



## Copyright 2004, Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás - IBP

Este Trabalho Técnico Científico foi preparado para apresentação no 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás, a ser realizado no período de 2 a 5 de outubro de 2005, em Salvador. Este Trabalho Técnico Científico foi selecionado e/ou revisado pela Comissão Científica, para apresentação no Evento. O conteúdo do Trabalho, como apresentado, não foi revisado pelo IBP. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões do Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás, Sócios e Representantes. É de conhecimento e aprovação do(s) autor(es) que este Trabalho será publicado nos Anais do 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás

---

# METODOLOGIA PARA ESCOLHA DE SEGMENTOS INDUSTRIAIS PARA SUBSTITUIÇÃO DA ELETROTÉRMIA POR GÁS

Flávio Fernandes <sup>1</sup>

<sup>1</sup> IEE-USP, Cidade Universitária, São Paulo – SP, fernandes.flavio@uol.com.br

**Resumo** – O artigo apresenta a metodologia utilizada na tese do autor, para escolha dos segmentos industriais potenciais na análise de substituição da eletrotérmia pelo uso de gases hidrocarbonetos, querem seja o gás natural (GN) ou liquefeito de petróleo (GLP). Descreve o histórico brasileiro na opção pelo uso da energia elétrica através de hidroelétricas e o resultado disto no meio produtivo. Detalha os itens mais importantes da metodologia, com relação à análise técnica e econômico-financeira, com o propósito de tornar a substituição tecnológica uma realidade. Apresenta os principais segmentos selecionados.

Apesar de restringir a região pesquisada, o artigo mostra que a metodologia pode ser utilizada para qualquer local ou região.

Palavras-Chave: Eletrotérmia 1; Gás Natural 2; Gás Liquefeito de Petróleo 3

**Abstract** – The abstract presents the methodology used in the author's tese, to make the choose of industrial' segments potential in the analyses of substitution of electrothermal to the use of hydrocarbon gases, such as natural gas (NG) or liquefied of petroleum (LPG). It describes the Brazilian historic regarding to the option to electric energy from hydro-electrics and the result of this option in the production. It details the most important issues regarding the technical and economic-finance analyses, with the purpose to become the technological substitution realty. It presents the main segments selected.

Besides the restriction about the researched region, the methodology can be used in any place or region.

Keywords: Electric thermal 1, Natural Gas 2, Liquefied Petroleum Gas 3

## 1. Introdução

Os governos brasileiros, durante a “Era Desenvolvimentista” comentado em Santos (2004) entre as décadas de 1930 e 1980, influenciados pelas teorias de Keynes, tiveram uma atuação muito forte na economia do país, principalmente na área de infra-estrutura. Entre outras coisas, construíram hidrelétricas com o objetivo de gerar uma oferta de energia elétrica superior a sua demanda, pois um ponto importante e controverso até hoje é o argumento de que a presença de energia elétrica gera desenvolvimento social, industrial. Os argumentos prós utilizam a visão noturna de satélite do globo terrestre, onde o grau de iluminação é maior em países do primeiro mundo e menor em países pobres. Os argumentos contrários dizem que, na verdade, a presença da energia elétrica é consequência do desenvolvimento social, industrial. Não iremos aqui defender um ou outro argumento. Trabalharemos com fatos e os fatos são que o Brasil nunca cresceu tanto sua economia como durante a “Era Desenvolvimentista”.

A estratégia, salvo os excessos, foi válida porque gerou a infra-estrutura necessária para a ampliação do parque fabril brasileiro. O mesmo ocorreu nos EUA, quando Roosevelt seguiu Keynes e reverteu à crise iniciada em 1929, preparando aquele país para ocupar a primeira posição na economia mundial.

Os investimentos em hidrelétricas fizeram e ainda faz todo o sentido em um país como o Brasil, que possui abundância de recursos hídricos. Porém, não a qualquer custo. Conforme apresentado por Bermann (1991), as hidrelétricas provocam inúmeros danos ambientais e principalmente sociais, fatos negligenciados naquela época.

Uma vez que os investimentos que foram feitos necessitavam ser amortizados e devido à crise do petróleo de 1973 e 1979, o governo incentivou o uso da energia elétrica para aquecimento e geração de vapor, com tarifas diferenciadas. O objetivo, além de obter o retorno do capital investido, era reduzir a importação de petróleo. Um efeito colateral resultou disto: os setores produtivos brasileiros utilizaram equipamentos elétricos para a produção de calor na forma direta ou na geração de vapor. Uma indústria elétrica se formou no Brasil, não só para atender a infra-estrutura, mas também para os equipamentos de uso final. Outro efeito colateral foi o apresentado por Bermann (2003) onde a intensidade energética brasileira é superior a de países de primeiro mundo, ficando hoje na ordem de 1,25 devido ao tipo de indústria existente e aos processos produtivos atuais, de acordo com Bermann (2004), ao passo que EUA e Japão têm intensidades abaixo da unidade.

Hoje o Brasil necessita de mais investimentos no setor elétrico, ao mesmo tempo necessita ampliar o uso de gás natural em um mercado sem a cultura do gás, conforme descrito em Fernandes (2005) e com um consumo pequeno em relação ao potencial de importação e necessidade de consumo mínimo para viabilizar o gasoduto construído entre Brasil e Bolívia. A ampliação do gás natural pode ser uma alternativa para reduzir a necessidade de investimentos em energia elétrica.

A tese desenvolvida pelo autor tem como objetivo analisar a eletrotermia em alguns setores produtivos brasileiros e fazer o estudo da viabilidade técnica, econômica e financeira de substituí-la por gases combustíveis.

Este artigo tem como objetivo apresentar a metodologia proposta para escolha destes setores e o estudo de viabilidade proposto para tal substituição.

## 2. Algumas Considerações Técnicas e Econômico-Financeiras

Conforme comentado no trabalho de Santos, Zamalloa, Villanueva e Fagá (2002), a energia elétrica é a forma de energia mais nobre que temos. Esta característica vem da versatilidade da energia elétrica ser transformada em outras formas como a térmica, cinética, mecânica, entre outras, com perdas menores se comparado com outras formas de energia.

O gás natural é a segunda forma de energia nobre. Não tem a versatilidade da elétrica, mas se mantém homogêneo ao longo do tempo com relação aos gases que o compõem. Além do fato de ser um combustível que se encontra na forma gasosa, ou seja, a mais propícia para se dar a combustão completa. Estas características garantem ao gás natural a regulação mais precisa dos equipamentos e a menor produção de poluentes, se comparado com outros hidrocarbonetos.

Estamos focando a utilização de energia elétrica para fins térmicos e analisar a substituição desta por gás combustível através da queima direta. A combustão é uma reação química de oxidação, onde é necessário um combustível (hidrocarboneto gasoso, por exemplo) e o comburente mais comum que temos: ar atmosférico. Desta reação química obtemos calor. A chama atinge uma certa temperatura (que pode ser calculada por interpolação com tabelas em livros de termodinâmica). Esta temperatura é função de vários fatores, como relação ar/combustível, características do comburente, temperatura do combustível e comburente, entre outros.

A transferência de calor da chama para destino, como uma caldeira, reservatório de água, ou outra destinação; se dá por convecção e radiação. Quanto maior a velocidade dos produtos da combustão, maior será a convecção. Quanto mais alta for a temperatura da chama, maior será a radiação.

Com relação à energia elétrica, existe ainda a transferência de calor por condução, onde um condutor pode transferir calor diretamente para o objeto a ser aquecido.

A metodologia leva em consideração estes diferentes comportamentos entre energia elétrica e queima de gás combustível para obter a energia térmica dos processos industriais. A seguir, veremos com mais detalhes os principais pontos diferenciais.

### 2.1. Radiação:

Quando um corpo é aquecido, seus elétrons ampliam suas órbitas atômicas. Se o aquecimento é muito grande estes elétrons começam a subir de nível atômico. Quando ocorre o resfriamento de um elétron este retorna ao nível inicial. Neste momento é emitida a radiação. No aquecimento de um corpo este processo é dinâmico, ou seja, ao mesmo tempo em que existem elétrons subindo de nível tem elétrons sendo resfriado.

A radiação térmica é um tipo de radiação eletromagnética que está compreendida entre 0,1 e 100 $\mu$ m, ou seja, parte da faixa do infravermelho, a faixa visível e a faixa ultravioleta. Se propaga à velocidade da luz.

Como depende dos elétrons, é dependente do tipo de molécula e dos átomos que a compõem, por exemplo, a chama que vemos nada mais é do que a radiação visível dos produtos da combustão aquecidos. Uma característica interessante é a queima de hidrogênio, que produz uma chama invisível aos olhos humanos. Em geral, quanto mais carbono possui o hidrocarboneto queimado, mais intensa e radiante é a chama, inclusive a olho nu.

Mesmo quando o queimador é cerâmico poroso radiante, a radiação significativa não é a produzida pela cerâmica, mas sim pela própria chama, segundo AGA (1967).

Esta característica faz com que em algumas aplicações comparativas entre gás natural, rico em metano, com uma molécula contendo um átomo de carbono, apresente uma radiação muito menor do que a queima de um óleo diesel ou óleo combustível, que possuem um número de carbonos muito maior em suas moléculas.

No caso da energia elétrica, novamente é importante observar que tipo de substância está sendo aquecida para produzir a radiação. O condutor é geralmente metálico, substâncias que contém vários elétrons e níveis atômicos. Aliada a esta característica dos metais, as temperaturas que conseguimos trabalhar com a energia elétrica são mais altas. Desta forma, em geral, equipamentos de radiação térmica elétricos podem produzir mais radiação do que os que funcionam com gás natural, por exemplo.

### 2.2. Temperaturas de processos:

Além da radiação, a própria eficiência do processo é dependente da temperatura. No caso da queima do gás, o comburente é o ar atmosférico, que contém 1 parte de oxigênio e 3,76 partes de nitrogênio. O nitrogênio passa pela reação química e é apenas aquecido, roubando energia da própria combustão. Se o excesso de ar é grande, a temperatura da chama será menor, pois mais nitrogênio será aquecido. Se o excesso de ar é negativo (com relação ao necessário para uma queima estequiométrica), a temperatura será maior, mas a combustão é incompleta, gerando monóxido de carbono, partículas de carbono e pelo fato da temperatura ser mais alta, parte do nitrogênio reage formando NO<sub>x</sub>, que irá resultar em chuva ácida.

Alterar esta condição é possível aumentando o percentual de oxigênio no ar, porém, fazer isso significa elevar os custos e não elimina a formação de NO<sub>x</sub>.

Com a energia elétrica a temperatura que conseguimos atingir pode ser muito superior se comparada com as obtidas com a combustão de gases hidrocarbonetos, além de poderem ser fontes com maior intensidade. Desta forma, os equipamentos podem ser mais compactos e podem apresentar uma maior produtividade nos processos produtivos.

Outro fator importante relacionado com as temperaturas de processos é quanto aos ajustes para obtenção das temperaturas exigidas. Os controles com energia elétrica são mais precisos e necessitam de uma quantidade menor de itens.

A conseqüência destas diferenças é custo de capital menor para equipamentos elétricos, maior produtividade e controles mais precisos destes. Tudo isto tem que ser pesado nos cálculos econômico-financeiros.

### 2.3. Qualidade da Energia:

A substituição da energia elétrica pela queima direta só poderá ser feita analisando a qualidade de energia elétrica existente. A substituição a ser feita é geralmente de uma energia elétrica com fator de potência de 1,0 e ausência de harmônicas. Ou seja, em uma indústria, a energia total pode estar com uma qualidade razoável devido à diluição destes efeitos colaterais causado pelos equipamentos que consomem energia elétrica. Uma vez que esta energia elétrica com qualidade deixa de fazer parte do todo, o restante pode apresentar um resultado muito pior quanto a fator de potência e harmônicas.

Hoje ainda não existe multa para harmônicas, mas estas afetam diretamente o sistema elétrico distorcendo a corrente e tensão, sendo que em alguns casos existe a necessidade de se colocar filtros específicos, ou isolar o circuito elétrico.

No caso do fator de potência, bancos de capacitores deverão ser incorporados para se garantir a qualidade da energia.

### 2.4. Análise Econômico-Financeira:

Segundo Jardim (2002), hoje em dia uma empresa se destaca de outra devido a sua “competitividade”, ou seja, segundo sua capacidade de ganhar dinheiro. Já Slack (2002), destaca que entre os cinco objetivos de desempenho da produção (custo, qualidade, rapidez, flexibilidade, confiabilidade) de qualquer produto ou serviço, o custo é o mais importante e para onde todos os demais convergem.

Se um produto vende pelo preço menor, o custo é diretamente relacionado ao sucesso da empresa. Se o produto não vende pelo preço e sim pela qualidade ou marca, o menor custo também é diretamente relacionado ao sucesso da empresa, porque ambos trazem a maior lucratividade. Para reforçar esta colocação, temos a pesquisa realizada pela FAAP com 102 grandes empresários, apresentada pelo artigo de Gurovitz e Blecher (2005), mostrando

que a missão das empresas, em primeiro lugar, para 82% dos empresários, é “dar lucro aos acionistas” (o segundo lugar era “ser ética nos relacionamentos” com 63%).

### 3. Metodologia para a Escolha dos Setores Industriais

A metodologia proposta seguirá as seguintes diretrizes:

#### 3.1. Dados levantados por Strapasson (2004):

Strapasson (2004) levanta informações relevantes com relação ao potencial dos seguintes macro setores da economia brasileira:

Indústria: Ferro e Aço > Química e Petroquímica > Metais Não-Ferrosos > Alimento e Tabaco > Minerais Não-Metálicos > Mineração > Têxtil e Couro. Esta divisão proposta toma como base o potencial máximo em tEPs que é possível atingir de substituição.

- |                             |   |
|-----------------------------|---|
| 1º) Ferro e Aço:            | - percentual de substituição máximo e mínimo: 15% - 11,11%;<br>- benchmarking: Holanda;<br>- potencial mínimo e máximo em tEPS: 160 a 310 10 <sup>3</sup> .     |
| 2º) Química e Petroquímica: | - percentual de substituição máximo e mínimo: 9,36% - 0,00%;<br>- benchmarking: Argentina;<br>- potencial mínimo e máximo em tEPS: 61 a 160 10 <sup>3</sup> .   |
| 3º) Metais Não-Ferrosos:    | - percentual de substituição máximo e mínimo: 57,93% - 38,88%;<br>- benchmarking: Austrália;<br>- potencial mínimo e máximo em tEPS: 92 a 156 10 <sup>3</sup> . |
| 4º) Alimento e Tabaco:      | - percentual de substituição máximo e mínimo: 9,36% - 7,27%;<br>- benchmarking: México;<br>- potencial em tEPS: 63 10 <sup>3</sup> .                            |
| 5º) Minerais Não-Metálicos: | - percentual de substituição máximo e mínimo: 9,73% - 2,66%;<br>- benchmarking: Venezuela;<br>- potencial mínimo e máximo em tEPS: 17 a 39 10 <sup>3</sup> .    |
| 6º) Mineração:              | - percentual de substituição máximo e mínimo: 29,90% - 0,00%;<br>- benchmarking: Reino Unido;<br>- potencial mínimo e máximo em tEPS: 26 a 39 10 <sup>3</sup> . |
| 7º) Têxtil e Couro:         | - percentual de substituição máximo e mínimo: 54,03% - 20,00%;<br>- benchmarking: Áustria;<br>- potencial mínimo e máximo em tEPS: 12 a 19 10 <sup>3</sup> .    |

#### 3.2. Situação Histórica:

O levantamento da situação histórica do seguimento industrial, identificando a idade média do parque fabril, irá sinalizar a maior ou menor dificuldade em substituir equipamentos e conseqüentemente fontes de energia. No caso da tecnologia de ar condicionado, a comparação entre o estado da arte entre países indicará um potencial de redução de energia e/ou substituição. Todos os macros setores de “3.1” possuem tecnologia atualizada, sendo o Brasil um dos principais países em produtividade e custos de produção.

#### 3.3. Situação Macroeconômica do Segmento:

De maneira geral, os macros setores priorizados e apresentados no item “3.1” os de Ferro e Aço, Metais Não-Ferrosos, Alimentos e Tabaco e Mineração encontram-se em pleno crescimento para atender a demanda gerada pelas exportações, principalmente devido à demanda da China. Grandes investimentos estão sendo feitos na área de Ferro e Aço pelo setor privado e empresas brasileiras passaram a atuar em outros países, comprando concorrentes de outros países. Metais Não-Ferrosos também está em franco desenvolvimento em vários setores, como cobre (o Brasil deixou de importar e caminha para exportar), alumínio (grandes investimentos do setor privado brasileiro e multinacional fizeram com que o Brasil ampliasse seu potencial exportador). Alimentos e Tabaco tem sido o grande responsável pelo bom desempenho brasileiro nas exportações, porém no caso de alimentos, com produtos em natura e com pouco valor agregado. A Mineração também cresce para atender a produção de metais. Química e Petroquímica encontra-se em recuperação, após um período de estagnação nos investimentos, onde já está em andamento a primeira planta de gás química e outras plantas de petroquímica estão sendo estudadas. Têxtil e Couro passou por uma reformulação, onde o setor de têxtil renovou seu parque para conseguir concorrer com os produtos chineses e couro está crescendo graças a investimentos na produção de produtos com mais valor agregado.

#### 3.4. Localização Física:

A localização física é importante para viabilizar as visitas a serem feitas in loco. Tendo como base a cidade de São Paulo, é necessário restringir a pesquisa de campo em uma região geográfica próxima a cidade de São Paulo, identificando, além da grande São Paulo, grandes centros regionais. A proposta é trabalhar na área compreendida entre

as seguintes cidades: Campinas, Sorocaba, Santos, São José dos Campos. A pesquisa das empresas será por CEP, com 5 dígitos, identificando assim as cidades da região delimitada.

### **3.5. Definição do Seguimento por Código CNAE-Fiscal:**

O código CNAE-Fiscal, antigo código CIU, será utilizado para identificar os setores. Dentro da base de dados utilizada Silva (2005) existe também o número de funcionários de cada empresa, representando subsídio para a definição do porte da indústria a ser escolhida.

Com o levantamento do gasto com energia de setores específicos, segundo a classificação dos macro setores feitas em “3.1”, irão delimitar o primeiro filtro do universo amostral a ser trabalhado. Como critério para restringir este universo, iremos identificar os 3 maiores setores de cada macro setor.

Uma vez identificados os setores, um segundo critério restritivo será a situação histórica de cada setor definido em “3.2”, que terá notas 3, 2, 1, segundo potencial de substituição. Outro critério será o do item “3.3” onde terá notas 3, 2, 1, com a mesma finalidade.

Com estes critérios de notas, iremos definir apenas um setor específico, dentro de cada macro setor identificado. A classificação seguirá a codificação descrita em “3.5”.

A delimitação final do universo amostral será feita considerando a área geográfica definida em “3.4”, considerando CEP com 5 dígitos.

Para selecionar os principais tipos de empresas, será feito a multiplicação dos valores dados, desta forma a seleção será feita pelas indústrias com resultados maiores.

Uma vez definido o universo amostral, uma análise econômico-financeira será feita para analisar o custo de operação com as opções elétrica e a gás, considerando diferenças exergéticas e de preços de tarifas praticados.

Para cada processo será feito um levantamento de equipamentos substitutos existentes. No caso de não haver, será feita uma ponderação e análise da viabilidade física de se desenvolver o equipamento.

Em todos os casos serão feitas análises de viabilidade técnica, ambiental, econômica e financeira. Havendo obstáculos para a substituição, propostas serão feitas para mitigarem ou eliminarem estes obstáculos.

Em um exercício preliminar da metodologia, os resultados alcançados foram: de um universo de 5 milhões de empresas, conseguimos restringir para cerca de 50 mil aplicando o filtro de localização do item “3.4”. Nesta região, a principal concentração de empresas se deu na área de Alimentos e Tabaco, Têxtil e Couro e Ferro e Aço. Destes macros setores, o de Alimentos é o que se encontra com o parque industrial mais antigo, tendo o maior potencial de substituição de tecnologia. A análise preliminar chegou a um total de cerca de 2000 empresas a serem pesquisadas. Dentro deste universo estaremos selecionando o tamanho das empresas, pelo número de funcionários (informação disponível no banco de dados que estamos trabalhando) para poder correlacionar com o tipo tarifário de cliente de energia elétrica. A estimativa é fechar um número de cerca de 1000 empresas, priorizando clientes com tarifa B3.

## **4. Discussão dos Resultados**

Através de visitas técnicas feitas pelo autor à Alcoa (MG), Tecfil (SP), Compagás (PR), Petrobrás (RJ), Shopping Ilha do Fundão (RJ), além de palestras realizadas e participação nos seguintes congressos e eventos: IVCBPE, 5º Enc. Prof. Merc. Gás, Gas Summit, Rio Oil&Gas, XCBE; o autor apresenta os seguintes comentários:

A energia elétrica é barata no Brasil. Mesmo com a tendência de aumento devido à necessidade de se construir novas hidrelétricas e/ou o funcionamento das termoeletricas, não afetará significativamente a diferença de preço entre energia elétrica e gás natural.

O gás natural tem um preço elevado no Brasil. Mesmo com a utilização futura do gás de Santos, o preço não será baixo, dado o custo de exploração em águas profundas. Em contrapartida, a eficiência térmica de equipamentos à GN ou GLP é menor se comparados a equipamentos elétricos.

A utilização de Co-geração em grandes consumidores de energia elétrica é descartada, exceto para projetos onde se utilizam o CO<sub>2</sub>. De 100 projetos analisados por especialistas da Petrobrás, 3 tiveram sucesso (cervejarias e fabricantes de refrigerantes).

Grandes empresas consumidoras de energia ou são multinacionais, ou tem profissionais capacitados a analisar qual a escolha de menor custo. O GN deve ocupar seu espaço de forma natural. Este espaço é hoje ocupado em clientes industriais que usam óleo, GLP e no caso da energia elétrica classe tarifária B3 e A4. A partir de A3 o cliente pode ir para o mercado livre, inviabilizando a disputa econômica.

Um ponto importante observado é que as empresas (de pequeno, médio e em alguns casos de grande porte) não têm uma estrutura que conheça energia. São, portanto, os melhores potenciais a serem trabalhados.

A seqüência dos trabalhos da tese, assim que for finalizada a definição do universo de empresas a serem pesquisadas, irá levantar informações quanto à existência ou não de tecnologia para substituição e finalizar com a análise econômico-financeira.

### **4.1. Existência de Tecnologia**

Um levantamento irá mostrar se existe ou não a tecnologia para ser feita a substituição, independente de onde ela se encontra.

Se existir atualmente a tecnologia, o estudo de viabilidade será feito considerando a aplicação desta tecnologia, sendo a tese um guia orientativo para a criação de políticas de fomento desta aplicação. Serão também apresentados os impactos ambientais de tal substituição.

Se não existir a tecnologia, uma análise técnica preliminar será feita mostrando se é possível desenvolver tal tecnologia, sendo a tese um guia orientativo para futuras pesquisas tecnológicas que irão desenvolver estas tecnologias.

#### 4.2. Viabilidade Econômico-Financeira

Neste grupo, serão realizados comparativos quanto aos custos de capitais e os custos operacionais.

Se houver viabilidade, a tese será um guia para o fomento deste novo segmento de substituição e poderá ser utilizada para planos de marketing das distribuidoras de gás, junto com as empresas que irão processar a substituição; políticas de incentivo dos governos.

Se não houver viabilidade, será apresentado o cenário atual que inviabiliza esta substituição e serão mostrados cenários onde a viabilidade poderá se dar. Neste caso, a tese apresentará o ponto de inflexão da viabilidade da tecnologia. Uma vez conhecendo estes pontos, os governos poderão criar políticas para antecipar este ponto de inflexão.

### 5. Conclusões

A eletrotermia não foi estudada em profundidade no Brasil e representa uma opção para a ampliação do uso de gás no Brasil, que hoje tem na indústria sua ancora, no caso do GN e atualmente se restringe a deslocar o GLP e óleo combustível.

A metodologia proposta tem todos os indícios para ser uma ferramenta eficiente na escolha de setores e segmentos industriais a serem trabalhados a substituição. Entretanto, somente com os resultados de campo é que estes indícios serão confirmados.

Os fatores econômico-financeiros são decisivos nas mudanças tecnológicas a serem propostas. A metodologia apresentada tem como base a aplicação de conceitos racionais utilizados em qualquer decisão administrativa empresarial, pontuando características relevantes, combinando estas pontuações, analisando histórico, tendências. E o empresário será o ator principal para o sucesso de qualquer substituição tecnológica. Se este ator não estiver convencido da viabilidade econômico-financeira da substituição, esta não ocorrerá.

Os resultados apresentados são específicos do quadrilátero pesquisado, caracterizando a concentração de alguns tipos de empresas. Através do banco de dados utilizado, comparações com outras regiões ou com o Brasil todo poderão ser feitas. Políticas industriais poderão ser criadas com a utilização desta metodologia.

A extrapolação para o resto do território brasileiro é possível, porém nem todo território irá receber o GN, fato que deve ser considerado neste tipo de extrapolação.

A metodologia poderá ser utilizada em outras regiões, como forma de planejamento estratégico de marketing das distribuidoras de GN e GLP ou para pesquisas futuras em outras áreas.

A continuidade dos trabalhos de campo irá encontrar uma estimativa mais palpável do volume de GN e/ou GLP que é possível ser utilizado para substituir a eletrotermia nos segmentos selecionados.

### 6. Referências

- AGA – American Gas Association, *Gas engineers handbook*. New York, Industrial Press. Cap. 5, seção 2, p. 2/46-2/99: Combustion of gas.
- BERMANN, C. *Os limites dos aproveitamentos energéticos para fins elétricos: uma análise política da questão energética e de suas repercussões sócio-ambientais no Brasil*. Tese de Doutorado FEM/UNICAMP, nov/1991.
- BERMANN, C. *Energia no Brasil: para quê? para quem?* Ed. Livraria da Física, 2ª ed., São Paulo, 2003.
- BERMANN, C. *Energia, licenciamento o apagão ambiental* Palestra apresentada em 13/08/2004, no seminário do PIPGE – IEE/USP.
- FERNANDES, F.; GUAGLIARDI, J. A. *A cultura do gás no Brasil: um desafio para o marketing social*. 3º Congresso Brasileiro de Petróleo & Gás, 2005.
- JARDIM, E. G. M. *Gestão da produção* – Apostila da disciplina de Gestão da Produção do MBA em Gestão Empresarial da FGV, FGV, Rio de Janeiro, 2002.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. *Administração da produção*. Atlas. 2ª ed., São Paulo, 2002.
- GUROVITZ, H.; BLECHER, N. *O estigma do lucro*. Exame, ed. 839, ano 39, número:6, de 30/Março/2005.
- SANTOS, E. M.; ZAMALLOA, G. C.; VILLANUEVA, L. D.; FAGÁ, M. T. W. *Energia, gás natural & sustentabilidade*. Tese de livre docência, 2004.
- SILVA, C. do Instituto LIDAS, desenvolveu extrator para trabalhar com informações da base RAIS (2003) e IBGE (2000).
- STRAPASSON, A. B. *A energia térmica e o paradoxo da eficiência energética: desafios para um novo modelo de planejamento energético*. Dissertação de mestrado – PIPGE – IEE/USP – São Paulo, 2004.