa se a ação social e ecológica da empresa é verdadeira. Sendo o resultado positivo, ou seja, se a empresa conseguir individualmente manter o foco de atuação no tripé econômico, social e ecológico, terá dado sua contribuição para o desenvolvimento que se deseja para a sociedade.

A pergunta que se faz é porque é tão difícil à sociedade tratar do problema do meio-ambiente, de longe o mais frágil do tripé mencionado. A questão crucial é que a sociedade, e os indivíduos, não se vêem afetados pelos problemas relacionados ao meio-ambiente. Normalmente os problemas relacionados aos aspectos econômico e social têm prioridade, pois afetam diretamente o indivíduo e a sociedade no curto prazo. Já o problema ambiental parece ao indivíduo e à sociedade distante e de longo prazo. Como não afeta a sociedade não gera discussão e com isso não há o devido esforço para as mudanças necessárias.

Tal dificuldade tem origem no desconhecimento ou falta de consciência sobre o problema ambiental e seu alcance. O problema é como inserir a questão do meio-ambiente na discussão da sociedade. Isto torna mais importante, neste caso, o papel mobilizador do estado na discussão dos problemas relacionados aos recursos naturais.

Cabe ao estado, prover a educação, no sentido de alteração de valores da sociedade para a conscientização necessária ao início do processo de mudança, ou seja, a discussão do problema, e a posterior adoção de ações necessárias para as mudanças pretendidas.

Outro caminho é promover a mudança através da via econômica, ou seja, aumentando o custo de utilização do recurso energia elétrica de forma a incentivar o seu uso racional (vide item 3.8). Por este mecanismo (tarifa) é possível reorientar a ação privada para o consumo responsável, gerando economia de recursos e reduzindo os impactos ambientais das empresas.

A teoria econômica, através dos estudos relacionados à economia ambiental, afirma que a degradação ambiental ocorre pelo fato de que existem “falhas de mercado”, ou seja, situações em que os mercados não são suficientes para produzir a eficiência econômica.

Desta forma, a economia ambiental procura incorporar ao mercado o meio ambiente, com o intuito de se equacionar o problema da escassez dos recursos naturais e da melhoria da qualidade de vida e bem-estar, mantendo o processo produtivo, a preocupação central é a internalização das externalidades ambientais, tendo como objetivo o uso racional dos recursos naturais (DERANI, 2007).

Souza-Lima (2006, p. 47) dá seu entendimento do que venha a ser internalização das externalidades. Segundo ele,

... a internalização das externalidades pressupõe que determinado custo privado não corresponde aos custos sociais. Implica que algum evento imponderável que esteja à margem do mercado, mas que o influencia de alguma forma, deva ser mercantilizado. Se não ocorrer a referida mercantilização, o imponderável pode possibilitar conflitos, decisões e impactos nocivos ao próprio sistema econômico, ameaçando interesses dos grupos que querem preservá-lo.

A pedra angular do desenvolvimento sustentável é um sistema de mercados abertos competitivos em que os preços são fixados de forma a refletir os custos dos recursos ambientais e outros. Neste cenário, os produtores são estimulados a utilizar o mínimo de recursos, além de poluírem menos, principalmente se tiverem que pagar por esta poluição.

Além disso, há o estímulo para o desenvolvimento de novas tecnologias, encorajando a criação de processos mais eficientes e econômicos. As economias de mercado têm o desafio de provar que podem refletir adequadamente o custo ambiental, para que seja possível incorporar melhorias no meio ambiente.

Atualmente, os mercados não refletem adequadamente os custos da degradação ambiental. Esses custos são chamados de “externalidades” e normalmente não entram nos cálculos de custos de produção, a não ser através das regulamentações ambientais, que não traduzem exatamente estes custos (SCHMIDHEINY, 1992).

Para tanto, segundo Leff, é necessário valorar de forma adequada os recursos naturais, alterando a racionalidade econômica pela racionalidade ambiental, orientada por um “ecossocialismo democrático e sustentável” (2006, p. 61). Para ele, isto implica “em deslocar a teoria econômica, fundada na produtividade do capital, no trabalho e na tecnologia, até um novo paradigma baseado na produtividade ecológica e cultural” (LEFF, 2006, p. 68).

### 3.5 CUSTO AMBIENTAL DA ENERGIA ELÉTRICA

Define-se impacto ambiental como uma alteração no meio ambiente produzida por uma determinada ação ou atividade, normalmente provocada pelo homem. Enorme tem sido o esforço para a quantificação adequada dos impactos ambientais de cada ação ou atividade realizada pelo ser humano.

Neste aspecto, pode-se deduzir que Keynes, em sua obra “A Teoria Geral do Emprego, do Lucro e da Moeda”, em sua defesa do ato de gastar e de consumir na busca da dinamização da economia, contribuiu negativamente para o meio ambiente, pois de certa forma, em seu arsenal de ações em busca da acumulação de capital, estimulava o desperdício e o uso intensivo dos recursos naturais (GODOY, apud DIAS, 2002).

Segundo os autores Motta e Mendes, esta utilização inadequada dos recursos tem relação com a dificuldade de captação dos custos ambientais pelo mercado. Para os autores

Os custos ambientais geralmente não são captados nas relações de mercado, devido à indefinição de direitos privados de propriedade: o custo da degradação não incide sobre os que degradam, mas recaem sobre a sociedade como um todo e sobre as gerações futuras. Em outras palavras, o uso do meio ambiente gera externalidades (custos ambientais) não captados pelo sistema de preços e, portanto, externos à funções custo e de demanda. Conseqüentemente, o mercado não gera incentivos apropriados para o uso eficiente dos recursos naturais, os quais, tratados como recursos livres ou de custo muito baixo, tendem a ser superexplorados (2001, p. 129).

Explicitando o conceito, Godoy (2002) afirma que as externalidades das atividades econômicas surgem quando os preços de mercado dos produtos não incluem em sua conta todos os custos e benefícios incorridos na sua produção, principalmente os custos ambientais.

Para a autora estas são falhas de mercado, “uma vez que o sistema de preços deixa de organizar a economia de forma socialmente ótima, com custos privados diferenciados dos custos sociais” (GODOY, apud DIAS, 2002).

Outra consideração sobre a falha de mercado em relação aos bens públicos, entre os quais o meio ambiente, foi apontado por Schmidheiny, quando comenta que

Provavelmente, o fator mais importante para o desenvolvimento sustentável é “conseguir o preço certo”. A menos que os preços de produtos e matérias primas reflitam os custos sociais e ambientais e a menos que se possam estipular custos para o ar, as águas e os solos que servem para depósitos de resíduos, a poluição tenderá a aumentar. Os sinais mais importantes que orientam as decisões de mercado são os preços, refletidos pela lei de oferta e procura. Uma demanda crescente de determinado produto ou serviço deve resultar no aumento de preços. Este mecanismo básico nunca teve uma oportunidade real de funcionar em prol do meio ambiente. O setor empresarial age em seu próprio interesse ao procurar preços que reflitam cada vez mais as realidades econômicas. A energia representa um dos maiores desafios para o desenvolvimento sustentável. Seu preço não reflete os seus custos e o seu uso provoca poluição local, regional e global (1992, p.40).

A utilização da energia elétrica, no caso particular do Paraná, seguiu por muito tempo esta lógica. A grande afluência de investimentos para o setor, realizada na época do “milagre econômico”, trouxe um conforto para os usuários de energia e a falsa impressão de que o recurso seria inesgotável e

de baixo custo. Os custos ambientais e econômicos crescentes e as dificuldades de obtenção da energia necessária se mostram pontos críticos na atualidade.

Comprovando a afirmação acima, Cairncross comenta que

Uma parte do motivo pelo qual a utilização de energia é ineficiente é a sub-avaliação de seu insumo. É mais provável que as pessoas desperdicem energia se ela for barata do que seu preço refletir seu custo real para a economia – para não falar do meio ambiente (1992, p. 118).

No Paraná, a geração de energia hidrelétrica acarreta impactos significativos e complexos sobre o meio ambiente, particularmente no caso da utilização de centrais geradoras com grandes barragens, como é característica de grande parte da produção paranaense (COPEL, 2007). É fato que, pela necessidade de garantir fornecimento em períodos de estiagem fez com que se projetassem reservatórios cada vez maiores para suprir a demanda.

Os impactos ambientais destas áreas inundadas pela construção das barragens atingem os meios físicos, bióticos, social e econômico. Isto devido à substituição do ecossistema existente no local por outro artificialmente construído.

Prova disso é que os equilíbrios dos recursos hídricos e de todo o ciclo hidrológico podem ser afetados pela construção da barragem, com possível redução da vazão média do rio. O enchimento do lago da represa acarreta novos esforços na crosta terrestre, gerando movimentos sísmicos que podem causar danos ao homem e a natureza. Além disso, a formação do lago artificial promove a transformação do ecossistema terrestre em lacustre, causando mudanças na flora e na fauna alterando o frágil equilíbrio do meio ambiente (LA ROVERE, 1990).

A retirada de toda a vegetação que irá ser coberta pelo lago é impossível, sendo inevitável que haja decomposição anaeróbica, com emissão de metano e dióxido de carbono (SANTOS, 2006). Esses gases são os principais responsáveis pelo efeito estufa. Outro efeito está relacionado a

produção de gás sulfídrico, que pelo forte odor afasta os animais terrestres e aquáticos (SALVARLI, 2006).

O micro-clima e a temperatura da região passarão por adaptações que poderão atingir a fauna local, com a conseqüente migração e ou extinção de espécies, devida a maior evaporação de água.

Também devem ser consideradas as alterações na economia local, provocadas pela construção da represa e pela perda de terras destinadas à agricultura, que promovem alterações sociais nas comunidades locais.

Da mesma forma, as linhas de transmissão de energia elétrica, necessárias para levá-la do ponto de geração até o ponto de consumo, também são focos de impactos ambientais significativos, como é o caso do requerimento de extensas faixas de terra e dos riscos de acidentes, entre outros.

Os principais riscos ambientais com que a sociedade se defronta nos dias atuais estão intimamente associados, ainda, à elevação do consumo de energia e colocam sob suspeita a viabilidade de seu prosseguimento no futuro. A grande preocupação é como manter a aceleração sem precedentes no ritmo de expansão do consumo de energia, que cresceu sete vezes de 1900 a 1965 (LA ROVERE, 1990).

Para o autor há duas explicações principais para a elevação nos níveis de consumo de energia elétrica. Primeiro, o crescimento do padrão médio de vida e do acesso dos consumidores a novos equipamentos eletrônicos, observado nos últimos anos. A sociedade deseja serviços adequados e conforto, o que em grande medida só pode ser obtido com a utilização de energia. Em segundo, o desenvolvimento acelerado das industriais, principalmente as intensivas em energia, trazendo consumos crescentes. É a sociedade de consumo sendo atendida por uma indústria altamente dependente das fontes de energia baseado na geração hidráulica.

Não há como conceber a volta ao cenário de pequeno consumo de energia, sem com isso levar as economias em desenvolvimento, altamente dependentes das fontes de energia, a um colapso. Da mesma forma a

sociedade não aceitaria reduzir o grau de desenvolvimento e de acesso ao padrão de consumo alcançado nos últimos anos.

O que se espera é que a partir de ações concretas, levadas pela escassez e pela dificuldade da obtenção de novas fontes de hidroeletricidade, seja possível garantir um melhor aproveitamento e eficiência na utilização da energia elétrica.

Finalmente, apesar dos impactos negativos que a energia hidrelétrica podem trazer ao ecossistema local ela ainda é menos impactante que outras fontes de energia, como a baseada em combustíveis fósseis. Este fator tem levado ao aumento da opção por este tipo de fonte energética o que torna prudente o levantamento mais adequado e completo dos custos ambientais para o Estado do Paraná.

### 3.6 ENERGIA ELÉTRICA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Estudo feito pela WWF em 2007, denominado Agenda Elétrica Sustentável, demonstra que, apesar dos efeitos negativos sobre o meio ambiente, citados no item anterior, a fonte de energia elétrica obtida através da geração hídrica ainda é menos danosa ao meio ambiente do que a energia obtida através das fontes fósseis de energia (petróleo, por exemplo) ou do que a eletricidade obtida através da geração térmica pela queima de combustíveis fósseis (WWF, 2007).

Porém apesar deste fato, da evidenciação do aspecto renovável da grande parte da geração da energia elétrica no Paraná (obtida pela geração hídrica) não se pode negar os aspectos danosos ao meio ambiente desta fonte de energia. Isto remete ao conceito de utilização racional e desenvolvimento sustentável a partir da ótica da energia elétrica.

O conceito de desenvolvimento sustentável surgiu há alguns anos como uma resposta ou crítica à idéia de desenvolvimento, considerando sua incapacidade de promover a superação da pobreza e pelos efeitos negativos sobre ambiente, sendo que este (desenvolvimento) foi tratado por Furtado com um “mito”. (SCOTTO, 2007)

O ponto central para surgimento deste conceito é fruto das evidências do esgotamento do mecanismo de uso intensivo de recursos naturais. Dentro deste contexto, Andreoli comenta que

...os reflexos ambientais provenientes da nossa forma de apropriação da natureza, talvez seja o grande freio natural que vai estabelecer o limite às ações humanas. Nas últimas décadas acumularam-se evidências de que o desenvolvimento econômico alcançado por alguns e perseguido por muitos países está causando efeitos trágicos sobre o meio ambiente e a grandes parcelas da população humana (ANDREOLI et al., 2007, p. 652).

Porém a literatura atual dá mostras de que o tema “Desenvolvimento Sustentável” traz, ainda, muito mais afastamentos do que aproximações. As razões destas discordâncias passam pela dificuldade de identificação dos reflexos que a falta de conscientização ambiental traz para o mundo e também pela incerteza ao estabelecer uma relação direta de causa e efeito da ação do homem na apropriação da natureza em busca do desenvolvimento econômico e os desastres ambientais que se apresentam.

Inicialmente, conforme lembra Ultramari (2003), é preciso deixar de lado a visão de que o compartilhamento da idéia da sustentabilidade (defendida com facilidade por todos) possa indicar uma mudança na relação do homem com a natureza. Ou seja, a sustentabilidade (fim) ou desenvolvimento sustentável (processo) é um conceito ainda em revisão, sujeito a ajustes e discussões antes de virar um novo paradigma.

Outro ponto que afasta os autores do entendimento sobre o desenvolvimento sustentável é o fato deste conceito estar no centro de um campo de disputa dos diversos agentes sociais, ou como lembra Scotto “a noção de desenvolvimento sustentável são campos de disputa sobre diferentes concepções de sociedade” (2007, p. 8).

Almeida, na discussão desses múltiplos entendimentos do termo desenvolvimento sustentável, argumenta que:

Nesse imenso guarda-chuva do desenvolvimento sustentável se abrigam cétricos das noções do evolucionismo e modernidade, defensores de um capitalismo verde', que buscam no desenvolvimento sustentável um resgate da idéia de progresso e na crença do avanço tecnológico, como também aqueles atores

'alternativos' que buscam 'inventar' um novo modo de desenvolvimento e de agricultura que seja socialmente justo, economicamente viável, ecologicamente sustentável e culturalmente aceito" (2002, p. 9).

A discussão do termo desenvolvimento sustentável tem outro ponto de divergência e de afastamento quando se tentam delimitar os principais agentes causadores do problema e, ainda, quando tenta estabelecer quem irá arcar com o preço para que seja trilhado o caminho do desenvolvimento sustentável. O que pode ser observado em termos gerais é que os argumentos muitas vezes são ambíguos e contraditórios. Em função desta situação o debate vai se tornando complexo e difuso, sem conseguir definir posições comuns (ULTRAMARI, 2003).

O conceito mais adotado internacionalmente foi o criado pela Comissão Mundial Sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (BRUNDTLAND, 1987) que diz que o desenvolvimento sustentável é aquele que satisfaz as necessidades das gerações atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer suas próprias necessidades.

Segundo Guimarães (2001), este conceito pressupõe uma nova ótica de desenvolvimento, direcionando o foco do progresso econômico para a melhoria da qualidade de vida das pessoas. Para o autor o conceito deve atender aos aspectos de ser ambientalmente sustentável no acesso e no uso dos recursos naturais e na preservação da biodiversidade; socialmente sustentável na redução da pobreza e das desigualdades sociais e promotor da justiça e da equidade; culturalmente sustentável na conservação do sistema de valores, práticas e símbolos de identidade que, apesar de sua evolução e sua reatualização permanentes, determinam a integração nacional através dos tempos; e politicamente sustentável ao aprofundar a democracia e garantir o acesso e a participação de todos nas decisões de ordem pública.

A partir desta idéia de desenvolvimento sustentável a sociedade pretende definir aonde quer chegar, ou seja, qual é modelo que garantirá o desenvolvimento que se deseja para hoje e para o futuro. Para Almeida (2002), a questão central é o nascimento de um novo modelo de desenvolvimento, onde as dimensões sociais, econômicas, culturais e ambientais sejam

sustentáveis. Neste aspecto, deve-se visualizar a forma de lidar com o conjunto de recursos disponíveis, com o meio ambiente, com a mudança cultural necessária e com a mudança nas instituições que a garantem.

Sob o ponto de vista específico da utilização dos recursos, Godoy (2002) afirma que o modo de produção praticado pelas nações para promover o crescimento econômico no passado recente teve grande influência para o uso predatório dos recursos naturais e para as fontes de energia. A rediscussão da vinculação do meio ambiente com o projeto de desenvolvimento é fruto da evidenciação dos problemas sociais e ambientais da dinâmica do processo de acumulação, baseado na visão economicista e consumista da sociedade, conclui a autora.

Além dos problemas ambientais e sociais há, ainda, a questão dos limites físicos impostos ao desenvolvimento. Conforme lembra Foladori (2001), a humanidade se defronta em sua evolução com limites físicos e com restrições crescentes na utilização dos recursos naturais. Conclui que na própria definição que a economia dá ao seu objeto de estudo “a utilização de recursos escassos para a satisfação de necessidades ilimitadas” o termo escasso remete à idéia de limite.

Porém, se em teoria o modo capitalista de produção dá conta de responder aos anseios da sociedade em relação ao processo de acumulação e expansão do capital, na prática não se verifica tal situação. Segundo Ferreira (1996), a questão é que a sustentabilidade, pela sua complexidade, seria incapaz de ser atingida com o modo de produção capitalista com único foco no mercado, pois este próprio modo de produção produz as desigualdades e os problemas sociais, que impedem a sustentabilidade.

Neste sentido, a eficiência produtiva, demonstrada com grande ímpeto pelo atual sistema capitalista de mercado, é normalmente acompanhada pela ineficiência social e ambiental. O questionamento do sistema é, desta forma, inevitável quando se trata de encontrar um novo caminho, o desenvolvimento sustentável, no caso (VARGAS, 1997).

Neste ponto, de acordo com o entendimento de Guimarães,

Todos os atores parecem concordar que o estilo atual está esgotado... Por outro lado, não foram adotadas medidas indispensáveis à transformação das instituições econômicas e sociais que deram sustentação ao estilo vigente. Além disso, se faz uso da noção de sustentabilidade para introduzir o que corresponderia a uma restrição ambiental no processo de acumulação, sem como isso enfrentar os processos político-institucionais que regulam a propriedade, o acesso e o uso dos recursos naturais e dos serviços ambientais. Também não são postas em prática as ações indispensáveis à mudança dos padrões de consumo nos países industrializados, que determinam a internacionalização do estilo (2001, p. 61).

Entende-se, hoje, que o discurso do desenvolvimento sustentável poderia ser um pensamento intermediário, de transformação, do capitalismo para outro sistema que o substitua e o suplante.

A dúvida apontada atualmente pelos autores Lima (2003) e Guimarães (2001), é se o discurso não está sendo uma nova forma de o capitalismo tentar sobreviver ou, ainda, o capitalismo com uma nova 'roupagem', representando uma espécie de conspiração para a manutenção do 'status quo'.

Considerado sobre este ponto de vista, o discurso do desenvolvimento sustentável poderia ser uma das pequenas concessões do capitalismo para se garantir e permitir a sua sobrevivência. Diversos autores concordam que o discurso da sustentabilidade surgiu no momento de crise do próprio capitalismo, tanto na questão econômica quanto social, ambiental e ético-cultural (LIMA, 2003; GUIMARÃES, 2001; FERREIRA, 1996). O uso do discurso do desenvolvimento sustentável seria, assim, uma ilusão (VARGAS, 1997).

Além disso, o discurso da sustentabilidade não foi uma construção ingênua, "foi uma hábil operação político-normativa e diplomática, empenhada em sanar um conjunto de contradições expostas e não respondidas pelos modelos anteriores de desenvolvimento" (LIMA, 2003, p. 103).

Guimarães (2001) concorda com esta tese afirmando que a realidade empírica demonstra que a acumulação de riqueza, isto é, o crescimento econômico não pode ser jamais um requisito ou precondição para o desenvolvimento do ser humano, pois o que determina tal desenvolvimento é o uso feito por uma coletividade de sua riqueza, e não a riqueza em si mesma.

Justifica o autor demonstrando que países com níveis equivalentes de riqueza econômica apresentam níveis de bem-estar radicalmente distintos, pondo em xeque as teorias que postulam ser o simples processo de crescimento capaz de resolver os problemas de iniquidade e de injustiça social.

De outra forma é importante identificar, também, segundo Ultramari, até que ponto o discurso do desenvolvimento sustentável, enquanto grande tema, mais genérico e menos palpável, não é uma fuga para o necessário enfrentamento aos pequenos problemas do sistema capitalista, que são mais tangíveis e visíveis. Ou seja, “defende-se o impossível e não se discute o necessário” (ULTRAMARI, 2003, p. 13).

De acordo Stahel (apud VARGAS, 1997), estas concessões e fugas no discurso essencial permitiriam garantir a sobrevivência do capitalismo, pois reduz, e por vezes elimina a discussão que poderiam promover as mudanças e buscar alternativas ao atual sistema. Segundo o autor:

A idéia de que, ao buscar-se um desenvolvimento sustentável, hoje, está-se, ao menos implicitamente, pensando em um desenvolvimento capitalista sustentável, ou seja, uma sustentabilidade dentro de um quadro institucional de capitalismo de mercado. No entanto, (...) o conceito corre o risco de tornar-se um conceito vazio, servindo apenas para dar uma nova legitimidade para a expansão insustentável do capitalismo (p. 211)

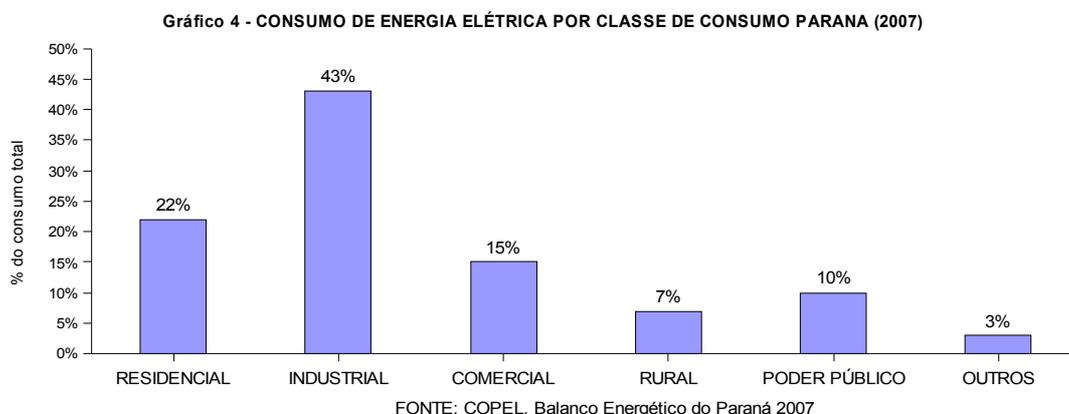
Não se trata, entretanto, como lembra Andreoli, “...de interromper o crescimento (econômico), mas de eleger um caminho que garanta o desenvolvimento integrado e participativo e que considere a valorização e uso racional dos recursos naturais” (2007, p. 670).

### 3.7A INDÚSTRIA E O USO RACIONAL DE RECURSOS

A problemática do desenvolvimento sustentável aumenta quando se trata de identificar os atores a promovê-lo e as ações necessárias para trilhar o caminho pretendido pelos teóricos. Há necessidade de busca pela integração entre a exploração dos recursos naturais, o desenvolvimento tecnológico e a mudança social. (ALMEIDA, 2002).

Neste trabalho será dada ênfase às indústrias, tendo em vista serem grandes consumidoras de energia elétrica. O gráfico 4 apresenta a participação percentual do consumo de energia no Paraná em 2007 por classe de consumo.

Conforme os dados o consumo industrial representa 43% do consumo total de energia no Estado do Paraná, seguido pelo consumo residencial, com 22% e comercial com 15%.



De acordo com Viana (2001), o principal desafio das grandes corporações, principalmente as que atuam em países em desenvolvimento, é o lidar com os anseios e as expectativas das comunidades, com a pressão do movimento ambientalista e com o poder de barganha dos governos.

São três os mecanismos existentes que levam as empresas a internalizar os seus custos ambientais ou a limitar seus danos ao meio ambiente: a) comando e controle (regulamentações governamentais); b) auto-regulação (iniciativas setoriais, inclusive através de associações); c) instrumentos econômicos (impostos, encargos, licenças de poluição negociáveis, sistema de depósito-restituição, créditos de poupança de recursos, preços diferenciais e eliminação de subsídios) (SCHMIDHEINY, 1992).

Dentro deste contexto, a lógica do pensamento empresarial determina a busca pela sobrevivência da empresa. No campo do desenvolvimento sustentável isso se reflete em três questões. A primeira diz respeito à escassez

de recursos naturais, o qual afeta o desempenho da empresa pelas dificuldades impostas à manutenção ou crescimento da produção de bens e serviços e pelo aumento dos custos de produção.

O segundo ponto é a pressão da sociedade que determina uma mudança de comportamento das empresas, que devem incluir em suas estratégias a adoção de práticas de uso adequado de recursos e de redução dos impactos negativos ao meio ambiente, visando preservação de sua imagem junto ao público.

Por último, o conjunto de regras e normas definidas pelo poder público com objetivo de proteger o meio ambiente exige adaptações nos processos e nos produtos para evitar que a empresa seja alvo de multas e de outras penalidades.

Dentro destas três questões apontadas, May apresenta seu ponto de vista sobre a atitude das empresas:

...felizmente, cada vez mais as empresas compreendem que o custo financeiro de reduzir o passivo ambiental e administrar conflitos sociais pode ser mais alto do que o custo de fazer a coisa certa, isto é, de respeitar os direitos humanos e o meio ambiente de todos os povos, pois influenciam a percepção da opinião pública sobre a corporação, dificultando a implementação de novos projetos e a renovação de contratos (MAY et. al., 2003, p. 174).

Para May *et. al.* (2003), as questões relacionadas à competitividade e ao meio ambiente ganharam importância crescente nos últimos anos, principalmente devido à globalização financeira e produtiva mundial. Surgiram novas formas do capital internacional influenciar o comportamento das empresas, através de barreiras não tarifárias ambientais (denominadas pelos autores de “barreiras verdes”). Além da pressão externa, o estado, por meio da gestão ambiental pública (política ambiental e regulamentações), trata internamente de incentivar as empresas a mudarem seu comportamento em relação aos impactos ambientais resultantes de suas atividades.

Conforme Ferraz *et al.* (1995), a competitividade pode ser vista pelo lado do desempenho ou pelo lado da eficiência técnica e alocativa. No primeiro caso é a demanda de mercado, que ao arbitrar quais produtos e de quais empresas

serão adquiridos, está definindo a posição competitiva destas, sancionando ou não as ações produtivas, comerciais e de marketing que estas tenham realizado. Pelo lado da eficiência, busca-se traduzir a competitividade através da relação insumo-produto praticada, isto é, a capacidade da empresa de converter insumos em produtos com o máximo de rendimento.

Sob o ponto de vista deste trabalho a adoções de práticas racionais de utilização de energia pelas indústrias tem reflexos sobre estas duas instâncias competitivas, mesmo que a motivação inicial seja somente a economia possível com redução dos gastos com energia elétrica ou o atendimento a legislação ambiental.

Em realidade são vários os exemplos de empresas que sofreram pressões para tornar seus produtos e métodos de produção ambientalmente corretos e realizam inovações que permitiram utilizar seus insumos de forma mais produtiva, reduzindo custos e compensando os gastos representados pelos investimentos em inovações com as melhorias ambientais (MAY *et al.*, 2003).

O ganho de eficiência energética pode gerar resultados rápidos, enquanto se ganha tempo para ações mais duradouras. Há exemplos de países da Organização para Cooperação Econômica (OCDE) que se desenvolveram ao mesmo tempo em que economizaram energia, considerando o consumo por unidade. Um outro caminho é a transição de uma combinação mais sustentável de fontes de energia e padrões de consumo. E um terceiro ponto é o incremento e uso de recursos nativos, principalmente para os países em desenvolvimento, além da reforma da política de fixação de preços (SCHMIDHEINY, 1992).

### 3.8 TARIFA DE ENERGIA ELÉTRICA E RACIONALIDADE ECONÔMICA

No Brasil, os ambientes de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica apresentam uma alta regulação pelo estado. A principal forma de regulação vem da fixação de preços de energia (via tarifa) para os consumidores finais.

Especificamente no caso brasileiro esta situação contribuiu para o agravamento dos problemas ambientais, tendo em vista que a política de estímulo à industrialização promoveu nos últimos anos a contenção das tarifas aplicadas às indústrias.

Basicamente, os preços da energia que não refletem os custos totais têm estimulado o desperdício e ao mesmo tempo retardado os avanços em direção à maior eficiência energética e a uma combinação mais limpa de fontes de energia (SCHMIDHEINY, p. 38).

Os subsídios que nos últimos anos beneficiaram e direcionaram o setor industrial para a utilização intensiva da energia elétrica, promoveram, na prática, um sinal incorreto para o mercado, considerando que não promoveu a preocupação com a correta utilização e, principalmente, com a racionalização no uso deste insumo.

Esta conclusão foi defendida por Motta, em artigo publicado na revista da APEC, onde estudou o comportamento dos agentes econômicos. Segundo o autor

O preço baixo da energia elétrica e o uso de tarifas sociais estimulam o uso de forma ineficiente. O uso de forma racional e eficiente, por sua vez, poderia proporcionar uma substancial economia de recursos para investimento, pois estima-se que em média, a unidade de energia conservada custa cerca de um terço da necessidade financeira para gerar a mesma quantidade de energia (MOTTA, 2005, p. 57).

Além disso, o efeito do subsídio cruzado causa, ainda nos dias atuais, uma distorção no mercado brasileiro de energia, onde o consumidor residencial paga uma tarifa de energia mais cara que o consumidor industrial. Este fenômeno é conhecido como “subsídio cruzado”.

Os subsídios distorcem os mercados e perturbam a direção da eficiência alocativa, de acordo com Cainrcross (1992). Há uma necessidade de eliminar os subsídios para que os preços da energia elétrica reflitam todos os seus custos econômicos. “É evidente que elevar os preços da energia acelera o investimento em eficiência” (CAINRCROSS, 1992, p. 118).

Além disso, as tarifas de energia devem considerar os custos ambientais dos projetos de novas geradoras, o que está longe de ser realidade no caso brasileiro. Nos últimos anos o governo brasileiro tem procurado corrigir a aparente injustiça, fazendo gradualmente reduzir a distorção e eliminar os subsídios para o segmento industrial.

Há, ainda, o longo prazo de maturação dos investimentos em geração de energia, que insere a variável de risco no processo de tomada de decisão, seja ele sob a ótica pública ou privada. Decisões equivocadas, ou a ausência de decisões podem ter conseqüências graves no longo prazo, tanto para o investidor, quanto para a sociedade como um todo. Em se tratando de suprimento energético, os riscos estão relacionados a situações tanto de escassez quanto de excesso de oferta.

No primeiro caso – mais grave do ponto de vista social – a escassez de energia compromete a continuidade das atividades produtivas, provoca a redução do bem estar social e impões sérias limitações de crescimento aos setores econômicos. No caso de sobre-capacidade, a perda de rentabilidade dos investimentos compromete a sustentabilidade econômico-financeira do setor e desestimula o uso eficiente da energia (OLIVEIRA, 1984).

Conforme Schmidheiny (1992), o critério mais importante para a seleção dos instrumentos de política deve ser a eficácia em termos de custo. Preços reais de energia elétrica, por exemplo, trazem reflexos no setor produtivo e ajuda a poupar energia em todo o mundo. Resumindo: “É necessário reverter o quadro de subsídios e custos irrealis, permitindo que a lógica de oferta e de procura, nos tragam novas soluções, ambiental e economicamente viáveis, para o presente e para o futuro” (SCHMIDHEINY, 1992, p. 42).

Nota-se, ainda, que o investimento em geração de energia elétrica é, em geral, realizado pelo governo, utilizando-se de recursos dos impostos cobrados da população. Assim sendo, quando o governo subsidia o uso de energia elétrica para o setor industrial ocorre uma transferência de recursos públicos para este setor, deixando a população de receber investimentos em educação, saúde, entre outros.

Basicamente os preços não refletem os custos totais, e assim, estimulam o desperdício, retardam os avanços para uma maior eficiência energética e a uma combinação mais limpa de fontes de energia. É preciso acabar com os subsídios e, ao contrário, internalizar os custos do uso dos recursos ambientais, ainda que seja difícil a precisão de mensuração destes custos. Mecanismos associados de comando e controle, auto-regulamentação e instrumentos econômicos devem ser utilizados de forma equilibrada, caso a caso, visando o uso mais racional da energia (SCHMIDHEINY, 1992).

### 3.9 INTENSIDADES ELÉTRICA E ENERGÉTICA

A energia consumida em uma atividade pode ser considerada como produto de dois fatores: a energia demandada pela atividade (intensidade) e a frequência da atividade. O fator denominado intensidade de uso é a quantidade de energia necessária para realizar uma tarefa, sendo a frequência o número de vezes que a tarefa é realizada (HINRICHS, 2003).

Os esforços de conservação de energia se concentram em duas frentes: a) o “ajuste técnico” que consiste na utilização mais eficiente do combustível para desempenhar a mesma tarefa; b) a “mudança do estilo de vida”, que significa a utilização consciente de uma menor quantidade de combustível, por meio de comportamentos que visem a redução do consumo (HINRICHS, 2003).

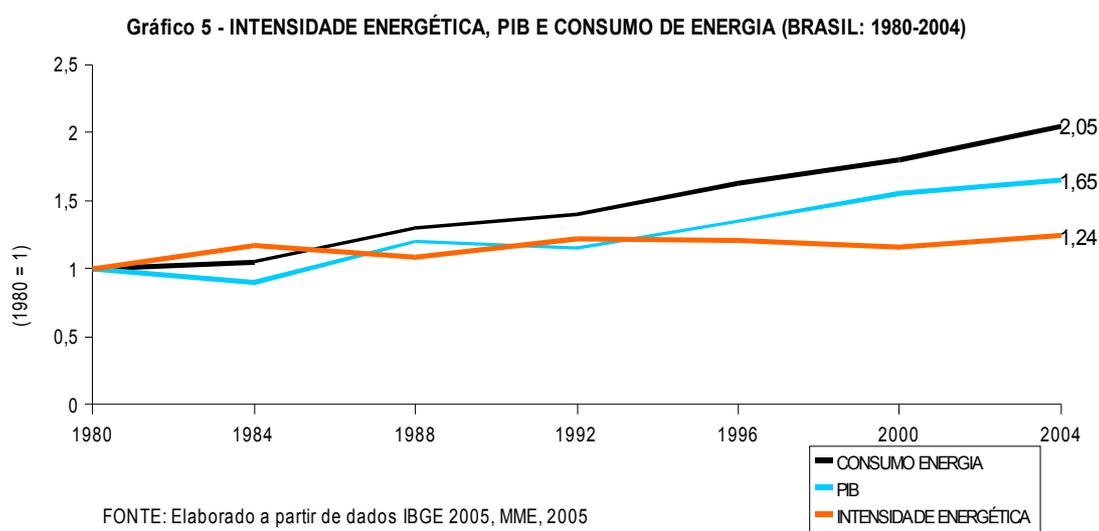
Pelo lado do uso mais eficiente de energia pode se utilizar um indicador denominado intensidade energética. Este representa um indicador comumente utilizado para avaliar a relação existente entre o uso da energia e o nível de desenvolvimento econômico de uma nação ao longo dos anos é a intensidade energética total.

A intensidade energética corresponde à razão entre o uso da energia e o Produto Interno Bruto. Tal relação tem como finalidade identificar, de maneira geral, o aporte de energia necessária para a produção de uma unidade econômica de um país em um determinado período de tempo. (SCHIPPER, 2001)

A intensidade energética está relacionada com a eficiência técnica dos processos e atividades e os padrões de consumo de cada setor (ANG, 2004). O mecanismo de transformação da energia final em energia útil irá influenciar a quantidade de energia necessária para a manutenção das atividades econômicas. Desta forma, mede-se por este indicador, o grau de eficiência com que a energia é utilizada.

Como destaca Schipper (2001), a análise da intensidade energética total é um primeiro passo para o estudo das escolhas de desenvolvimento feitas por um país ao longo dos anos, uma vez que oferece uma visão geral do perfil energético do país e levanta uma série de questionamentos acerca de quais foram os verdadeiros motivos para as variações na intensidade energética total. O gráfico 5 apresenta a evolução do consumo final de energia, do PIB e da intensidade energética total do Brasil, para o período entre 1980 e 2004.

Durante esse período o consumo final de energia dobrou, enquanto que o PIB apresentou um crescimento inferior (cerca de 66%), o que resultou em crescimento da intensidade em cerca de 24%.



Comentando sobre a redução da intensidade energética observada nos últimos anos nos países desenvolvidos Goldemberg afirma que

É importante a quebra da correlação entre consumo de energia elétrica e o produto nacional bruto (PNB) nos países industrializados, o que se deve em parte às medidas de racionalização do uso de energia – isto é, economia de energia na produção de bens – e às mudanças estruturais na economia” (2002, p. 233).

A tabela 1 apresenta os dados comparativos da intensidade elétrica e do PIB *per capita* em alguns países do mundo. Os números demonstram que em termos de eficiência na utilização da energia elétrica, medida pela quantidade de KWh despendidos para cada US\$ de produto interno bruto<sup>1</sup> o Brasil aparece como o que mais gasta, comparando-se com outras nações desenvolvidas e com maior PIB *per capita*. Neste aspecto, há uma clara relação inversa entre nível de desenvolvimento da economia e consumo de energia elétrica, pois a indústria agrega mais tecnologia e investe mais visando a racionalização e redução de custos e desperdícios no processo produtivo.

**Tabela 1 - INTENSIDADE ELÉTRICA NO MUNDO (2000)**

PAÍS	INTENSIDADE ELÉTRICA (KWh/US\$)	PIB PER CAPITA (US\$/Hab.)
BRASIL	0,57	4.000
ITALIA	0,42	18.000
ARGENTINA	0,31	7.000
ESPAÑA	0,38	16.000
FRANÇA	0,35	23.000
ALEMANHA	0,30	24.000
EUA	0,37	37.000

FONTE: EMPRESA DE PESQUISA ENERGETICA, Projeções da Demanda de Energia Elétrica 2008-2017

Em relação aos dados do Brasil, no entanto, o mesmo não é observado. Historicamente o consumo de energia elétrica cresceu menos do que o crescimento do PNB. Porém, a partir de 1975 as curvas do PNB e do consumo tornaram-se praticamente paralelas, o que reflete um comportamento constante da intensidade energética (GOLDEMBERG, 2002).

<sup>1</sup> O enfoque de intensidade elétrica utilizando o PIB e o consumo de energia difere do utilizado para o cálculo da intensidade elétrica neste trabalho (variação do consumo de energia em relação à variação na produção física de produtos).

### 3.10 PAPEL DO ESTADO

Historicamente o papel do estado nas questões econômico, social e ambiental sempre foi o de regulador do sistema e as intervenções, quando necessárias, são sempre pontuais, como é o caso de atender à questão do meio-ambiente. Pelo discurso neoliberal, a intervenção do estado deve ser a menor possível, deixando o mercado e a economia atuar pela livre iniciativa.

Atualmente está em cena uma nova necessidade do estado, qual seja a de exercer sua influência sobre os elementos de preservação ambiental, realizando ações e políticas voltadas à redução das pressões da incorreta utilização dos recursos naturais. No entanto, conforme lembra May *et al.* (2003), a ação do estado não deve reduzir ou substituir a importância da participação da empresa quando o assunto é utilização racional de recursos ou preservação da natureza.

As dificuldades em viabilizar a prática do desenvolvimento sustentável, apesar da facilidade do discurso, já estavam presentes no relatório Brundtland (1987)

...desenvolvimento sustentável não é um estado permanente de harmonia, mas um processo de mudança no qual a exploração dos recursos, a orientação dos investimentos, os rumos do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estão de acordo com as necessidades atuais e futuras. Sabemos que este não é um processo fácil, sem tropeços. Escolhas difíceis terão de ser feitas. Assim, em última análise, o desenvolvimento sustentável depende do empenho político (Relatório Brundtland, 1987, cit. in. GODOY, p. 246)

Cabe ao estado, dentro desta nova ordem, atuar de forma preventiva, tendo em vista as dificuldades de se estabelecer de forma segura as conseqüências futuras das ações atuais. O tripé: crescimento econômico, desenvolvimento social e preservação do meio-ambiente é o novo desafio dos estados modernos.

Neste sentido a ação do estado deve ser orientada em função das questões vindas da sociedade. Ocorre que, atualmente, principalmente no caso brasileiro, as políticas públicas não atendem aos anseios da sociedade no que

tange o tripé apontado. A tarefa passa a ser mais complexa ainda quando se sabe que o estado tem que necessariamente promover a inserção do ser humano na discussão sobre o meio ambiente.

Segundo Goldemberg, a atual ação do estado, através das políticas públicas), que estão contribuindo para a economia de energia elétrica são: a) obrigatoriedade de aplicação de 1% do faturamento bruto das empresas de energia elétrica em ações de conservação (Programa PROCEL – Programa de Conservação de Energia Elétrica); etiquetagem de produtos eletrônicos contendo os dados do consumo de energia elétrica; maior ênfase aos programas de geração de energia elétrica com base em fontes renováveis, como o aproveitamento do bagaço da cana-de-açúcar (GOLDEMBERG, 2002).

Constatação importante foi feita durante o seminário sobre Eficientização Energética promovido pela Federação das Industriais do Estado do Paraná – FIEP. Segundo o entendimento a eficiência energética é a fonte de energia mais barata de todas. Ela custa entre US\$ 0,02 e US\$ 0,03 por KWh, enquanto que para as outras fontes de energia elétrica convencionais ou alternativas o custo fica entre US\$ 0,05 e US\$ 0,10 o KWh.

No caso do Paraná, a análise da histórica recente demonstra que houve por vários períodos uma política de oferecimento de preços reduzidos da energia elétrica para atração de investimentos ao Estado. Conforme abordado a tarifa de energia influencia a forma de utilização do insumo, podendo gerar eficiência ou ineficiência do setor industrial. Além do preço, a oferta abundante do recurso também foi fundamental para a industrialização do Estado, atraindo principalmente ramos industriais fortemente dependentes da energia, como, por exemplo, o ramo de papel e celulose.

### 3.11 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA INDÚSTRIA

São várias as concepções para a eficiência energética. Capelli apresenta seu conceito da seguinte forma

Eficiência energética é uma filosofia de trabalho que visa otimizar a utilização da energia elétrica por meio de orientações, direcionamentos, ações e controle dos recursos humanos, materiais e econômicos, reduzindo os índices globais e específicos da quantidade de energia necessária para a obtenção do mesmo

resultado ou produto. Os projetos de eficiência energética são aqueles que resultam em economia e benefícios diretos para o consumidor, com ações de combate ao desperdício de energia elétrica, modernização de instalações e processos” (2007, p. 217).

A indústria é responsável por mais de trinta por cento da demanda de energia no mundo. O rápido crescimento das economias em desenvolvimento, como no caso do Brasil, promove uma crescente e preocupante necessidade de energia. A escassez dos recursos naturais ou a dificuldade de obtenção de novas fontes de energia elétrica é uma realidade no Brasil e a ameaça de sua falta é uma constante.

No Paraná a situação é semelhante. O gráfico 1, apresentado no item 2.7, apresenta a participação do consumo industrial em relação às demais classes de consumo no Paraná em 2007. Pelos dados, 43% de toda a energia consumida é direcionada ao segmento industrial.

Para este setor (industrial) não há como evitar enfrentar a questão da redução do consumo de energia elétrica seja devido à pressão do preço do insumo e seus reflexos sobre a estrutura de custos do setor, pela pressão da sociedade, que exige uma ação mais responsável das indústrias em relação ao meio ambiente, ou pelas leis ambientais que impõe exigências e restrições de toda ordem.

Por um lado, a empresa está preocupada, em primeiro lugar, com a manutenção da margem de lucro e a necessária redução de custos. Por outro lado, a empresa precisa em criar e manter uma imagem de responsabilidade social e ecológica. São as forças competitivas do mercado dando ênfase à dimensão ambiental. Por último, temos o estado atuando como agente indutor de boas práticas ambientais às empresas, através de uma regulamentação específica (MAY *et al.*, 2003).

Além desses aspectos, há mais um elemento observado por Godoy (2002), que é a absorção do discurso ecológico pelo capital, quando propagandeia a característica da Terceira Revolução Industrial, que é ser ambientalmente limpa. Em verdade, conclui a autora, não está havendo um questionamento ao lucro cada vez maior, ponto central da economia capitalista,

mas sim dando a este novas vestes de tecnologia limpa e de desenvolvimento sustentável (GODOY, 2002).

Independentemente desta ação racionalizadora ter por motivação questões ambientais ou meramente econômicas, o fato é que existe um potencial considerável de aumento da eficiência energética no setor industrial brasileiro, que pode ser aproveitado através da adoção de práticas de operação e gerenciamento de carga, uso de equipamentos mais eficientes, como motores de controle variável de velocidade e adoção de processos tecnológicos inovadores nesse setor (SZKLO e GELLER, 2005).

Um dos caminhos apontados por Goldemberg, que passa necessariamente pela ação política do governo federal é a mudança do modelo de desenvolvimento adotado no Brasil. Para ele

Mais do que pequenos ganhos e melhorias, o caminho para um futuro energético sustentável depende da implementação de um modelo de desenvolvimento que reduza a intensidade energética. Isso significa a adoção de sistemas de transportes menos intensivo no uso de energia, na priorização da expansão do sistema industrial para setores menos intensivos em seu uso (GOLDEMBERG, 2002, p. 247).

Adicionalmente às soluções apontadas, Schaeffer *et al.* (1998) comentam que alguns segmentos energo-intensivos do setor industrial apresentam um potencial técnico de redução do consumo de energia superior a 30%. No setor de cimento, por exemplo, o uso de tecnologias mais eficientes poderia reduzir o consumo de energia em cerca de 19%, mesmo considerando-se certas limitações na adoção e penetração de medidas de eficiência energética (SOARES e TOLMASQUIM, 1999). Ademais, estima-se um potencial de conservação de 5 a 12% no setor químico, através da otimização da rede de troca de calor (TOLMASQUIM *et al.*, 2003).

Esta alteração no comportamento das empresas se deve a uma mudança recente no mundo dos negócios, que passaram a exigir uma ação mais racional e prudente em relação ao meio ambiente. Assim sendo, conforme pensamento de Donaire

...as empresas que eram vistas apenas como instituições econômicas com responsabilidades referentes a resolver os problemas econômicos fundamentais (o que produzir, como produzir e para quem produzir) têm presenciado o surgimento de novos papéis que devem ser desempenhados, como resultado das alterações no ambiente em que operam” (1999, p. 28).

Neste cenário, a preocupação das indústrias é de promover alterações em seus processos produtivos, adequar suas máquinas e rever sua estratégia de negócio e seus produtos, buscando atender uma sociedade cada vez mais exigente de forma racional e econômica. Tornar-se eficiente na utilização da energia elétrica, por razões econômica ou social/ambiental, é uma vantagem competitiva que não deve ser desprezada pelos empresários.

A finitude dos recursos da natureza seria, desta forma, o fator que leva os empresários a entender o problema ambiental como uma questão de alocação eficiente de recursos e considerar as forças competitivas de mercado como um dos mecanismos necessários à sua correção. Segundo Scotto “...propõe-se aos empresários como estratégia-chave a busca da eficiência ecológica ou a eco-eficiência” (SCOTTO *et al.*, 2007, p. 54).

Vargas afirma que um novo padrão competitivo é colocado às empresas, onde a questão ambiental e os cuidados da empresa em relação ao ambiente externo devem ser considerados. Para ele as decisões de investimentos do capital estão a cada dia mais sendo influenciados pela forma como a empresa interessada em recursos lida com as externalidades ambientais promovidas por sua atuação ou como ela cria condições ambientais adequadas às necessidades do novo padrão competitivo (VARGAS, 1997).

Grande esforço tem sido despendido nos últimos anos pelas organizações para trilhar este caminho, sem que isso signifique perder produtividade e mercado. Marco importante neste sentido foi observado pela recente crise de abastecimento de energia, em 2001 e 2002.

Em termos globais, com o envolvimento da sociedade, houve uma economia de aproximadamente 20% no consumo de energia elétrica. Mais importante, ainda, é que no Paraná, Estado fora do programa de racionamento imposto pelo governo, foi observado uma redução semelhante nos níveis de

consumo. Este fator determina a força da sociedade em realizar o esforço pretendido na busca do consumo consciente e eficiente, quando necessário (COPEL, 2007).

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

Este capítulo foi dividido em cinco partes. No item 4.1 serão apresentadas a caracterização da pesquisa e a indicação dos dados e das fontes de coleta. A seguir serão apresentadas as variáveis em estudo e a forma de cálculo das intensidades energética e elétrica, que são dois conceitos fundamentais para o trabalho. Na parte seguinte são analisadas as hipóteses de pesquisa utilizadas para embasar a análise dos resultados. No item 4.4 são apresentados a forma de preparação das tabelas e gráficos e os critérios de escolha dos dois principais ramos industriais, que foram detalhados pela pesquisa. Na última parte do capítulo estão descritas as limitações e restrições do estudo.

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA E DOS DADOS

Tendo em vista as características do projeto de descrever e verificar o comportamento das variáveis: consumo de energia e produção física do setor industrial, entre outras, foi utilizada a pesquisa aplicada, pois se pretende utilizar os resultados do estudo para solução de problemas semelhantes em outras realidades. A pesquisa é, ainda, descritiva, tendo em vista que permite descrever e analisar os fenômenos em estudo.

A pesquisa tem por delimitação o objeto de estudo, ou seja, procura levantar o maior número de dados possíveis que comprovem ou refutem as perguntas de pesquisa realizadas.

Os dados utilizados para elaboração deste trabalho foram obtidos através de documentação indireta. Para o levantamento do referencial ou da fundamentação teórica foram utilizados dados de fontes secundárias, principalmente em livros e outras publicações científicas sobre o tema.

O método de construção do conhecimento é indutivo e estatístico, sendo o tratamento estatístico a avaliação da evolução histórica das variáveis

mencionadas, tendo o ano de 1997 como ano base<sup>2</sup>, a fim de permitir verificar a tendência histórica dos dados pesquisados.

Para a pesquisa documental que embasam os resultados da pesquisa, foram utilizadas fontes primárias, principalmente da COPEL e do IBGE. Além disso, para levantamento dos dados sobre as intensidades elétrica e energética, sobre o consumo de energia (de todas as fontes) e sobre a produção industrial foram utilizadas pesquisas em dados estatísticos e históricos de duas principais fontes, a seguir discriminadas:

- Fonte IBGE – dados do produto interno bruto (PIB), do PIB *per capita* e da produção industrial do Paraná obtidos através do *site* do Instituto na internet (apresentado no item referências), na opção SIDRA – Banco de dados agrupados;
- Fonte COPEL – dados do consumo de energia elétrica e de outras fontes de energia, disponível na publicação interna “Boletim Energético do Paraná 2007” e também no *site* da Companhia na internet (apresentado no item referências).

Os dados obtidos junto à Copel de consumo de energia elétrica refere-se ao total consumido deste recurso, independentemente do fornecimento ter sido feito por esta Companhia ou de ser energia própria produzida pela indústria<sup>3</sup>, por exemplo.

## 4.2 VARIÁVEIS EM ESTUDO E MÉTODO DE APURAÇÃO DA INTENSIDADE ELÉTRICA

As variáveis mais importantes para a pesquisa são: a intensidade elétrica; a intensidade energética; a produção física industrial; e o consumo de energia elétrica e de outras fontes de energia.

---

<sup>2</sup> A data base foi escolhida pelo autor de forma aleatória, somente com o intuito de verificar o comportamento das variáveis no tempo de forma comparativa.

<sup>3</sup> Há várias indústrias de grande porte que possuem pequenas centrais geradoras de energia para seu próprio consumo. Esta energia consumida faz parte também dos dados estatísticos do Boletim Energético do Paraná.

Em relação ao consumo de energia elétrica são utilizadas duas formas de medição: através da medida padrão em MWh (mega-Watts/hora) ou GWh (giga-Watts/horas) ou através da medida de toneladas equivalentes de petróleo (sigla tEP), que indica o poder calórico da fonte comparativamente ao existente na fonte de energia derivada do petróleo. A tEP visa criar uma unidade de medida que permita comparar as diversas fontes de energia em uma unidade de medida padrão. Algumas tabelas utilizaram esta medida para facilitar a comparação da evolução histórica do consumo da fonte.

Dois índices fundamentais foram utilizados na pesquisa, para os quais são indicadas as fórmulas de cálculo abaixo:

- Intensidade elétrica: 
$$\frac{\text{Variação \% do consumo de energia elétrica}}{\text{Variação \% da produção física industrial}}$$
- Intensidade energética: 
$$\frac{\text{Variação \% do consumo de energia}}{\text{Variação \% da produção física industrial}}$$

A objetivo da análise da intensidade é o de verificar a relação existente entre a variação do nível de atividade industrial e a variação no consumo de energia elétrica. Por exemplo: uma variação proporcionalmente maior no consumo de eletricidade comparativamente à variação do crescimento industrial indica que o uso do recurso não está sendo racional ou que o crescimento econômico está sendo obtido as custas de um uso mais intensivo e menos eficiente do insumo energia elétrica.

Por outro lado, uma variação proporcionalmente menor no consumo de energia elétrica em relação à variação no crescimento da indústria indica uma maior racionalidade no uso do recurso e, ainda, que a intensidade elétrica reduziu, ou seja, que para uma mesma quantidade de produto (ou de produção, no caso) uma menor quantidade de energia elétrica foi despendida.

### 4.3 HIPÓTESES DA PESQUISA

As hipóteses formuladas pela pesquisa são:

a) A intensidade elétrica da indústria do Paraná, medida através da variação percentual da utilização de energia elétrica pelos consumidores industriais dividida pela variação percentual da produção física industrial, apresenta tendência de queda nos últimos anos;

b) Não existem diferenças entre o comportamento dos ramos da indústria maiores usuários de energia elétrica (ramos de papel e celulose e de alimentos e bebidas) em relação à intensidade elétrica;

c) Existe um esforço de redução do consumo de energia elétrica nas indústrias motivado pelo crescimento do preço deste insumo;

d) O consumo de energia elétrica no setor industrial no Paraná cresce em uma taxa maior comparativamente à taxa de crescimento das demais classes de consumidores;

e) Não está havendo substituição no uso de energia elétrica por outras fontes de energia de menor custo, indicando que a racionalização energética se dá para todas as fontes de energia;

f) Existe uma relação direta entre a variação no PIB e no PIB *per capita* com o consumo de energia pelas indústrias, ou seja, o processo de industrialização (crescimento industrial) é fortemente dependente do insumo energia.

### 4.4 PREPARAÇÃO DAS TABELAS E GRÁFICOS E ESCOLHA DOS RAMOS DA INDÚSTRIA

Na preparação dos dados coletados e montagem das tabelas e gráficos foram utilizadas medidas estatísticas de comparação e de frequência, como a proporção e a porcentagem. Para apresentação dos dados foram utilizadas tabelas e gráficos, para facilitar a comparação entre as variáveis em estudo.

A escolha do principal período de apresentação dos dados, de 1997 até 2006, deve-se a necessidade de verificação do comportamento histórico das

variáveis, para que seja possível validar ou não as hipóteses com maior grau de efetividade. Os dados de 2007 ainda não foram disponibilizados pela Copel.

O ano de 1997, primeiro da série, foi escolhido de forma aleatória para ser o ano base do estudo, pois o objetivo principal é o de verificar a evolução histórica das variáveis.

No item 5.1 são apresentadas as tabelas 2 e 3, que trazem o consumo de energia total e o consumo da classe industrial, respectivamente, dos anos de 1997 a 2006. A comparação do consumo das diversas fontes se dá pela medida de tonelada equivalente de petróleo (vide item 4.2), sendo apresentado o percentual de participação de cada fonte no total do consumo. Neste mesmo item o gráfico 6 traz a evolução histórica do consumo de eletricidade e de outras fontes de energia, visando identificar o comportamento das duas curvas e a opção pelo uso das fontes alternativas de energia.

A tabela 4, inserida no item 5.2, demonstra a evolução dos preços médios correntes das diversas fontes de energia, medidas em US\$ por barril equivalente de petróleo. Tem por objetivo comparar o crescimento dos preços dos insumos e o efeito sobre o consumo.

O item 5.3 demonstra no gráfico 7 a evolução histórica das tarifas de energia elétrica das classes industrial, residencial e comercial, tendo como ano base 1997 e no gráfico 8 a evolução das tarifas e do IGP-M. Estes dois gráficos visam estabelecer a variação dos preços da eletricidade e o crescimento dos custos de produção devida a este insumo.

Os gráficos 9 e 10, presentes no item 5.4, trazem os dados de consumo total de energia e do consumo de energia elétrica pelos diversos usuários. O objetivo é comparar a evolução do consumo de energia elétrica pelo segmento industrial e dos demais setores, para estabelecer se há esforço de racionalização do consumo pelas indústrias.

O item 5.5 tem em sua tabela 6 dados de consumo (em MWh) dos ramos da indústria que mais consomem energia, na evolução histórica de 1997 até 2006. Desta tabela foi possível estabelecer que os dois grupos que mais consomem energia elétrica no Paraná são papel e celulose e alimentos e bebidas, justificando a escolha destes dois ramos nos capítulos finais da apresentação dos resultados. Ainda no item 5.5 são apresentados dois gráficos

(11 e 12) com dados de histórico de consumo de energia elétrica e de outras fontes dos anos de 1997 até 2006 para os segmentos de papel e celulose e de alimentos e bebidas, respectivamente, tendo o ano de 1997 como base 100. Os objetivos dos gráficos são o de verificar a tendência do consumo durante o período analisado e verificar eventual substituição do uso de energia elétrica por outra fonte.

O gráfico 13, incluído no item 5.6, procura avaliar a variação % a cada ano do PIB, do PIB *per capita* e do consumo de energia elétrica. O objetivo é verificar a relação do comportamento entre as variáveis e de que forma pode ser estabelecida esta relação.

O item 5.7 apresenta no gráfico 14 a evolução histórica do consumo de energia elétrica, consumo de outras fontes de energia e da produção física de bens da indústria paranaense como um todo. A análise é realizada de 1997 até 2006 e tem no ano 1997 a base (=100). O gráfico 15, neste mesmo item, traz os índices de intensidades energética e elétrica calculados para os anos de 1997 até 2006. As curvas de intensidades demonstram a utilização da energia em relação à produção de bens, ou seja, permitem verificar se as indústrias estão sendo mais eficientes (redução da intensidade) ou não (aumento da intensidade) na produção de bens, produzindo mais com uma menor quantidade de energia consumida.

Os itens 5.8 e 5.9, tem nos gráficos 16, 17, 18 e 19, as mesmas análises do item 5.7, porém direcionando a atenção para os ramos de papel e celulose e de alimentos e bebidas. O objetivo é verificar o comportamento destes dois ramos que são os maiores consumidores do insumo energia no Paraná.

#### 4.5 LIMITAÇÕES E RESTRIÇÕES DA PESQUISA

Este estudo tem por limitações e restrições:

- a) A análise de uma única variável (preço do insumo) que pode afetar o comportamento do consumo de energia elétrica. De fato outras variáveis podem, da mesma forma, responder pelo esforço empreendido pelas indústrias de racionalização no uso do recurso. São exemplos a preocupação da indústria com a sua imagem, de ser ambientalmente

responsável perante a sociedade, e o atendimento da indústria a uma legislação ambiental mais severa e que impõem multas às práticas danosas ao meio ambiente;

- b) As diferentes composições da estrutura de custos dos ramos da indústria representam impactos diferenciados em relação aos aumentos do preço do insumo. Ou seja, para um ramo da indústria o fator preço do insumo pode pesar mais sobre as decisões de racionalização, considerando o maior impacto do custo de energia sobre o custo total. Como não há dados para comparação dos custos dos ramos de papel e celulose e de alimentos e bebidas, fica este item como sendo uma limitação às conclusões apresentadas;
- c) A falta de dados do consumo de energia e da produção industrial do ano de 2007, os quais ainda não estão disponíveis, contribuiriam para a confirmação das tendências das curvas de consumo e de produção, que indicam a intensidade elétrica da indústria em geral e dos ramos de papel e celulose e de alimentos e bebidas especificamente.

O capítulo seguinte traz os resultados obtidos pela pesquisa elaborada, considerando em cada um dos sub-capítulos a confirmação ou não das hipóteses apresentadas e a atenção aos objetivos geral e específicos pretendidos.

## 5 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados da pesquisa realizada, com a análise da utilização da energia elétrica e das demais fontes de energia (item 5.1) e com a evolução histórica do consumo industrial no Estado do Paraná de 1997 até 2006.

O item 5.2 traz os custos da energia elétrica comparativamente às demais fontes de energia, visando verificar, em uma análise seguinte, os efeitos do fator preços sobre a utilização racional do recurso. No segmento seguinte, denominado "Tarifa de Energia", é avaliado o comportamento das tarifas de energia para o segmento industrial em relação às demais classe de consumo e em relação à variação da inflação, para evidenciar o aumento do componente custo de energia no processo produtivo.

A evolução histórica da utilização de energia elétrica pelo setor industrial e pelos demais setores é tratada no item 5.4, confrontando esta variação com a variação ocorrida nas tarifas de energia, para identificar a relação entre preços altos e consumo racional do recurso.

A seguir é feita a mesma análise do item anterior, porém com atenção aos dois ramos da indústria que mais consomem energia no Paraná, que são os ramos de papel e celulose e de alimentos e bebidas.

Relacionar o crescimento industrial e da economia com um todo, através da variação do PIB e do PIB *per capita*, com o uso de energia elétrica pelas famílias e pelas indústrias está no centro da discussão do item 5.6.

A evolução histórica do consumo de energia elétrica e das demais fontes de energia e a comparação desta variação com a atividade industrial, ou produção física de bens é analisada no capítulo seguinte. A partir desta relação é possível analisar as intensidades elétrica e energética e verificar se está havendo esforço no sentido da efficientização ou racionalização da utilização da energia elétrica.

Por fim, nas duas partes finais são feitas as mesmas análises do item anterior, porém para os segmentos de papel e celulose e de alimentos e bebidas.

## 5.1 UTILIZAÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA E DAS DEMAIS FONTES DE ENERGIA

A tabela 2 traz os dados de consumo de todas as fontes de energia no Paraná no período de 1997 até 2006, com a participação percentual de cada umas fontes no total do consumo. Os valores estão calculados em mil toneladas equivalentes de petróleo (tEP)<sup>4</sup>, com objetivo de comparar os consumos das diversas fontes em um mesmo padrão de cálculo.

Tabela 2 - CONSUMO GLOBAL DE ENERGIA PRIMÁRIA NO PARANÁ

										1000 tEP
										%
Anos		PETRÓLEO	ENERGIA HIDRÁULICA	LENHA E RESÍDUOS	PRODUTOS DA CANA	CARVÃO MINERAL	GÁS NATURAL	XISTO	OUTRAS PRIMÁRIAS	TOTAL
1997	Consumo em 1000 tEP	5.891	1.401	1.917	1.951	87	0	187	187	11.621
	Participação (%) no total	50,7	12,1	16,5	16,8	0,7	0,0	1,6	1,6	100,0
1998	Consumo em 1000 tEP	6.546	1.476	1.926	1.904	41	0	219	201	12.313
	Participação (%) no total	53,2	12,0	15,6	15,5	0,3	0,0	1,8	1,6	100,0
1999	Consumo em 1000 tEP	6.313	1.549	1.975	1.858	44	0	233	214	12.186
	Participação (%) no total	51,8	12,7	16,2	15,2	0,4	0,0	1,9	1,8	100,0
2000	Consumo em 1000 tEP	6.425	1.717	1.927	1.558	44	106	227	235	12.239
	Participação (%) no total	52,5	14,0	15,7	12,7	0,4	0,9	1,9	1,9	100,0
2001	Consumo em 1000 tEP	7.522	1.771	2.073	1.751	35	190	239	259	13.840
	Participação (%) no total	54,3	12,8	15,0	12,7	0,3	1,4	1,7	1,9	100,0
2002	Consumo em 1000 tEP	7.061	1.728	2.249	1.780	49	261	235	276	13.639
	Participação (%) no total	51,8	12,7	16,5	13,1	0,4	1,9	1,7	2,0	100,0
2003	Consumo em 1000 tEP	7.066	1.759	2.329	1.984	39	240	208	238	13.863
	Participação (%) no total	51,0	12,7	16,8	14,3	0,3	1,7	1,5	1,7	100,0
2004	Consumo em 1000 tEP	6.789	1.871	2.537	2.150	41	305	223	238	14.154
	Participação (%) no total	48,0	13,2	17,9	15,2	0,3	2,2	1,6	1,7	100,0
2005	Consumo em 1000 tEP	7.118	1.982	2.649	1.888	40	307	180	261	14.425
	Participação (%) no total	49,3	13,7	18,4	13,1	0,3	2,1	1,2	1,8	100,0
2006	Consumo em 1000 tEP	7.092	2.037	2.776	2.214	46	462	217	250	15.094
	Participação (%) no total	47,0	13,5	18,4	14,7	0,3	3,1	1,4	1,7	100,0

tEP - Tonelada equivalente de petróleo

FONTE: COPEL, Balanço Energético do Paraná 2007

Segundo os dados as quatro principais fontes de energia no período, responsáveis em 2006 por 93,6% de toda a energia utilizada no Estado, são o petróleo (47%), a lenha e os resíduos (18,4%), os produtos da cana (14,7%) e a energia hidráulica (13,5%).

No caso específico do petróleo entre os anos de 1997 a 2006 houve um decréscimo da participação desta fonte na matriz energética do Estado, caindo de 50,5% para 47% no período. Da mesma forma os produtos da cana tiveram redução da participação, de 16,8% para 14,7%, no mesmo período.

<sup>4</sup> O critério de cálculo é encontrado no item 3 – Metodologia.

As outras duas fontes principais tiveram comportamento inverso, com aumento da participação da lenha e resíduos, de 16,5% para 18,4% e da energia hidráulica, de 12,1% para 13,5% entre os anos de 1997 e 2006. As variações pouco substanciais no consumo das principais fontes de energia do Paraná não sugerem uma mudança estratégica de substituição na matriz energética.

Em relação ao consumo específico realizado pela classe industrial a tabela 3 apresenta a matriz energética do setor, com a evolução de consumo das principais fontes de energia utilizadas no período entre 1997 e 2006 e a participação no total de energia consumida em cada um dos anos.

Tabela 3 - CONSUMO DA CLASSE INDUSTRIAL, POR FONTE DE ENERGIA

Anos		1000 IEP										TOTAL
		ÓLEO COMBUSTÍVEL	ELETRICIDADE	LENHA E RESÍDUOS	BAGAÇO DA CANA	CARVÃO MINERAL	GÁS NATURAL	XISTO	LIXÍVIA	OUTRAS FONTES PETRÓLEO	OUTRAS FONTES	
1997	Consumo em 1000 IEP	815	545	1.188	556	63	0	15	163	1	104	3.346
	Participação (%) no total	24,4	16,3	35,5	16,6	1,9	0,0	0,4	4,9	0,0	3,1	100,0
1998	Consumo em 1000 IEP	741	573	1.210	710	15	0	22	167	217	113	3.655
	Participação (%) no total	20,3	15,7	33,1	19,4	0,4	0,0	0,6	4,6	5,9	3,1	100,0
1999	Consumo em 1000 IEP	586	603	1.242	754	2	0	67	180	338	93	3.772
	Participação (%) no total	15,5	16,0	32,9	20,0	0,1	0,0	1,8	4,8	9,0	2,5	100,0
2000	Consumo em 1000 IEP	487	657	1.234	594	2	44	127	204	399	94	3.748
	Participação (%) no total	13,0	17,5	32,9	15,8	0,1	1,2	3,4	5,4	10,6	2,5	100,0
2001	Consumo em 1000 IEP	406	698	1.316	709	3	114	135	219	439	102	4.039
	Participação (%) no total	10,1	17,3	32,6	17,6	0,1	2,8	3,3	5,4	10,9	2,5	100,0
2002	Consumo em 1000 IEP	363	731	1.458	732	3	130	139	237	445	92	4.238
	Participação (%) no total	8,6	17,2	34,4	17,3	0,1	3,1	3,3	5,6	10,5	2,2	100,0
2003	Consumo em 1000 IEP	286	749	1.471	872	3	123	113	198	469	96	4.284
	Participação (%) no total	6,7	17,5	34,3	20,4	0,1	2,9	2,6	4,6	10,9	2,2	100,0
2004	Consumo em 1000 IEP	276	826	1.598	890	4	148	131	201	483	103	4.557
	Participação (%) no total	6,1	18,1	35,1	19,5	0,1	3,2	2,9	4,4	10,6	2,3	100,0
2005	Consumo em 1000 IEP	265	837	1.676	760	4	135	113	223	479	104	4.492
	Participação (%) no total	5,9	18,6	37,3	16,9	0,1	3,0	2,5	5,0	10,7	2,3	100,0
2006	Consumo em 1000 IEP	256	845	1.780	978	4	133	107	212	467	92	4.782
	Participação (%) no total	5,4	17,7	37,2	20,5	0,1	2,8	2,2	4,4	9,8	1,9	100,0

IEP - Tonelada equivalente de petróleo

FONTE: COPEL, Balanço Energético do Paraná 2007

Pelos dados da tabela é possível verificar que, diferentemente do que ocorre em todas as classes de consumo, quando analisado o consumo do setor industrial percebe-se uma clara mudança da estratégia de utilização das fontes de energia no Estado.

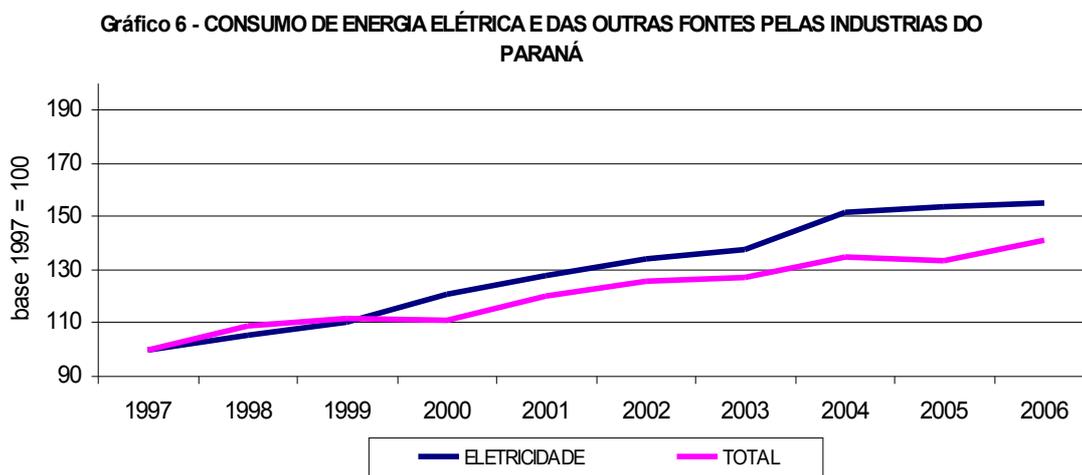
Inicialmente, destaca-se que as maiores participações na matriz energética do segmento industrial no Paraná são em primeiro a lenha e resíduos e, em segundo, o bagaço da cana, com 37,2% e 20,5%,

respectivamente, tendo esses dois itens tendência de alta no período de análise.

Dois outros dados chamam a atenção. A participação crescente das outras fontes de petróleo, que alcançou 9,8% em 2006, e a redução significativa da participação do óleo combustível, caindo de 24,4% para somente 5,4%. Esta queda no consumo de óleo combustível e o crescimento no consumo de outras fontes de petróleo indicam a variação na matriz energética comentada.

A participação do consumo de energia elétrica no segmento industrial do Paraná teve um pequeno avanço de 16,3% em 1997 para 17,7% em 2006. Nota-se, entretanto, que depois de crescer regularmente de 1997 até 2005 (18,6% neste último ano), a participação percentual da eletricidade no consumo industrial de energia apresentou uma mudança na trajetória, com queda para 17,7%.

Sobre o comportamento deste consumo é interessante analisar o gráfico 6, que traz a variação do consumo de energia elétrica e do total de energia utilizada, entre os anos de 1997 a 2006.



FONTE: COPEL, Balanço Energético do Paraná 2007

O consumo de energia elétrica pelas indústrias do Paraná no período apresentou um incremento de 55%, tendo como data base o ano de 1997. Este percentual foi acima do consumo total de energia (todas as fontes) que teve incremento de 44%. Ou seja, as indústrias do Paraná utilizaram a energia

elétrica com maior intensidade em suas atividades e demonstra um aumento na dependência do processo produtivo industrial por este insumo.

A racionalização do uso do recurso energia elétrica, dentro da esperança de mudança na lógica de uso indiscriminado dos recursos naturais, vem de várias frentes, sendo que no uso industrial, que representa no Paraná 43% da eletricidade consumida, o esforço é no sentido da redução da quantidade gasta de energia por unidade de produto, ou de redução da intensidade elétrica. Isso requer eficiência no processo produtivo e investimentos em modernização.

A última observação sobre o gráfico 6 é com relação ao comportamento das duas curvas entre os anos de 2005 e 2006. Percebe-se claramente que o ângulo da curva de consumo total demonstra uma variação proporcionalmente maior do que a variação no consumo de energia elétrica, com tendência de redução na utilização da eletricidade pelas indústrias. Isto confirma a redução da utilização da eletricidade pelo setor industrial, mencionada nos parágrafos anteriores.

Esta mudança na estratégia de utilização das fontes de energia, com redução da participação percentual da eletricidade no consumo industrial a partir de 2005, têm como um dos fatores determinantes o comportamento do custo do insumo, conforme dados apresentados a seguir.

## 5.2 CUSTO DA ENERGIA ELÉTRICA E DAS DEMAIS FONTES DE ENERGIA

Considerando que, seguindo a lógica econômica, o grau de utilização de cada fonte de energia está diretamente associado ao seu preço, é indispensável que se determinem e se comparem os preços. Na tabela 4 são demonstrados os preços médios correntes de cada fonte alternativa. Os dados utilizam os preços em dólar por barril equivalente de petróleo.

A análise é que os preços determinam os custos da indústria e orientam a estratégia da empresa no sentido de aumentar ou reduzir a utilização do insumo (quando o empresário usa da racionalidade econômica, já mencionada no item embasamento teórico).

Tabela 4 - PREÇOS MÉDIOS CORRENTES DAS FONTES DE ENERGIA

FONTES	US\$ / bep (1)									
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
PETRÓLEO	13,9	19,7	33,9	28,7	26,7	32,5	42,5	49,3	69,0	
ÓLEO DIESEL	57,7	46,6	58,9	55,4	58,1	78,1	82,2	116,5	143,0	
ÓLEO COMBUSTÍVEL	24,1	22,2	32,2	28,4	27,0	34,8	38,5	43,7	42,0	
GASOLINA	133,7	117,8	148,8	126,9	106,4	122,6	128,0	171,1	213,0	
ALCOOL	174,7	103,7	151,0	121,8	99,0	124,0	115,8	158,4	190,0	
GLP	86,5	87,5	102,4	75,5	81,1	94,1	100,4	118,7	149,0	
GÁS NATURAL COMBUSTÍVEL	21,4	19,9	26,4	23,3	22,7	23,3	26,4	21,6	25,0	
ELETRICIDADE INDUSTRIAL	100,6	74,2	83,0	75,3	70,6	80,7	101,7	132,6	156,0	
ELETRICIDADE RESIDENCIAL	231,9	172,6	195,0	170,1	158,8	175,0	205,8	208,7	223,0	
CARVÃO VEGETAL	17,0	11,8	10,7	12,0	15,4	14,7	19,5	30,1	32,0	
LENHA	13,3	11,4	9,8	9,3	6,6	7,7	10,0	6,5	10,0	

bep - barril equivalente de petróleo

(1) Como forma de manter a série histórica, é adotado bep baseado no poder calorífico superior da fonte

FONTE: Balanço Energético Nacional - 2006

De acordo com os dados, verifica-se que a energia elétrica para uso industrial possui preços elevados quando comparados ao preço de várias outras fontes de energia.

Para citar o exemplo do ano de 2006, o preço desta fonte (US\$ 156,0), medida em US\$ por barril equivalente de petróleo, estava maior do que o preço da lenha (US\$ 10,0), do que o carvão vegetal US\$ 32,0), do que o gás natural (US\$ 25,0), do que o petróleo (US\$ 69,0) e do que o óleo diesel (US\$ 143,0). Neste ano, somente a gasolina, o álcool e a eletricidade residencial, esta ainda sobre o efeito do subsídio cruzado, estavam mais caras.

No caso específico a fonte de energia mais utilizada pela indústria, demonstrado na tabela 3 do item 5.1 (lenha e resíduos – 37,2%), é também o de menor custo US\$ 10,00 por bep. Neste sentido a questão econômica, ou o preço reduzido, está orientando a forte utilização deste insumo no processo produtivo das empresas industriais.

Para o óleo combustível, que teve uma queda considerável na participação da matriz energética das industriais, apesar de ter o custo reduzido em relação a outras fontes, apresentou um crescimento nos preços em torno de 150% de 1998 a 2006. Assim, muito mais importante que o valor atual dos preços médios a variação dos custos ao longo do tempo determinou a substituição do óleo combustível por fontes menos custosas.

Com base na mesma análise, a eletricidade industrial teve crescimento nos preços na ordem de 55% entre 1998 e 2006, só sendo superior a variação

dos preços da lenha (queda de 25%), álcool (10%) e o gás natural combustível (17%).

O baixo custo relativo da eletricidade industrial, medido em seu potencial calórico comparado com o barril equivalente de petróleo, limita as ações de racionalização e uso eficiente do insumo pelo motivo econômico.

### 5.3 TARIFAS DE ENERGIA

O gráfico 7 – Evolução das tarifas de energia<sup>5</sup>, traz a evolução comparativa dos custos com a energia elétrica (tarifas médias) nos segmentos residencial e industrial. Importante lembrar que os preços (tarifas) de energia são fixados pelo governo federal, através da Agência Nacional de Energia Elétrica, e seguem as diretrizes do Ministério de Minas e Energia.

De acordo com os dados nota-se o esforço no sentido de reduzir a distorção de preço alto de energia para o consumidor residencial e de preço baixo para o consumidor industrial, eliminando o efeito de subsídio cruzado.

É importante salientar que tal sinalização para a indústria na forma de elevação crescente dos preços pagos pela energia traz uma nova realidade e a necessidade de repensar a maneira como é utilizado este insumo no processo produtivo. O uso racional passa a ser importante sobre o ponto de vista financeiro, considerando a elevação do custo de produção.

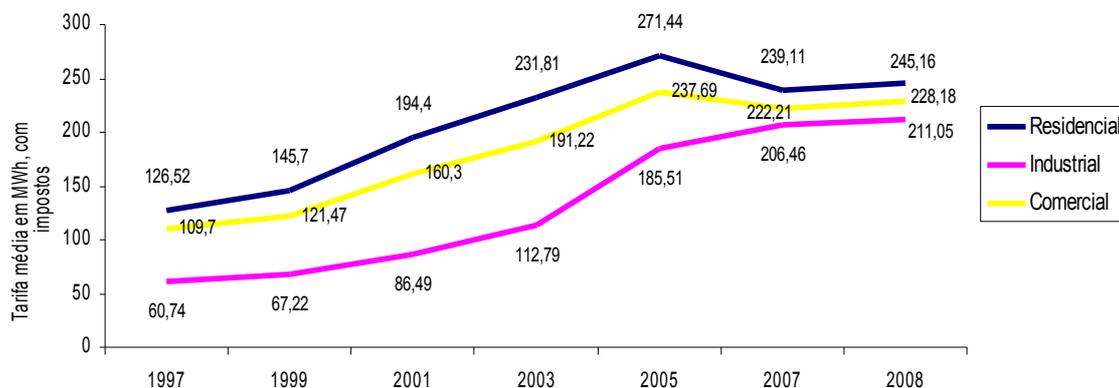
O efeito subsídio cruzado<sup>6</sup>, onde há uma elevação do preço da energia para um segmento para compensar a redução do preço em outro segmento, é verificado na avaliação dos números de 1997 até 2003.

---

<sup>5</sup> Não confundir a variação dos preços (tarifas) em MWh (gráfico 2), com variação nos preços médios em US\$ por barril equivalente de petróleo. Esta última medida tem por finalidade comparar os preços de cada fonte, utilizando uma mesma medida padrão.

<sup>6</sup> O item 4.8 apresenta esclarecimento sobre o assunto.

Gráfico 7 - EVOLUÇÃO DAS TARIFAS DE ENERGIA ELÉTRICA



FONTE: COPEL, Balanço Energético do Paraná 2007

No ano de 1997 (utilizado no gráfico como base = 100), o preço da energia para o consumidor residencial representava um valor 108% maior do que o custo para o consumidor industrial. A situação persistiu até o ano de 2005 quando esta diferença ficou em aproximadamente 105%, demonstrando ainda a prática do subsídio cruzado.

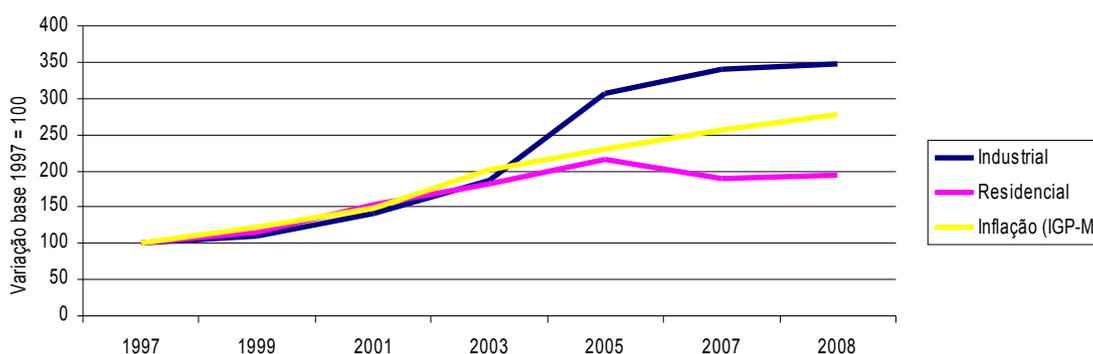
O objetivo claro desta prática no passado foi o de incentivar e favorecer o objetivo de industrializar o Brasil e o Paraná, através da redução dos custos das industriais com a energia elétrica utilizada em seus processos produtivos.

A partir de 2005, há uma mudança na política de tarifas, com eliminação gradual dos subsídios para a classe de consumo industrial e elevação de preços acima da inflação para este segmento. Neste ano pode-se notar (ainda no gráfico 2) o grande acréscimo na tarifa média da classe industrial, que subiu de R\$ 112,79 no ano de 2004, para R\$ 185,51 no ano de 2005. Neste ano a diferença entre as tarifas médias das classes residencial e industrial caiu de 108% em 1997 para 16% em 2008.

Porém a análise não ficaria completa sem verificar também a variação dos preços da tarifa de energia da classe industrial de 1997 até 2008 comparativamente à variação ocorrida na classe residencial e, principalmente, em relação à variação do Índice Geral de Preços Mercado (IGP-M) no mesmo período, conforme gráfico 8.

De acordo com os dados é possível verificar que as tarifas do segmento industrial tiveram no período completo uma elevação nos preços acima da inflação, medida pelo IGP-M, sendo de 250% nas tarifas para o setor industrial e contra uma variação de 180% no índice de inflação. A mesma análise serve para a comparação com o segmento residencial, cuja diferença é ainda maior, dos mesmos 250% para 95%, aproximadamente.

Gráfico 8 - EVOLUÇÃO DA TARIFA MÉDIA EM MWh X VARIAÇÃO DO IGP-M



FONTE: COPEL, Balanço Energético do Paraná 2007

Estes dados reforçam a teoria da redução do efeito “subsídio cruzado”, com eliminação gradual do favorecimento da tarifa industrial. É inegável que a elevação das tarifas de energia para o setor em patamar superior à inflação promove aumento geral dos custos de produção, tendo em vista a importância e participação deste insumo nos processos produtivos.

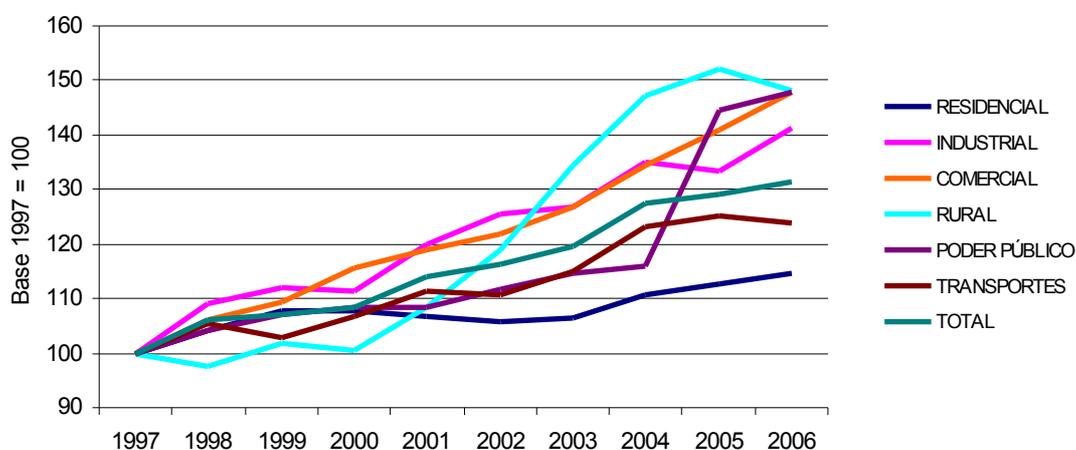
Assim sendo, mesmo considerando que a eletricidade industrial tem preço reduzido em relação a outras fontes de energia, conforme análise já elaborada no item 5.2, a elevação das tarifas nos últimos anos afeta as estratégias das industriais e reorienta a matriz energética para a substituição da energia elétrica por outras fontes. O reflexo foi a redução do consumo nos últimos anos para este segmento especificamente, o qual será apresentado no item a seguir.

## 5.4 UTILIZAÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA POR CLASSE DE CONSUMO

O gráfico 9, apresenta a comparação do comportamento do consumo de todas as fontes de energia no Paraná de 1997 a 2006, segmentadas pelos tipos de utilização (incluindo além das classes de consumo já mencionadas, o setor de transportes por ser este um dos grandes usuários de energia no Estado). No gráfico o consumo de energia é medido em toneladas equivalentes de petróleo (tEP).

Pelos dados, que utiliza ao ano de 1997 como data base (= 100), observa-se crescimento histórico no consumo de energia de 1997 a 2006, nos segmentos comercial, rural e poder público bem acima da média dos demais setores de utilização. Os três setores citados ficaram todos com 148 (48% de crescimento desde 1997) contra uma média de 132 (32% de crescimento) no consumo total de todas as classes.

Gráfico 9 - CONSUMO GLOBAL DE ENERGIA POR SETOR DE UTILIZAÇÃO



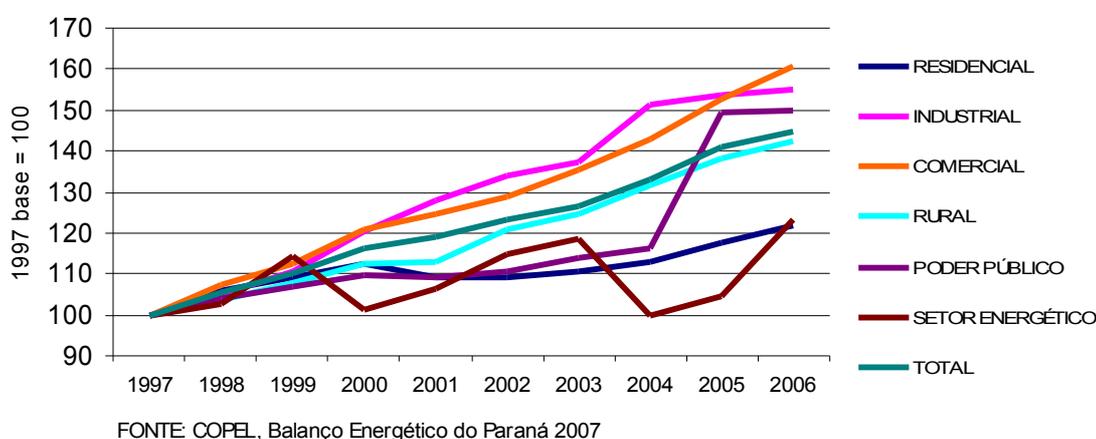
FONTE: Balanço Energético do Paraná 2007

O setor industrial apresentou no período analisado uma evolução de 41% no consumo, também acima da média de 32%. Os demais setores de utilização tiveram variação abaixo da média, sendo transportes com 24% e residencial com 15%.

Esta situação é alterada quando é analisado o comportamento da evolução do consumo somente para o caso da energia elétrica. O gráfico 10 apresenta os dados do histórico do consumo em GWh pelos diferentes segmentos de consumo, dos anos de 1997 a 2006.

No gráfico é interessante notar o comportamento do consumo industrial, objeto deste estudo. Pelos dados percebe-se que até o ano de 2004 a trajetória do consumo era crescente, chegando naquele ao valor de 151 (base 1997=100), com crescimento médio anual de 6%.

**Gráfico 10 - CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA POR CLASSE DE CONSUMO (1997-2006)**



Porém a partir do ano de 2005 percebe-se uma clara desaceleração do ritmo de crescimento na utilização do insumo energia elétrica pela classe industrial. Tanto é verdade que de 2004 para 2006 o crescimento no consumo foi de somente 5%, com crescimento médio mensal de 1,5%.

Como comparação o consumo realizado pela classe comercial entre 1997 e 2006 ficou acima da observada na industrial, com 61% de crescimento no período contra 55%. A classe residencial foi a que menos cresceu nestes últimos anos, com 22% de 1997 para 2006.

Esta trajetória da curva, crescente até 2004 e decrescente a partir deste ano, também é percebida quando se avalia a participação do consumo de energia elétrica em relação ao consumo das demais fontes de energia, apresentado no gráfico 6 (item 5.1). Desta forma, o trabalho demonstra uma

clara redução do ritmo de crescimento da utilização da eletricidade, cuja participação na matriz energética industrial caiu de 18,6% em 2005 para 17,7% em 2006.

**Tabela 5 - NÚMERO DE CONSUMIDORES INDUSTRIAIS NO PARANÁ (1997 a 2007)**

	1997	1999	2001	2003	2005	2007
Consumidores Industriais	40857	43090	45326	49062	53256	58778
Total de consumidores	2588704	2753619	2937571	3095488	3256564	3437061
Industriais/total	1,58	1,56	1,54	1,58	1,64	1,71

FONTE: COPEL, Balanço Energético do Paraná 2007

Importante salientar que a redução do consumo não foi devido à redução do número de consumidores industriais, que poderia ser uma das explicações para o fato. A tabela 5 traz os dados do número de consumidores industriais em relação ao total de consumidores de energia no Estado do Paraná, de 1997 até 2007.

Segundo os dados, a participação dos consumidores industriais no total de consumidores subiu de 1,58% em 1997 para 1,71% em 2007, o que comprova que a redução do consumo se deve ou à redução da produção industrial no período analisado ou à redução no consumo desta fonte de energia especificamente, com opção das industriais em utilizar outro tipo de fonte.

Com respeito à segunda questão, a análise realizada com a utilização dos dados da tabela 3 demonstra que a participação do consumo de energia elétrica em relação ao consumo das demais fontes de energia cresceu nos últimos anos (de 1997 a 2006). Porém também é verdade que de 2005 para 2006 há uma clara redução no ritmo de crescimento da utilização da eletricidade, cuja participação na matriz energética industrial caiu de 18,6% para 17,7%.

Neste sentido até 2005, apesar dos preços médios da energia elétrica ser alto comparativamente a outras fontes de menor custo (tabela 4), há uma clara dependência do setor industrial em relação ao uso da energia elétrica.

Isto demonstra a importância deste insumo no processo produtivo e no processo de industrialização e a dificuldade do segmento industrial redirecionar a sua matriz energética, substituindo o uso de energéticos em um espaço de tempo reduzido.

Por outro lado, a sinalização dos aumentos crescentes das tarifas de energia industrial nos últimos anos, com a redução do subsídio cruzado, dá mostras de iniciar uma mudança na estratégia das empresas, com a redução do consumo (já apontados nos gráficos 6 e 10).

Além do fator preço do insumo a redução do nível de atividade industrial, com queda na produção, também pode ser responsável pelo comportamento decrescente observado na utilização da eletricidade. Esta vinculação do consumo de energia elétrica à produção industrial, que pode comprovar a redução do consumo sobre o ponto de vista da queda da atividade, será analisada nos itens seguintes.

## 5.5 CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA INDUSTRIAL POR GRANDES GRUPOS DE ATIVIDADE

A tabela 6 traz o consumo de energia elétrica por ramo de atividade da indústria no Paraná, com a evolução da participação de cada ramo sobre o total consumido em GWh<sup>7</sup> de 1997 a 2006, usando o ano de 1997 como base = 100. A análise dos dados permite identificar quais são os ramos de atividade que utilizam a maior quantidade de energia elétrica consumida pela classe industrial.

Pelos dados, são dois os ramos que mais consomem energia, sendo o segmento de papel e celulose em primeiro e de alimentos e bebidas em segundo lugar. Juntos estes dois ramos da indústria responderam por quase a metade de toda a energia elétrica consumida pela classe industrial em 2007.

Destaca-se que o setor de alimentos e bebidas apresentou nos últimos anos uma trajetória de crescimento gradual na participação no total consumido

<sup>7</sup> GWh = giga watts / hora, medida de energia equivalente a 1000 mega watts hora ou 1 milhão de watts hora – vide notas explicativas no item 3 - metodologia

no Paraná, saindo de 21,71% em 1997 para 24,41% em 2006. Movimento contrário ocorreu no ramo papel e celulose, que reduziu a participação no consumo da indústria do Paraná, de 31,33% em 1997 para 24,90% em 2006.

**Tabela 6 - CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA POR RAMO DA INDÚSTRIA NO PARANA (1997 a 2006)**

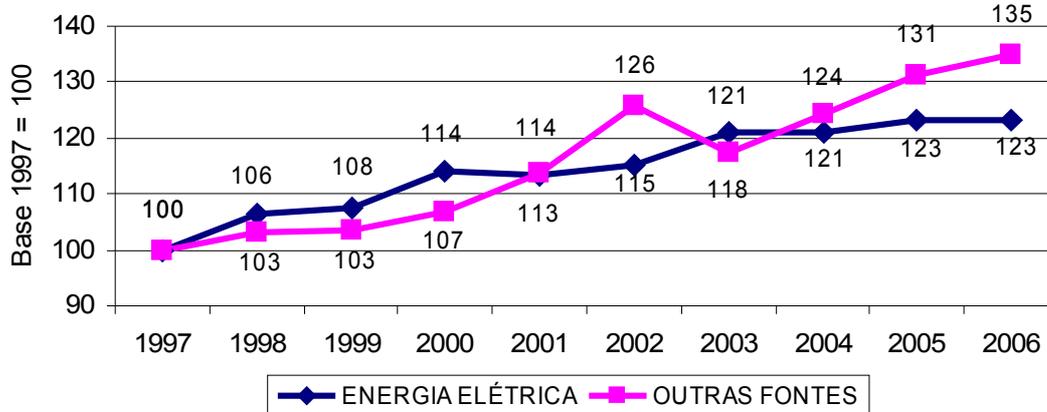
RAMO DA INDÚSTRIA	GWh									
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
CIMENTO	412	302	468	483	536	463	506	529	516	517
	<b>6,50</b>	<b>4,53</b>	<b>6,67</b>	<b>6,33</b>	<b>6,60</b>	<b>5,45</b>	<b>5,81</b>	<b>5,51</b>	<b>5,30</b>	<b>5,26</b>
FERRO GUSA E AÇO	163	182	164	203	270	291	333	408	350	345
	<b>2,57</b>	<b>2,73</b>	<b>2,34</b>	<b>2,66</b>	<b>3,33</b>	<b>3,42</b>	<b>3,82</b>	<b>4,25</b>	<b>3,59</b>	<b>3,51</b>
MINERAÇÃO	32	31	43	59	69	77	40	44	46	56
	<b>0,50</b>	<b>0,47</b>	<b>0,61</b>	<b>0,77</b>	<b>0,85</b>	<b>0,91</b>	<b>0,46</b>	<b>0,46</b>	<b>0,47</b>	<b>0,57</b>
NÃO FERROSOS	105	95	100	113	112	108	114	136	172	210
	<b>1,66</b>	<b>1,43</b>	<b>1,43</b>	<b>1,48</b>	<b>1,38</b>	<b>1,27</b>	<b>1,31</b>	<b>1,42</b>	<b>1,77</b>	<b>2,14</b>
QUÍMICA	544	517	477	506	506	510	513	608	478	441
	<b>8,58</b>	<b>7,76</b>	<b>6,80</b>	<b>6,63</b>	<b>6,23</b>	<b>6,00</b>	<b>5,89</b>	<b>6,33</b>	<b>4,91</b>	<b>4,49</b>
ALIMENTOS E BEBIDAS	1377	1477	1573	1616	1734	1791	2021	2151	2316	2400
	<b>21,71</b>	<b>22,16</b>	<b>22,42</b>	<b>21,17</b>	<b>21,36</b>	<b>21,06</b>	<b>23,20</b>	<b>22,39</b>	<b>23,78</b>	<b>24,41</b>
TÊXTIL	191	181	191	226	224	209	237	255	267	317
	<b>3,01</b>	<b>2,72</b>	<b>2,72</b>	<b>2,96</b>	<b>2,76</b>	<b>2,46</b>	<b>2,72</b>	<b>2,65</b>	<b>2,74</b>	<b>3,22</b>
PAPEL E CELULOSE	1987	2116	2134	2266	2255	2297	2406	2411	2452	2448
	<b>31,33</b>	<b>31,75</b>	<b>30,42</b>	<b>29,69</b>	<b>27,78</b>	<b>27,01</b>	<b>27,62</b>	<b>25,10</b>	<b>25,18</b>	<b>24,90</b>
CERÂMICA	112	114	130	170	135	95	97	95	96	97
	<b>1,77</b>	<b>1,71</b>	<b>1,85</b>	<b>2,23</b>	<b>1,66</b>	<b>1,12</b>	<b>1,11</b>	<b>0,99</b>	<b>0,99</b>	<b>0,99</b>
CAL	34	22	32	31	33	37	47	50	40	31
	<b>0,54</b>	<b>0,33</b>	<b>0,46</b>	<b>0,41</b>	<b>0,41</b>	<b>0,44</b>	<b>0,54</b>	<b>0,52</b>	<b>0,41</b>	<b>0,32</b>
OUTROS	1386	1627	1703	1960	2243	2625	2396	2918	3006	2970
	<b>21,85</b>	<b>24,41</b>	<b>24,28</b>	<b>25,68</b>	<b>27,63</b>	<b>30,87</b>	<b>27,51</b>	<b>30,38</b>	<b>30,87</b>	<b>30,21</b>
TOTAL INDÚSTRIA	6343	6664	7015	7633	8117	8503	8710	9605	9739	9832

FONTE: COPEL, Balanço Energético do Paraná 2007

Outra análise importante é verificar para estes dois segmentos industriais qual o consumo das demais fontes de energia, para verificar se a participação da eletricidade foi aumentada ou diminuída entre os anos de 1997 e 2006. Os gráficos 11 e 12 apresentam os dados para o ramo de papel e celulose e de alimentos e bebidas, respectivamente.

A evolução do consumo de energia no setor de papel e celulose (gráfico 11) apresenta uma variação da utilização de energia elétrica em percentual inferior ao das demais fontes de energia. No caso da eletricidade, utilizando o ano de 1997 como data base (=100), enquanto a energia elétrica avançou 23% até o ano de 2006 as outras fontes tiveram um acréscimo superior (35%).

**Gráfico 11 - RAMO PAPEL E CELULOSE - USO DE ENERGIA ELÉTRICA E OUTRAS FONTES**



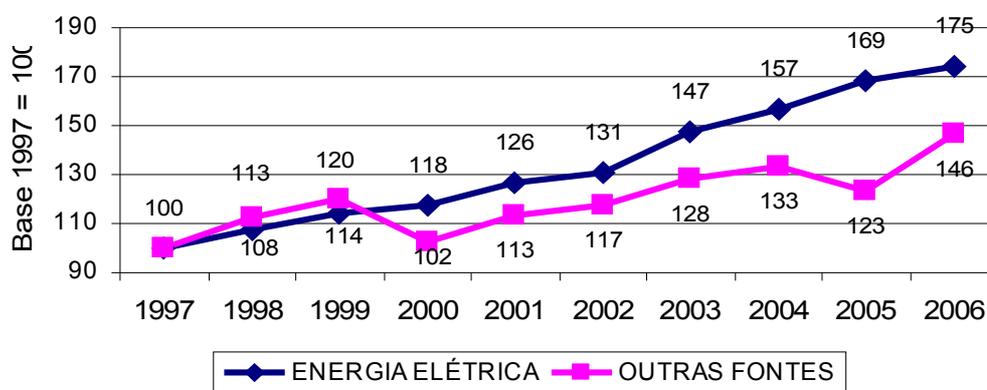
FONTE: COPEL, Boletim Energético do Paraná 2007

Neste caso a utilização da energia elétrica foi comparativamente menor, indicando substituição por outras fontes. Para um setor que utiliza de forma intensiva a energia elétrica e que tem no custo com energia um dos grandes componentes na composição do custo total de produção, o aumento nos custos gerados pela variação acima da inflação da energia elétrica para o segmento industrial, promoveu uma alteração na matriz energética com substituição de fontes energéticas, principalmente a partir de 2004, quando foi iniciado o processo de eliminação do subsídio cruzado, já comentado.

Já em relação à análise do comportamento do consumo no setor de alimentos e bebidas (gráfico 12) não ocorre o mesmo fenômeno. Para este setor a evolução do consumo de energia elétrica entre 1997 e 2006 foi de 75%, muito acima da variação observada para as outras fontes de energia, que foi de 46%.

Outro dado é que, diferentemente do apresentado na análise do setor de papel e celulose ou da indústria como um todo (gráfico 10, por exemplo), não houve uma desaceleração ou estagnação do uso de eletricidade a partir de 2004, quando foi iniciado o processo de aumentos nos preços (tarifas).

**Gráfico 12 - RAMO DE ALIMENTOS E BEBIDAS - USO DE ENERGIA ELÉTRICA E OUTRAS FONTES**



FONTE: COPEL, Boletim Energético do Paraná 2007

Os dados demonstram que nos anos de 2005 e 2006 foram apresentados avanços no consumo, proporcionalmente menores que nos anos anteriores, mais ainda assim significativos, de 7,6% de 2005 em relação a 2004 e de 3,5% de 2006 em relação a 2005 (a média dos anos anteriores ficou acima de 8% ao ano). Para este setor o efeito da elevação da tarifa sobre os custos não promoveu a redução ou racionalização do uso da eletricidade, principalmente após 2004 quando dos aumentos tarifários mais expressivos.

Este comportamento teria contrariado a hipótese de redução do consumo motivado pelo crescimento das tarifas se não fosse o fato de que o consumo de energia total do segmento apresentou um grande acréscimo de 2005 para 2006, pois o aumento de 123 para 146 indica crescimento de 18% naquele ano. Desta forma o houve crescimento do consumo de energia elétrica, porém a uma taxa bastante abaixo do consumo total, mantendo ainda a lógica do comportamento do setor.

## 5.6 COMPORTAMENTO DA RENDA E DO USO DE ENERGIA ELÉTRICA

A análise comparativa do crescimento do consumo de energia elétrica e do nível de atividade da indústria é num dos indicadores que permite avaliar se os recursos energéticos estão sendo utilizados de maneira racional.

É razoável supor que em um cenário de crescimento industrial é que para um maior nível de atividade (aumento na produção) o consumo de energia elétrica (e de outras fontes) cresça. Caso esta relação não esteja ocorrendo, ou seja, que para um aumento na produção ocorra um aumento proporcionalmente menor no uso das fontes de energia, então se pode dizer que a indústria estará sendo mais eficiente em seu processo produtivo e que está reduzindo a intensidade energética. Antes de realizar a análise da relação produção da indústria e consumo de energia é interessante avaliar o comportamento do consumo em relação ao PIB total e do PIB *per capita* do Paraná.

O gráfico 13 apresenta a taxa de variação do PIB, do PIB *per capita* e do consumo de energia elétrica total, do consumo industrial e do consumo residencial do Paraná. Tais dados possibilitam identificar a lógica do comportamento do consumo da energia elétrica, comparativamente com a evolução do produto interno bruto.

Inicialmente, para uma correta análise dos números é necessário lembrar que em 2001 o Brasil passou por um período de racionamento de energia. No Paraná, mesmo com o Estado fora do racionamento (conforme já mencionado) diversas campanhas foram veiculadas visando o uso racional do recurso. Os reflexos no consumo total no ano de 2001 foram percebidos (vide gráfico 13), com queda na variação em relação ao ano anterior (5,6% em 2000 e 2,4% em 2001).

O comportamento esperado é que o consumo de energia tenha forte relação ao crescimento do PIB e do PIB *per capita*, pois estes representam, em síntese, o crescimento da renda e do consumo das famílias e das empresas. Neste sentido uma variação do PIB *per capita* indica para as famílias uma maior renda e, por consequência, maior consumo de energia, pois aquelas em busca de maior conforto e comodidade adquirem produtos eletrônicos e utilizam de forma mais intensiva a energia elétrica em seus lares.

A trajetória do consumo residencial demonstra bem que no Paraná existe esta correlação entre a variação do PIB *per capita*. Em 2000 para uma variação de 2,8% no PIB *per capita* houve uma variação positiva de 3,1% no

consumo residencial. Já no ano seguinte para uma variação negativa de 0,2% na renda houve também uma queda de 0,3% no consumo. Nos demais anos também se verifica esta relação, principalmente em 2005 e 2006 que tiveram variação do consumo das famílias em percentual superior variação na renda *per capita*, 1,5% para 4,1% e 2,3% para 3,7%, respectivamente.

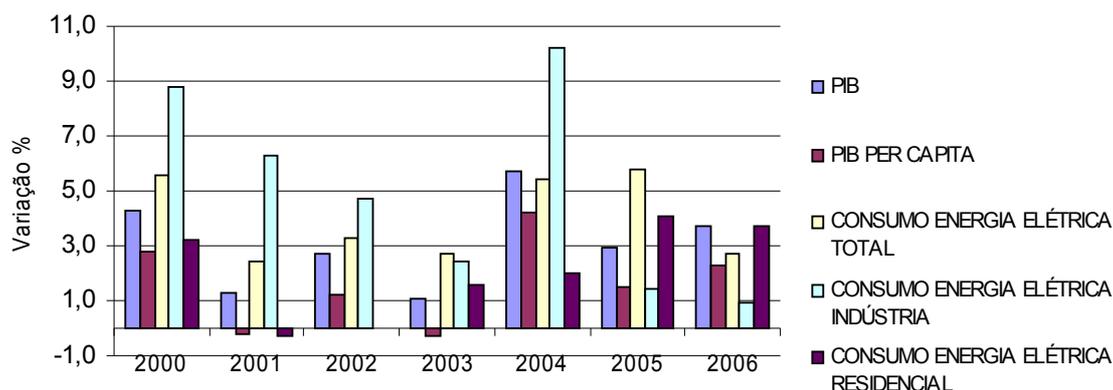
Para atender a esta maior procura por produtos, as empresas aumentam seus níveis de produção, o que determina uma maior utilização de energia elétrica também nos setores produtivos.

A trajetória do consumo do setor industrial do gráfico 13 dá demonstração desta lógica. Pelos números é possível verificar que de 2000 até 2004 a variação do consumo de energia da classe industrial esteve sempre superior à variação do PIB. No item 5.7, a seguir, serão demonstrados dados de variação no nível de atividade da indústria (produção física) e do consumo de energia elétrica, o que permite avaliar com maior precisão a dependência ou não do nível de atividade ao consumo de energia ou se, diferentemente, as indústrias estão utilizando os recursos com maior racionalidade (ou seja, se estão reduzindo o consumo de energia por unidade de produto).

Além disso, é fato que na composição do PIB outros setores que não somente o setor industrial contribui no cálculo. Por exemplo, o setor de comércio e serviços, que notadamente são pouco intensivos em energia (consomem pouco por unidade de produto) possui uma grande contribuição na formação do PIB. Segundo dados do IBGE, no ano de 2005, por exemplo, o valor adicionado do item serviços correspondeu a 53% do total do PIB do Paraná.

No entanto, avaliando somente a variação do PIB no gráfico 13 já se pode antecipar algumas conclusões. Neste sentido, é interessante perceber que em 2004 houve a maior variação do PIB no período analisado, crescimento de 5,7%, e que a variação do consumo de energia na indústria também foi o mais elevado, 10,2%.

Gráfico 13 - TAXA DE CRESCIMENTO PIB E CONSUMO DE ENERGIA (%)



FONTE: Balanço Energético do Paraná 2007 e dados IBGE

Outro ponto de destaque é o comportamento do uso do recurso pelas indústrias nos anos de 2005 e 2006. Nestes anos a variação percentual na utilização da energia elétrica foi menor que a variação do PIB. Enquanto o PIB do Paraná variou 2,9% e 3,7% o consumo variou 1,4% e 0,9%, respectivamente em 2005 e 2006. Estes números reforçam o que foi comentado no item 5.4, de que a partir de 2005 há uma clara desaceleração no uso da energia elétrica pelo setor industrial.

## 5.7 NÍVEL DE ATIVIDADE DA INDÚSTRIA E CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

O gráfico 14 indica o nível atividade global da indústria do Paraná nos anos de 1997 a 2006, o consumo de energia elétrica e de outras fontes de energia pelo setor industrial do Paraná. Já no gráfico 15, mais adiante, serão apresentadas a intensidade elétrica (quantidade de energia elétrica por unidade de produto) e a intensidade energética (quantidade de energia – todas as fontes – por unidade de produto)<sup>8</sup>.

O objetivo dos dois gráficos é identificar o comportamento destas duas variáveis (produção e consumo de energia), com vista a estabelecer o grau de utilização do recurso em relação à produção de bens.

<sup>8</sup> Os conceitos de intensidades elétrica e energética compõe o embasamento teórico, item 4.9.

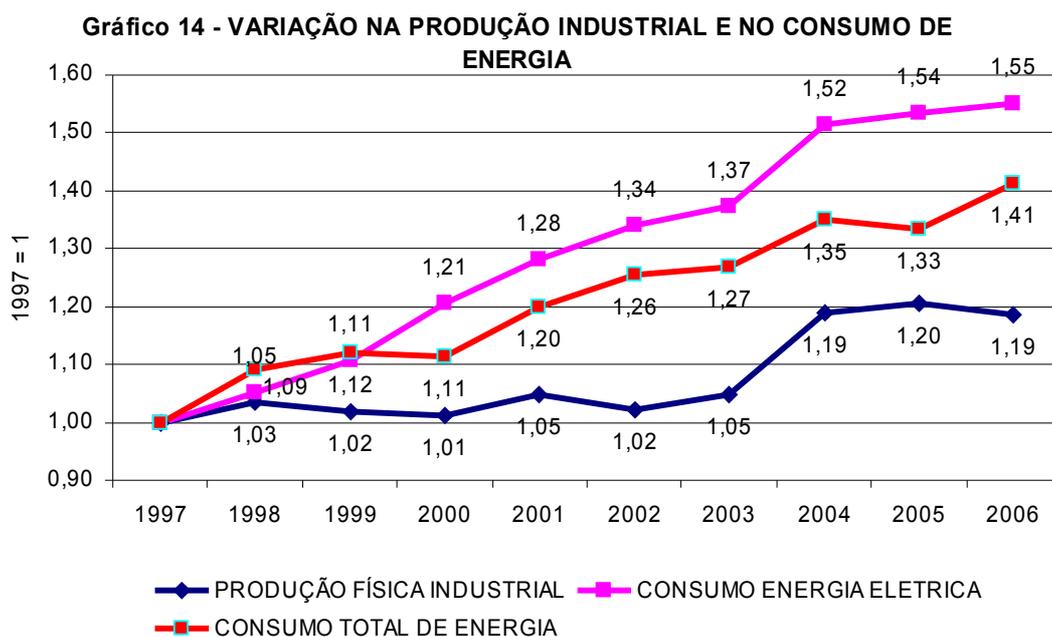
Com esta análise é possível, por exemplo, comprovar se as industriais, motivadas pelo crescimento do preço do insumo, cuja tarifa média cresceu de 1997 até 2008 em 247% contra uma inflação no período, medida pelo IGP-M, de 178%, promoveram uma melhor utilização do recurso de forma a reduzir os custos de produção.

Outro fator que merece destaque é a racionalização motivada pela conscientização ambiental ou motivada pela estratégia de melhoria da imagem da indústria junto à sociedade. Avaliar estes fatores motivadores está fora do escopo deste trabalho, porém não se pode negar a influência destes dois itens sobre as decisões e estratégias da empresa no que se refere ao consumo de energia.

Voltando ao gráfico 14, é evidente que os dados indicam que nos últimos 10 anos a trajetória do consumo de energia elétrica foi superior à produção física de bens. Neste período o consumo cresceu 55% para um crescimento da produção de apenas 19%. Neste sentido é evidente que a indústria em geral, e analisando o período completo, não foi eficiente no uso das fontes de energia. Isto é preocupante considerando a importância do esforço maior de racionalização do setor que é responsável pela maior participação no uso de energia (43% – vide gráfico 1).

A efficientização energética na indústria pode ocorrer através da eliminação de desperdícios e através do uso de máquinas e equipamentos mais eficientes nos processos produtivos. De forma geral é esperado da indústria ações de racionalização, visando torná-la mais eficiente e mais competitiva.

O conceito de intensidade elétrica reflete bem este comportamento. Pelo conceito é verificada a quantidade utilizada de energia elétrica para cada unidade de produto. Sempre que o comportamento é crescente significa que para uma mesma quantidade de produto a indústria está utilizando-se de uma quantidade maior do insumo energia elétrica. Ou dito de outra forma, sempre que a relação aumenta há uma utilização menos eficiente do recurso.



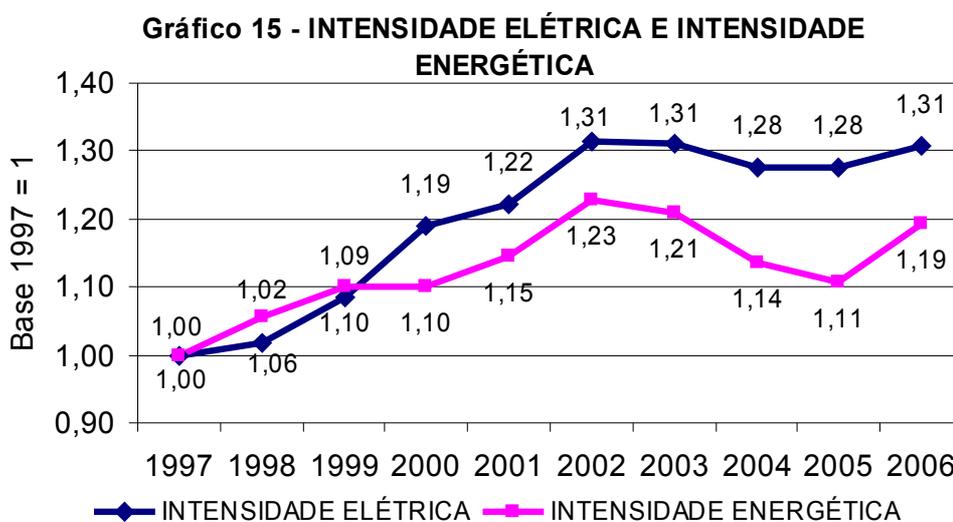
FONTE: IBGE, Sidra e COPEL, Balanço Energético do Paraná 2007

Isto, a utilização ineficiente, está demonstrada no gráfico 15, analisando a curva crescente da intensidade elétrica no período de 1997 até 2002. Tendo como base a ano de 1997 (intensidade igual a 1,00) o crescimento foi mais evidente até 2002, quando a intensidade elétrica chegou ao máximo de 1,31 (crescimento de 31% da intensidade no período). Neste período de utilização mais intensiva de energia coincide (não por acaso) com o recente período de racionamento (2001).

Da mesma forma, a intensidade energética apresentou, de 1997 até 2002, tendência de alta, com 1,23 de intensidade neste último ano. Neste sentido pode-se inferir que neste período inicial de análise (1997-2002) não houve a utilização mais intensiva de energia elétrica em substituição de outra fonte de energia, o que ocorreria na hipótese da intensidade energética ter sido reduzida.

O gráfico 5 também confirma esta avaliação do comportamento do consumo e da produção (dados de PIB, de consumo de energia e intensidade energética do Brasil de 1980 a 2004), quando indica que para um crescimento do PIB em 65% no período, houve um acréscimo de 105% no consumo de energia, gerando um aumento na intensidade energética na ordem de 24%.

Voltando ao gráfico 15, pode-se perceber que a partir do ano de 2002 o índice da intensidade elétrica foi reduzido para 1,28 (em 2004) chegando em 2006 ao mesmo padrão de 2002, ou seja, 1,31. Assim sendo, é evidente que a partir de 2002 as indústrias, pressionadas pelo crescimento do preço médio da tarifa acima da inflação (conforme gráfico 8), intensificaram os esforços de racionalização na tentativa de utilizar de forma mais eficiente o recurso energia elétrica e a reduzir seus custos gerais de produção.



FONTE: Produzido pelo autor

Também neste segundo período de avaliação dos dados, a partir de 2002 até 2006, a intensidade energética apresenta a mesma tendência de queda. Em 2002 o índice estava em 1,23 reduzindo para 1,11 em 2005 (coincidindo também com a queda no índice de intensidade elétrica neste ano – 1,28), chegando em 2006 a 1,19.

Estes números permitem concluir que a redução ou manutenção no uso de energia elétrica na indústria em relação à quantidade física de produção, observada a partir de 2002, não foi acompanhada pelo aumento na utilização de outras fontes de energia (pois as duas intensidades tiveram variação semelhante).

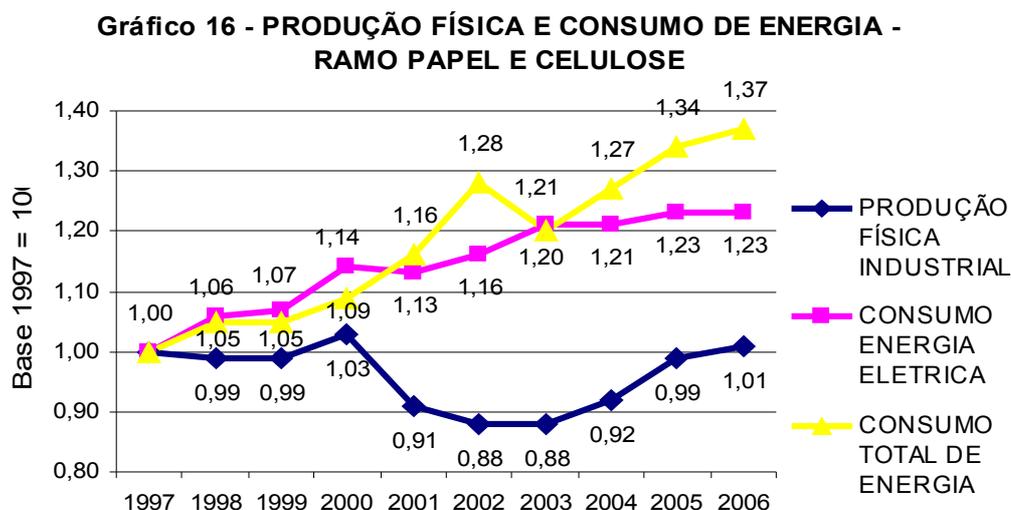
Os comportamentos das duas intensidades analisadas sugerem que as indústrias estão melhorando seus processos, tornando-os mais eficientes no

uso de energia, e que o componente preço dos insumos (no caso a tarifa média do setor industrial) é um importante mecanismo de incentivo ao uso racional e eficiente da energia elétrica.

## 5.8 NÍVEL DE ATIVIDADE DA INDÚSTRIA – SETORES DE PAPEL E CELULOSE E ALIMENTOS E BEBIDAS - E CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

Analisando os ramos responsáveis pela maior participação no consumo de eletricidade no Paraná, que são os de papel e celulose e de alimentos e bebidas, é possível realizar a mesma comparação feita no item anterior, ou seja, a verificar a variação na produção física e o consumo de energia elétrica e demais fontes (gráfico 16 e 17, respectivamente).

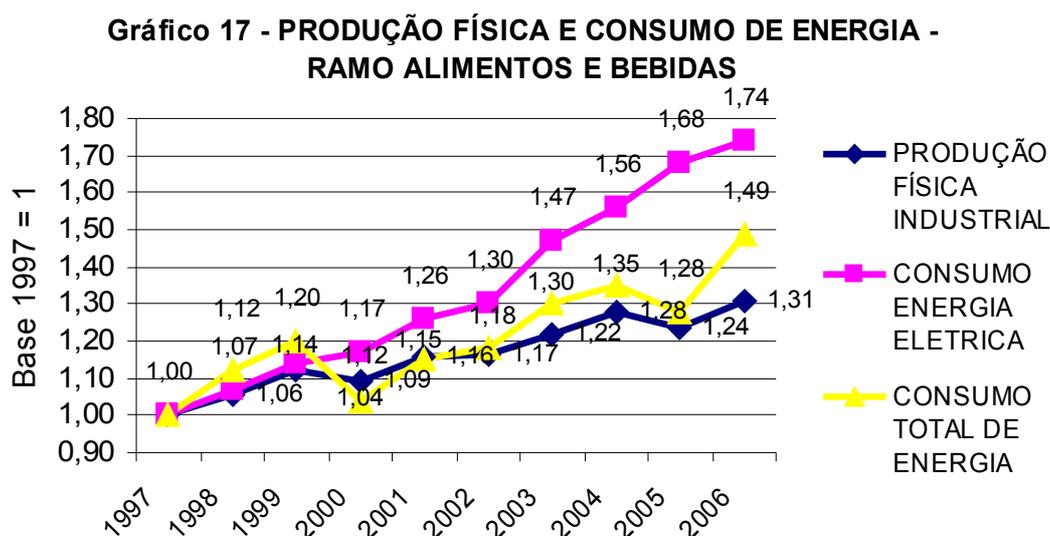
O gráfico 16 indica que a produção física do segmento papel e celulose apresentou uma trajetória de queda entre os anos de 1997 e 2006, o que deveria refletir diretamente na variação percentual do consumo de energia. Porém, os dados demonstraram que, apesar da estagnação da atividade no período (variação de somente 1% na produção), os consumos de energia total e de energia elétrica cresceram de maneira intensa (37% e 23%, respectivamente).



FONTE: COPEL, Balanço Energético do Paraná 2007

A mesma análise feita para a indústria como um todo (item 5.7), de que através de um corte no tempo em 2002 permite identificar uma mudança no comportamento das curvas de produção industrial e de consumo de energia, vale também para os dados do gráfico 16, com o crescimento da produção bastante significativa para um crescimento reduzido no consumo de energia elétrica entre 2003 e 2006).

Da mesma forma observando o ramo de alimentos e bebidas (gráfico 17), é perceptível que o consumo de energia tem variação bem acima da variação da produção industrial. Para uma variação na produção na ordem de 31% de 1997 a 2006, há uma variação de 49% no consumo de todas as fontes de energia e de 74% no consumo de energia elétrica.



FONTE: COPEL, Balanço Energético do Paraná 2007

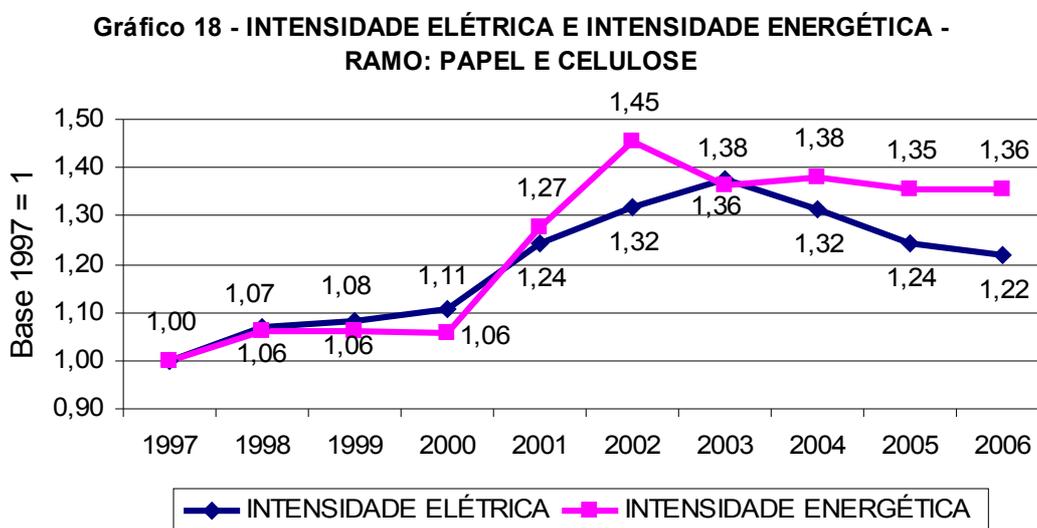
A lógica do corte no tempo (em 2002), que representa uma mudança nas curvas de consumo de energia não foi observada no ramo de alimentos e bebidas. Mesmo após 2003 o consumo de energia elétrica mantém sua trajetória de crescimento para um crescimento na produção industrial do segmento crescendo a níveis inferiores.

É importante analisar as intensidades energética e elétrica destes dois ramos, para enfatizar o uso eficiente ou não dos recursos energéticos nos

processos produtivos. Os gráficos 18 e 19 apresentam estes dados para análise.

Pela observação do gráfico 18, que apresenta a intensidade elétrica e a intensidade energética do ramo papel e celulose de 1997 até 2006 (sendo 1997 ano base = 1), é visível que a intensidade energética atingiu seu pico em 2002 com índice de 1,45 e a intensidade elétrica teve pico em 2003 com 1,38. Neste caso, de 1997 até 2003 houve uma utilização ineficiente do insumo energia elétrica (bem como das demais fontes energéticas), representada pelo crescimento no uso de energia em percentual superior ao crescimento da produção.

A partir de 2003 percebe-se uma redução significativa na intensidade elétrica na indústria de papel e celulose, chegando em 2006 a 1,22 o que representa redução de aproximadamente 12% no intervalo de três anos (1,38 para 1,22).



FONTE: COPEL, Balanço Energético do Parana 2007

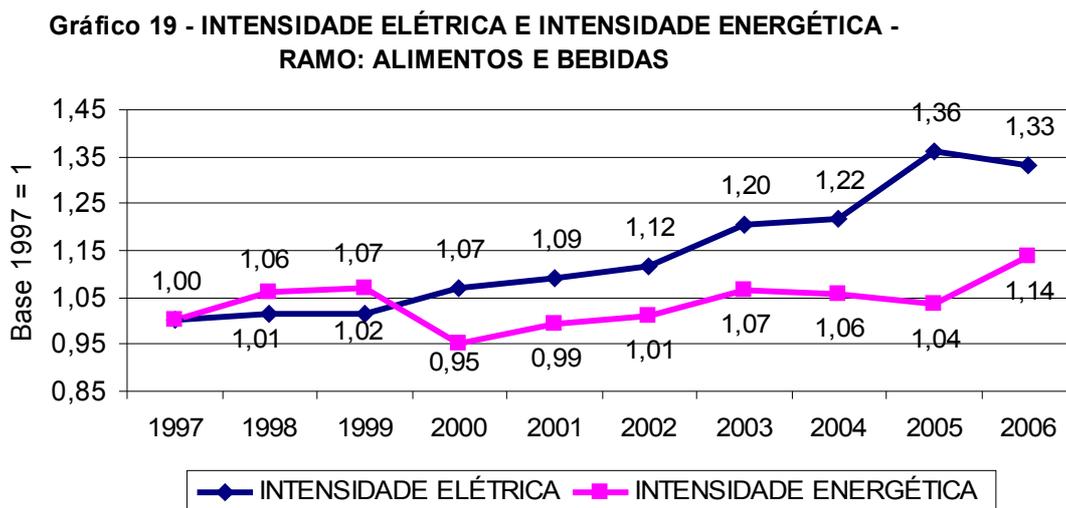
Este resultado é ainda mais representativo em termos de uso eficiente de energia se for considerado que, conforme apresenta o gráfico 16, o período de redução da intensidade elétrica coincide com recuperação da produção física do segmento de papel e celulose, pois no mesmo período (2003 a 2006)

a produção cresceu quase 15% (passou de 0,88 para 1,01 – vide gráfico indicado).

Outro elemento a ser destacado é que a redução na intensidade elétrica a partir de 2003 foi acompanhada também pela redução da intensidade energética, demonstrando que para o segmento papel e celulose não houve substituição de um insumo por outro (troca de fontes), mas sim uma melhoria na eficiência deste ramo na utilização da energia elétrica e das demais fontes de energia.

A análise do gráfico 19, que apresenta a intensidade elétrica e a intensidade energética do ramo de alimentos e bebidas de 1997 até 2006 (sendo 1997 ao ano base = 1), também indica no período uma elevação das intensidades elétrica e energética, sendo que os índices terminaram em 2006 com os valores 1,33 e 1,14.

Tais dados demonstram que, da mesma forma que o ramo de papel e celulose, o segmento industrial de alimentos e bebidas não teve uma melhoria ou redução nas intensidades que configurasse uma utilização mais racional das fontes energéticas.



FONTE: COPEL, Balanço Energético do Paraná 2007

Porém, diferentemente do que ocorreu no setor de papel e celulose e nas indústrias em geral, a alteração de comportamento das curvas a partir de 2003 não pode ser considerada também para o ramo de alimentos e bebidas. De fato, a partir de 2003 e nos dois anos seguintes a intensidade elétrica permaneceu em sua trajetória de crescimento, somente tendo uma redução no ano de 2006.

Como comparativo, enquanto a intensidade elétrica da indústria de papel e celulose reduziu o índice em 12% de 2003 a 2006, a indústria de alimentos e bebidas houve um acréscimo de 10% no mesmo período. Ou seja, o ramo de alimentos e bebidas mesmo em um ambiente de aumento de custos com energia elétrica (aumento da tarifa) teve uma maior utilização do insumo.

Agrava este fato verificar que também houve crescimento na intensidade energética nos mesmos três anos finais e que também nestes três anos o ramo de alimentos e bebidas teve um crescimento menor na produção física quando comparado com o setor de papel e celulose (7% contra 14%).

Isto demonstra o esforço que o setor de papel e celulose promoveu a partir de 2003 com uma estratégia de utilização racional da energia elétrica em seus processos produtivos, racionalizando o uso por conta do acréscimo no custo (aumento da tarifa) e sendo mais eficiente na produção (redução de energia gasta por unidade de produto).

## 6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Dentro dos objetivos deste trabalho a análise do comportamento histórico do consumo de energia elétrica do setor industrial do Paraná comparativamente à evolução da produção física industrial, é o ponto central. Esta comparação tem por finalidade calcular a intensidade elétrica da indústria, determinada pela quantidade de energia elétrica consumida por unidade de produto que, em última análise, demonstra a racionalização do uso do recurso.

Em relação à variação do consumo de energia elétrica utilizada pelo setor industrial percebe-se, que de 1997 a 2006, esta foi superior à variação no consumo total de energia, demonstrando um aumento na dependência das indústrias por este insumo. No entanto, também são apresentados dados que indicam, a partir de 2005, uma mudança da estratégia de utilização das fontes de energia, com redução da participação percentual da eletricidade no consumo industrial.

É inegável que a elevação das tarifas de energia para o setor industrial em patamar superior à inflação promoveu aumento geral dos custos nos processos produtivos, levando a uma reorientação da matriz energética com a substituição da energia elétrica (mais cara) por outras fontes (mais baratas).

Em uma primeira análise, o comportamento do consumo de energia elétrica pelo setor industrial entre os anos de 1997 e 2006 revela uma evolução no consumo até o ano de 2004, com crescimento médio anual de 6%. A partir do ano de 2005, percebe-se uma desaceleração do ritmo de crescimento na utilização do insumo, com média anual de crescimento caindo para 1,5%. Isto dá mostras do início de uma mudança na estratégia das empresas em relação à utilização das fontes de energia.

Esta trajetória da curva, crescente até 2004 e decrescente a partir deste ano, também é percebida quando se avalia a participação do consumo de energia elétrica em relação ao consumo das demais fontes de energia. Desta forma, há uma clara redução no ritmo de crescimento da utilização da eletricidade, cuja participação na matriz energética industrial caiu de 18,6% em 2005 para 17,7% em 2006.

No entanto, para dar sentido e tornar mais lógica a avaliação do comportamento do consumo é necessário estabelecer a utilização da energia elétrica em relação à quantidade física de produção. No período de 1997 a 2006 o consumo de energia elétrica cresceu 55% para um crescimento da produção de apenas 19%. Neste sentido é notório que não há como se falar em racionalização.

Ressalta-se, no entanto, que o comportamento da intensidade elétrica alterou sua trajetória a partir de 2002, quando há redução do índice chegando em 2004 a 1,28 e em 2006 a 1,31, ou seja, ao mesmo índice de 2002.. Assim sendo, é evidente que a partir de 2002 as indústrias, pressionadas pelo crescimento do preço médio da tarifa acima da inflação, intensificaram os esforços de racionalização na tentativa de utilizar de forma mais eficiente o recurso energia elétrica e a reduzir seus custos gerais de produção.

Também neste segundo período de avaliação dos dados a intensidade energética foi reduzida, donde se conclui que a redução ou estabilização no uso de energia elétrica na indústria em relação à quantidade física de produção, observada a partir de 2002, não foi acompanhada pelo aumento na utilização de outras fontes de energia.

Este comportamento sugere que as indústrias estão melhorando seus processos, tornando-os mais eficientes no uso de energia, e que o componente preço dos insumos (no caso a tarifa média do setor industrial) é um mecanismo fundamental para incentivar o uso racional e eficiente da energia elétrica.

Por último foram calculadas as intensidades elétricas e energéticas para os dois ramos maiores usuários de energia elétrica no Paraná, que são o de papel e celulose e o de alimentos e bebidas. Para ambos os segmentos no período integral da análise (de 1997 até 2006) a variação da produção física foi inferior a variação no consumo de eletricidade.

Nota-se que a mesma análise feita para a indústria como um todo, que apresentou um comportamento de uso ineficiente de energia elétrica até 2002 e eficiente a partir de então, também é verificado no segmento de papel e celulose. A intensidade elétrica deste ramo seguiu a mesma tendência do comportamento do consumo, com crescimento até 2003 e decréscimo a partir

de então. Neste caso de 1997 até 2003 houve uma utilização ineficiente do insumo energia elétrica (bem como das demais fontes energéticas), representada pelo crescimento no uso de energia em percentual superior ao crescimento da produção. Após 2003 o ramo foi eficiente no uso de energia elétrica, mesmo em um período de recuperação da indústria que vinha de uma seqüência de resultados negativos e sem substituição de insumos energéticos, pois a intensidade energética também apresentou redução do índice.

Já no ramo de alimentos e bebidas esta mudança na trajetória da curva de consumo de energia não foi encontrada, pois mesmo após 2003 o consumo de energia elétrica mantém sua trajetória de crescimento para um aumento inferior na produção física de bens. Agrava este fato verificar que também houve crescimento na intensidade energética nos mesmos três anos finais e que neste mesmo período o ramo de alimentos e bebidas teve um crescimento menor em sua produção física quando comparado com o setor de papel e celulose (7% contra 14%).

Uma das causas prováveis para esta diferença no comportamento entre os dois segmentos pode estar na composição dos custos e no impacto do custo energia sobre o custo total nas duas indústrias, sendo, no caso, o ramo de papel e celulose mais afetado pelo aumento no preço do insumo. Porém, conforme mencionado no item 4.5 (Limitações e restrições da pesquisa), não há dados na pesquisa que sustentem esta afirmação.

Isto demonstra que ainda não há um movimento de todo o setor industrial para o objetivo da racionalização e uso adequado dos recursos naturais, entre os quais a energia elétrica. Cabe à sociedade, através das organizações civis e da força representada por seu consumo consciente, continuar cobrando do setor industrial ações mais evidentes no sentido da preservação e correta utilização dos insumos, tendo em vista sua importância para ao crescimento industrial do Paraná e para a qualidade de vida das pessoas.

Não se deve menosprezar o efeito positivo da elevação dos custos da energia, via tarifa fixada pelo governo, sobre o comportamento das indústrias. Estas, pressionadas pela elevação dos custos nos processos produtivos,

buscam de maneira natural a racionalização e uso eficiente. É a desejável prudência no uso do meio ambiente sendo viabilizada pela correta valoração dos recursos naturais.

Uma primeira recomendação deste trabalho é para elaboração de novos estudos visando analisar a composição dos custos dos ramos de papel e celulose e de alimentos e bebidas, para identificar se a diferença de comportamento dos setores em relação ao aumento do custo da energia elétrica tem por motivação a baixa participação do custo da energia na cadeia de custos da indústria de alimentos e bebidas.

Outra recomendação é o alargamento do escopo do estudo, evidenciando as outras variáveis que podem afetar a decisão das indústrias em relação à redução ou racionalização do uso da energia elétrica como, por exemplo, as leis e regulamentos ambientais e as decisões de política pública que incentivam o uso racional de energia.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Josimar Paes de. **Errante no campo da razão**. Tese de doutorado apresentada no departamento de história. In: DIAS, Marina H. (org.). **Macroeconomia dinâmica: crescimento, ciclos desenvolvimento e política econômica**. Maringá: PME – UEM, 2002
- ANDREOLI, C.V.; FERREIRA, A.C.; IHLENFELD, R.G.K.; PEGORINI, E.S. **Desenvolvimento sustentável**. In: TORRES, Patrícia L. (org.). *Alguns fios para entretecer o pensar e o agir*. Curitiba: SENAR-PR, 2007
- ANG, B. W. **Decomposition analysis for policymaking in energy: which is the preferred method?** Energy Policy 32: 1131–1139. 2004
- CAPPELLI, Alexandre. **Energia elétrica para sistemas automáticos de produção**. São Paulo: Editora Érica, 2007
- Cairncross (1992).
- COPEL. **Balço energético do Paraná 2007**. BRUSTOLIN, Rosicler (Coordenação). Curitiba/PR. Copel Distribuição, 2007. Disponível em [www.copel.com](http://www.copel.com)
- DERANI, Cristiane. **Direito ambiental econômico**. São Paulo: Saraiva, 2007.
- DONAIRE, Denis. **Gestão Ambiental na Empresa**. 2. ed. São Paulo. Editora Atlas, 1999
- FERREIRA, Leida C; VIOLA, Eduardo. (Org.) **Incertezas da sustentabilidade na globalização**. Campinas: Unicamp, 1996
- FERRAZ, José C. COUTINHO, Luciano G (orgs.). **Estudo da competitividade da indústria brasileira**. 3ª ed. Campinas/SP: Papyrus, 1995
- FOLADORI, Guilherme. **Limites do desenvolvimento sustentável**. Campinas: Unicamp, 2001.
- FURTADO, Celso. **Pequena introdução ao desenvolvimento: enfoque interdisciplinar**. São Paulo: Ed. Nacional, 1980.

FURTADO, Celso. **Introdução ao desenvolvimento**: enfoque histórico-estrutural. 3ª ed. Rio de Janeiro: Paz e terra, 2000

GODOY, Amália Maria. Desenvolvimento e Meio Ambiente: Uma Retomada Teórica. In: DIAS, Marina H. (org.). **Macroeconomia dinâmica**: crescimento, ciclos desenvolvimento e política econômica. Maringá: PME – UEM, 2002.

GOLDEMBERG, José. Energia no Brasil e no mundo. In: Política energética e crise de desenvolvimento. BRANCO, Adriano M. (org.). São Paulo: Paz e Terra, 2002.

GUIMARÃES, Roberto P. A ética da sustentabilidade e a formulação de políticas de desenvolvimento. In: VIANA, Gilney; SILVA, Marina; DINIZ, Nilo (orgs.). **O desafio da sustentabilidade**: um debate sócioambiental no Brasil. São Paulo – Editora Fundação Perseu Abramo, 2001.

HINRICHS, Roger A; KLEINBACH, Merlin. **Energia e meio ambiente**. São paulo: Pioneira Thomson Learnig, 2003

IBGE. **SIDRA - Banco de dados agregados**. Disponível em [www.ibge.gov.br/sidra](http://www.ibge.gov.br/sidra)

LA ROVERE, Emílio L. Energia e meio ambiente. In: MARGULIS, Sérgio. **Meio ambiente**: aspectos técnicos e econômicos. Rio de Janeiro: IPEA/PNUD, 1990

LEFF, Henrique. **Racionalidade ambiental**: A responsabilidade social da natureza. Trad. CABRAL, Luis Carlos. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

LIMA, Gustavo C. **O discurso da sustentabilidade e suas implicações para a educação**. Revista Ambiente & Sociedade. Vol. VI, nº 2 Jul/Dez.2003

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de Pesquisa**. 3. ed. São Paulo. Editora Atlas, 1996.

MAY, Peter H.; LUSTOSA, Maria C.; VINHA, Valéria. (org.) **Economia e meio ambiente**: teoria e prática. 3ª ed. Rio de Janeiro: Eisevier, 2003.

MOTTA, Ronaldo S.; Mendes, Francisco E. **Instrumentos econômicos na gestão ambiental**: aspectos teóricos e de implementação. In: ROMEIRO,

Ademar; LEONARDI, Maria Lúcia. Economia de meio ambiente. Campinas: Unicamp, 2001

OLIVEIRA, A., 1984, *La Planification Energetique: Methodes et Structures Institutionnelles*. In: **Energy Planning and Management: Experience in Europe and Advanced Developing Countries**. Bruxelas, ISPRA.

RESENDE, Ignácio. **Dieta para Reduzir Custos com Energia Elétrica: Conceitos Gerais**. Rio de Janeiro. StudioDigital Editora, 2004.

SCHAEFFER, R., M. ALMEIDA, G. MACHADO, M. COSTA. **Estimativa do Potencial de Conservação de Energia Elétrica pelo Lado de Demanda no Brasil**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 1998.

SCHIPPER L. UNANDER, F., MURTISHAW, S., TING, M. **Indicators of Energy Use and Carbon Emissions: Explaining the Energy Economy Link**. Annual Review of Energy and Environment, 2001

SCOTTO, Gabriela; CARVALHO, Isabel C.M.; GUIMARÃES, Leandro B. **Desenvolvimento sustentável**. Petrópolis: Editora Vozes, 2007

SCHMIDHEINY, Stephan. **Mudando o Rumo: Uma Perspectiva Empresarial Global sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro. Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1992

SOARES, J.B., TOLMASQUIM, M.T. **Potential for Energy Conservation and Reduction of CO2 Emissions in the Brazilian Cement Industry Through 2015**. In CIMA, Fernando M. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro, 2006.

ULTRAMARI, Clovis. **A respeito do conceito de sustentabilidade**. In: Monografias premiadas no 3º Concurso de Monografia sobre a relação universidade / empresa. Curitiba: Ipardes: IEL-PR, 2003

VARGAS, Paulo R. O insustentável discurso da sustentabilidade. In: BECKER, Dinizar F. **Desenvolvimento sustentável: necessidade e/ou possibilidade**. Porto Alegre: Edunisc, 1997.

VIANA, Gilney; SILVA, Marina; DINIZ, Nilo (orgs.). **O desafio da sustentabilidade**: um debate sócioambiental no Brasil. São Paulo – Editora Fundação Perseu Abramo, 2001.

WWF-Brasil. **Agenda elétrica sustentável 2020**: estudo de cenários para um setor elétrico brasileiro eficiente, seguro e competitivo. 2. Ed. — Brasília, 2007 .

# Livros Grátis

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

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

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

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

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