ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE A REDAÇÃO FINAL DA
TESE DEFENDIDA POR Yolanda Vieira de Abreu E APROVADA PELA
COMISSÃO JULGADORA EM 24 / 02 / 2003.
PROF. DR. SINCLAIR MALLET-GUY GUERRA
ORIENTADOR
Departamento de Energia
Faculdade de Engenharia Mecanica
Universidade de Campinas

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

Estudo comparativo da eficiência energética da indústria da cerâmica de revestimento via úmida no Brasil e na Espanha.

Autora: **Yolanda Vieira de Abreu**
Orientador: **Sinclair Mallet-Guy Guerra**

02/03

Digitized by Google

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS

Estudo comparativo da eficiência energética da indústria da cerâmica de revestimento via úmida no Brasil e na Espanha.

Autora: **Yolanda Vieira de Abreu**
Orientador: **Sinclair Mallet-Guy Guerra**

Curso: Planejamento de Sistemas Energéticos

Tese de doutorado apresentada à comissão de Pós Graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica, como requisito para a obtenção do título de Doutor em Planejamento de Sistemas Energéticos.

Campinas, 2001
SP – Brasil

Digitized by Google

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS

TESE DE DOUTORADO ACADÊMICO

Estudo comparativo da eficiência energética da indústria da cerâmica de revestimento via úmida no Brasil e na Espanha.

Autora: Yolanda Vieira de Abreu

Orientador: Prof. Dr. Sinclair Mallet-Guy Guerra

Prof. Dra. Maria Clara F. Ierardi
FEM/UNICAMP

Prof. Dr. André Tosi Furtado
IG/UNICAMP

Prof. Dr. Paulo Miranda Figueiredo Filho
IPEN/USP

Prof. Dr. Anselmo Ortega Boschi
CCET/UFSCAR

Campinas, 24 de fevereiro, 2003

Digitized by Google

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

Ab86e

Abreu, Yolanda Vieira de
Estudo comparativo da eficiência energética da indústria da cerâmica de revestimento via úmida no Brasil e na Espanha / Yolanda Vieira de Abreu. --Campinas, SP: [s.n.], 2003.

Orientador: Sinclair Mallet-Guy Guerra.
Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica.

1. Indicadores econômicos. 2. Eficiência industrial. 3. Energia - Industria. I. Guerra, Sinclair Mallet-Guy. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Mecânica. III. Título.

Digitized by Google

Dedicatória

A todos que influenciaram em minha formação espiritual, social e acadêmica.

Digitized by Google

Agradecimentos

Ao Ser superior que eu chamo de Deus, aos meus protetores espirituais, por terem me protegido e me concedido força e sabedoria.

Ao meu orientador Prof. Dr. Sinclair Mallet-Guy Guerra, que mostrou os caminhos a serem seguidos. À FAPESP que possibilitou financeiramente a realização do mesmo, além dos preciosos comentários do consultor, sobre o trabalho e seu andamento.

A minha família, em especial aos meus pais que me ensinaram a conhecer a importância da "escolha" durante a vida e em especial as minhas irmãs Ilze e Jaqueline.

Aos professores e diretores do Instituto de Tecnologia Cerâmica da Universitat Jaume I, em Castellón, Espanha: Dr. Gustavo Mallol Gasch, Dr. Eliseo Monfort Gimeno e ao Dr. José Luis Amorós Albaro que possibilitaram um estágio, nessa conceituada instituição, essencial para a melhoria de meus conhecimentos técnicos e científicos.

Aos meus amigos (em ordem alfabética) Aline de Oliveira Silva; Ana Lúcia de Medeiros; Isolda de M. Leningrado; João Celso Romachelli; Lucila Ferrari; Marcelo Grilo; Paulo Fadoni; Rosangela Estevan Rocha; Rogério Genro de Brum e tantos outros que me acompanharam nesta jornada.

Digitized by Google

“Somos formados e talhados pelo que amamos."
Goethe

Digitized by Google

Resumo

Abreu, Yolanda Vieira. *Estudo comparativo da eficiência energética da indústria da cerâmica de revestimento via úmida no Brasil e na Espanha*. Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2003. 119 p. Tese (Doutorado).

Este estudo propõe-se adaptar indicadores de eficiência energética, tanto físico-termodinâmico como econômico, para o segmento industrial de cerâmica para revestimento. Foi realizada uma análise comparativa dos dados de consumo energético tanto térmico como elétrico de dois países: Brasil e Espanha. O processo de produção de cerâmica para revestimento escolhido para este estudo foi o de via úmida, por serem comuns tanto para a industria brasileira, quanto para a espanhola. Como resultado desse trabalho foi possível construir indicadores de eficiência energética que fossem direcionados para esse segmento industrial, além de desenvolver uma metodologia a ser recomendada para estudos, que contribuam para promover processos industriais que possam conjugar a eficiência energética física-termodinâmica com a econômica. Tais indicadores poderão vir a contribuir na tomada de decisão das empresas em relação à melhor composição das fontes de energias que se deseja utilizar levando em consideração a parte econômica e física-termodinâmica Um dos principais resultados deste estudo é que a indústria brasileira de cerâmica via úmida ainda não consegue aproveitar todas as vantagens do poder calorífico do gás natural em suas fábricas. Portanto neste momento a utilização combinada de vários outros energéticos (carvão mineral, óleo combustível, GLP) em conjunto ou a utilização do gás natural com algum outro energético leva a uma maior eficiência energética do que a utilização somente do gás natural somente em suas fábricas.

Palavras-chave

Indicadores de Eficiência Energética; Indústria de Cerâmica; Meio Ambiente; Desenvolvimento Sustentável.

Digitized by Google

Abstract

Abreu, Yolanda Vieira. *A Comparative Study of Energy Efficiency in the Ceramic Casings Industry Using the Humid Production Process in Brazil and Spain.* Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2003. 119 p. Tese (Doutorado).

This study proposes to construct physical thermodynamic energy efficiency and economic indicators for the ceramics casing industry. For greater comprehension a comparative analysis was preformed of energy consumption between two countries, Brazil and Spain. The thermal and electrical data of both countries were compared. The humid production process of ceramic casings was analyzed in this study because of common utilization in the Spanish and Brazilian ceramic industries. Besides developing a recommended methodology for studies of industrial processes that combine physical thermodynamic energetic efficiency with economic efficiency this study constructed energy efficiency indicators specific to this industrial segment. Such indicators may contribute to decision making with regard to the energy choices available to a company as wells aide in an appropriate technology. Furthermore, this study may serve as an orientation for the formulation of efficient public policies of this industrial segment, especially where economic and environmental considerations can harmonize to promote sustainable development.

Key words

Energy Efficiency Indicators; Ceramics Industry; Environment; Sustainable Development

Digitized by Google

Índice

1. Introdução **1**

2. Referencial teórico sobre indicadores de eficiência energética **5**

2.1. Introdução 5

2.2. Tipos de Indicadores de Eficiência Energética 10

2.3. Os Indicadores de eficiência energética na indústria 22

2.4. Teoria econômica, desenvolvimento sustentável e indicadores de eficiência energética 24

3. Comparação e caracterização da indústria brasileira e espanhola de cerâmica para revestimento com processo de produção via úmida **30**

3.1. Processos de produção de cerâmica para revestimento 30

3.2. Panorama geral da indústria de cerâmica para revestimento no Brasil 33

3.3. Indústria de cerâmica para revestimento na Espanha 38

3.4. Posição da indústria de cerâmica para revestimento brasileira e espanhola no comércio exterior 45

3.5. Organização Industrial 48

4. Parâmetros para a construção de indicadores para a ICRVU **51**

4.1. Etapas para a construção de um indicador de eficiência energética, adaptado à industria de cerâmica para revestimento via úmida (ICRVU) 51

4.2. Descrição do processo de produção, via úmida, em sua totalidade 53

4.3. Descrição dos equipamentos que mais utilizam energia térmica ou elétrica 56

4.4. As fontes de energia mais utilizadas 61

5. Evolução do consumo de energia e a construção de indicador físico-termodinâmico para a energia térmica utilizada na ICRVU brasileira e espanhola **65**

5.1. Evolução do consumo de energia e os indicadores de eficiência energética 66

5.2. Indicadores físico-termodinâmicos de eficiência energética 69

5.3. Indicadores físico-termodinâmicos de eficiência energética para a energia elétrica consumida, pela ICRVU 78

6. Indicadores econômicos de eficiência energética para as energias térmica e elétrica das ICRVU brasileira e espanhola **83**

6.1. Indicador econômico-físico-termodinâmico de eficiência energética (IEFTEE ou Iec_{et})

Digitized by Google

para energia térmica 83

6.2. Indicador econômico-físico-termodinâmico de eficiência energética (IEFTEE ou Iec_{ee}) para energia elétrica 88

6.3. Algumas comparações entre o Iee e o Iec para a energia térmica e elétrica 89

7. Conclusões e sugestões para futuros estudos 91

Bibliografia 94

Anexo I: Dados sobre os combustíveis utilizados pela indústria espanhola de cerâmica via úmida 99

Anexo II: Características dos combustíveis 100

Anexo III: Tarifas do gás natural - 1998 a 2002 101

Anexo IV: Conversão dos energéticos utilizados na ICRVU brasileira em equivalente em GN. 103

Anexo V: Evolução dos preços máximos de venda de gás natural para usos industriais - 1998 a 2001 107

Anexo VI: Informativo ACER - 2001 108

Digitized by Google

Lista de Figuras

Figura 1:Representação esquemática dos fluxos de energia primária, secundária, final e útil com a indicação das perdas nos centros de transformação e no uso final. 16

Figura 2: Distribuição regional da capacidade instalada da indústria de revestimento cerâmico, com processo de produção via úmida no Brasil. 34

Figura 3: Evolução da certificação da qualidade da produção de revestimento cerâmico no Brasil - 1994 a 2001. 35

Figura 4: Porcentagem de certificação de qualidade na indústria de cerâmica de revestimento no Brasil. 35

Figura 5:Principais exportadores brasileiros de cerâmica para revestimento em 2000. 37

Figura 6: Porcentagem utilizada da capacidade instalada na Região Sul – SC – Brasil 1997/2001. 38

Figura 7: Principais cidades dentro da província de Castellón produtoras de cerâmica. 41

Figura 8: Produção total de cerâmica para revestimento na Espanha. 42

Figura 9: Principais cidades da província de Catellón produtoras de frita (vidrado fritado), esmaltes e corantes para cerâmica – 2000. 43

Figura 10: Vendas de revestimento cerâmicos no mercado interno espanhol. 46

Figura 11: Maiores exportadores de revestimentos cerâmicos. 46

Figura 12: Maiores consumidores mundiais de revestimentos cerâmicos –1996-1999. 47

Figura 13: Destinos das exportações brasileiras de revestimento cerâmicos. 48

Figura 14: Etapas de um processo de fabricação de revestimento cerâmicos via úmida. 56

Figura 15:Fontes de energia térmica e produção anual da ICRVU brasileira. 67

Figura 16: Fontes de energia em kcal e produção da ICRVU espanhola. 69

Figura 17: Resumo dos indicadores físico-termodinâmicos e de produção para a ICRVU brasileira. 72

Figura 18: Indicadores físico-termodinâmicos para a ICRVU espanhola. 77

Figura 19: Valores dos Iee_{et} para a ICRVU do Brasil e da Espanha. 77

Figura 20: Porcentagem da energia cogerada em relação à energia elétrica consumida pela ICRVU espanhola. Dados de 1988 a 1999. 81

Digitized by Google

Lista de Tabelas

Tabela 1: Energia primária, PIB e mudanças de intensidade energética – 1981 a 1991 [%/ano]. 7

Tabela 2: Principais problemas ambientais relacionados às fontes e usos da energia. 7

Tabela 3: Principais rejeitos gerados pela utilização de carvão e gás para fins de produção de eletricidade. Parâmetro – uma usina de 1GW(e)/ano. 8

Tabela 4: Comparação entre energia e exergia. 15

Tabela 5: Exportações de revestimento cerâmico entre 1990-2001 em milhões de m^2. 36

Tabela 6: Produção brasileira de revestimento cerâmico [10^6 m^2]. 37

Tabela 7: Vendas de revestimento cerâmico via úmida, no mercado brasileiro entre 1990 – 2001 [10^6 m^2]. 38

Tabela 8: Destinos das exportações, das industrias de cerâmica para revestimento (espanholas) por país. [% do total de exportações]. 45

Tabela 9: As principais características das três principais regiões produtoras de cerâmicas no Mundo. 50

Tabela 10: Principais equipamentos de produção de cerâmica que demandam energia - por ordem no processo via úmida. 53

Tabela 11: Principais transformações realizadas no produto, durante o ciclo de queima do suporte cerâmico já esmaltado. 57

Tabela 12: Densidade e eficiência de queima das fontes de energia - ICRVU. 64

Tabela 13: Fontes de energia térmica utilizada na ICRVU brasileira. 66

Tabela 14: Fontes de energia térmica utilizadas nas ICRVU espanholas. 68

Tabela 15: Indicador físico-termodinâmico de eficiência energética para a energia térmica - em [kcal/m^2] e em [te/m^2]*. Dados das ICRVU brasileira. 71

Tabela 16: Iee_{et} em [kcal/m^2] e em [te/m^2], dados das ICRVU espanholas. 76

Tabela 17: Iee_{ee} para o consumo da energia elétrica da ICRVU brasileira. 79

Tabela 18: Iee_{ee} para o consumo da energia elétrica da ICRVU espanhola. 79

Tabela 19: Valores de Iee_{ee} referente a uma ICRVU/BR. 82

Tabela 20: Indicador econômico-físico-termodinâmico ($Iec_{et,}$) para a energia térmica consumida pela ICRVU brasileira. 87

Tabela 21: Iec_{et} para a ICRVU espanhola. 87

Digitized by Google

Tabela 22: Iec_{ee} para a ICRVU brasileira. 88
Tabela 23: Iec_{ee} para a ICRVU espanhola. 88
Tabela 24: Comparação dos valores do Ieeee de energia elétrica tanto para a ICRVU brasileira como para a espanhola com os resultados de seus Iecee. 89
Tabela 25: Relação dos resultados dos Iee_{et} para a energia térmica e os valores dos Iec_{et} - $US\$_{et}/m^2$ para as ICRVU brasileira e espanhola para os anos 1998, 1999 e 2000. 89
Tabela 26: Relação dos resultados dos Iee_{et} usando somente GN para a energia térmica e os valores dos Iec_{et} em $US\$_{GN}/m^2$ para as ICRVU brasileira e espanhola para os anos 1998 e 1999. 90

Digitized by Google

Nomenclatura

ABEGAS - Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Gás Canalizado

ANFACER - Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimento

ANP - Agência Nacional do Petróleo

APEX - Agência de Promoção das Exportações

ASCER - *Asociación Española de Fabricantes de Azulejos y Pavimentos Cerámicos*

BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Social

BNH - Banco Nacional da Habitação

CM - Carvão Mineral

EEE - Economia do Estado Estacionário

ET - Energia Térmica

FDI - *Foreign Direct Investment*

GLP - Gás Liquefeito de Petróleo

GN - Gás Natural

GPC - Gás Pobre de Carvão

ICRVU - Industria de Cerâmica para Revestimento com Processo de Produção Via Úmida.

IEFTEE ou $\mathbf{Iec_{ee}}$ - Indicador econômico-físico-termodinâmico de eficiência energética para energia elétrica

IETF ou $\mathbf{Iec_{et}}$ - Indicador econômico-físico-termodinâmico de eficiência energética para a energia térmica

IFTEE ou $\mathbf{Iee_{ee}}$ **-** Indicador físico-termodinâmico de eficiência energética para a energia elétrica

IFTEE ou $\mathbf{Iee_{et}}$ **-** Indicador físico-termodinâmico de eficiência energética para a energia térmica

IMPIVA - *Instituto de la pequeña y mediana industria valenciana*

IPEAE - *Institut per a la Promoció d'Energies Alternatives i Estalvi Energètic*

Digitized by Google

IPEN - Instituto de Pesquisas Nucleares

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

ITC - Instituto de Tecnologia Cerâmica

MDL - Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

MME - Ministério das Minas e Energia

OC - Óleo Combustível

OCDE - Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico

PASEP - Patrimônio do Servidor Público

PIB - Produto Interno Bruto

PIS - Programa de Integração Social

SCGÁS - Companhia de Gás de Santa Catarina

SFH - Sistema Financeira da Habitação

SINDICERAM - Sindicato das indústrias de cerâmica para construção e de olaria de Criciúma

US$et/m^2 - Valor em dólar da energia térmica por metros quadrados

US$$_{GN}$/m^2 - Valor em dólar do gás natural por metros quadrados

V.E.T. - Valores de energia térmica

Digitized by Google

Capítulo 1

1. Introdução

A partir da crise energética da década de setenta e das principais conferências sobre meio ambiente, como a de 1972 realizada em Estocolmo; a de 1992 no Brasil e a de Quioto realizada em 1997, iniciou-se uma mudança de comportamento em relação ao consumo e utilização da energia. Tal processo de mudança levou à busca do desenvolvimento de critérios para substituir principalmente o petróleo e as outras fontes de energia fósseis e a promover o uso das energias alternativas e a eficiência energética.

Na década de setenta esse processo visava diminuir o peso da conta de petróleo na balança de pagamento dos países importadores. A partir da década de oitenta, além disso, crescia o interesse pelo desenvolvimento sustentável e sobretudo com a preservação dos recursos naturais e com a mudança do clima, provocadas pelo uso indiscriminado das fontes de energia.

A energia é um insumo ou produto, dependendo do uso final, de extrema importância para o desenvolvimento de qualquer sociedade. A partir das restrições econômicas e ambientais e a dificuldade de substituição do petróleo e dos combustíveis fósseis para gerar energia, consagrou a importância do estudo e aplicação da eficiência energética em todos os níveis de produção, consumo e distribuição da mesma.

Os critérios de escolha dos energéticos, para um determinado uso têm sido, em função dos seguintes itens:

Digitized by Google

- tecnologia;
- preço;
- disponibilidade no local;
- segurança de fornecimento e
- minimização do investimento fixo nas instalações.

Além destes critérios tem crescido a preocupação com os custos para o meio ambiente, já que a sociedade global está se organizando para cobrar dos que poluem o ar e utilizam os recursos naturais de maneira indiscriminada. Esta nova exigência, consolidada no Protocolo de Quioto, mesmo que não tenha sido assinado por todos os países, criou a necessidade das empresas incorporarem em suas previsões de custos o de poluição ou de mitigação.

Os países mais desenvolvidos, que são os maiores poluidores em todos os sentidos, têm se preocupado nas últimas décadas, em desenvolverem vários tipos de indicadores para medir o crescimento da eficiência energética e a incentivar as empresas a poluírem menos.

Este trabalho tem por objetivo desenvolver indicadores que possam medir a eficiência energética na industria e também medir quanto o crescimento econômico e o desenvolvimento tecnológico de uma indústria, pode influenciar para a diminuição da intensidade energética e melhora da eficiência energética. Em virtude deste objetivo foi escolhido um segmento da indústria brasileira e para efeito de comparação foi escolhido o mesmo segmento industrial de um outro país, com características políticas e econômicas parecidas: a Espanha. O segmento escolhido, para aplicação dos indicadores de eficiência energética, foi o da indústria de cerâmica para revestimento, com processo de produção via úmida.

O segmento produtivo e o país escolhido são resultados da necessidade de comparação entre aqueles com características semelhantes e expressiva representação de suas indústrias em relação ao comércio internacional e à produção mundial.

Uma observação que deve ser frisada, é que tanto o Brasil quanto a Espanha, além de serem grandes produtores deste tipo de cerâmica, apresentam semelhanças de política econômica e social, por terem aplicado o receituário neoliberal imposto pelo FMI e pelo Banco Mundial. Tal

Digitized by Google

atitude teve como conseqüência para ambos, recessão, desemprego, abertura da economia, reestruturação produtiva entre outras, que levaram a pesquisadora a escolher esse país, ao invés de outros possíveis. Neste caso a comparação se torna mais verídica, porque esse segmento industrial, tanto de um país como de outro, foi exposto a um cenário político, econômico e social muito parecido; o que poderá ser verificado, portanto, se os resultados foram os mesmos para este segmento industrial ou não, em relação ao crescimento econômico e a eficiência energética.

As metas e os objetivos específicos deste estudo são as seguintes:

- Pesquisar e descrever os tipos de indicadores de eficiência energética que são mais utilizados e descritos na bibliografia disponível sobre este assunto.
- Pesquisar os consumo energéticos das empresas brasileiras e espanholas do segmento de cerâmica para revestimento com produção via úmida.
- Estudar o processo produtivo desse segmento industrial e verificar a tecnologia utilizada nos dois países.
- Estudar e descrever a importância econômica, deste segmento industrial, nos dois países em questão.
- Descrever os principais focos de consumo energético no segmento industrial de cerâmica para revestimento via úmida.
- Desenvolver ou adaptar os indicadores de eficiência energética, mais compatíveis com os dados disponíveis (coletados) nesse segmento industrial, tanto para o Brasil como para a Espanha.
- Utilizar os indicadores explanatórios e explicativos para explicar os resultados e fazer as considerações necessárias para melhor compreensão do contexto que essa indústria esta inserida.

Este trabalho foi desenvolvido em sete capítulos, incluindo esta introdução. A proposta do segundo capítulo é discutir os referenciais teóricos sobre os indicadores de eficiência energética, colocando seus pontos favoráveis e deficiências para medi-las. Revela-se também aí o papel de tais indicadores para determinação de futuras cotas de carbono, ao se pensar no impacto ambiental dessa indústria.

Digitized by Google

No terceiro capitulo foi realizada uma descrição da indústria de cerâmica para revestimento, com processo via úmida, tanto para o Brasil quanto para a Espanha. Tal descrição mostrará como esta indústria se iniciou nos dois países, sua importância econômica, seu processo de produção e sua organização industrial.

No quarto capítulo foram descritos os parâmetros para a construção de indicadores para a industria de cerâmica para revestimento via úmida (ICRVU). Também foram determinadas as pré-condições para se construir tal indicador e descreveu-se o processo produtivo e as funções dos principais equipamentos que consomem energia.

O quinto capítulo refere-se ao estudo da evolução do consumo de energia e da construção do indicador físico-termodinâmico de eficiência energética, para a energia térmica e elétrica da ICVRU brasileira e espanhola.

O sexto capítulo refere-se a construção do indicador econômico de eficiência energética para a energia elétrica e térmica da ICRVU brasileira e espanhola.

O sétimo refere-se a conclusão deste estudo e a apresentação da necessidade de futuras atividades para a complementação do mesmo.

Digitized by Google

Capítulo 2

2. Referencial teórico sobre indicadores de eficiência energética

2.1. Introdução

O tema eficiência energética tem ganhado lugar importante na agenda política dos países mais desenvolvidos desde o Protocolo de Quioto[1] em 1997. Essa importância está associada às políticas de mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) e aos benefícios que a conservação de energia pode trazer, tanto para o consumo de energia, quanto para o eio ambiente. Neste caso, devem ser pensadas as questões relacionadas com as emissões do CO_2 e a necessidade de sua redução.

O efeito estufa, um dos principais riscos ambientais que o nosso planeta enfrenta, está intimamente associado ao consumo de energias fósseis (Mendonça e Gutierrez, 2000) A princípio pode-se afirmar que a intensidade energética medida pela razão entre o consumo total de energia e o produto da economia (PIB-Produto Interno Bruto), poderia ser uma medida que indique, mesmo em uma perspectiva ampla, a tendência de crescimento ou não no padrão de emissão de CO_2. A justificativa, para essa afirmativa, pode ser retirada da própria definição de eficiência energética, que normalmente refere-se a usar menos energia para produzir a mesma quantidade

[1]No Protocolo de Quioto foram recomendados níveis máximos de crescimento das emissões de gases poluentes pelos países desenvolvidos e regras para o mecanismo de desenvolvimento limpo.

Digitized by Google

de bens e serviços. Portanto, isso significaria que uma maior eficiência energética, seria uma maneira de mitigar a emissão de CO_2.

Os maiores emissores de gases de "efeito estufa", como o dióxido de carbono (CO_2), o metano (CH_4)e o óxido nitroso (NO_x), são os países desenvolvidos. Caberia a eles o compromisso de adotar políticas nacionais e medidas correspondentes para mitigar a mudança do clima. Há, no entanto, um compromisso comum a todos os países de elaborar e atualizar periodicamente inventários nacionais de emissões antrópicas por fontes e das ações realizadas para diminuir as emissões de gases de efeito estufa.

Nos países em desenvolvimento a tendência é aumentar o consumo total de energia, à medida que a economia cresce e maior parte da população começa a ter acesso à energia e a outros bens, que lhes eram negados, por falta de poder aquisitivo e infraestrutura. Com isso a produção de bens tende a crescer e o consumo de energia também. Nesses países a intensidade energética tende a crescer, porque estes tem dificuldades em ter acesso as novas tecnologias com menor consumo de energia.

Segundo Goldemberg (1997), nos países desenvolvidos, nas décadas de setenta e oitenta as novas tecnologias, disponíveis comercialmente, tornaram possível prover os mesmos serviços energéticos, com uma entrada de energia menor que a possível. Isso significou um "desacoplamento" entre o crescimento do PIB e o crescimento de energia nessas décadas.

Na Tabela 1 pode se verificar esse desacoplamento, ao notar que nos países da Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), o crescimento médio anual do consumo de energia no período (1981 a 1991) foi de apenas 1,4% a.a enquanto o PIB cresceu 3,7% a.a. Uma intensidade energética crescente trabalha na direção oposta, como se pode notar nos dados para a América Latina. Nessa região, enquanto o PIB cresceu 1,8% a.a., o crescimento do consumo de energia foi de 2,9% a.a no período.

Na década de noventa, os países desenvolvidos, voltam a ter, por várias razões, um crescimento do consumo de energia sendo uma delas a queda do preço do petróleo e seus

Digitized by Google

derivados.

Tabela 1: Energia primária, PIB e mudanças de intensidade energética – 1981 a 1991 [%/ano].

	$\frac{\Delta E}{E}$	$\frac{\Delta PIB}{PIB}$	$\frac{\Delta I}{I}$
Sul da Ásia	6,5	5,2	+1,3
Leste da Ásia	7,7	6,6	+1,1
América Latina	2,9	1,8	+1,1
África	4,1	2,7	+1,4
OCDE	1,4	3,7	-2,3

Fonte: Energy in Developing Country – A Sectorial Analysis, OECD/IEA, Paris (1994), IN: Goldemberg (1997)

Quando o PIB cresce o único meio para reduzir o aumento do consumo de energia é diminuir a intensidade energética. Portanto, essa é uma das principais opções para atenuar o aumento das emissões de CO_2 e moderar os impactos ambientais causados pelo uso de energia. Na Tabela 2 pode-se observar os principais problemas ambientais causados pelo uso de energia.

A produção de energia elétrica é um dos fatores que mais contribuem para o aumento de CO_2, na maioria dos países, exceto no Brasil, que pelo fato de sua geração de energia elétrica ser predominantemente hidrelétrica (96%), detém uma vantagem perante os outros países.

Tabela 2: Principais problemas ambientais relacionados às fontes e usos da energia.

Problemas Ambientais	Principal fonte causadora
Poluição urbana do ar	Energia (indústria e transporte)
Chuva ácida	Energia (queima de combustíveis fosseis)
Diminuição da camada de Ozônio	Indústria e Transporte Urbano, ar condicionado e *sprays*
Aquecimento por efeito estufa e mudança de clima	Energia (queima de combustíveis fosseis)
Degradação costeira	Transporte e energia
Desmatamento e desertificação	Aumento populacional e energia
Resíduos tóxicos, químicos	Indústria e energia nuclear

Fonte*: apud* Goldemberg (1997)

Na Tabela 3 pode-se observar os principais rejeitos gerados pela utilização do carvão e gás natural para fins de produção de eletricidade. O cálculo, para as emissões, foi estimado tendo como referência uma usina de 1GWe/ano. Os dados técnicos do carvão são: eficiência de 38%, poder calorífico de 8MWh/t, 7% de conteúdo de cinzas, densidade de 6,6t/m^3 e 1% de Enxofre (Mattos & Meldonian, IPEN, s/data).

Porém, esse quadro tende a mudar, com a introdução de termoelétricas a gás natural e

Digitized by Google

carvão mineral na matriz energética brasileira. O gás natural, normalmente, é citado como uma fonte mais limpa do que os outros combustíveis fósseis, para produção de energia elétrica, porém, isso só é verdade com relação à emissão de CO_2 e para comparação com países nos quais a energia elétrica é produzida por carvão.

A tendência nacional e mundial, quanto ao aproveitamento do gás natural como fonte alternativa de eletricidade, é de crescimento devido principalmente a três aspectos: (1) desenvolvimento de ciclos combinados, (2) expansão de sistemas de cogeração e (3) poucas restrições ambientais. No Brasil, a assinatura do contrato de compra do gás natural da Bolívia, tem contribuído para a expansão das termoelétricas e da cogeração na indústria.

Tabela 3: Principais rejeitos gerados pela utilização de carvão e gás para fins de produção de eletricidade. Parâmetro – uma usina de 1GW(e)/ano.

Estágio do ciclo do combustível	Carvão	Gás Natural
Extração	Água de drenagem contaminada c/ ácidos 10^5 kg de rejeitos sólidos 10^7 t de ganga de mineração	Metano Água de drenagem c/ alta acidez e sais metálicos Salmoura e borra de perfuração
Processamento	10^5 t de sólidos Particulados no ar Rejeitos líquidos perigosos	Rejeitos líquidos perigosos Emissões de SO_2 e NO_x Produtos químicos diversos Particulados no ar
Transporte		Metano
Queima	CO_2, NO_2, SO_2, Hg, outros metais pesados. $3x10^5$ t cinzas contaminadas com metais pesados e radioneclídeos $4x10^5$ t de $CaSO_4$ $5x10^4$ t de $Ca(OH)_2$ calor	Emissões de SO_2 e NO_x Calor Rejeitos de lavagem de caldeiras
Construção e desmontagem	Asbesto Remediação do solo Entulhos de demolições	Asbesto Remediação do solo Entulhos de demolições

Fonte: *apud* Mattos & Meldonian, IPEN, s/data

O debate sobre o efeito estufa e a medida adequada de preveni-lo tem, fortemente, apontado para a necessidade de basear as negociações que na avaliação e comparação da evolução da eficiência energética e na emissão de CO_2 em vários países. Essa comparação tornou-se muito difícil devido à falta de homogeneidade nas definições e medidas. Os indicadores calculados para medir a eficiência energética são diferentes de um país para outro; por isso a interpretação dos dados diverge consideravelmente. Essas divergências não impedem desses indicadores ainda

Digitized by Google

serem utilizados, muitas vezes, como instrumentos para determinar cotas de CO_2, principalmente para a industria.

Os indicadores de eficiência energética podem ser calculados de diversas formas. Segundo Bosseboeuf *et alli*, 1997 atualmente têm sido propostos cerca de 600 indicadores, para a composição do programa "Odyssee" (*On-line Data base on Yearly Assetment of Energy Efficiency*) da União Européia, mas o número de indicadores calculado por cada país, depende de suas necessidades especificas de informações. O mais importante, ao estudar e aplicar os indicadores de eficiência energética, é definir o tipo de macro e micro indicadores que serão utilizados e esclarecer as definições dos termos. Tal esclarecimento deve ser estendido, também, para os outros termos, como conteúdo energético, efeitos estrutura, atividade, substituição e todos os outros itens criados, utilizados, para determinar o indicador de eficiência energética para um país, indústria ou setor, já que estes ainda não estão padronizados mundialmente.

Em relação ao desenvolvimento sustentável, os indicadores, em geral, mostram como a quantidade de energia foi aproveitada ou não, mas não revelam o valor da energia necessária, para que os subprodutos e o lixo, sejam incorporados à natureza. (Polidoro, 2000:76). Os indicadores atuais contêm características negativas, que não levam ao resultado esperado, que é a sustentabilidade e a preservação da vida na Terra. Essas características negativas dos indicadores atuais, segundo Polidoro (2000:76), são:

- sua aplicabilidade tardia na cadeia causa-efeito;
- não são precedidos de uma descrição compreensiva de todas as condições físicas que devem ser encontradas em uma sociedade sustentável;
- os efeitos são diluídos na natureza tornando difícil sua detecção;
- é difícil associar um efeito a uma determinada ação da sociedade, devido aos mecanismos de retardamento;
- os indicadores não são capazes de detectar efeitos na natureza que ainda não ocorreram.
- Pode-se acrescentar a estas características mais algumas como:
- somente a preocupação com a emissão de CO_2 e a não inclusão de outras emissões tão perigosas, para a vida na Terra, quando esta;
- informações coletadas e analisadas, de modo parcial, não levando em considerações seus

Digitized by Google

efeitos nos ecossistemas;

- país hegemônico EUA, ainda não se posicionou, de modo adequado, quanto a regras vigentes, para evitar o crescimento das emissões de CO_2. Isso prova que o caminho para a solução desse problema deve vir da mudança de atitude por parte da sociedade, da ética, dos valores da sociedade capitalista, juntamente com as sanções econômicas.

Os indicadores de eficiência energética, principalmente nos países em desenvolvimento, serão mais confiáveis quando a sociedade se conscientizar da necessidade de mudança de comportamento e exigir seus direitos. Nesses países, o grau de injustiça social é tão grande que o ser humano, que não tem poder aquisitivo, é tratado sem direito à cidadania e à vida; vistos como seres "descartáveis". Portanto, não existe preocupação em preservar a saúde destes, com ações efetivas de proteção saúde, obrigando as industrias a não poluirem o ar, a àgua e o solo. Os países mais ricos também tratam os com menor poder aquisitivo *per capita*, da mesma forma obrigando-os a absorverem as industrias mais poluentes em seu território. Esse tipo de pensamento não proporciona uma melhora na condição de vida no Planeta Terra.

Tais indicadores, para serem bem sucedidos quanto à sua aplicabilidade, como instrumento de política ambiental e tecnológica, necessitam que os dados utilizados sejam os mais verídicos possíveis, para que o resultado seja o mais próximo da realidade. Tais resultados, mesmo com algumas deficiências metodológicas, poderão ser de grande utilidade para classificar as tecnologias existentes e as necessidades de mudanças nas mesmas, assim como orientar políticas ambientais, que levem a uma melhora na qualidade de vida na Terra.

É necessário que o Estado, normalmente responsável pela aplicação e determinação das políticas ambientais, esclareça as indústrias a respeito dos bens públicos e quais os direitos universais da sociedade.

2.2. Tipos de Indicadores de Eficiência Energética

Segundo Patterson (1996), podem ser detectados quatro grupos mais influentes de indicadores de eficiência energética:

1. Termodinâmico;

Digitized by Google

2. Físico-termodinâmico;
3. Econômico-termodinâmico;
4. Econômico.

O primeiro grupo refere-se às análises segundo as leis da termodinâmica, da eficiência da transformação de uma forma de energia em outra (eficiência energética); o segundo avalia os insumos energéticos necessários para produzir um determinado bem ou serviço e nesse caso, a energia que entra no sistema é mensurada em unidades termodinâmicas convencionais e a energia que sai do sistema em unidades físicas – exemplo: Energia que entra/tonelada de produto – (Consumo Específico de Energia); o terceiro é um indicador híbrido no qual o produto do processo é mensurado a preços de mercado e a energia que entra por unidades termodinâmicas convencionais – exemplo: Energia/PNB - (intensidade energética); o quarto indicador mede as mudanças na eficiência energética, puramente, em valores monetários tanto da energia que entra, quanto da que sai do sistema. (*apud* Patterson, 1996:377).

Indicadores termodinâmicos

Os indicadores termodinâmicos têm sido o caminho mais natural para mensurar a eficiência energética, tanto que a termodinâmica atualmente é freqüentemente definida como a ciência de processos energéticos. Porém, surpreendentemente, as medidas termodinâmicas de eficiência energética não são tão satisfatórias para medir a eficiência energética quanto podem parecer.

De qualquer modo, um atrativo para usar esse método quantitativo para medir a eficiência energética é que pode ser calculada no tocante à "função estado" do processo. Isso significa que é produzido por medidas únicas e objetivas dadas por um processo em um meio ambiente particular (descrito por temperatura; pressão; concentração, formula química; espécie nuclear; magnetização; etc.). Desse modo, para qualquer mudança nas condições físicas resultantes da dinâmica de alguns processos, as mudanças associadas, aos valores da "função estado", podem ser unicamente medidas ou atribuídas. (Patterson,1996:378).

A Primeira Lei da Termodinâmica, também conhecida como Princípio de Conservação de Energia, pode ser descrita como "A soma da energia mecânica e da quantidade de calor (que é

Digitized by Google

igual à energia total) de um sistema isolado é constante" (Goldemberg, 1983:35). Nesse caso a energia total do sistema inicial é igual à energia do sistema final, qualquer que seja o caminho seguido pelo sistema para passar do estado inicial ao final. A energia total do sistema é função do estado deste e não do caminho seguido pelo mesmo para chegar a esse estado.

A eficiência da primeira lei, ou entalpia, pode ser calculada por:

$$\text{Entalpia} = \frac{\text{Calor transferido ara o aparelho realizar sua finalidae } (\Delta \text{energia}).}{\text{Energia que entra no aparelho}}$$

O que está contido nesta definição é apenas o fato de que energia se conserva, mas não a melhor forma de se usá-la (Goldemberg, 1983:45). A utilização dessa lei não propicia uma idéia realista das melhorias, que podem ser realizadas em um dado sistema, para que se obtenha um melhor desempenho. Tal eficiência também não leva em consideração a qualidade da energia nem na entrada e nem na saída do sistema. Não é feita a distinção entre fontes com excelente qualidade energética, que são mais eficientes e produtivas, e fontes de baixa qualidade e menos produtivas. (*apud* Goldemberg. 1996:378).

A Segunda Lei da Termodinâmica parte do principio de que as diferentes formas de energia têm qualidades que lhes são características, chamada entropia. Essas formas de energia não podem ser indiferentemente convertidas, uma nas outras (o que é permitido pelo Princípio de Conservação de Energia) e determina a direção que essas transformações podem ocorrer, no Universo. A energia flui sempre de uma maneira tal que a entropia do sistema aumente, (*apud* Goldemberg, 1983). Isso acontece, porque a conversão do estoque de energia interna da biosfera (recursos fósseis, físseis e "fundíveis") passa necessariamente, ao menos na tecnologia conhecida, pelo ciclo térmico irreversível e portanto acelera a entropização (exceção a esta regra é a célula de combustível).

Segundo Lizarraga (1987), existem três questões básicas na formulação da Segunda Lei da Termodinâmica: a) degradação da energia; b) sentido de evolução dos processos; c) critérios de equilíbrio e estabilidade. Ainda, pode-se citar outras conseqüências como a determinação do rendimento teórico máximo dos ciclos e máquinas térmicas, a avaliação quantitativa da

Digitized by Google

degradação da energia provocada pela irreversibilidade, a definição de escala termodinâmica de temperatura e o desenvolvimento de meios para avaliação de propriedade, tais como: energia interna e entalpia. Estas se referem às propriedades que são mais rapidamente obtidas experimentalmente.

Segundo Patterson (1996:380), a Segunda Lei da Termodinâmica tem como base à definição do limite ideal dos processos que é um ponto importante para a teoria da conservação de energia. Tal lei dá uma definição de eficiência termodinâmica de 100% ou a unidade, permitindo que se tenha uma idéia das melhorias que podem ser realizadas pelos técnicos, porém sua aplicabilidade é restritiva ao mundo dos sistemas ideais.

$$\varepsilon II = \frac{\text{Consumo teórico mínimo de energia para realizar uma dada tarefa}}{\text{Energia efetivamente consumida para realização da tarefa em questão}}$$

$$\varepsilon II = \frac{W}{Q_0}$$

onde:

W= energia útil

Q_0= energia requerida

A primeira limitação desse método é que assume perfeita reversibilidade, que é equivalente a assumir, reduzir os processos infinitesimalmente. Os processos no mundo real são realizados em um período de tempo finito. A segunda limitação do método "limite ideal" de definição de eficiência energética é que este não contabiliza as entrada de energias indiretas. No método de "limite ideal", por não incluir a entrada de energias indiretas, o "problema da qualidade de energia" permanece e inevitavelmente terá a multiplicidade de diferentes tipos de energia que necessitam, de alguma maneira, de equivalência.

Alguns estudiosos defendem o uso desses indicadores, tendo como base de calculo a exergia, porém esse método não resolve as dificuldades apresentadas. Segundo Nogueria et alli. 1994 para Baehr, (1965) pode se definir "a exergia como a parte transformável da energia, e a energia como a parte intransformável" e para Szargut *et al* (1988) "a exergia, de uma forma geral,

Digitized by Google

como a capacidade de um tipo de energia ser convertido em outros tipos".

Os processos termodinâmicos podem ser reversíveis ou irreversíveis. Nos processos reversíveis toda energia convertida de uma forma em outra pode e consegue ser aplicada para restaurar o sistema e o meio ambiente ao estado inicial, antes do inicio do processo, sem deixar quaisquer vestígios da ocorrência do processo. Assim, os processos reversíveis são ideais. Nos processos irreversíveis tal restauração não é possível, porque ocorrem perdas na transformação de uma forma de energia em outra.

Segundo Kotas (1995) as formas de energia podem ser classificadas em ordenadas e desordenadas. As principais características da energia ordenada, segundo Oliveira Júnior (1996:19), são: 1- conversão de uma forma de energia ordenada em outra é total, se realiza reversivelmente; 2 - podem ser analisadas apenas pela Primeira Lei da Termodinâmica; 3 – os parâmetros do meio ambiente não são necessários para o cálculo de energia ordenada transferida de um sistema a outro; 4 - a transferência de energia ordenada, entre dois sistemas, manifesta-se como uma interação do tipo trabalho na fronteira que separa os sistemas (trabalho é energia ordenada em trânsito).

As condições para haver conversão de energia desordenada (energia interna, radiação térmica, energia química) em energia ordenada, segundo Oliveira Junior, (1996:20) são:

- processos de conversão devem ser reversíveis;
- limite superior de conversão depende dos parâmetros termodinâmicos do sistema no qual a energia está armazenada e daqueles do meio ambiente;
- a análise dos processos de conversão deve envolver o uso da Segunda Lei da Termodinâmica;
- a conversão de energia é em geral acompanhada por mudanças nas entropias dos sistemas que estão interagindo.

O objetivo principal da análise exergética é detectar e avaliar quantitativamente as causas da imperfeição termodinâmica do processo sob consideração, permitindo localizar os pontos onde ocorrem as destruições de exergia e classificá-las segundo a magnitude das perdas. (Horta Nogueira *et al*, 1994). As diferenças entre energia e exergia, segundo Szargut (1980) podem ser

Digitized by Google

observadas na Tabela 4.

Tabela 4: Comparação entre energia e exergia.

Energia	Exergia
Obedece à lei da conservação	Não está sujeita a essa lei
É função do estado da matéria sob consideração.	É função do estado da matéria sob consideração e da matéria do meio ambiente.
Pode ser calculada baseando-se num estado de referência qualquer.	O estado de referência é imposto pelo meio ambiente, o qual pode variar.
Aumenta com o crescimento da temperatura.	Para processos isobáricos alcança um mínimo na temperatura do meio ambiente; nas temperaturas menores ela aumenta quando a temperatura diminui.
No caso do gás ideal não depende da pressão.	Sempre depende da pressão.
Para um vácuo ideal iguala-se a zero.	Para um vácuo ideal é positiva.

Fonte: Szargut (1980)

Este tipo de análise pode ser utilizado no projeto de equipamentos ou sistemas, estabelecendo como objetivo a minimização da destruição de exergia, juntamente com outros aspectos. Este método também possibilita separar a perda de exergia por unidades do processo, porém como alerta Szargut *et al* (1988) mesmo assim é impossível avaliar exatamente as perdas de exergias atribuídas à diferentes tipos de irreversibilidades, a menos que suposições arbitrárias sejam feitas com a finalidade de separar os fenômenos físicos e químicos.

Outro item importante que se deve conhecer para melhor estudar os indicadores termodinâmicos são as diferenças entre energia útil e energia final[2]. Para tal fim, será descrito o processo de transformação da energia primária até chegar a diferença entre estes tipos de energias.

As fontes energéticas apresentam-se em diferentes formas na natureza, em distintos níveis de refinamento que vão da lenha à nuclear. Em uma avaliação global de um sistema energético é conveniente expressar todas as formas de energia de maneira unificada. Para definir qual o indicador de eficiência energética mais adequado a ser desenvolvido é importante que se caracteriza o tipo de energia que será utilizada para a avaliação do sistema.

[2]Esse item foi escrito a partir do texto de Alvim et al, "Energia Final e Equivalente – Procedimento Simplificado de Conversão", Revista Economia e Energia, N. 18 – Jan/Fev., 2000 – Internet.

Digitized by Google

Pode-se classificar as fontes energéticas em primárias e secundárias, que são os produtos energéticos providos pela natureza na sua forma direta, como petróleo, gás natural, carvão mineral, minério de urânio, lenha. Outras formas de energia primária para produção de energia elétrica são: hidráulica, eólica, solar e nuclear.

Os produtos primários, como por exemplo o petróleo, passam por um processo de transformação que os convertem em formas mais adequadas para os diferentes usos. O local onde se realiza este processo é denominado genericamente de centro de transformação. Nesse exemplo, o centro de transformação é a refinaria, onde são obtidos produtos de uso direto, como a gasolina, o óleo Diesel, o querosene, o gás liqüefeito e outros classificados como energia secundária. Em alguns casos, uma fonte secundária, como o óleo combustível obtido do petróleo, passa por um outro centro de transformação onde é convertido em eletricidade (Ver Figura 1).

Pode-se definir a energia final como aquela recebida pelo usuário nos diferentes setores, seja na forma primária, seja na secundária. A chamada energia final só o é do ponto de vista do setor energético e, simplificando, representa a forma em que a energia é comercializada.

Em cada unidade produtiva, indústrial ou agrícola, ou em outro setor de consumo, como o residencial, comercial ou público, a energia tem diferentes usos como motriz, iluminação, aquecimento, etc.

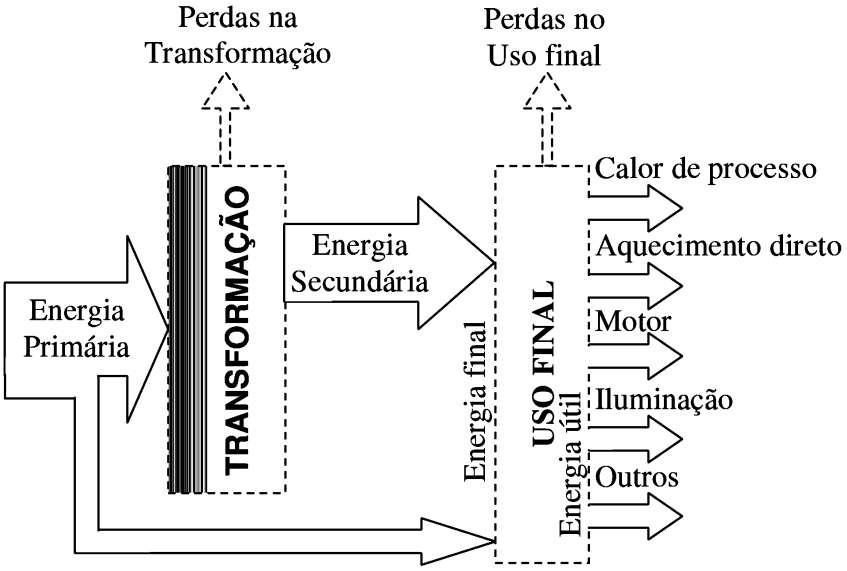


Figura 1:Representação esquemática dos fluxos de energia primária, secundária, final e útil com a indicação das perdas nos centros de transformação e no uso final.

Fonte: Alvim et al, 2000

Digitized by Google

Pode-se notar na Figura 1 que a energia final inclui a energia primária de uso direto. Em um esquema mais completo deve-se considerar ainda outros tipos de perdas, exportações e importações nas diversas etapas, bem como ajustes metodológicos ou de dados.

Para converter a energia, chamada final na forma em que ela é usada, passa-se ainda por um processo que implica perdas, sendo necessário considerar uma eficiência de uso ou rendimento. No caso do uso motriz, parte da energia é transferida ao eixo do motor e parte é dissipada na forma de calor. Denomina-se rendimento a razão entre essa energia na forma que é usada, denominada energia útil, e a energia final ou seja:

[Energia Útil] = rendimento * [Energia Final].

De maneira geral, pode-se elaborar um Balanço de Energia Útil da seguitne forma:

[Energia Final] = [Energia Útil] + [Perdas no uso].

Em um balanço de energia útil os usos são agrupados em: Força Motriz; Calor de Processo; Aquecimento Direto; Iluminação; Eletroquímica; Outros. Para elaborar um balanço de energia útil é necessário dispor, para cada atividade, da energia final utilizada por fonte energética. Para cada uma das fontes é necessária a distribuição pelos diferentes usos e o dos rendimentos em cada um desses usos. A soma dos valores em energia útil tem, pois, a vantagem de levar em conta os diferentes rendimentos, para um mesmo uso, dos diferentes energéticos.

A utilização da soma das parcelas representando os diferentes usos para compor a energia útil, apresenta, no entanto, o inconveniente de uma valorização que depende do tipo de uso. Por exemplo, um combustível, como a lenha é usada para gerar calor de processo em uma indústria com eficiência, aproximadamente de 75%. O óleo Diesel é usado, na mesma indústria, para gerar, força motriz com uma eficiência de 30%. Quando somados os dois combustíveis, na forma de energia útil, eles aparecem com um fator de mérito que não corresponde a sua potencialidade. Com efeito, o óleo diesel poderia ser usado, com uma eficiência superior à lenha para calor de processo e, quando usado como força motriz, também apresentaria uma eficiência maior a que seria obtida através da lenha em uma máquina a vapor.

Para elaborar um indicador termodinâmico como, por exemplo, de uma indústria,

Digitized by Google

utilizando-se da energia útil, exige-se muito tempo do pesquisador e livre acesso, dentro da indústria a ser analisada, para medir e estudar o processo produtivo (minuciosamente) e o rendimento de cada máquina, motor, forno e outros equipamentos que utilizam energia para o seu funcionamento. Tal procedimento ainda não traria garantia de que não haveriam falhas, na contabilização da energia útil do processo.

Indicadores físico-termodinâmicos

Esses indicadores têm a vantagem de, usando medidas físicas e termodinâmicas, poderem mensurar objetivamente qual o consumo requerido atualmente pelo uso final. Por ter a possibilidade de contabilizar o produto final em quantidades físicas, estes podem ser prontamente comparados e analisados em séries temporais.

Para medir a eficiência energética o indicador físico-termodinâmico não é tão direto quanto parece, por causa da assim chamada ligação produtiva. A dificuldade esta na localização e analises das diferentes entradas e saídas de energia na indústria, para cada linha de produto. Como, por exemplo, um dado montante de entrada de energia é requerido para produzir dois produtos provenientes de uma fazenda de ovelhas: madeira (t) e carne (t). O problema surge quanto da entrada de energia (ΔH,) tem de ser alocado para as diferentes saídas (t) em seqüência para produzir o indicador desejado. Esse indicador é restrito para medir a eficiência energética geral do processo, tendo como base que ele permite comparar somente serviços que tem o mesmo uso final (Patterson,1996:381-386).

Indicadores econômico-termodinâmicos

Esses indicadores são híbridos, porque a energia que entra estará sendo mensurada em unidades termodinâmicas e na saída do sistema em valor monetário. Podem ser aplicados em diversos níveis de agregação das atividades econômicas: setorial, indústrial ou a nível nacional. São muito utilizados para comparação entre países.

O problema dessa metodologia, para comparação entre países, está na composição do Produto Interno Bruto (PIB) ou Produto Nacional Bruto (PNB), que são calculados segundo a

Digitized by Google

metodologia da ONU, adaptados teoricamente à realidade de cada país. Porém, setorialmente, encontra-se o mesmo problema metodológico, porque os dados são manipulados e podem não representar a realidade.

Indicadores econômicos

Esses indicadores têm como característica principal a mensuração da energia de entrada e saída em valor monetário. O maior problema desse indicador é a determinação do valor monetário da energia de entrada. A idéia é criar um "preço ideal" porém esse no tempo se torna instável e precisa ser recalculado. Outra idéia seria a de construir uma medida para o "custo da energia conservada". Essa medida teria a vantagem de informar o público, de quanto em valor monetário teria sido poupado, com a implantação de medidas de eficiência energética.

Esse método de "preço ideal" tem por princípio que a melhor tecnologia esta disponível para todos e não leva em consideração as variáveis exógenas que podem influenciar na eficiência energética, como políticas econômicas, sociais e energéticas de cada pais, diferentes recursos naturais e diferenças climáticas. Os preços ideais provavelmente seriam determinados a partir dos parâmetros encontrados nos países em desenvolvimento, onde as melhores tecnologias e informações estão disponíveis e acessíveis ao consumidor. Essa hipótese parece atraente, porém não funciona nos países em desenvolvimento ou subdesenvolvidos, porque estes não têm acesso às melhores tecnologias disponíveis ou estas não são adequadas à realidade social e econômica desses países. Existe também um questionamento se um indicador puramente econômico, poderia não ser, verdadeiramente, um indicador de eficiência energética. Por exemplo, o indicador econômico para uma indústria ou setor é determinado pelos preços dos produtos finais multiplicado pela quantidade total dos mesmos. Isso torna os valores finais encontrados através destes indicadores econômicos/energéticos vagos, se utilizados sozinhos sem uma outra analise complementar, porque os preços podem variar e a qualidade do produto também,não refletindo a eficiência energética.

Segundo Bosseboeuf *et al* (1997), para definir e caracterizar a eficiência energética de um país, pode-se também utilizar os macro-indicadores que reportam a economia como um todo (macroeconomia) ou os principais setores (indústrial, agrícola, etc.) ou somente os principais uso

Digitized by Google

finais. A macroeconomia tem como objeto de estudo as relações entre os grandes agregados estatísticos: a renda nacional, o nível de emprego e dos preços; o consumo, a poupança e o investimento total. Ao detectar as forças gerais que impelem os agregados em determinadas direções, a macroeconomia estabelece as chamadas forças de "ajuste" ou "equilíbrio". Ao estabelecerem essas forças, podem afetar o investimento, os juros, a demanda, a oferta, as exportações e importações e no final toda a economia tem que se ajustar às regras impostas pela política macroeconômica vigente.

Nos últimos anos a política macroeconômica vem sendo dominada pelo grupo dos monetaristas, que têm por princípio enfatizar o papel desempenhado pela demanda de moeda e crédito, opondo-se frontalmente à intervenção do Estado. As regras determinadas pela política macroeconômica afetam as indústrias levando a uma oscilação na demanda total do produto e serviço, à substituição entre fatores de produção, variações nos preços e no câmbio que podem determinar um maior ou menor crescimento nas exportações e importações. As variações no preço para cima, da energia ou de suas fontes, podem incentivar a aquisição ou desenvolvimento de tecnologias, que consomem menos energia por produto final, ou levar a uma mudança na manutenção dos equipamentos já existentes e no controle e modo de uso da energia. Por isso, Nagata (1997) declara que os principais impactos, no consumo energético, podem ser divididos em mudanças na tecnologia, na operação e manutenção dos equipamentos e os de impactos macroeconômicos.

Existem também os micro-indicadores que podem ser definidos como microeconômico. Estes englobam, nessa área de eficiência energética, os seguintes itens:

- Comportamento do consumidor em relação ao preço da energia e a utilização de aparelhos mais eficientes.
- Determinação dos custos marginais da energia, dos de capacidade e dos de expansão para uma estrutura desagregada (custo incremental unitário).
- As implicações das variáveis do modelo de equilíbrio geral, que determinam os preços sombras, para o consumidor final. Como: preços eficientes, preços sociais e outras.
- Curvas de oferta e demanda para a energia.
- Previsão de demanda de energia.

Digitized by Google

Os indicadores microeconômicos podem também utilizar-se das ferramentas de engenharia econômica, para medir o custo efetivo de investimentos de eficiência energética, como: o retorno do investimento simples, o custo de energia economizada (CEE), a taxa interna de retorno (TIR) e o custo do ciclo de vida (CCV) ou o custo de vida anual (CCVA). Esse método pode auxiliar o consumidor e as empresas a decidirem a tecnologia a ser adquirida e o melhor investimento.

Além dessa tipologia de indicadores macro e micro indicadores, uma outra tipologia também é citada por Bosseboeuf *et al* (1997), como: indicadores econômicos, tecno-econômico, descritivos e explanatórios. Os indicadores econômicos e técnico-econômicos fazem parte dos quatro indicadores básicos tratados por Patterson, 1996 e, neste trabalho no item 2.2. Por esse motivo, neste momento, não trataremos deles.

Duas outras categorias de indicadores têm sido identificadas de acordo com os seus próprios propósitos para descrever a situação e a evolução da eficiência energética, sendo o primeiro indicador conhecido como descritivo; o segundo como explicativo ou explanatório. Tais indicadores explicam e analisam os fatores que permeiam a situação e evolução da eficiência energética e o papel desta na evolução do consumo de energia. Eles tomam como referência duas noções básicas de eficiência:

- eficiência econômica: maior produto, melhor padrão de vida com o mesmo ou menor montante de energia (e redução de emissões de CO_2);
- eficiência tecnico-econômica: redução na energia específica que se deve à melhoria técnica, mudanças no comportamento, melhor gerenciamento, etc. Esses itens podem referir-se aos indicadores econômicos e tecno-econômicos.

Os indicadores descritivos são designados para descrever e interpretar alguns aspectos da eficiência energética que não são facilmente captados pelos indicadores tecnico-econômicos e econômicos quando fechados em si mesmos. Normalmente é necessária a combinação de vários indicadores descritivos, para interpretar a tendência na intensidade energética, relatando o consumo energético em valor monetário (PIB, valor adicionado) e unidade consumida ou consumo específico relatando o consumo energético para um valor físico (número de carros, produção de aço, cimento, empregos).

Digitized by Google

O indicador explanatório ou explicativo é utilizado primeiramente para explicar a razão para a variação na descrição dos indicadores, como por exemplo, o progresso ou deterioração da eficiência energética para um dado país ou de um setor indústrial. Em particular, um dos objetivos perseguidos naquela circunstância é identificar o papel respectivo da mudança na tecnologia, das mudanças estruturais e comportamentais, etc. Em segundo lugar, esses indicadores poderão ser utilizados para explicar as diferenças entre países (por exemplo, parâmetros climáticos; tamanho de residências, etc).

Os indicadores explicativos são diretamente derivados de outros indicadores econômicos, ou calculados como um novo – que reflita os efeitos estrutura na indústria e de todos os efeitos técnico-econômicos.

2.3. Os Indicadores de eficiência energética na indústria

Segundo Phylipsen *et al* (1997), o consumo energético no setor indústrial é determinado pelo nível de atividade, estrutura do setor e a eficiência energética. As mudanças no consumo de energia das indústrias não são exclusivamente relacionadas a melhoramentos em eficiência energética nos processos indústriais, mas também a vários outros fatores: políticos, econômicos e ambientais. Tais fatores podem determinar que a indústria de um país pareça ser mais intensiva em energia do que em outro, ainda que a diferença possa ser essencialmente baseada sobre diferenças estruturais. (Schipper, 1996; Eichhammer e Mannsbart, 1997).

O principal objetivo dos indicadores energéticos na indústria é proporcionar um entendimento maior da influência técnico-econômica no total do consumo final de energia na indústria e individualmente dos subsetores ou filiais.(Eichhammer e Mannsbart, 1997) Os resultados da analise dos indicadores de eficiência energética podem ser utilizados também para os seguintes fins:

- direcionar as mudanças no consumo energético;
- estabelecer políticas de eficiência energética;
- estabelecer políticas ambientais;

Digitized by Google

- orientar estabelecimento do preço da energia;
- propiciar mudança no comércio dos bens energo-intensivos ou no produto final;
- indicar os impactos estruturais para melhorar a eficiência energética;
- servir de instrumento para mensurar o sucesso da política de negociação das reduções das emissões de CO_2.

Para realçar a aplicação prática da analise dos indicadores é importante descrever a ligação/vínculo (ou não ligação) entre a eficiência energética e as possíveis forças dirigentes, como as políticas de eficiência energética e a ambiental, pesquisa energética, desenvolvimento e mudanças nos preços da energia. Para uso prático desses indicadores sempre é necessário simplificar a apresentação através da construção daqueles agregados apropriados para a maior parte dos usos dos efeitos estruturais (Eichhammer e Mannsbart, 1997)

As mudanças estruturais, os efeitos do comércio internacional e as permanentes mudanças no consumo de energia são principalmente determinados por melhoramento na eficiência. Tais melhoramentos podem ser explicados principalmente por várias mudanças tecnológicas, bem como influenciados por outros fatores, como:

- mudanças na eficiência técnica;
- substituição de processos tecnológicos;
- alteração no mix das matérias primas que são utilizadas na produção ou nos processos de produção, (por exemplo: processos de produção de cerâmica de via seca para via úmida, ou vice-versa) que reduzem a demanda de energia do processo.

No caso de substituição de matéria prima, por exemplo, se os produtos tiverem a mesma qualidade e a mesma aplicação para o velho e o novo processo, a substituição deve ser tratada como um melhoramento da eficiência energética ou mudança intra-indústrial. O mesmo depoimento pode caber quando os materiais são reciclados. Materiais reciclados, nem sempre tem a mesma qualidade e aplicação quanto aos produtos primários e, nem sempre pode ser usado completamente como substituto. (Eichhammer e Mannsbart, 1997:761)

Para Schipper e Grubb (2000), existem evidências da sensibilidade ao preço da energia, no uso da eficiência energética das indústrias. Foi detectado, por Schipper e Grubb (2000), nos anos

Digitized by Google

noventa um aumento na intensidade energética presumidamente induzida por preços baixos da energia. Porém, um pequeno aumento na intensidade nos recentes anos poderia não ser surpreendente ou inesperado para os países estudados (países membros da Internacional Energy Agency). Notou-se o declínio na intensidade energética antes de 1973, quando o preço da energia estava caindo. Isso sugestiona a pensar que existe um componente externo ao preço da energia, que também é responsável por esse declínio relativo. Tal pesquisa aponta, no longo prazo, o progresso técnico como responsável pelo declínio da intensidade energética. Essa melhora continua na eficiência, em si mesmo, estimula o aumento da produção e por essa razão o uso de energia, cresceu. Isso aconteceu porque abaixando os custo da energia, libera o uso de mais energia para outros fatores da produção. O efeito que proporciona o crescimento do uso de energia, é imediato, porém o desenvolvimento de novas tecnologias requer tempo. Outro fator é que o melhoramento na eficiência energética pode estimular o crescimento econômico, o qual volta a estimular maior uso de energia.

2.4. Teoria econômica, desenvolvimento sustentável e indicadores de eficiência energética

Os indicadores de eficiência energética, quanto utilizados para determinar cotas de poluição para indústria ou país, podem servir de instrumentos de comando e controle, defendidos tanto pelos economistas vinculados à concepção neoclássica como pelas correntes alternativas a esta.

Na visão da corrente de interpretação neoclássica, o sistema econômico é visto como suficientemente grande, para que o meio ambiente se torne uma restrição à sua expansão, mas uma restrição apenas relativa, superável indefinidamente pelo progresso científico e tecnológico. Tudo se passa como se o sistema econômico fosse capaz de se mover suavemente de uma base de recursos para outra à medida que cada uma é esgotada, sendo o progresso científico e tecnológico a variável chave para garantir que esse processo de substituição não limite o crescimento econômico no longo prazo. Trata a questão de meio ambiente como externalidades e por isso admite a intervenção do Estado para corrigir as falhas de mercado. Utilizando-se dos custos de degradação e do fazer valer preços. A intervenção do Estado se daria através de medidas de comando e controle para casos específicos (taxação pigouviana e outras) e na maioria dos casos utilizando instrumentos de mercado (Romeiro, 1999).

Digitized by Google

A corrente neoclássica supõe que se o valor atribuído ao meio ambiente aumenta com o tempo, deslocando a curva dos custos de degradação, assim passa a haver um estímulo para a introdução de novas tecnologias, que poupem o uso dos serviços de deposição de resíduos consumidos por determinado bem. Para tal corrente o problema ambiental seria resolvido pelo mercado, com a ajuda da tecnologia que determinaria a escala ótima de degradação ambiental, através da internalização dos custos corretos e de políticas ambientais de mercado.

A corrente alternativa à neoclássica é encampada dentro de várias vertentes teóricas, como a do ecodesenvolvimento, economia ecológica e outras. Algumas dessas abordagens buscam realizar análises do sistema econômico a partir de critérios estritamente ecológicos, para isso utilizando a energia como unidade geral de análise do sistema, o que levou autores como ODUM e seus seguidores a proporem uma "teoria do valor-energia". Entre estes dois extremos, há contudo uma gama de autores que, alinhando-se com as idéias de Georgescu-Roegen, utilizam centralmente os princípios biofísicos (especialmente os termodinâmicos), sem contudo entenderem que a dimensão social da economia possa ser reduzida a estes ou à energia para sua compreensão. (Romeiro *et al*, 1997)

Do ponto de vista econômico, político, institucional e cultural evidentemente são enormes as implicações da segunda corrente de interpretação de desenvolvimento sustentável vista acima. O reconhecimento da existência de limites absolutos à expansão do subsistema econômico tem as seguintes implicações:

- necessidade de estabilizar a produção material/energética a um nível sustentável.
- estabelecer limites de uso dos recursos naturais levando em consideração à capacidade natural do ecossistema (para regenerar insumos e absorver resíduos em um nível sustentável)
- admitir que o crescimento econômico tem que parar em algum momento.

Segundo Daly (1996) essa situação pode ser chamada de economia do estado estacionário (EEE). Porém, esse estado para ele, não implica ausência de desenvolvimento mas leva a uma outra visão deste, que se define pela melhoria qualitativa na transformação e uso dos recursos naturais, através da ciência e tecnologia, em acordo com um padrão de consumo menos centrado

Digitized by Google

no uso de recursos não renováveis.

De qualquer modo, admitir que o crescimento estritamente econômico (da produção material/energética) tem limites, remete às delicadas questões da solidariedade sincrônica da geração atual, dadas as presentes disparidades de renda (nacional e internacional), e da solidariedade diacrônica entre as gerações, uma vez que esta exigiria mudanças profundas no estilo de vida predominante nos países indústrialmente avançados e que se difunde parcialmente nos países em desenvolvimento.

Para Norgaard (1997) existe considerável concordância com respeito às direções que a humanidade deve seguir para alcançar a sustentabilidade econômica, ambiental e social. Para ele há necessidade da existência de novas instituições que conservem os ativos naturais e os repassem aos nossos filhos, que estimulem a regeneração dos recursos renováveis e a manutenção da diversidade biológica, que desenvolvam novas tecnologias que usem recursos renováveis e possibilitem estilos de vida que poupem energia e evitem o gasto material intensivo. Essas instituições assumiriam várias formas. Para a implantação dessas idéias é necessário adotar novos hábitos quanto ao consumo, à educação dos jovens e à poupança para o futuro. Serão necessárias, medidas verdes de desempenho econômico agregado. Faz-se necessário a criação de condições para a realização de pesquisas destinadas a redirecionar a ampliação do conhecimento científico e o desenvolvimento de opções tecnológicas. Para concluir Norgaard (1997) argumenta que nenhuma abordagem isolada conseguira realizar tudo o que se precisa, porque a realidade é complexa; uma multiplicidade de abordagens será necessária para atingir o objetivo proposto.

Segundo Norgaard (1997,) é necessário que a valoração econômica racional não seja imposta à parte de escolhas morais e da tomada de decisão política. A economia ecológica em seu arcabouço teórico, utiliza-se de noções de biofísica, sendo a principal a utilização da primeira e segunda leis da termodinâmica (Klint e Alcantará, 1994)[3]. Os conceitos biofísicos e a própria

---

[3] Las nociones biofísicas fundamentales sobre las que se articula la Economía Ecológica son tres:
La primera consiste en el reconocimiento de la verdade elemental que expresa la Primera Ley de la Termocinámica, segun la cual la materia y la energía no se crean ni se destruyen, sino que sólo se transforman. La segunda es la Ley de la Entropía o Segunda Ley de la Termodinámica, ciencia que, en palabras de Georgescu-Roegen (1971), es precisamente una física com valor económico. Pues bien, según esta Ley, la materia y la energía se degradan

Digitized by Google

ecologia ensina que o homem não utiliza recursos naturais de maneira isolada e sim utiliza ecossistemas, processos de apropriação que tenham sido corretamente interpretado por Norgaard (1984) como um processo coevolucionário. Isto significa que, na medida em que o sistema socioeconômico modifica os sistemas biológicos, a sociedade se vê obrigada a adaptar-se e ser capaz de compreender os efeitos das modificações sobre o ecossistema - de adquirir um novo conhecimento - novas instituições, no sentido de novas leis, regras ou normas sociais de comportamento.

A corrente de teóricos alternativos à corrente neoclássica, tem por base e desenvolvimento os seguintes princípios:

- Objetivos de longo prazo uma vez que levam em consideração as gerações futuras para formulação de suas políticas ambientais.
- Utilizar-se do Princípio da Precaução e incluir a possibilidade de consulta a sociedade para determinação de metas de despoluição ou para quaisquer outras que se fizerem necessárias.
- Utilizar-se de métodos de controle e comando para gerenciar as políticas de meio ambiente como também alguns instrumentos econômicos neoclássicos (mercado; taxas; impostos; multas; preços; etc).
- Incentivar o uso de materiais de baixa entropia a fim de conservação de recursos naturais.
- Incluir em suas políticas o respeito pelo conhecimento e os valores da população local.
- Defender a reestruturação dos macroindicadores das contas nacionais dos países, de forma a refletirem as diminuições de bens e serviços da natureza.

---

continua e irrevocablemente desde una forma disponible a una forma no disponible, o de una forma ordenada a uma forma desordenada, independientemente de que las usemos o no. La tercera noción presenta una doble vertiente. La primera de ellas se refiere a la imposibilidad de generar más resíduos de los que puede tolerar la capacidad de aimilación de los ecosistemas, so pena de destrucción de los mismos y de la vida humana. La segunda advierte sobre la imposibilidad de extraer de los sistemas biológicos más de lo que se puede considerar como su rendimiento sostenible o renovable (Daly,1991) pues de lo contrario acabaríamos com ellos e, indiretamente, com nosotros mismos. Todo esto, exige un "conocimiento profundo de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas naturales, que son la base de la vida humana y de las sociedades" (Farras,1980), conocimiento que marca los límites, tanto físicos como conceptuales, a los que debe ajustarse la actividad humana y por lo tanto la economía (Klint. e Alcantara 1994:29).

Digitized by Google

Incentivar a criação de metas originais de desenvolvimento em cada ecorregião, valorizando os seus recursos específicos, para a satisfação das necessidades básicas da população, sendo essas necessidades definidas de maneira realista e autônoma, com vista a evitar que estas populações "copiem" o estilo de consumo dos países ricos.

Neste momento, este trabalho não discutirá os méritos das políticas defendidas, nem da primeira e nem da segunda corrente. Irá somente discutir relação entre os indicadores de eficiência energética e tais correntes. Pode-se dizer que estes serão úteis para o propósito e aplicação das mesmas, como instrumentos de comando e controle. Existe o reconhecimento generalizado de que não é possível tratar a problemática ambiental apenas através dos instrumentos econômicos, sendo necessária uma intervenção permanente dos poderes públicos através do que se convencionou chamar de instrumentos de comando e controle. Entre as duas correntes (neoclássicas e alternativas) a criação de mercados de direitos a poluir é vista como uma das mais eficientes tanto pela primeira quanto por algumas interpretações da segunda corrente, embora por razões diversas. Para a primeira corrente esta é uma das mais eficientes *second best policies* por limitar o uso de instrumentos de comando e controle na definição dos limites de poluição (escala), deixando a alocação dos recursos por conta dos mecanismos de mercado. Para algumas interpretações de desenvolvimento sustentável da segunda corrente (Daly, 1996), a eficiência desse tipo de política resulta, ao contrário, da limitação do uso de instrumentos econômicos (de mercado) à alocação dos recursos, deixando a determinação da escala ao Estado através de instrumentos de comando e controle. Os indicadores de eficiência energética, são extremamente úteis para determinar cotas de emissão de CO_2 e outras emissões, fazer comparações entre as tecnologias aplicadas e elaborar séries de dados.

Tais indicadores ainda podem ser elaborados com a finalidade de comparar eficiência entre países, empresas e setores, determinando as influências tecnológicas, alocativas e políticas que podem determinar o comportamento da sociedade em relação à eficiência energética e às medidas para diminuir as emissões. Os indicadores de eficiência energética ainda podem servir de base para determinações de cotas de poluição e emissões de títulos negociáveis entre os que emitiram poluição, acima ou abaixo da cota determinada, satisfazendo assim a teoria neoclássica quanto à sua defesa do mercado e da determinação do ponto ótimo de poluição. Esses títulos poderão ser

Digitized by Google

negociáveis em uma zona de comércio preestabelecida, dentro da qual fontes de um dado poluente terão autorização para serem compradas e vendidas.

O Estado, através dos indicadores diversos, por sua vez, poderá cobrar imposto ambiental (tributário). Tal imposto sera computado com base a qualidade e quantidade de efluentes descarregados no meio ambiente pela indústria. Esse imposto poderá ser cobrado sobre suas emissões, sobre os afluentes, sobre os resíduos sólidos e ainda sobre determinados insumos antes do processo produtivo; quando não for possível taxar nem o insumo, nem o processo produtivo, o imposto poderá recair sobre o produto final. Esse tipo de tributação incentivará o desenvolvimento e aplicação de tecnologias limpas.

Digitized by Google

Capítulo 3

3. Comparação e caracterização da indústria brasileira e espanhola de cerâmica para revestimento com processo de produção via úmida

Este capítulo pretende posicionar, no mundo cerâmico, a indústria de cerâmica para revestimento, com processo de produção via úmida, tanto do Brasil, quanto da Espanha. O objetivo é demonstrar a importância desta indústria na economia dos dois países.

3.1. Processos de produção de cerâmica para revestimento

Pode-se definir cerâmica de diversas formas como, por exemplo, a da Associação Nacional de Fabricante de Cerâmica para Revestimento– ANFACER.

> "Cerâmica compreende todos os materiais inorgânicos, não-metálicos, obtidos geralmente após tratamento térmico em temperaturas elevadas.
>
> Os materiais cerâmicos são fabricados a partir de matérias-primas classificadas em naturais e sintéticas. As naturais mais utilizadas indústrialmente são: argila, caulim, quartzo, feldspato, filito, talco, calcita, dolomita, magnesita, cromita, bauxito, grafita e zirconita. As sintéticas, incluem entre outras alumina (óxido de alumínio) sob diferentes formas (calcinada, eletrofundida e tabular e tabular); carbeto de silício e produtos químicos inorgânicos os mais diversos" (ANFACER, 2001).

Em outra definição simples, traduzida a partir do espanhol, o setor de cerâmica agrupa as indústrias que fabricam produtos a partir de substâncias inorgânicas que primeiro são moldadas e

Digitized by Google

depois endurecidos por ação do calor. (*Ministério de Industria y Energia*, 1982, p.209).

A cerâmica de revestimento constitui um segmento da indústria de transformação, de capital intensivo. Tendo como atividade à produção de pisos e azulejos. Porém, o gênero de cerâmica é amplo e heterogêneo o que induz a dividi-lo em sub-setores ou segmentos em função de diversos fatores, como matérias-primas, propriedades e áreas de utilização (ANFACER,2001). A classificação geral que se adota é a seguinte:

- Cerâmica vermelha - compreende aqueles materiais com coloração avermelhada empregados na construção civil (tijolos, blocos, telha e tubos cerâmicos / manilhas) e também argila expandida (agregado leve), utensílios domésticos e adorno. As lajotas muitas vezes são enquadradas neste grupo e outras, em cerâmicas ou materiais de revestimento.
- Cerâmica ou materiais de revestimento - compreende aqueles materiais usados na construção civil para revestimento de paredes, piso e bancadas tais como azulejos, placas ou ladrilhos para piso e pastilhas.

Ainda podem ser considerados como pertencentes ao genêro cerâmico: materiais refratários; isolantes térmicos; abrasivos; vidros; cerâmica branca (louça sanitária; louça de mesa; isoladores elétricos; utensílios domésticos; cerâmica técnica para fins diversos, tais como: químico, elétrico, térmico e mecânico); cimento, cal e cerâmica de alta tecnologia.

Na indústria de cerâmica de revestimento destacam-se dois tipos de processos produtivos, classificados de acordo com o processo de preparação da massa, como:

- Via seca – Utiliza as seguintes etapas: a) lavra; b) secagem; c) moagem a seco; d) conformação, decoração e queima. A secagem é realizada naturalmente, expondo-a ao sol. As maiores vantagens desse processo são os menores custos energéticos e o menor impacto ambiental.
- Via úmida – Utiliza as seguintes etapas: a) mistura de várias matérias primas, como por exemplo argilas, matérias fundentes, talco, carbonatos, que são moídas e homogeneizadas em moinhos de bola, em meio aquoso; b) secagem e granulação da massa em "*spray dryer*" (atomizador); c) conformação, decoração e queima. A maior vantagem desse

Digitized by Google

processo é não precisar esperar a secagem da argila pelo sol e por conseguir uma massa mais homogênea.

O processo pela via úmida, no Brasil, é utilizado mais na região Sul, no pólo cerâmico de Criciúma (SC), no Paraná e em São Paulo nos pólos de Mogi-Guaçu e da grande São Paulo. Na Espanha a maioria das fabricas, somente utiliza esse processo. No Brasil, este processo normalmente a mistura da argila procura dar uma cor branca ou clara ao suporte da cerâmica; na Espanha a cor do massa é vermelha, detrminando sua cor final.

O processo pela via seca concentra-se no pólo de Santa Gertrudes, no Estado de São Paulo. Nesse processo utilizam-se apenas argilas vermelhas, que vêm de rocha fresca, mais fundente, com as parcialmente alteradas, mais plástica, formando uma massa com coloração vermelha, para a fabricação do suporte ou biscoito. As dificuldades encontradas, nesse processo, encontram-se nos limites tecnológicos por não permitir obter um grau de espessura da massa compatível com o da via úmida. Tal processo de produção não processa vários componentes de natureza diversa simultaneamente, para obter o suporte, porém utiliza-se somente de um tipo de argila. Por isso, pode apresentar problemas com a prensagem em relação ao material atomizado (BNDES, 1999:207).

Segundo a ANFACER (2001) 40% da produção nacional é realizada por via seca e 60% por via úmida. A principal diferenças entre esses tipos de processos, está na seleção e preparação da massa de argila, para produção do suporte ou biscoito. A fase de mineração e processamento cerâmico, é a mesma para os dois processos.

Neste trabalho foi estudado com mais ênfase a produção de cerâmica de revestimento com processo de produção via úmida, porque é o processo utilizado tanto por uma parte importante das indústrias brasileiras, quanto por toda a indústria de revestimento cerâmico espanhola. A produção realizada através dessa tecnologia é a que se destina à exportação; portanto, é a que enfrenta a competição, no mercado internacional, tanto com a Espanha como com os demais produtores internacionais.

No Brasil esses produtores, que em sua maioria encontram-se no Sul do país, são

Digitized by Google

representados por grandes empresas como a Cecrisa, Eliane, Portinari, Portobello e outras. Essa escolha de parâmetros semelhantes de produção é importante para que se possa ter acesso aos dados necessários ao desenvolvimento de um indicador de eficiência energética, que será realizado no desenvolvimento deste trabalho.

Existem também dois processos possíveis de queima denominados de monoqueima e biqueima. O processo de monoqueima tem esse nome, por serem queimados simultaneamente a massa argilosa, que constitui o suporte, e o esmalte, em temperaturas elevadas (normalmente acima de 1.000ºC). Os benefícios advindos desse processo são: a) maior resistência à abrasão superficial; b) resistência mecânica e química e c) absorção relativamente baixa de água. No processo de biqueima, a queima é realizada primeiramente no suporte e posteriormente na peça já decorada (BNDES, 1999:208). Algumas empresas realizam uma terceira queima, com o objetivo de criar efeitos de decoração no suporte. Para isso, cobre o esmalte já queimado e o recoloca no forno sob temperaturas mais baixas, para obter o *design* definitivo. Tal processo permite a obtenção de alguns efeitos especiais, como pinturas metálicas, alto-relevo etc., impossíveis de se conseguir a temperaturas elevadas.

3.2. Panorama geral da indústria de cerâmica para revestimento no Brasil

A indústria de cerâmica no Brasil, iniciou-se primeiramente com a fabricação de tijolos e telhas de cerâmica vermelha. No começo do século XX, desenvolveu-se a produção de ladrilhos hidráulicos e, mais tarde, azulejos, pisos, pastilhas cerâmicas e de vidro. Na segunda metade da década de sessenta, com a instituição do Sistema Financeiro da Habitação (SFH), a indústria da construção civil ganhou estímulo para crescimento em virtude do aumento da demanda por materiais de construção para o setor. O Sistema Financeiro da Habitação (SFH) criado pela lei nº4.380, de 21/08/1964 em torno do Banco Nacional da Habitação, integrado aos novos programas de seguros sociais como o PIS e o PASEP passou a ser um poderoso agente de captação de poupança privada forçada. (Abreu *et. al*, 1990:28).

O SFH era composto de um conjunto de organismos financeiros governamentais e privados. Tinha como objetivo estimular, planejar a construção de habitações populares e a aquisição da casa própria A partir de 13/09/1966, com a criação do Fundo de Garantia por Tempo

Digitized by Google

de Serviço (FGTS), as empresas estavam obrigadas a depositar até o dia 30 de cada mês, 8% do salário de cada funcionário, que renunciasse ao sistema anterior de estabilidade no emprego e optasse pelo novo. Os novos empregados, seriam incluídos já nesse sistema. Os recursos do FGTS passaram à gestão do BNH que agora dispunha de um montante de crédito, muito maior, para habitação. Tal fato alavancou a indústria de construção civil, através do crescimento da demanda. (Abreu et. al, 1990:240)

No inicio da década de setenta, com o chamado "milagre econômico[4]", a industria de cerâmica para revestimento pôde ampliar sua produção, através dos incentivos para construção de unidades habitacionais para a classe média. Segundo Brum (2002), o SFH/BNH, desvirtuou-se de seus princípios e passou a financiar principalmente as classes média e média alta, nesse período. Com esse aumento da demanda surgiram novas empresas.

Na década de oitenta, com a recessão, o setor iniciou sua reestruturação, com a finalidade de aumentar a produtividade e a qualidade para alcançar uma participação mais significativa no Comércio Exterior. Essa indústria, inicialmente, ficou concentrada em alguns pólos de produção nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. A partir da década de oitenta, passou por um processo de desconcentração indústrial e pulverização regional. Tal desconcentração não eliminou a hegemonia da região Sudeste, como se observar no Figura 2.

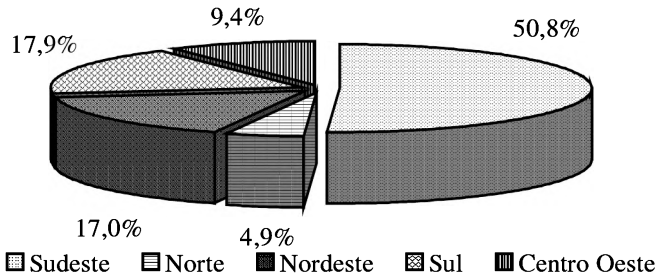


Figura 2: Distribuição regional da capacidade instalada da indústria de revestimento cerâmico, com processo de produção via úmida no Brasil.

Fonte: ANFACER (2002).

---

[4] Entre os anos de 1968 a 1973 a economia brasileira apresentou extraordinária expansão econômica, à este período denominou-se "milagre econômico". Crescimento de aproximadamente 10% a.a., enquanto a inflação tinha uma média anual de 20% (Brum, 2002:322).

Digitized by Google

O processo de reestruturação, consistiu na implantação de tecnologia e conhecimento, desenvolvidos principalmente pela Itália e Espanha, como:

- modernização dos equipamentos;
- aplicação de nova tecnologia, como por exemplo a monoqueima;
- novos métodos de gestão, formação e aperfeiçoamento de pessoal.

Entre 1994 e 2001 a número de certificações em milhões de m^2, cresceu 577% o que mostra a preocupação dos empresários em melhorar a qualidade do produto e se adequar às normas. A partir da década de noventa, aprofundaram-se os esforços para a modernização e a busca por certificação, segundo normas internacionais, com o objetivo de ampliar as exportações.(Ver Figura 3 e Figura 4).

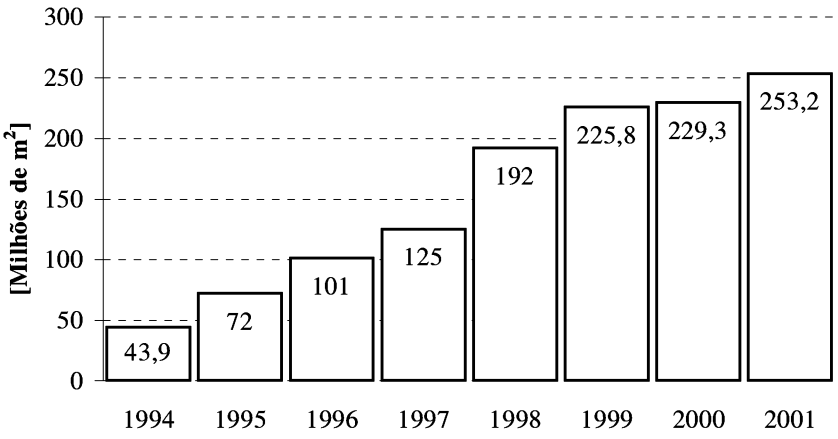


Figura 3: Evolução da certificação da qualidade da produção de revestimento cerâmico no Brasil - 1994 a 2001.

Fonte: ANFACER (2002)

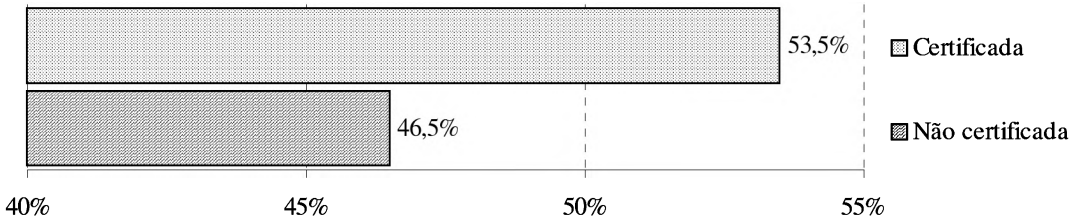


Figura 4: Porcentagem de certificação de qualidade na indústria de cerâmica de revestimento no Brasil.

Fonte: ANAFACER, 2002

Digitized by Google

A reestruturação das empresas desse segmento indústrial, não se consistiu em abertura de capital ou vendas das empresas familiares à grandes grupos nacionais ou estrangeiros. As empresas ainda, em sua maioria, são constituídas por grupos familiares (BNDES, 1999). A década de noventa no Brasil, marcou a abertura do seu mercado e a implantação do Plano Real, que levou à extinção de unidades fabrís, que não conseguiram competir com as importações. Esse plano econômico congelou os salários e manteve elevada a paridade da moeda nacional face ao dólar, levando a economia a uma recessão. Tal situação da moeda nacional, facilitou e impulsionou as importações, que no caso das indústrias de cerâmicas para revestimento, puderam aumentar ou renovar seu parque indústrial, pela compra de novas máquina e equipamentos.

Essas indústrias agora, como consequência do Plano Real e da abertura do mercado brasileiro, passaram a sofrer a concorrência dos produtos cerâmicos importados e também o aumento da ofertas de bens substitutos. Por esse motivo, a certificação de seus produtos, começou a significar uma possibilidade de conquistar novos mercados, principalmente no exterior, o que serviria de âncora para o pagamento das importações e uma maior segurança contra futura desvalorização da nova moeda [R$], frente a outras.

Tabela 5: Exportações de revestimento cerâmico entre 1990-2001 em milhões de m^2.

1990	12,7	**1996**	27,9
1991	13,9	**1997**	29,6
1992	21,1	**1998**	34,6
1993	25,6	**1999**	42,6
1994	29,7	**2000**	47,5
1995	29,4	**2001**	46,5

Fonte: *apud* ANFACER (2000;2002)

Segundo a ANFACER (2002), o volume exportado em 2001 foi menor que do ano anterior como consequencia "do refluxo da economia internacional, principalmente após os atentados terroristas de 11 de setembro, em Nova Iorque". (*site* ANFACER, 29/09/2002). Porém, mesmo com este acontecimento, as exportações brasileiras para os EUA, passaram de US$ 60 milhões em 2000 para US$ 63 milhões.

Segundo o BNDES (2001), as exportações brasileiras de revestimento cerâmico, atingiram em 2000 o valor total de US$ 182 milhões, que representa um aumento de aproximadamente 11,5%, se comparado com 1999. Em contrapartida, pode-se verificar que as exportações de 2001

Digitized by Google

comparadas com as de 2000, cairam em 2%, enquanto o aumento de 1998 para 1999 foi de 23%. Portanto em percentagem de ano para ano a participação brasileira vem tendo dificuldades em manter o crescimento das exportações.

Na Figura 5 pode-se conhecer as principais empresas exportadoras de cerâmicas para revestimento, e constata-se, também, que as indústrias Eliana, Cecrisa e Portobello, representam 52% do total das exportações brasileiras. Todas essas empresas utilizam a via úmida, como processo de produção.

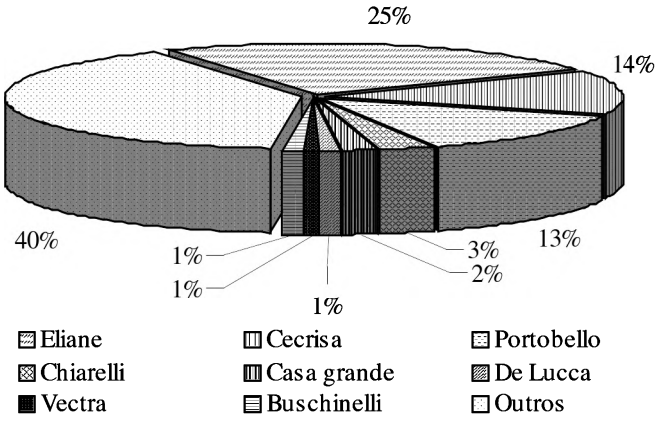


Figura 5:Principais exportadores brasileiros de cerâmica para revestimento em 2000.

Fonte: SECEX *apud* BNDES (2001:2)

A produção brasileira de revestimento cerâmico cresceu entre 1990 e 2001 aproximadamente 274% e a demanda por esse bem no mercado brasileiro cresceu aproximadmente 264% nesse mesmo período, conforme os dados da Tabela 6 e Tabela 7. As importações referentes à cerâmica para revestimento via úmida representam, segundo a ANFACER (2002), menos de 0,5% da comercialização do mercado interno. As exportações representam, em 2001, menos de 10% da produção total (46,5 10^6 m^2).

Tabela 6: Produção brasileira de revestimento cerâmico [10^6 m^2].

1990	172,8	**1996**	336,4
1991	166,0	**1997**	383,3
1992	212,7	**1998**	400,7
1993	242,9	**1999**	428,5
1994	283,5	**2000**	452,7
1995	295,0	**2001**	473,4

Fonte: Elaboração própria apud ANFACER (2001,2002)

Digitized by Google

Tabela 7: Vendas de revestimento cerâmico via úmida, no mercado brasileiro entre 1990 – 2001 [10^6 m^2].

1990	157,9	**1996**	309,1
1991	149,9	**1997**	339,8
1992	179,1	**1998**	358,7
1993	214,1	**1999**	383,3
1994	259,9	**2000**	393,3
1995	261,6	**2001**	416,3

Fonte: Elaboração própria *apud* ANFACER (2001;2002)

No Brasil o consumo *per capita*, está em torno de 2,2m^2/hab., dado que pode revelar a existência de demanda reprimida, que a qualquer momento pode exercer seu consumo, podendo vir a permitir a ocupação da capacidade ociosa existente.

Desde 1997 a indústria brasileira de cerâmica para revestimento, com processo de produção via úmida, vem sofrendo uma queda na utilização da sua capacidade instalada, conforme pode se verificar na Figura 6. Essa diminuição na utilização total, reflete o aumento de quantidade de empresas entrantes no setor e também é resultado da modernização e ampliação do parte indústrial ocorrida na década de noventa.

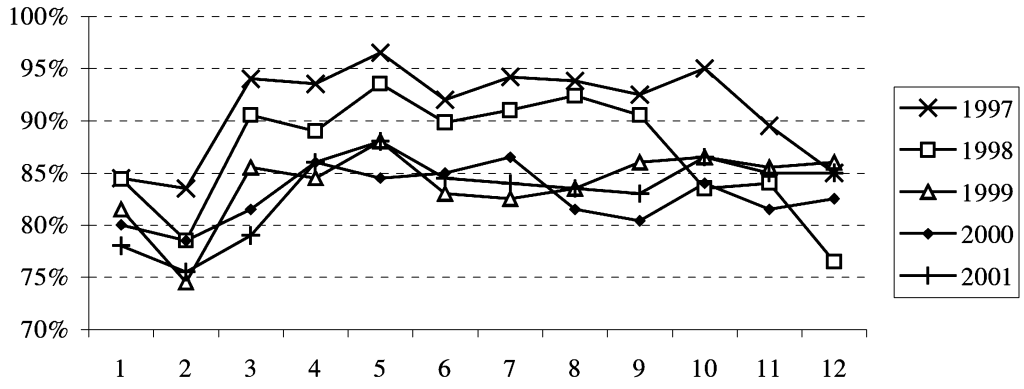


Figura 6: Porcentagem utilizada da capacidade instalada na Região Sul – SC – Brasil 1997/2001.

Fonte: Elaboração própria *apud* SINDICERAM (2002).

3.3. Indústria de cerâmica para revestimento na Espanha

A industrialização do processo de cerâmica, na Espanha, tem seu inicio em 1804 quando Antonio Raimundo Ibanez fundava a Real Fabrica de Loza, adaptando os processos utilizados

Digitized by Google

pelos ingleses. Porém, somente a partir de 1860 começa a fabricação de pisos e revestimentos na Fábrica de Loza na Cartuja de Sevilla, por Carlos Pickman. (*apud* ITC *et al*, 1999:73).

O aglomerado industrial de cerâmica que se instalou na cidade espanhola de Castellón e arredores, teve sua origem em Onda, na metade do século XIX. Em 1857, por exemplo, já haviam 34 fornos ocupados por trinta fábricas, que passaram da produção de louça à de azulejos. Para que essas fábricas começassem a produzir azulejos, era necessário que treinassem seus operários na fábrica do Conde de Aranda de Alcora. De 1857 a 1878 houve diversos avanços tecnológicos, que consolidaram a região de Valência e Catalunha em detrimento de Sevilha (*apud* ITC *et al*, 1999:73). Esse processo se acentuou ainda mais no inicio do século XX, quando a produção valenciana (de cerca de 50 ton/dia) se concentrou em Manises e Onda, com centros de formação desde 1916 e 1925 respectivamente. Em 1929 Castellón tinha 41 empresas e 143 fornos e representava 71% da produção nacional e Manises tinha 23 empresas e representava 27% da mesma.

Nos anos trinta, com a eletricidade, foram introduzidas prensas de fricção e fornos de segunda queima. Porém, a partir de 1935 há um forte período de crises que durou até a aproxidamente 1950, começando primeiro com a guerra civil de 1936 a 1939, depois a Segunda Grande Guerra. Para esse período os intelectuais espanhois deram o nome de "noche de la industrializacioón española" (Delgado, 1999: 20)

A escolha de localização da cidade de Castellón, para implantação das fábricas de pisos e revestimentos vem da sua tradição como produtora de cerâmica, da proximidade com os centros fornecedores de matéria-prima (disponibilidade da principal matéria-prima: argila) e, mais tarde, pela chegada da ferrovia, que facilitou o transporte do produto até o porto.

Em 1965, com a entrada dos azulejos italianos no mercado espanhol, as indústrias locais iniciaram em um novo processo de questionamento e renovação tecnológica. Tal situação adveio do fato da produção espanhola diminuir. Dá-se aqui um paradoxo: possuíam mão-de-obra e capacidade de investimento, mas não detinham tecnologia própria, desenhos e qualidade, para proteger-se dos produtos italianos, sabidamente melhores e com preços mais atraentes. A solução encontrada foi adquirir tecnologia italiana, porém 20% das fábricas tiveram que fechar. (*apud*

Digitized by Google

ITC *et al*, 1999)

Entre 1970 a 1980 o que prejudicou os produtores de cerâmica para revestimentos instalados na região de Castellón foi a falta do gás natural, que chegou à cidade somente em 1981. Com a implantação do gasoduto de gás natural, vindo da Argélia, a falta do G.N. foi solucionada, e esta indústria conseguiu utilizar com mais facilidade a tecnologia de biqueima rápida e teve condições de desenvolver o processo de monoqueima a partir de 1984. (*apud* ITC *et al*,1999)

Segundo MEYER-STAMER e outros (2000:43), o grande salto para a promoção da indústria de revestimento cerâmico da região Castellón, começa com o processo monoqueima, a primeira grande inovação que surgiu do esforço conjunto das empresas ali instaladas. Antes disso a tecnologia empregada era importada da Itália, que não era apropriada às características da argila espanhola e o produto final não conseguia competir com a qualidade dos produtos daquele país. Tal constatação, levou à necessidade de pesquisarem alternativas, o que resultou no desenvolvimento do processo de monoqueima, desenvolvido pela associação dos indústriais da região e o que estava para se tornar o Instituto de Tecnologia Cerâmica (ITC) da Universidade de Valência e a Universidade de Castellón. Esse desenvolvimento tecnológico resultou na necessidade de desenvolvimento de novos produtos para a decoração das peças cerâmicas e a adaptação dos fornos italianos. O resultado foi à melhoria do produto espanhol, tanto com relação à qualidade, quanto em termos de eficiência de produção. A partir desse desenvolvimento as industrias pertencentes à região de Castellón ganharam maior destaque internacional e se fortaleceram.

Atualmente, a Espanha é uma dos principais produtores mundiais de cerâmica para revestimento via úmida, sua produção pode ser observada na Figura 7. Na provincia de Castellón, concentram-se aproximadamente 73% das empresas pertencentes ao segmento industrial de produção de cerâmica para revestimento via úmida. Essa região é responsável por mais de 90% da produção de cerâmica para revestimento via úmida. As cidades que mais se destacam como produtoras, dentro da provincia de Castellón, podem ser observadas nas Figuras 7 e 9.

Digitized by Google

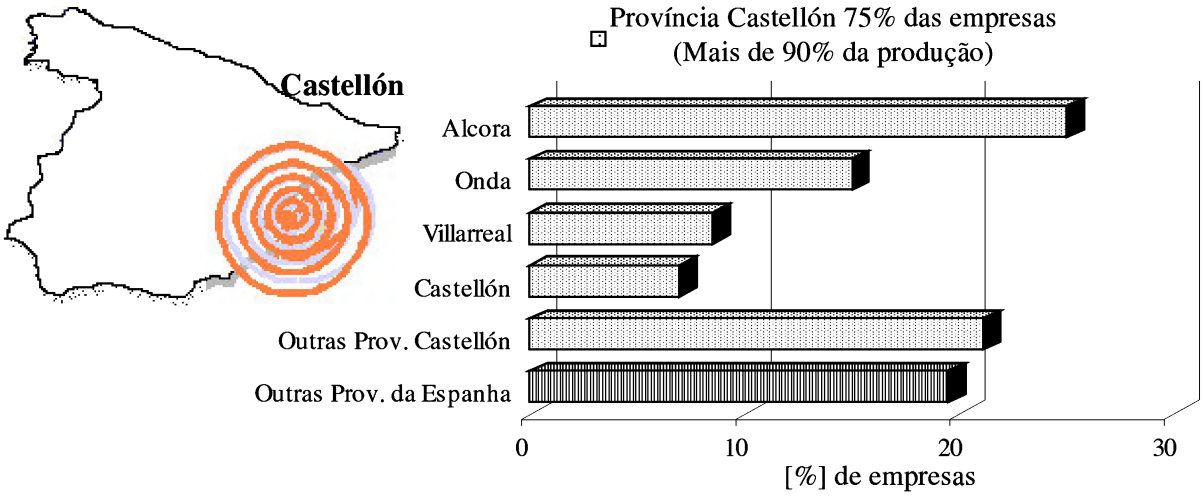


Figura 7: Principais cidades dentro da província de Castellón produtoras de cerâmica.

Fonte: *apud* apresentação em "*power-point*" - Prof. Mallol, ITC/Espanha.

Nos municípios arredores de Castellón e na própria cidade, estão instaladas aproximadamente 250 empresas dedicadas a produzir cerâmica, 30 fábricas de produtoras de esmalte, fritas[5] e empresas destinadas ao desenvolvimento de decoração para peças cerâmicas e 60 fábricas de maquinarios auxiliares (ver Figs. 8 e 9) (*apud* Aguilera *et al*, 2001)

Segundo Meyer-Stamer, (2000:44) a principal característica da região de Castellón a partir de 1990, foi a entrada de novas empresas. Algumas destas destinadas a produzir produtos para decoração (fritas, colorifícios e outros), como também outros fabricantes de revestimentos cerâmicos.

[5] Frita (ou vidrado fritado) é um vidro moído, fabricado por indústrias especializadas a partir da fusão da mistura de diferentes matérias-primas. Este pó é aplicado na superfície do corpo cerâmico, que após a queima, adquire aspecto vítreo. Este acabamento tem por finalidade aprimorar a estética, tornar a peça impermeável, aumentar a resistência mecânica e melhorar ou proporcionar outras características.

Digitized by Google

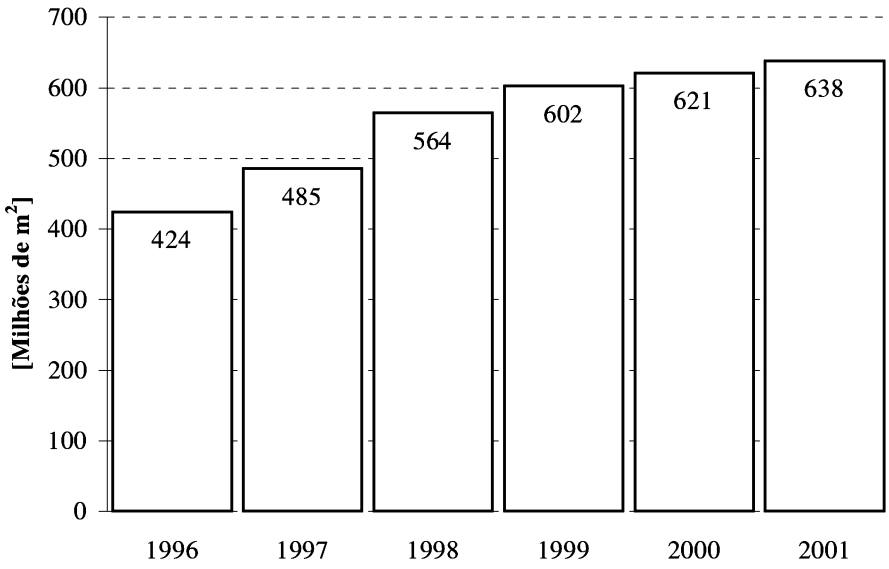


Figura 8: Produção total de cerâmica para revestimento na Espanha.

Fonte: ACER (2002).

Segundo uma publicação realizada pelo ITC (1999) "El Cluster Azulejero em Castellón", a Generalitat Valenciana, decidiu promover uma iniciativa de fortalecer a competitividade dos produtores de cerâmica para revestimento da região de Castellón. Tal decisão foi resultado de um seminário realizado em 1995, em Valencia, "*Seminário para Reforzar la Competitividade de la Comunidade Valenciana*", utilizando as ferramentas de Michael Porter, da Universidade de Harvard. Desse seminário participaram os principais empresários valencianos e também autoridades locais. Entre os meses de julho de 1998 e fevereiro de 1999, a Dirección General de Economia, juntamente com a Dirección General de Industria, de La Generalitat Valenciana e o BANCAJA, desenvolveram a iniciativa de reforçar o conglomerado industrial de Castellón.

Digitized by Google

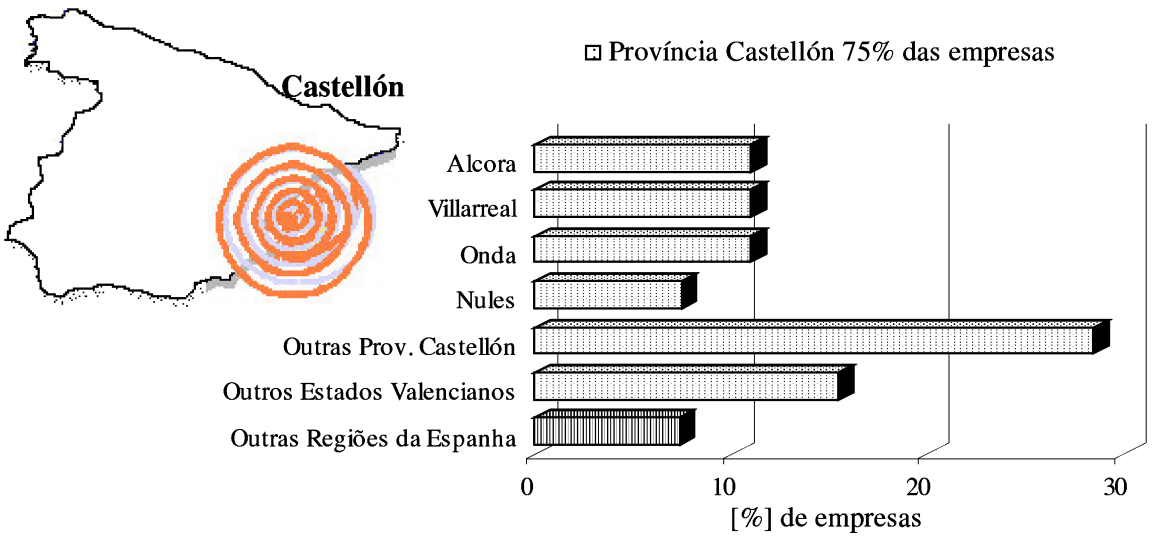


Figura 9: Principais cidades da província de Catellón produtoras de frita (vidrado fritado), esmaltes e corantes para cerâmica – 2000.

Fonte: apresentação *power point* Prof. Mallol- ITC- Espanha

O projeto consistiu de uma reflexão estratégica conjunta protagonizada pelos empresários e coordenada pela consultoria Cluster Competitividad. A Generalitat Valenciana pretendia com essa iniciativa, analisar tanto as suas próprias empresas quanto os concorrentes, com o objetivo de reforçar sua política de apoio ao conglomerado industrial de Castellón. Os objetivos desta iniciativa eram claros: fomentar e incentivar as ações que reforçassem a competitividade das empresas pertencentes à região de Castellón.

A iniciativa se dividiu em três partes:

- definição e descrição das empresas pertencentes a região de Castellón (utilizando a metodologia de Michel Porter) através da identificação das empresas e da indústria de cerâmica de revestimento, com processo via úmida, em escala mundial.
- permitiu fazer uma segmentação estratégica deste segmento industrial (através de entrevistas e grupo de trabalho); identificação dos problemas das empresas e as possibilidades de desenvolvimentos futuros (com viagem de pesquisa a Itália, Alemanha e Estados Unidos); definição dos critérios de compra (com entrevistas a distribuidores); operacionalizou as mudanças realizadas na indústria de cerâmica para revestimento (com visitas a Feira de Cersaie e entrevistas realizadas com os principais presidentes das mais

Digitized by Google

relevantes associações de fabricantes) e pesquisa sobre os fatores chaves, necessários, para o sucesso nessa indústria.

- a última fase permitiu definir as linhas de atuação, através de entrevistas, com os diversos atores envolvidos no processo de fabricação, comercialização, distribuição e outros. Realizou-se também um seminário de políticas e estratégias sobre o futuro da indústria de cerâmica para revestimento enfocado no empresário.

Como conseqüência dessa nova orientação ao conglomerado industrial de Castellón, criou-se uma economia local forte. O conglomerado industrial de Castellón tem hoje condições de oferecer todas as etapas necessárias para que a cerâmica chegue às mãos do consumidor final. Isto inclui todos os agentes que trabalham com e para os fabricantes de cerâmica para pisos e revestimentos: fabricantes de fritas (vidrado fritado); esmaltes e tintas; fabricantes de equipamentos e peças especiais; empresas de terceira queima; atomizadores; transporte; comercialização e outras.

A tendência tanto espanhola, quanto mundial é a de que os fornecedores se organizem em grandes grupos, como:

- fornecedores de equipamentos (em sua maioria italianos);
- fornecimento de fritas (vidrado fritado), esmaltes e tintas, nesse caso os produtores espanhóis conseguiram liderar e estão se destacando cada vez mais em desenvolvimento de *design*.[6] Este último, era um setor exclusivamente italiano, sobre o qual os espanhóis vêm avançando rapidamente e ocupando espaço;
- atomizadores, no caso espanhol, são compartilhados por várias fábricas, devido ao seu elevado custo e a produção de massa atomizada que são capazes de gerar. Cada atomizador se dedica a um só tipo de massa (vermelha ou branca] pelo alto custo que seria limpá-la.

---

[6] A palavra *design*, neste trabalho, não tem o sentido estreito de desenho ou projeto, mas de um conjunto de serviços que na maioria das vezes são proporcionados pelas empresas que produz os esmaltes, as fritas, os corantes. Estes fabricantes são responsáveis por: 1) assistência técnica; 2) tecnologia e 3) desenho. O relacionamento entre as empresas que desenvolvem estes serviços e as empresas revestimento cerâmico é muito estrito, porque na maioria das vezes estas empresas trabalham dentro das fábricas destas indústrias de revestimentos, desenvolvendo e criando produtos segundo as necessidades apresentadas na produção ou sob encomenda.

Digitized by Google

- de peças especiais e de terceira queima ser realizadas por empresas que só fornecem esse tipo de serviço.
- distribuição dos produtos, encontram-se nas mãos de agentes externos e armazéns, não sendo realizada diretamente pelas indústrias de cerâmica para pisos e revestimentos.

As normas sobre meio ambiente, ainda não são tão restritas como são na Itália, por exemplo. Porém, estão sendo tomadas providências, principalmente quanto às emissões, já que esse tipo de indústria é um dos principais consumidores de gás natural, na Espanha.

3.4. Posição da indústria de cerâmica para revestimento brasileira e espanhola no comércio exterior

A Espanha é a segunda maior exportadora e a terceira consumidora mundial desse produto. (Ver Tabela 5 e as Figuras 9 e 12). Em 1999, segundo MEYER-STAMER (2001), os sete maiores mercados foram responsáveis por 50% das exportações espanholas, os 14 maiores por 66% (ver Figura 5).

Tabela 8: Destinos das exportações, das industrias de cerâmica para revestimento (espanholas) por país. [% do total de exportações].

Alemanha	6,2	Israel	3,9
Arábia Saudita	3,9	Itália	3,3
Austrália	1,4	México	1,9
Bélgica	1,6	Polônia	3,7
Emirados Árabes	1,3	Portugal	8,3
França	8,6	Rússia	1,3
Grécia	2,9	Singapura	1,3
Holanda	2,2	UK	8,0
Hong Kong	1,2	USA	11,6
Irlanda	1,6	Outros países	25,9

Fonte: ACER, (1999) *apud* MEYER-STAMER,2001:47

O Brasil é o quarto maior exportador mundial de revestimento cerâmico, conforme pode se observar na Figura 10. Porém, é o segundo consumidor (ver Figura 11) mesmo tendo um consumo *per capita* baixo. A vantagem brasileira em relação aos outros países é a condição natural favorável à sua produção. O acesso e a disponibilidade de água e argila em grandes quantidades, facilita o desenvolvimento desse setor em diversas regiões do país.

Digitized by Google

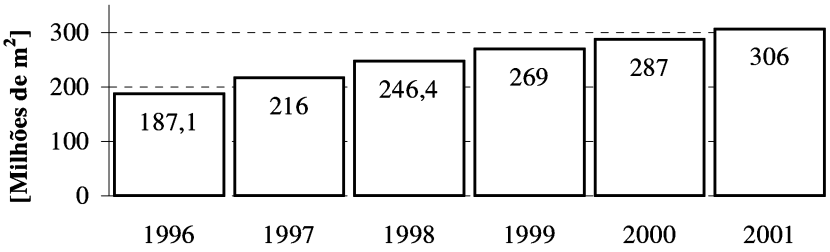


Figura 10: Vendas de revestimento cerâmicos no mercado interno espanhol.

Fonte: ACER (2002).

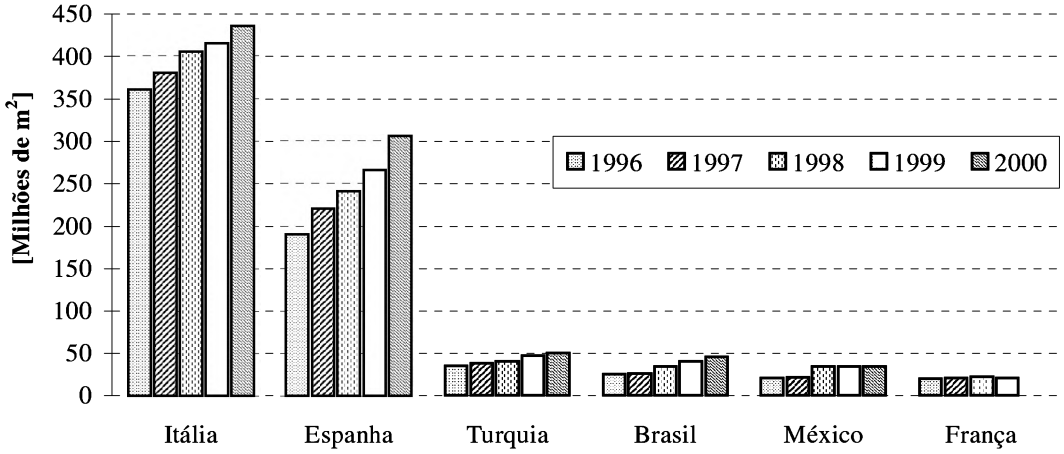


Figura 11: Maiores exportadores de revestimentos cerâmicos.

Fonte: Internet site ACER (2000)

Os destinos das exportações brasileiras, segundo a ANFACER (2001), são os seguintes: Mercosul 24%; Ásia 1%; África 4%; Oceania 2%; Europa 10%; América Latina 19%; Estados Unidos 40%. No ano de 2000, as exportações brasileiras atingiram 47,5 milhões de m2, tendo um crescimento, em percentual, muito abaixo dos últimos três anos.

Digitized by Google

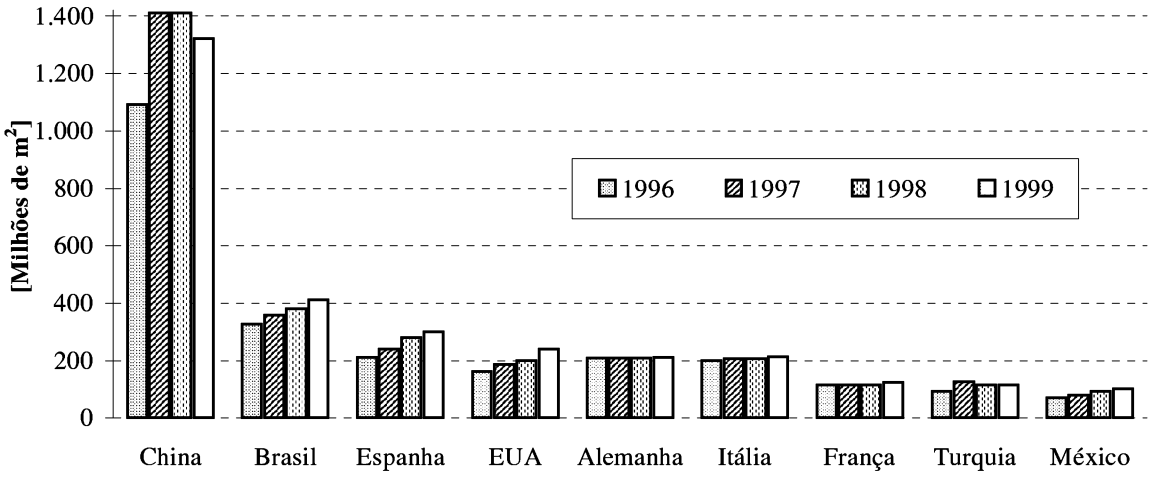


Figura 12: Maiores consumidores mundiais de revestimentos cerâmicos –1996-1999.

Fonte: Revista Ceramic World Review- Ano 10 - Nr. 38, 2000.

No Brasil, no ano de 2000, foi lançado pela APEX (Agência de Promoção das Exportações) e pelo SEBRAE, o Programa de Desenvolvimento das Exportações de Cerâmica para Revestimento que se divide nos serguintes itens:

1. pesquisa de mercado;
2. aprimoramento do produto internacional;
3. desenvolvimento de logística de comércio exterior;
4. ampliação da comercialização externa.
5. comércio eletrônico;
6. participação em eventos internacionais;
7. missões empresariais;
8. fortalecimento de eventos internacionais no Brasil;
9. normas técnicas;
10. Programa brasileiro da qualidade e produtividade na habitação
11. normas ambientais ISO 14000.

De alguma forma esse trabalho trouxe resultado, porque mesmo que o volume das exportações totais, da indústria brasileira de cerâmica, tenham diminuído, este trabalho de divulgação e incentivo obteve exito em aumentar o volume exportado para os Estados Unidos, que em 2000 era de 40% (ANFACER 2001) e atualmente é de 46,10%. (Ver Figura 13).

Digitized by Google

Existe uma diferença importante no desenvolvimento entre as regiões brasileiras e espanholas de produção de cerâmica para revestimento, com processo de produção via úmida, que é o incentivo governamental. Neste sentido, os governos espanhol e brasileiro desempenharam papeis bem diferentes. No Brasil, nas principais regiões, produtoras de cerâmica para revestimento via úmida, as políticas governamentais foram importantes na fase inicial, porém nos últimos anos, tiveram uma ajuda muito tímida do governo. Enquanto na Espanha o papel do governo foi mais ativo para remover obstáculos e criar vantagens locais, além de oferecer suporte federal, regional e local.

Tal posição governamental levou a Espanha a desenvolver-se na produção de produtos e serviços para decoração das peças de cerâmica e no gerenciamento empresarial, o que a transformou em referência mundial. Tal atitude incentivou o crescimento da qualidade do produto e da quantidade produzida e a melhor aceitação por parte dos países importadores (Meyer-Stamer *et al*, 2001).

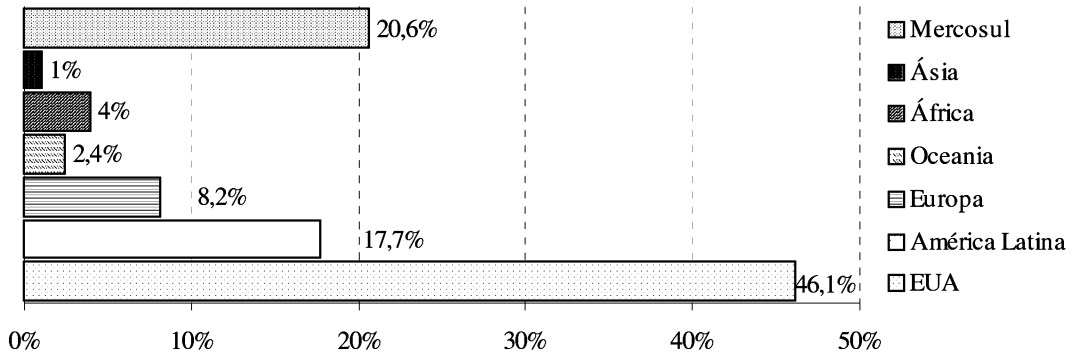


Figura 13: Destinos das exportações brasileiras de revestimento cerâmicos.

Fonte: ANFACER (2002).

3.5. Organização Industrial

Segundo Meyer-Stamer *et al* (2001), as principais industrias de cerâmicas, via úmida, no Brasil e no Mundo, estão agrupadas em três grandes *Clusters*: Sassuolo, na Itália; Castellón, na Espanha; Criciúma, no Brasil. Pode-se definir *Clusters* industriais como:

> "agrupamento geograficamente concentrado, de empresas interligadas, vinculadas a elementos comuns e complementares, apoiados por outras empresas, órgãos governamentais e instituições correlatas." (Meyer-Stamer *et al*, 2000: 9)

Digitized by Google

A comparação das três principais regiões de produção cerâmica no mundo, realizada por Meyer-Stamer *et al*, 2001, pode se ver na Tabela 9. Não se tem a intenção de estudar a região produtora desse produto na Itália, porém algumas vezes será citada, pela importância que este tem na produção de máquinas e equipamentos e por seu desenvolvimento em *design*. No Brasil existem três principais regiões de produção cerâmica: Santa Catarina (Criciúma, prepoderante, via úmida) e duas em São Paulo (Mogi-Guaçu – via úmida e via seca - e Santa Gertrudes prepoderante via seca).

Neste trabalho, tem-se evitado utilizar palavras inglesas ou americanas, porém a Tabela 9 a seguir, foi copiada exatamente como está no trabalho de Meyer-Stamer *et al* (2001), por esse motivo, serão mantidas todas as palavras, como está no original. Para cumprir os objetivos desse trabalho, o estudo estará voltado mais para as empresas situadas em Santa Catarina, que responde por um terço da produção e por dois terços das exportações brasileiras e tem como sistema de produção a via úmida. (*apud* Meyer-Stamer *et al*, 2001), porém não serão desprezados os dados obtidos das empresas de revestimentos cerâmicos, via úmida, localizadas em São Paulo.

No próximo capítulo será estudado a evolução do consumo de energia na indústria de cerâmica para revestimento via úmida.

Digitized by Google

Tabela 9: As principais características das três principais regiões produtoras de cerâmicas no Mundo[7].

	Itália	Espanha	Brasil
Paradigma do Cluster	Estilo, *design*, imagem, conhecimento tácito	Tecnologia, entendimento científico do processo produtivo	Em busca do paradigma – integração a jusante em direção da comercialização?
Principal vantagem competitiva	*Design*, imagem da marca Made in Italy, competência dos representantes de venda, serviço ao consumidor, entrega rápida	Cultura de negócio agressiva em relação preço/qualidade, *design* específico, relação de confiança com clientes	Relação preço/qualidade, integração a jusante, conhecimento do mercado doméstico
Fraqueza do Cluster	Colapso da infra-estrutura (transporte), efetividade limitada de ação coletiva	Dominância do paradigma de base tecnológica	Deterioração da ação coletiva
Estratégia competitiva	Liderança tecnológica (bens de capital), liderança em *design*, novas aplicações para os revestimentos cerâmicos, integração a jusante, internacionalização, fusões e aquisições – economia de escala na produção, marcas diversificadas	Diferenciação de produto / *design*, competência produtiva, líderes em colorifícios, seguidores velozes dos líderes	Seguidor de *design* e inovação, integração a jusante na comercialização
Estratégia de diversificação de produto	Oferta de amplo portifólio de produtos, implementado pela aquisição de empresas especializadas de médio porte.	Amplo portifólio de produtos para atender mercados finais, com diferentes níveis de sofisticação da demanda, pelo investimento dentro do Cluster na expansão da capacidade de produção	O mesmo que a Espanha, focado no segmento mais baixo do mercado final
Competência tecnológica / domínio do processo produtivo	Baseado na experiência, conhecimento tácito profundo	Tecnologia de processo com forte base científica	Forte papel do colorifício[8] espanhol, compreensão limitada do processo produtivo.
Integração vertical	Média a alta	Média e baixa	Alta
Estrutura industrial	Proprietárias de diversas empresas especializadas, legalmente independentes.	Alguns grupos, em sua maioria empresas familiares independentes.	Três empresas grandes e em torno de 10 médias
Estratégia de internacionalização	Presença global na comercialização em todos os mercados potenciais relevantes, FDI nos mercados principais.	FDI[9] em colorifícios, no FDI* em fabricantes de revestimentos cerâmicos	Representantes comerciais nos mercados principais

Fonte: FDI* – Foreign Direct Investiment In: Cadeia de Valor Global Cerâmico: um estudo comparativo dos *clusters* de Sassuolo, Castellón e Criciúma, Meyer-Stamer *et al* (2001:70).

[7] Esta tabela, foi copiada integralmente do trabalho de Meyer-Stamer *et al*, 2001.
[8] Colorifício: esta palavra esta sendo traduzida neste trabalho como produtos e serviços para decoração das peças cerâmicas.
[9] A sigla FDI*, em português é IDE: Investimento Direto Estrangeiro.

Digitized by Google

Capítulo 4

4. Parâmetros para a construção de indicadores para a ICRVU

4.1. Etapas para a construção de um indicador de eficiência energética, adaptado à industria de cerâmica para revestimento via úmida (ICRVU)

Para se construir um indicador de eficiência energética[10], que possa ser aplicado, de maneira ampla e homogênea, nas indústrias de cerâmica, brasileira e espanhola é necessário:

- Escolher um segmento produtivo de cerâmica de revestimento que tenha o mesmo modo de produção, no Brasil e na Espanha, países utilizados nesta comparação. Um segmento que muito se aproxima dessa exigência é o de revestimento cerâmico, com processo de produção por via úmida.
- Definir os dados necessários e verificar a possibilidade de coletá-los. O Brasil não obriga as empresas a publicarem, de maneira aberta ao público, seus gastos com energia e nem a receberem pesquisadores; isso dificulta o trabalho de coleta de dados. As indústrias de cerâmica via úmida, por serem maiores, são mais acessíveis que as menores, por isso existe possibilidade de se ter dados mais confiáveis. Os dados de cerâmica via úmida, da Espanha, em sua maioria estão disponíveis em revistas internacionais e em institutos de pesquisas como, por exemplo, o Instituto Tecnológico de Cerâmica de Castellón na Espanha.

[10] A parte teórica sobre indicadores de eficiência energética encontra-se no Capítulo 2 deste estudo.

Digitized by Google

Para se fazer à análise dos resultados encontrados é necessário conhecer os fatos sociais, políticos e tecnológicos que levaram a se obter um maior investimento em eficiência energética.

O processo de fabricação de cerâmica requer, em algumas etapas, uma grande quantidade de energia, mediante a qual ocorrem as transformações físico-químicas necessárias para se obter o produto final.

O primeiro passo para construir um indicador de eficiência energética é conhecer os principais focos dentro do processo de produção que mais consomem energia térmica e elétrica. Depois dos dados energéticos coletados e verificadas as fontes de energia utilizadas no processo de produção é necessário transformá-los para uma unidade padrão, para que se possa compará-los. A unidade escolhida, para a energia térmica, foi a caloria.

As industrias de cerâmica, por seus volume e característica de produção, são grandes consumidoras de energia. O segmento de revestimento cerâmico pode utilizar-se de diferentes energéticos: hidreletricidade, GLP, gás natural, óleos, carvão mineral e gás pobre. No processo de fabricação de cerâmica de revestimento, a energia térmica e a elétrica, representam segundo dados do BNDES (1999) 18% dos custos totais (11% GLP, 4% outros combustíveis, 3% energia elétrica).

Segundo Mallol *et al* (2.000) os melhores indicadores da evolução da indústria cerâmica são os estudos da evolução de seu consumo energético. Os equipamentos dessa indústria que mais utilizam energia são: os fornos, os secadores, as prensas, os atomizadores e os moinhos. No Brasil, pouquíssimas (nenhuma das grandes) empresas utilizam processos com cogeração de energia.

Conforme apresentação realizada, por gerente ligado a uma ICVRU brasileira, os principais equipamentos, por ordem no processo de fabricação, que demandam energia são: moinho; atomizador; prensa; secadores e fornos, conforme é possível observar na Tabela 10.

Digitized by Google

Tabela 10: Principais equipamentos de produção de cerâmica que demandam energia - por ordem no processo via úmida.

Consumo Energético por Equipamento		
Equipamento	**kWh/t produto**	**kcal/kg produto**
Moagem a úmido	18,70	-
Atomizador	6,35	465
Prensa	16,50	-
Secador horizontal	10,10	118
Secador vertical	8,40	107
Forno túnel	21,00	708
Forno a rolo	17,90	625

Fonte:Gazeta Mercantil (2000, mês, ano e dia).

De acordo com Mallol *et al*, (2000), o último grande salto tecnológico nesse setor ocorreu no final dos anos 70, com a possibilidade de queimar o suporte e o esmalte em uma única queima (monoqueima) que conduziu à implantação e ao emprego de fornos a rolos. Nesses fornos os gases de combustão entram em contato com o produto, o que requer a utilização de combustíveis cujos gases de combustão sejam isentos de substâncias suscetíveis de provocarem defeitos no produto final. No inicio dos anos oitenta, as indústrias européias de cerâmica para revestimentos trocaram o uso do óleo pelo do gás natural nas etapas de queima e secagem do produto.

Na segunda metade da década de sessenta, a industria brasileira de cerâmica, após a fundação do B.N.H, sentiu a necessidade de modernizar-se para atender a crescente demanda. A estratégia adotada para essa modernização, segundo o Relatório do Projeto Plataforma (1999), foi a aquisição de tecnologia de processo e produto, principalmente, da Itália e da Espanha. Essa então nova tecnologia determinava a quantidade de energia que deveria ser consumida no processo de produção. Nessa época os empresários não tiveram a preocupação de procurar equipamentos mais eficientes, porque a energia não era um item escasso, já que a conseguiam em abundância e a baixo custo, naquele momento.

4.2. Descrição do processo de produção, via úmida, em sua totalidade

A seguir será descrito um exemplo de processo da produção de cerâmica para revestimento via úmida. Deve-se considerar que a tecnologia utilizada é a mesma tanto nas ICRVU brasileira,

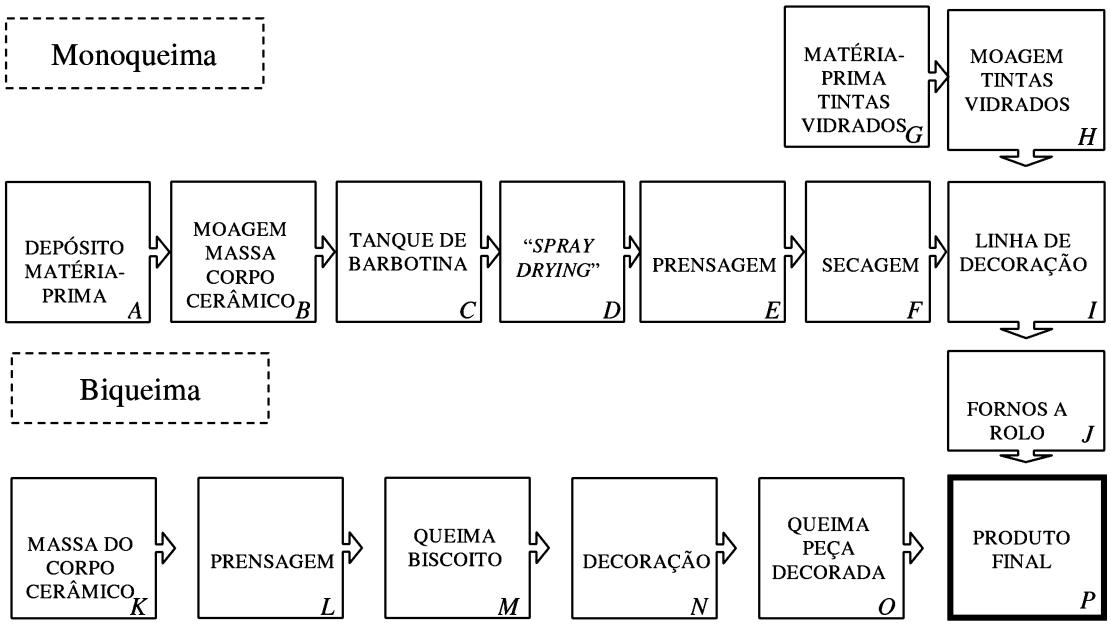
Digitized by Google

como espanhola. A descrição do processo será realizada a partir da chegada na fábrica da matéria-prima natural (ver Figura 14).

- Chegada da matéria-prima natural. Algumas dessas matérias-primas são: vários tipos de argilas, talco, feldspato, chamote e filito. No interior da fábrica, as mesmas são estocadas em "boxes" com paredes laterais em concreto armado, de forma individual. Posteriormente entram no processo de pesagem, visando atender à formulação previamente definida.
- Depois da formulação, a massa é transportada, através de correias, sendo descarregada em moinhos de bolas contínuos de 32.000 litros, para o processo de moagem. O moinho trabalha em torno de 5 a 6 h para produção de piso e de 7 a 7h30 para produção de azulejo. Após a moagem tem-se como produto a barbotina (líquida), que é estocada em tanques com agitadores. No descarregamento passa por 2 peneiras com malhas, sendo, então, conduzida, por bombas apropriadas, ao tanque "alimentador" do atomizador.
- O atomizador é composto de um gerador de ar quente que produz calor a 960ºC. Tal gerador transfere para o atomizador gases à uma temperatura de 560º C. Bombas de alta pressão lançam a barbotina no seu interior na forma de "*spray*". A barbotina ao encontrar o ar quente gerado, tem o seu conteúdo de água evaporado para o exterior da fábrica, em forma de vapor d'água, e a parte sólida cai sobre uma correia transportadora na parte inferior do atomizador. Esta parte sólida é chamada de pó atomizado. A produção é de 500 t/h de pó, com uma umidade de 6,5 a 7,2 %.
- Após a atomização, o pó é armazenado em silos para homogeneização. Logo após é lançado em cavidades de prensas hidráulicas, onde é submetido a alta pressão, já apresentando nesta etapa – condicionado por ferramentas instaladas – a sua forma definitiva, denominada suporte ou "biscoito".
- Essa forma definitiva (que pode ser o suporte tanto para piso como para revestimento de parede) é encaminhada para o secador. Esta etapa se destina a preparar a superfície do suporte para o acabamento superficial, começando pela secagem das peças, visando retirar a umidade existente, melhorar sua resistência mecânica e agregar temperatura à peça para o trabalho de esmaltação. A temperatura de saída, dependendo do formato, é de 90º a 120ºC.

Digitized by Google

- A próxima etapa é a esmaltação, onde o produto começa a ser preparado para o processo de acabamento superficial, atendendo a todas as características de superfície definidas para o produto em questão ocorrendo a deposição de esmalte para a vitrificação e decoração.
- Os produtos gerados pelas linhas de esmaltação são dirigidos a um estoque intermediário (denominado "pulmão"), antes da alimentação dos fornos. Tal procedimento visa a estocagem desses produtos prontos para entrar no forno evitando interrupções na alimentação e a perda de eficiência do equipamento.
- O produto esmaltado segue posteriormente para o forno, que através de curva de queima e atmosfera interna controlada, efetua a queima do suporte e das deposições efetuadas na linha de esmaltação, dando a característica final do produto.
- Na saída do forno está instalada uma máquina de escolha automática, onde os efeitos superficiais são verificados visualmente pelo operador e as outras características essenciais para o atendimento das especificações, feitas pela própria máquina.
- Após os processos de escolha e classificação as peças são liberadas para o encaixotamento e identificação de qualidade e bitola, seguindo posteriormente para a paletização automática. Completos, os estrados (os paletes) são retirados por empilhadeiras e estocados na expedição.



Digitized by Google

Etapas	Matérias-primas e Insumos
A	Argila; Filito; Taguá; Talco; Feldspato
B	Água; Massa do corpo cerâmico; Óleo
C	Água; Massa do corpo cerâmico
E	Gás natural; Massa do corpo cerâmico
E	Energia; Óleo; Massa cerâmica atomizada
F	Gás natural; Massa cerâmica atomizada
G	Esmaltes; Corantes; Engobe
H	Água; Esmaltes; Corantes; Engobe; Óleo
I	Peças cerâmicas; Massa decoração; Água
J	Gás natural; Energia; Peças cerâmicas
K	Argila; Filito; Taguá; Talco; Feldspato
L	Energia; Óleo; Massa cerâmica atomizada
M	Gás natural; Energia; Peças cerâmicas
N	Água; Esmaltes; Corantes; Fritas; Óleo
O	Gás natural; Energia; Peças cerâmicas
P	Peças decoradas

Figura 14: Etapas de um processo de fabricação de revestimento cerâmicos via úmida.

Fonte: Ferrari (2000) modificado.

Quase todas as empresas realizam o processo de produção via úmida, passando pelas mesmas etapas. As que utilizam processos de biqueima ou terceira queima, têm uma ou duas etapas a mais de queima. Porém, a maioria das empresas realiza monoqueima e a terceira queima, quando necessario, pode ser efetuada tanto pela própria empresa, quanto por outra para isso contratada. A terceira queima somente é para peças especiais. A grande diferença na produção está entre o uso das fontes de energia para produzir energia térmica e elétrica. Tal afirmação é verdadeira, mesmo com relação à comparação com a indústria espanhola.

Os equipamentos que mais consomem energia, no setor de revestimento cerâmico, tanto espanhol, quanto brasileiro, são para a energia térmica os fornos, atomizadores, prensas e secadores e para a energia elétrica os moinhos. Mais informações sobre estes equipamentos serão fornecidas no item 4.3 a seguir.

4.3. Descrição dos equipamentos que mais utilizam energia térmica ou elétrica

A seguir serão descritas as principais características dos equipamentos que mais utilizam energia térmica ou elétrica no processo de produção das ICRVU: fornos, atomizadores, prensas, secadores e moinhos.

Digitized by Google

Fornos

A queima realizada no forno dos produtos cerâmicos é uma das etapas mais importantes do processo de fabricação, já que dela depende grande parte das características do produto cerâmico: resistência mecânica, estabilidade dimensional, resistência ao fogo, etc (Spaintiles, 2002).

Algumas empresas antes de enviar o material esmaltado, diretamente ao forno, realizam uma etapa de secagem. Tal procedimento tem como finalidade reduzir o conteúdo de umidade das peças até um nível suficientemente baixo para que a etapa de queima se desenvolva adequadamente.

A queima rápida para este produto é realizada atualmente por fornos a rolos. Nesses fornos as peças se movem sobre os rolos e o calor necessário para sua queima é fornecido por queimadores de gás natural ou gás liquefeito de petróleo (GLP), situados nas paredes do forno. Ver transformações realizadas no suporte cerâmico, já esmaltado, durante sua queima no forno, na Tabela. 11.

Os mecanismos principais de transmissão de calor presentes durante este processo são por convecção e radiação Nesses fornos os gases entram em contato direto com o produto, melhorando os coeficientes de transporte de calor, diminuindo a duração do ciclo de queima, reduzindo o consumo energético. (Spaintiles, 2002).

Tabela 11: Principais transformações realizadas no produto, durante o ciclo de queima do suporte cerâmico já esmaltado.

Temperatura	Transformação
Até 150ºC	Eliminação da água livre
150 – 250ºC	Eliminação de água ligada. Decomposição de alguns hidratos de ferro.
350 – 650ºC	Eliminação da água de constituição
400 – 600ºC	Combustão de substâncias orgânicas
573º	Transformação de quartzo-alfa em quartzo beta
700 – 800ºC	Inicio da fusão dos álcalis e óxidos de ferro
800 – 900ºC	Decomposição dos carbonatos. Oxidação do carbono
1000ºC	Inicio da fusão da massa com CaO e FeO com formação de silicatos
Até 1200º	Formação da fase vidrado com redução de tamanho e porosidade

Fonte: Navarro *et al*, 2001

Digitized by Google

Na Espanha, atualmente, todos os processos de monoqueima se efetuam com fornos a rolo (IPEAE, 1983:57). As mudanças de fornos túneis e de fornos a rolo com placas refratárias por forno monoestrato se realizam paulatinamente, pois as vantagens que apresentam este último são consideráveis e podem se resumir nos seguintes itens:

- Consumo energético:
    - Forno túnel: Superior a 1.500 kcal/kg
    - Forno a rolo com placas refratárias: superior a 1.000kcal/kg
    - Forno monoestrato: inferior aos 700 kcal/kg
- Ausência de placas refratárias, vagonetas ou carrinhos e outros.

No Brasil, em uma das fábricas visitadas, pode se comparar as diferenças do consumo energético entre os fornos monoestrato e túnel. Os técnicos informaram que os fornos monoestrato (um forno a rolo de um canal apenas) são os mais usados atualmente, e o seu consumo energético estava entre 450 e 600 kcal/kg de produto. Essa empresa ainda tem um forno túnel em uma de suas filiais que usa o processo de biqueima. Este tipo de forno era utilizado para a primeira queima e consumia de 1000 a 1100kcal/kg de produto.

Das 14 empresas que, de alguma forma enviaram os dados ou aceitaram receber a visita da pesquisadora responsável por este trabalho, somente uma usava gás natural desde 1990, outras o implantaram *a posteriori*, sendo que a maioria ainda continua usando GLP, por não ter acesso ao G.N.

Esta dificuldade de acesso ao G.N., por parte dos empresários brasileiros, pode ter várias origens como, por exemplo:

- não existir linha de gasodutos que corte a região em que a empresa está situada;
- ser muito oneroso para o empresário adaptar a fabrica para a troca do combustível;
- ter o preço do gás natural vinculado ao dólar, tornando um risco tal investimento.

Além disso, se o empresário continuar utilizando-se do GLP, para a etapa da queima, seu produto final não sofrerá perda de qualidade. Isso o leva a poder escolher entre trocar ou não de combustível. Tal decisão poderá passar muito mais por uma negociação econômica com as distribuidoras de GN, do que pela parte técnica, principalmente, porque o sistema de cogeração,

Digitized by Google

processo em que o GN seria obrigatório, praticamente não é utilizado pela maioria das empresas brasileiras de cerâmica.

Segundo Enrique *et al.* (1996), a economia de energia nas instalações de queima, pode vir da otimização da produção. Como:

- utilizar composições físico-químicas da massa que evitem apresentar defeito;
- aumentar a produção que poderá acontecer através de diversas formas como: redução do ciclo de queima; mudança do formato por outro similar que otimize a superfície do forno; mudança da forma de introduzir as peças no forno;
- reduzir a espessura das peças;
- melhorar o rendimento energético de um forno, atuando sobre as variáveis do processo, isto é, habitualmente o controle industrial das variáveis de queima é reduzir a curva de temperatura e o valor da pressão estática na zona de máxima temperatura. Atualmente tem se estudado outros tipos de controle, como por exemplo: controlar a pressão interna do forno na zona de queima, com um sistema capaz de mantê-la nos valores estabelecidos, atuando sobre a válvula do ventilador central.

No Brasil, não foi possível conseguir o balanço energético do forno, porque nenhumas das empresas contatadas o tinha disponível para que se pudesse fazer uma análise mais profunda. Porém, pode-se afirmar que qualquer curva de queima inclui as seguintes etapas: 1) pré-queima: zona em que se elimina a possível umidade residual das peças procedentes do processo de esmaltação; 2) queima: nessa etapa se produzem as principais alterações físico-químicas; 3) esfriamento: esse período se inicia quando finaliza o aporte de calor. (Navarro, *et al*, 2001)

Atomizadores

O processo de secagem por atomização acontece somente no processo de produção de cerâmica via úmida. O seu funcionamento já foi detalhado na descrição do processo via úmida. Um dos principais custos deste processo é o do consumo de energia e melhor seria aproveitar o calor dos gases de escape de turbinas de cogeração, como fazem a ICRVU espanhola. No Brasil, algumas empresas, no Sul do país, usam o carvão mineral para aquecer a fornalha, outras usam o gás pobre para produzir o calor necessário para o funcionamento das mesmas. O atomizador é

Digitized by Google

composto de um gerador de ar quente que produz calor a 960°C. Tal gerador transfere para o atomizador gases a uma temperatura de 560°C que serão utilizados para secar a barbotina. O pó atomizado que é o produto final gerado pelo atomizador, será utilizado para construir a base da cerâmica, também conhecida como suporte.

Prensa

O processo de prensagem vem logo depois do pó atomizado ter sido armazenado em silos. A prensa tem como principal função formar a bolacha cerâmica ou base da cerâmica. Pode se considerar também que é o equipamento para formatar a base em tamanho e espessura desejada, para que se inicie o processo de secagem, esmaltação e outros que darão o acabamento final à peça.

Secadores

A operação básica dos secadores consiste em expor um sólido úmido à ação de uma corrente de ar quente e seco, com a finalidade de eliminar o líquido por evaporação superficial. Este processo tem por finalidade reduzir a umidade contida nas peças para que a operação de esmaltação se desenvolva adequadamente. Em algumas ocasiões pode haver uma secagem adicional, depois da peça esmaltada e antes de ser encaminhada para o forno, com a finalidade de reduzir a umidade da peça, facilitando a etapa da queima.

Os secadores podem ser de dois tipos: verticais e horizontais. No primeiro a temperatura costuma ser inferior a 200ºC e os ciclos de secagem de 35 a 50 minutos, no segundo a temperatura fica ao redor de 350ºC, e os ciclos de secagem são menores, entre 15 e 25 minutos. (Navarro *et al*, 2001)

Moinhos

O único equipamento que consome muita energia, não térmica, é o moinho. Este utiliza energia motriz (motores elétricos) para fazer girar o moinho com a matéria-prima natural.

Os moinhos de bolas são os normalmente usados nas indústrias de cerâmica para

Digitized by Google

revestimento via úmida. Nesse equipamento é misturada a matéria prima, através de um processo onde pedras, juntamente com água caem sobre esta, formando um liquido chamado barbotina. Esse processo é o inicio do processo de produção via úmida.

4.4. As fontes de energia mais utilizadas

Os dados brasileiros utilizados para calcular a energia térmica ou a elétrica foram obtidos nas principais empresas de revestimento cerâmico, com processo de produção via úmida. Essas empresas representam aproximadamente 10% do volume produzido, porém nem todas as empresas forneceram dados de 1990 a 2000, sendo que a maioria delas tinha dados somente de 1996 em diante. Os dados espanhóis, para este segmento, foram obtidos no Instituto Tecnológico de Cerâmica (ITC), em Castellon. Estes dados foram obtidos por eles junto à Asociación Española de Fabricantes de Azulejos y Pavimentos Cerámicos (ASCER), à empresa de GN e à empresa de energia elétrica Iberdrola, isso é, estavam agrupados e acessíveis ao ITC.

Estes dados espanhóis agrupados só foram possíveis porque até aproximadamente 1999, as empresas que forneciam GN e energia elétrica, tinham um preço especial para essas industrias e as contabilizavam separadamente e eram estatais, o que facilitava o acesso a preços e quantidades consumidas pelas mesmas.

No Brasil, a energia térmica provém de diversas fontes de energia como: o GLP; o gás natural (GN); o carvão mineral (CM); o gás pobre (GPC) e o óleo combustível (OC). Tanto o GLP como o GN são fornecidos pelas distribuidoras de gás natural. O gás natural que abastece a maioria das industrias de cerâmica vem através do Gasoduto Brasil-Bolívia. Tanto o gás natural como o GLP, são utilizados para produzir energia térmica requerida pelos fornos, atomizadores e secadores.

O gás pobre é produzido pela gaseificação contínua de combustível sólido numa mistura de ar e vapor (ou às vezes somente ar), produzido no gasogênio pela queima de combustível sólido ou passagem de ar e vapor de água sobre carvão aquecido. As ICRVU brasileiras usam geradores para transferir o calor gerado pelo gás gaseificado para os secadores, atomizadores e também para produzir energia elétrica para os moinhos.

Digitized by Google

Voltando ao gás natural, quanto à sua composição química, pode-se afirmar que esta pode variar, dependendo do fato do gás estar associado ou não ao óleo, ou de ter sido ou não processado em unidades industriais. A composição básica inclui metano, etano, propano e hidrocarbonetos de maior peso molecular (em menores proporções). Normalmente ele apresenta baixos teores de contaminantes como nitrogênio, dióxido de carbono, água e compostos de enxofre.

As especificações técnicas do gás para consumo – editadas pela resolução Nº 17/87, emitida pelo antigo Conselho Nacional do petróleo em 1/12/87, são as seguintes:

- Poder calorífero superior (PCS) a 20 º C e 1 atm: 8.500 a 12.500 kcal/ m^3
- Poder calorífero inferior (PCI) a 20 º C e 1 atm: 7.600 a 11.500 kcal/ m^3
- Densidade relativa do ar a 20 ºC: 0,60 a 0,81
- Enxofre total: 110 mg/m^3 máximo
- H_2S: 29mg/m^3 máximo
- Isento de hidrocarbonetos condensados, óleos e partículas sólidas.

Os valores referentes ao poder calorífico, que serão utilizados neste trabalho para calculo dos indicadores físico-termodinâmicos, serão os seguintes:

- Carvão mineral: 4.500 kcal/kg
- Óleos: 10.350 kcal/kg e 10.000 kcal/kg
- GLP: 11.900 kcal/m^3
- GN: 9.519 kcal/m^3
- GPC: 1.260 kcal/m^3 e 1.480 kcal/m^3

O poder calorífico dos energéticos GN, GLP e OC foi calculado da seguinte forma:

- GN após uma analise de trinta dias daquele recebido da fábrica. Tal valor foi apresentado a outras fábricas que confirmaram e informaram a esta pesquisadora que este poderia ser utilizado como base de cálculo. Outro valor possível seria o de 9.600 kcal/kg, como normalmente consta em contrato. Porém na maioria das vezes é realizado um acerto entre o fornecedor e o comprador, contabilizando as diferencias entre o que deveria conter de poder calorífico e o que realmente apresentou.

Digitized by Google

- GPC para esse energético seu poder calorífico pode variar muito. Por isso, para os cálculos em kcal/m^2, para essa fonte de energia, foi aplicado o poder calorífico fornecido pela ICRVU que a utiliza, porém para a transformação em gás natural. Na tabela dos indicadores econômicos será utilizado o valor médio aplicado para transformação desse energético para GN, pela SCGAS.
- OC (óleo combustível), como o anterior, pode variar muito. Por isso, para os cálculos em kcal/m^2, para essa fonte de energia, foi aplicado o poder calorífico segundo especificação da ICRVU que a utiliza. Porém, como forneceram dois tipos de óleos diferentes existem dois valores de poder caloríficos diferentes, um para o tipo BPF e outro para OC2A. No entanto, para a transformação em gás natural, na tabela dos indicadores econômicos, foi utilizado o valor médio, aplicado para transformação desse energético para GN, pela SCGAS.

Na Espanha, a energia tanto térmica, quanto elétrica provém do gás natural. O GN é importado da Argélia e sua composição química é a seguinte, segundo o Instituto de Química Técnica de Valência (1984):

- Metano: 82,1%
- Etano: 12,4%
- Propano: 3,7%
- Butano: 1,4%
- Hidrocarbonetos superiores: 0,2%
- Nitrogênio: 0,2%
- Anidrido carbônico: n.c.
- Ácido sulfúrico n.c.

Do volume de GN que entra na ICRVU espanhola, para a cogeração, 35% são destinados a produzir energia elétrica para ser consumida na fábrica, na administração e uma parte é vendida à concessionária de energia elétrica; os outros 60% são destinados a produzir gases quentes, enviados aos atomizadores e 5% são perdas do sistema. Em relação aos combustíveis utilizados tanto pela ICRVU brasileira como pela espanhola é necessário ter conhecimento das diferenças de suas características gerais. Utilizando-se da Tabela sobre Combustíveis, distribuída pela Companhia de Gás de Santa Catarina (SCGÁS), para as empresas de cerâmica brasileiras, pode

Digitized by Google

se conhecer as diferenças quanto à densidade [kg/m^3] e eficiência de queima [%] dos diversos energéticos. (ver Tabela 12).

Tabela 12: Densidade e eficiência de queima das fontes de energia - ICRVU.

Fonte de energia	Densidade [kg/m^3]
Carvão Mineral (4500)	864,0
Óleo Combustível (OC2A e OC1B)	OC2A 1.013 e OC1B 1.313
GLP	552,0
GPC	1,110
Gás Natural	0,783

Fonte: Elaboração própria. Dados da SCGÁS (2002) - Anexo II

A Tabela 12 demonstra que para produzir um metro cúbico, utilizando o carvão mineral serão necessários 864 quilos deste energético, sendo que para produzir essa mesma quantidade, utilizando o GN, serão necessários 0,783 kg. Portanto, esses volumes de carvão e de GN emitirão quantidades de resíduos diferentes produzindo a mesma quantidade de produto. Em relação á poluição de CO_2 emitida, será muito maior utilizando o carvão ou qualquer outro tipo de energético, se comparado com o GN.

Essa informação precisa ser considerada, principalmente quando forem distribuídas as cotas de carbono entre as empresas. Uma empresa que utiliza carvão provavelmente trocará de energético ou provavelmente terá que comprar cotas de carbono no mercado nacional ou internacional, o que inviabilizará o uso de tal energético.

No próximo capítulo, serão construídos os indicadores físico-termodinâmicos de eficiência energética, tanto para a ICRVU brasileira, como para a espanhola.

Digitized by Google

Capítulo 5

5. Evolução do consumo de energia e a construção de indicador físico-termodinâmico para a energia térmica utilizada na ICRVU brasileira e espanhola

Os indicadores físico-termodinâmicos de eficiência energética (IFTEE ou Iee_{et}) construídos neste capítulo foram baseados nos conceitos teóricos sobre indicadores de eficiência energética, discutidos no Capítulo 2, adaptados aos dados coletados nas ICRVU brasileira e espanhola.

De acordo com Patterson (1996), Phylipsen *et al* (1997) e Eichhammer e Mannsbart (1997), o consumo energético no setor industrial é determinado pelo nível de atividade, estrutura do setor e a eficiência energética. As mudanças no consumo de energia das industrias não são exclusivamente relacionadas a melhoramentos em eficiência energética nos processos industriais, mas também a vários outros fatores: políticos, econômicos e ambientais.

A posição econômica e a estrutura desse segmento industrial, tanto no Brasil como na Espanha, foi discutido nos Capítulos 3 e 4 deste estudo.

Neste capítulo, serão discutidas a evolução do consumo de energia térmica e elétrica e construídos os indicadores físico-termodinâmico de eficiência energética, para esse segmento industrial, tanto para o Brasil, quanto para a Espanha. Os indicadores encontrados serão

Digitized by Google

discutidos utilizando-se dos indicadores explanatórios e explicativos.

5.1. Evolução do consumo de energia e os indicadores de eficiência energética

A matriz energética, para o segmento industrial brasileiro de cerâmica para revestimento via úmida, é constituída por cinco diferentes fontes de energia. Essa situação começa a ser mudada a partir de 1999 quando o GN se torna mais acessível, com sua entrada vindo da Bolívia. Esse mesmo segmento na Espanha utiliza somente o GN, para produzir as energias elétrica e térmica. Para demonstrar a evolução do consumo anual da energia térmica e da elétrica utilizou-se a coleta de dados de consumo de cada energético, tanto para a Brasil, quanto para a Espanha, transformadas em quilocalorias, tendo sido também coletadas as quantidades produzidas. Os dados foram solicitados para as empresas para o período de 1990 a 2000, porém a maior quantidade e dados coletados concentra-se entre os anos de 1996 e 2000. Na Tabela 13 pode-se verificar o consumo de energia térmica das ICRVU brasileiras, por energético e por ano e também a quantidade total produzida, que é a soma da produção de todas as empresas consultadas.

Tabela 13: Fontes de energia térmica utilizada na ICRVU brasileira.

Ano	Carvão Mineral [10^6kcal]	Óleo Combustível [10^6kcal]	Gás Liquefeito de Petróleo [10^6kcal]	Gás Pobre de Carvão [10^6kcal]	Gás Natural [10^6kcal]	Total de Energia Térmica [10^6kcal]	Produção anual [10^6m^2]
1990	3.765	144.938	10.651	78.834	204.838	443.026	23
1991	23.247	164.873	9.636	96.220	241.571	535.546	23
1992	18.337	197.031	7.000	100.592	272.398	595.358	27
1993	10.372	181.017	6.700	135.771	273.790	607.649	27
1994	8.955	152.472	12.039	139.287	270.303	583.056	24
1995	14.274	204.113	23.375	145.661	222.841	610.264	25
1996	101.292	291.836	201.723	151.540	202.090	948.482	42
1997	111.428	253.612	234.090	176.080	203.996	979.206	44
1998	106.874	250.259	326.640	87.648	220.057	991.478	44
1999	104.227	207.376	394.231	0	253.068	958.903	43
2000	105.453	196.375	258.202	0	398.518	958.903	44

Fonte: Elaboração própria.

Digitized by Google

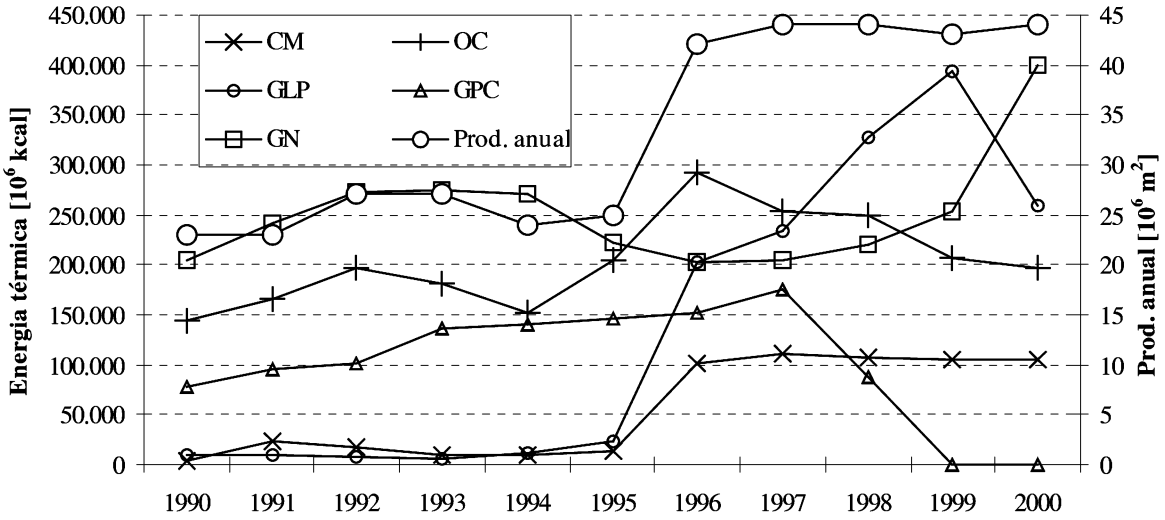


Figura 15:Fontes de energia térmica e produção anual da ICRVU brasileira.

Fonte: Elaboração própria.

Siglas: CM (Carvão Mineral); OC (Óleo Combustível);GLP (Gás Liquefeito de Petróleo); GPC (Gás Pobre de Carvão); GN (Gás Natural); ET (Energia Térmica).

Na Figura 15 se pode verificar o comportamento dessas fontes de energia ano a ano. Ao analisar a tal figura pode-se verificar que entre os anos de 1990 e 1994 as linhas da figura não têm grandes variações e se pode dizer que o consumo de GLP e de CM foram os menores e GPC e o OC foram o que tiveram a maior alta, mas pode se dizer que nesse período a matriz energética não teve grandes alterações. A partir de 1995, os valores consumidos de cada energético começam a mudar e as linhas da figura começam a ficar imprevisíveis e pode se observar que é a partir deste ano que a matriz energética da ICRVU brasileira começa a ficar imprevisível, quanto ao comportamento de consumo para cada energético. Primeiramente em 1995 com o aumento nos valores de consumo dos energéticos em geral, diminuindo somente o valor de consumo do GN. A partir de 1997 fica mais nítido a mudança de consumo de cada energético e também a mudança da matriz energética com a diminuição do uso do CM (Carvão Mineral), do OC (Óleo Combustível) e do GPC (Gás Pobre de Carvão), sendo que em 1999 o uso deste último energético é eliminado e existe o aumento do consumo do GLP e do GN.

Na Tabela 14 e na Figura 16 pode-se verificar o consumo de energia térmica pela ICRVU

Digitized by Google

espanhola. Nessa tabela se constata que esse segmento industrial, na Espanha, utiliza praticamente somente o gás natural como fonte de energia a partir de 1994, ao contrário da ICRVU brasileira que, conforme se verifica na Tabela 13 vem utilizando várias fontes de energia, para produzir a energia térmica necessária para a fabricação da cerâmica para revestimento até 1999 e a partir de 2000, a tendência é vir a utilizar somente GN também.

Tabela 14: Fontes de energia térmica utilizadas nas ICRVU espanholas.

Ano	Gás Natural [10^9 kcal]	Outros combustíveis [10^9 kcal]	Total de Energia Térmica [10^9 kcal]	Produção anual [$10^6 m^2$]
1990	4.730	1.231	5.961	225
1991	4.651	669	5.320	228
1992	5.366	628	5.990	261
1993	5.848	536	6.384	281
1994	6.538	322	6.860	320
1995	8.531	305	8.836	405
1996	9.119	310	9.429	424
1997	9.845	315	10.160	485
1998	11.871	346	12.217	564
1999	12.653	360	13.013	602
2000	13.002	350	13.352	621

Fonte: Elaboração própria *apud* dados coletados pelo ITC/Espanha

Para a ICRVU espanhola, nas análises gerais descritas, serão considerados os valores de consumo de outros combustíveis juntamente com o de gás natural, porém nos gráficos serão apresentados em separados. Primeiramente, os outros combustíveis sempre serão computados na soma total da energia térmica e em todos os dados gerais, por ser inferior ao do GN (ver Figura 16) e também pelo ITC/Castellon não especificar quais são esses combustíveis, somente informar seu valor calorífico, fica difícil uma analise individual dos mesmos.

Digitized by Google

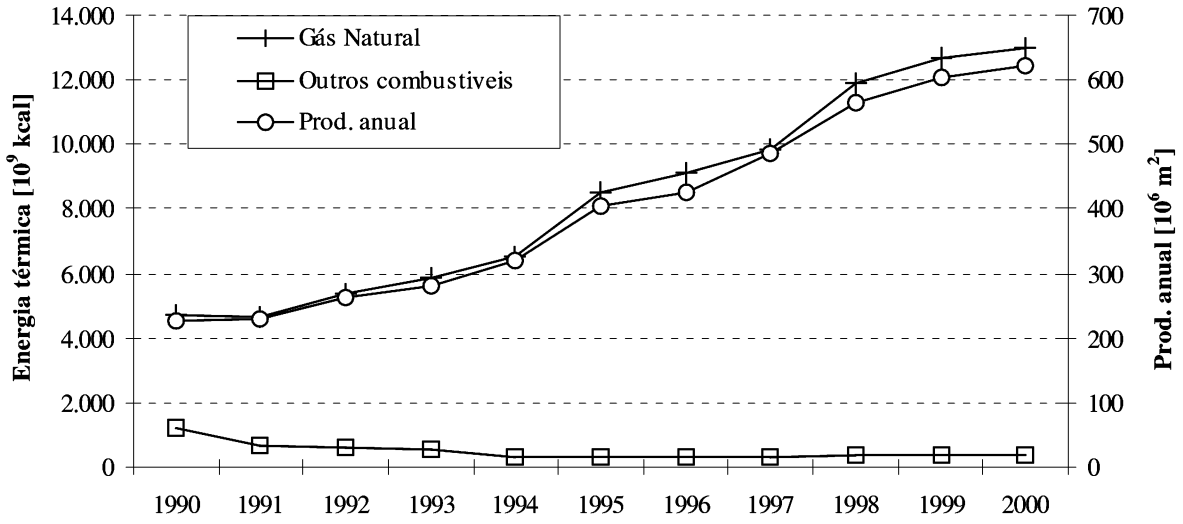


Figura 16: Fontes de energia em kcal e produção da ICRVU espanhola.

Fonte: Elaboração própria *apud* dados coletados pelo ITC/Espanha

5.2. Indicadores físico-termodinâmicos de eficiência energética

Para se analisar os dados tanto da Tabela 13 quanto da Tabela 14 e da Figura 15 e 16, é interessante utilizar um indicador de eficiência energética que possa de modo transparente e fácil, transmitir aos tomadores de decisão dentro da fábrica ou para o governo direcionar as políticas energéticas. Para tal finalidade será utilizado o indicador físico-termodinâmico de eficiência energético (IFTEE ou Iee) para a ICRVU tanto brasileira, quanto espanhola. Esse indicador será calculado através da divisão do total do consumo energético, em quilocalorias, utilizado, pela quantidade total de produto produzido (medido em metros quadrados). Tal procedimento poderá informar quais dos dois países têm uma ICRVU mais eficiente.

A formula construída para se calcular o Iee_{et} é a seguinte:

$$\text{IFTEE ou } Iee_{et} = \frac{\text{Quantidade total de energia térmica em kcal (ou "te")}}{\text{Quantidade total de produtos produzidos em m}^2}$$

Esse indicador permite que se somem as quantidades de diversas fontes diferentes de energia e as dividida pela produção total, possibilitando saber exatamente quantas quilocalorias são necessárias para produzir um metro quadrado de cerâmica. No entanto, utilizando-se da

Digitized by Google

medida metros quadrados de produtos produzidos, tem-se que levar em consideração que essa unidade de conta é mais fácil de se aplicada, porque o tamanho do forno já define quantos metros quadrado este suporta. Além do que, as vendas deste produto também são realizadas nessa unidade. Porém, existe um problema sério a ser computado, que é a espessura das peças. Essa espessura é um dos componentes que determinará o tempo de permanência dentro dos fornos e secadores, para ficarem prontas. Outro item que pode influenciar é a formulação da massa.

Alguns técnicos de cerâmica indicam que o correto seria utilizar kcal/kg e não kcal/m^2. Neste trabalho optou-se por utilizar a unidade metro quadrado, porque a maior parte dos dados coletados assim o indicava. Para transformá-los em quilos de produto seria preciso utilizar um valor estimado de 16m^2 = 1 kg. Tal valor é o mesmo utilizado pelos técnicos espanhóis. Porém, se todos os valores coletados fossem transformados em quilocalorias, aqueles ficariam tão inadequados quanto utilizar o dados referentes à produção em metros quadrados. Tal dificuldade não invalida os resultados finais, porque estarão sendo comparados dados tanto espanhóis, como brasileiros, que contêm a mesma base e, portanto podendo-se considerar como sendo comparáveis. Nas Tabelas 15 e 16, os valores dos indicadores físico-termodinâmicos em kcal/m^2 também são apresentados em "te/kcal". Tal unidade é a "termia" ou "te" (espanhola), que equivale a 1te = 1000 kcal. Este cálculo foi realizado, porque os dados da ICRVU espanhola, coletados e trabalhados pelo ITC/Castellón, estavam nessa unidade e em consideração aos originais foi mantida.

Digitized by Google

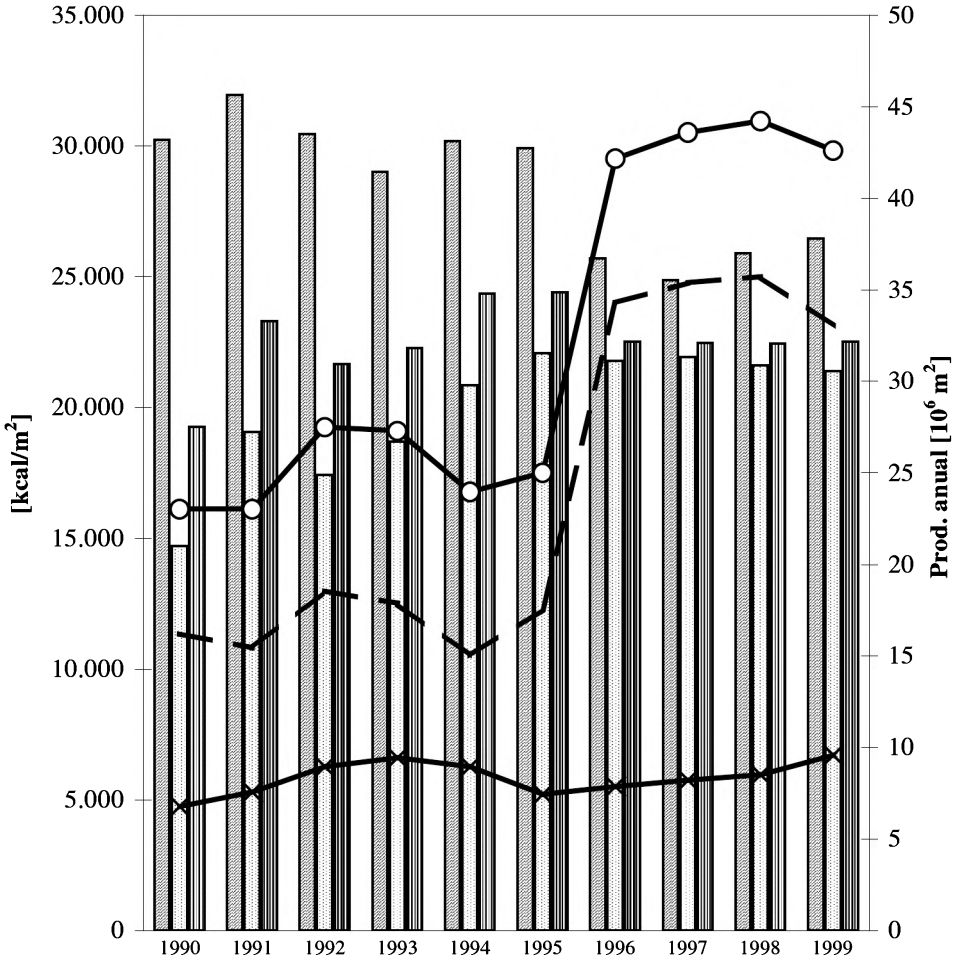
Tabela 15: Indicador físico-termodinâmico de eficiência energética para a energia térmica - em [kcal/m^2] e em [te/m^2]*. Dados das ICRVU brasileira.

	Fontes de energia [10^6 kcal]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1	Carvão Mineral	3.765,27	23.246,72	18.337,06	10.371,86	8.955,11	14.273,81	101.291,98	111.427,60	106.874,01	104.226,62	105.453,45
2	Óleo Combustível	144.938	164.873	197.031	181.017	152.472	204.113	291.836	253.612	250.259	207.376	196.375
3	Gás Liquefeito de Petróleo	10.650,96	9.635,89	7.000,33	6.699,60	12.039,11	23.375,21	201.723,18	234.090,43	326.640,46	394.231,48	258.202,06
4	Gás Pobre de Carvão	78.834,29	96.219,58	100.591,60	135.771,04	139.287,30	145.661,21	151.540,33	176.079,78	87.647,60	-	-
5	**Subtotal Energia Térmica**	238.189,01	293.974,91	322.960,09	333.859,85	312.753,11	387.423,43	746.391,98	775.209,87	771.421,54	705.834,40	GN
6	**Subtotal Produção [10^6 m^2]**	16,22	15,43	18,55	17,85	15,00	17,56	34,28	35,38	35,71	33,03	GN
7	***Subtotal Iee_{et} [kcal/m^2]***	*14.682,23*	*19.048,25*	*17.408,53*	*18.700,57*	*20.852,32*	*22.062,96*	*21.772,91*	*21.912,84*	*21.599,90*	*21.372,21*	*GN*
8	***Subtotal Iee_{et} [te/m^2]***	*14,68*	*19,05*	*17,41*	*18,70*	*20,85*	*22,06*	*21,77*	*21,91*	*21,60*	*21,37*	*GN*
9	Gás Natural	204.837,75	241.571,08	272.398,43	273.789,54	270.302,93	222.840,78	202.089,67	203.995,80	220.056,81	253.068,44	398.518,00
10	**Subtotal Energia Térmica**	204.837,75	241.571,08	272.398,43	273.789,54	270.302,93	222.840,78	202.089,67	203.995,80	220.056,81	253.068,44	GN
11	**Subtotal Produção [10^6 m^2]**	6,78	7,57	8,95	9,44	8,95	7,45	7,87	8,21	8,50	9,57	GN
12	***Subtotal Iee_{et} GN [kcal/m^2]***	*30.226,94*	*31.926,66*	*30.450,91*	*29.006,60*	*30.187,91*	*29.902,66*	*25.694,49*	*24.845,73*	*25.897,55*	*26.445,65*	*GN*
13	***Subtotal Iee_{et} GN [te/m^2]***	*30,23*	*31,93*	*30,45*	*29,01*	*30,19*	*29,90*	*25,69*	*24,85*	*25,90*	*26,45*	*GN*
14	**Total (Brasil) Energia Térmica**	443.026,76	535.545,99	595.358,52	607.649,38	583.056,04	610.264,21	948.481,66	979.205,67	991.478,35	958.902,84	958.903,00
15	**Total Produção [10^6 m^2]**	23,00	23,00	27,50	27,29	23,95	25,01	42,15	43,59	44,21	42,60	44,36
16	***Total Iee_{et} [kcal/m^2]***	*19.262,36*	*23.285,01*	*21.651,51*	*22.264,91*	*24.342,19*	*24.400,81*	*22.504,74*	*22.464,00*	*22.425,89*	*22.512,00*	*21.617,72*
17	***Total Iee_{et} [te/m^2]***	*19,26*	*23,29*	*21,65*	*22,26*	*24,34*	*24,40*	*22,50*	*22,46*	*22,43*	*22,51*	*21,62*

Fonte: Elaboração própria.

Obs.: Onde figurar GN significa que não foram calculados os valores desse energético em separados. * te= termia espanhola: 1te=1000kcal

Digitized by Google



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Subtotal Iee base GN	30.227	31.927	30.451	29.007	30.188	29.903	25.694	24.846	25.898	26.446
Subtotal Iee base todas as fontes energéticas, exceto GN	14.682	19.048	17.409	18.701	20.852	22.063	21.773	21.913	21.600	21.372
Total Iee base todas as fontes de energia da ICRVU brasileira	19.262	23.285	21.652	22.265	24.342	24.401	22.505	22.464	22.426	22.512
Total Produção anual	23,00	23,00	27,50	27,29	23,95	25,01	42,15	43,59	44,21	42,60
Subtotal da produção utilizando base GN	6,78	7,57	8,95	9,44	8,95	7,45	7,87	8,21	8,50	9,57
Subtotal da produção utilizando todos os energéticos da ICRVU, exceto GN.	16,22	15,43	18,55	17,85	15,00	17,56	34,28	35,38	35,71	33,03

Figura 17: Resumo dos indicadores físico-termodinâmicos e de produção para a ICRVU brasileira.

Fonte: Elaboração própria

Para o Brasil o resultado, da relação entre as quantidades totais de energia térmica consumida e de produtos cerâmicos produzidos nos diversos anos, pode ser observado na Tabela.

Digitized by Google

15 e na Figura. 17. A Tabela 15, foi montada para mostrar o $Iee_{et,}$ construído com base nas fontes de energia utilizada na ICRVU brasileira e seus respectivos consumos. Porém, entre os valores de GN e dos outros energéticos foi incluído um subtotal, tanto para a energia térmica, quanto para a produção. Essa linha divisória mostra os valores dos Iee_{et} (indicadores físico-termodinâmicos de eficiência energética para a energia térmica), antes e depois da implantação do GN. Das empresas pesquisadas somente uma empresa usava GN desde 1990, as demais começaram a utiliza-lo a partir de 1999. A subdivisão mostra que as empresas brasileiras conseguiram adaptar as máquinas e os equipamentos importados aos energéticos nacionais, com grande êxito. Porém, o GN ainda é um energético novo para a maioria da ICRVU brasileira de cerâmica. Os técnicos brasileiros ainda precisam de um tempo, para se adaptar a essa tecnologia; porém, com certeza dentro de um curto espaço de tempo alcançarão um melhor desempenho, sendo só uma questão de ajustes entre os conhecimentos acumulados nos últimos quarenta anos e sua adaptação ao novo energético.

A análise dos dados a seguir serão referentes à linha 7 da Tabela 15. Os baixos valores de $kcal/m^2$ obtidos entre os anos de 1990 e 1993, devem em primeiro lugar a predominância do uso de energéticos com baixo teor calorífico, como carvão mineral, óleo, gás pobre de carvão e por ultimo o GLP; depois, a fatores de eficiência energética e adaptação dos equipamentos aos energéticos encontrados localmente. Em 1994 e 1995 há uma súbita elevação do Iee_{et} ou intensidade energética para 24.342,19 $kcal/m^2$ e 24.400,81 $kcal/m^2$ respectivamente, essa elevação pode ter várias explicações A partir do segundo trimestre de 1995 houve uma retração na economia, o governo em março daquele ano adotou medidas de restrição do crédito e elevação da taxa de juros (GREMAUD, 2002) o que diminuiu a demanda interna e as exportações em 1995 ($29,4\ 10^6 m^2$) também se mantiveram aproximadamente ao mesmo nível de 1994 ($29,7\ 10^6 m^2$). A queda na demanda levou a algumas empresas a ter aproximadamente 28% de capacidade ociosa. Essa capacidade ociosa pode ter elevado o consumo de energia por metro quadrado de produtos, se eles não desligaram as máquinas ou não estabeleceram uma programação adequada da utilização dos equipamentos. Ainda pode se observar que os dados da ICRVU brasileira que não utilizavam GN até 1999 começam a apresentar um crescimento nos valores dos de $kcal/m^2$, entre os anos de 1994 e 1996. É interessante notar que a intensidade energética cresceu para os anos de 1994 e 1995, exatamente quando se inicia a implantação do plano econômico do governo Fernando Henrique Cardoso, que começa no final de 1993, quando ele ainda era Ministro do

Digitized by Google

Governo do Presidente Itamar Franco. Quando tomou posse como Presidente da Republica em 1994, implanta o Plano Real. Tal plano econômico supervalorizou a moeda brasileira o "Real", facilitando as importações. Os energéticos importados chegavam com preços abaixo do mercado, isso provavelmente incentivou o aumento do consumo de energia térmica na ICRVU brasileira.

Em 1996, entrada de novos dados de produção e consumo na Tabela 15, tendo que se fazer um corte na analise, porém mesmo assim os comentários anteriores valem para todas a ICRVU brasileira, sendo que no ano de 1996 o Iee_{et} decresce para 22.504,74 kcal/m^2 e esse valor não se altera muito até 1999, que é o último ano em que prevalece o uso de diversas fontes de energia menos o valor do GN, para a produção da ICRVU brasileira. A partir de 1998 o gás pobre de carvão deixa de ser utilizado por essas empresas; diminui o consumo de carvão mineral e em menor intensidade diminui também o consumo de óleo combustível, aumentando em 1999 o consumo de GLP e no ano 2000, este decresce e, o gás natural tem um aumento considerável na matriz energética desse segmento industrial. A tendência é o GN prevalecer sobre qualquer outra fonte de energia para a ICRVU brasileira.

A produção decresce em 1999 e a intensidade energética também decresce em quase igual proporção, esse fenômeno tem como principal causa, a desvalorização da taxa do câmbio que em janeiro de 1999 foi em torno de 65% (GREMAUD, 2002), como conseqüência dessa medida os principais energéticos que têm seus preços vinculados ao dólar, sofreram uma alta de preços. Tal medida incentivou o desenvolvimento da eficiência energética em geral. Outro dado importante é que no ano de 1999, segundo dados do SINDICERAM (2002), nenhuma ICRVU no Sul do país, conseguiu utilizar acima de 87,85% de sua capacidade produtiva, sendo que em alguns meses esse valor foi de 74,31% e a média anual foi 83%. Um outro ponto que mostra que a queda de produção pode ser conseqüência dos problemas econômicos e políticos relacionados à crise que o país estava passando naquele momento, é a questão da diminuição de oferta de emprego nesse segmento industrial. Como exemplo pode se citar, que enquanto em março de 1998 havia aproximadamente 5.008 empregos na ICRVU do Sul do país, segundo o SINDECERAM (2002), em dezembro de 1999 havia somente 4.681. Portanto, se a produção caiu, a taxa de ocupação caiu, o emprego diminuiu e o Iee_{et} diminuiu, pode-se chegar a conclusão que desligaram alguns equipamentos. Essa queda da produção pode ser observada na Figura 17.

Digitized by Google

Na linha 12 da Tabela 15, pode-se observar a evolução do Iee_{et} para a fonte de energia gás natural. Todas as observações realizadas para o consumo e produção referente à linha 7, podem ser transferidas também para o caso do uso do GN, sendo que a diferença é que esse energético para a ICRVU brasileiro é novo e tem-se que esperar algum tempo para melhorar o desempenho.

Na linha 16 tem-se o somatório das diversas fontes de energia térmica, dividida pelo total da produção esses valores globais acabam por mostrar que em 2000, o gás natural já pode ser visto com um energético mais adaptado à realidade brasileira e que vem apresentando progressos em relação a eficiência energética. Os valores dos anos anteriores já foram comentados exaustivamente, faltando frisar que aqueles mencionados na linha 16 são baixos por incluir o total de consumo de GN em quilocalorias, ainda alto até 1999, com os das diversas fontes de energia. Com isso a média se torna compatível com os valores apresentados pelas ICRVU espanholas, que serão apresentados na Tabela 16 a seguir.

A Tabela 16 refere-se aos Iee_{et} - Indicadores Físico-Termodinâmicos de Eficiência Energética - relativos às indústrias espanholas. O mais importante é que estudando os valores em $kcal/m^2$ tanto da Espanha como do Brasil pode-se notar que os valores de $kcal/m^2$ alcançados pelas industrias brasileiras, que usam fontes de energia que não o GN, chegam a ser muito inferiores aos valores das industrias espanhola e brasileira que somente utilizam GN. No entanto, na ICRVU brasileira quando são somados os valores consumidos de GN aos dos outros energéticos, para produzir um total de energia térmica utilizada pelas empresas pesquisadas e dividi-lo pelo valor total produzido em m^2, o resultado é muito parecido com os valores de $kcal/m^2$, encontrado na ICRVU espanhola. Tal fato acontece porque a tecnologia é a mesma e quando se somam os valores conseguidos pelo uso de todos os energéticos menos o GN, com os valores obtidos utilizando o GN, tem-se uma média que se assemelha ao consumo térmico especifico médio e que se aproxima dos valores encontrados nas ICRVU espanholas. Porém, pode-se afirmar que as ICRVU no Brasil ainda não dominam completamente a tecnologia do uso do GN e sim das outras fontes de energia, porque com estas últimas conseguem obter indicadores de eficiência energética melhores do que com a utilização do GN.

O Iee_{et} depende muito do ciclo de queima e este segundo o Prof. Mallol do ITC/ Castellón (conversa pessoal) depende de muitas variáveis como, por exemplo: formulação da massa, tipo de produto, espessura, formato, tipo do esmalte utilizado e até a filosofia da própria empresa. Em relação ao ciclo de queima, a ICRVU brasileira está conseguindo um período de tempo muito

Digitized by Google

parecido com os da ICRVU espanhola, que é de 25 a 35 minutos para o formato mais comum, utilizado pelas mesmas.

Na Tabela 16 e Figura 19 pode-se notar que a produção espanhola cresceu continuadamente, enquanto o Iee_{et} tem em média diminuído. As ICRVU espanholas, somente nos três primeiros anos da década de noventa, apresentaram variações no indicador físico-termodinâmico de eficiência energética. Porém, entre 1994 e 2000, os valores podem ser considerados constantes ao redor de 21 te/m^2 ou 21000kcal/m^2. No Brasil os valores do Iee_{et}, começam a ficar constante, ao redor 22,45 te/m^2 ou 22.500 kcal/m^2, a partir de 1996 e seguem até 1999, sendo que em 2000 esse valor diminui.

Outro ponto importante a observar é que os valores obtidos com o uso do GN na ICRVU espanhola são muito inferiores aos obtidos no Brasil. Tal consideração deve levar em conta o fato de que a ICRVU espanhola utiliza o GN desde 1980, enquanto a brasileira iniciou em 1999 a utilização desse energético em maior escala. A queda no consumo de outros combustíveis, que não seja o GN é um fato para a ICRVU espanhola, como se pode observar na Tabela 16 e Figura 18.

É de se esperar para ICRVU brasileira uma melhora sensível no desempenho do GN quando as empresas adaptarem suas formulações e curvas de queima, buscando otimizar o poder de calorífico do GN.

Tabela 16: Iee_{et} em [kcal/m^2] e em [te/m^2], dados das ICRVU espanholas.

Ano	Gás Natural [10^9 kcal]	Outros combustíveis [10^9 kcal]	Total de Energia Térmica [10^9 kcal]	Produção anual [10^6m^2]	Iee_{et} [kcal/m^2]	Iee_{et} [te/m^2]
1990	4.730	1.231	5.961	225	26.493	26,49
1991	4.651	669	5.320	228	23.333	23,33
1992	5.366	628	5.994	261	22.965	22,97
1993	5.848	536	6.384	281	22.718	22,72
1994	6.538	322	6.860	320	21.437	21,44
1995	8.531	305	8.836	405	21.817	21,82
1996	9.119	310	9.429	424	22.238	22,24
1997	9.845	315	10.160	485	20.948	20,95
1998	11.871	346	12.217	564	21.661	21,66
1999	12.653	360	13.013	602	21.616	21,62
2000	13.002	350	13.352	621	21.500	21,5

Fonte: Elaboração própria *apud* dados coletados pelo ITC/Espanha

te= termia espanhola: 1te=1000kcal

Digitized by Google

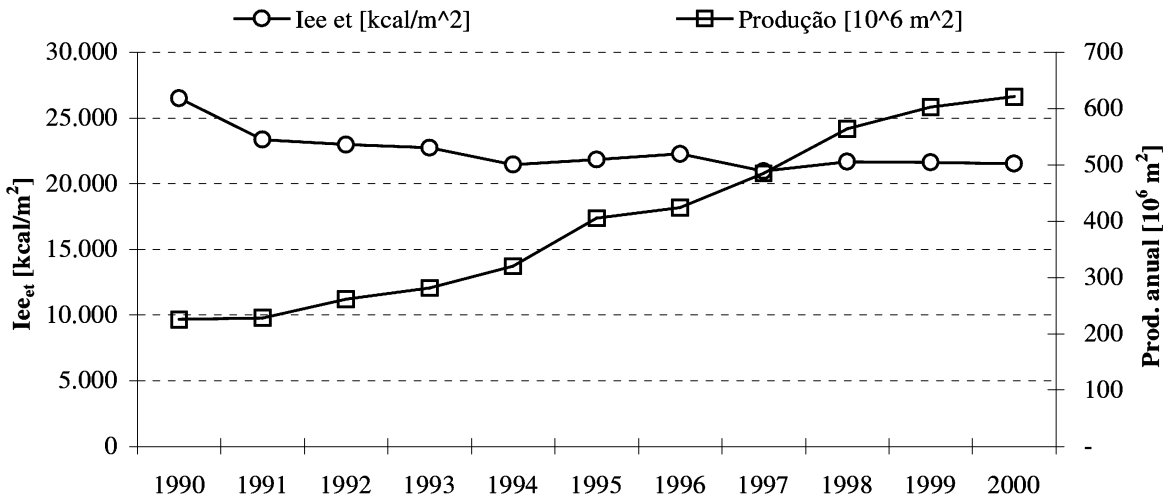


Figura 18: Indicadores físico-termodinâmicos para a ICRVU espanhola.

Fonte: Elaboração própria com dados do ITC/Castellón

A Figura 19 apresenta um resumo dos valores encontrados para os indicadores físico-termodinâmicos de eficiência energética tanto para a ICRVU brasileira como espanhola. Essa figura mostra o aumento da intensidade energética entre os anos de 1994 e 1995 e a tendência a queda da mesma após 1999 e para a ICRVU espanhola pode-se notar a manutenção dos valores de intensidade energética após 1997.

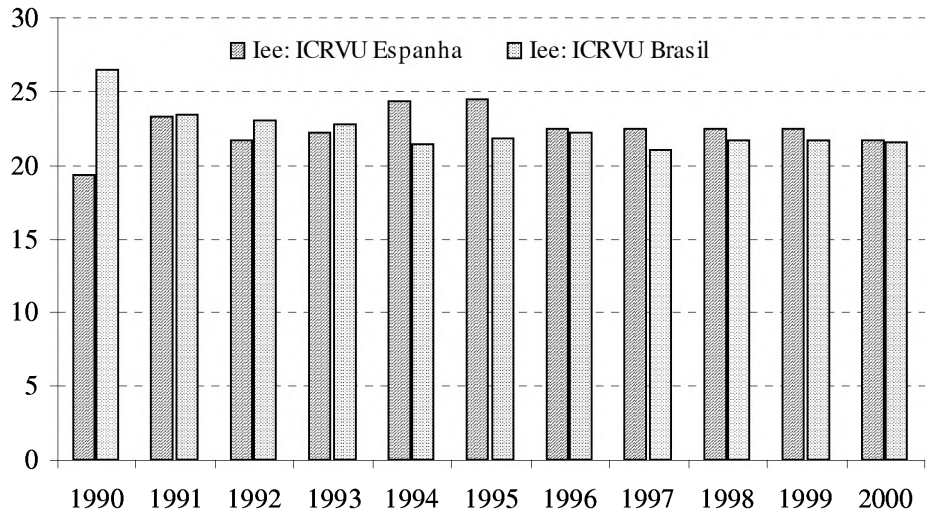


Figura 19: Valores dos Iee$_{et}$ para a ICRVU do Brasil e da Espanha.

Fonte: Elaboração própria.

Digitized by Google

5.3. Indicadores físico-termodinâmicos de eficiência energética para a energia elétrica consumida, pela ICRVU

Na ICRVU o maior consumo de energia é o da energia térmica, porém também existe um importante consumo de energia elétrica. A maior parte da ICRVU espanhola produz sua própria energia utilizando-se de cogeração. Da energia cogerada, parte é utilizada na empresa e parte é vendida para a concessionária local. Os gases quentes produzidos pela cogeração são aproveitados nos atomizadores.

Os indicadores físico-termodinâmicos de eficiência energética (IFTEE ou Iee_{ee}) em relação à energia elétrica, das ICRVU brasileira e espanhola de energia elétrica, podem se ver nas Tabelas 17 e 18. Esses indicadores foram construídos utilizando-se da seguinte formula:

$$\text{IFTEE ou } Iee_{ee} = \frac{\text{Quantidade total de energia elétrica em GWh}}{\text{Quantidade total de produtos produzidos em m}^2}$$

Na fórmula acima está se utilizando Gwh, unidade mais adequada para este estudo, porém poderia ser utilizada qualquer outra unidade que traduzisse o consumo de energia elétrica da indústria.

Os Iee_{ee} (Indicadores físico-termodinâmicos de eficiência energética – energia elétrica), referente aos valores de consumo de energia elétrica da ICRVU brasileira, foram construídos com os dados coletados e tem a seguinte evolução: de 1990 até 1996, referem-se somente a dados de duas empresas; de 1997 a 1999 referem-se a 13 empresas; os dados do ano 2000 referem-se a 19 empresas e os dados de 2001 referem-se a 18 empresas. A evolução desses dados pode ser observada na Tabela 17.

Os Iee_{ee} (Indicadores físico-termodinâmicos de eficiência energética – energia elétrica), referente aos valores de consumo de energia elétrica da ICRVU espanhola, foram construídos com os dados totais de consumo da UCRVU espanhola. Tais dados foram coletados pelo ITC/Castellón, junto a IBERDROLA e a IMPIVA e o de produção de cerâmica via úmida junto a ACER. A evolução desses dados pode ser observada na Tabela 18.

Digitized by Google

Tabela 17: Iee_{ee} para o consumo da energia elétrica da ICRVU brasileira.

Ano	EE - BR [GWh]	Produção [10^9 m^2]	Iee_{ee} [kWh/m^2]
1990	0,0244	0,0068	3,6
1991	0,0279	0,0076	3,7
1992	0,0314	0,0089	3,5
1993	0,0294	0,0094	3,1
1994	0,0303	0,0090	3,4
1995	0,0243	0,0075	3,3
1996	0,0373	0,0136	2,7
1997	0,0865	0,0318	2,7
1998	0,0848	0,0318	2,7
1999	0,0796	0,0299	2,7
2000	0,1913	0,0679	2,8
2001	0,1326	0,0509	2,6

Fonte: Elaboração própria

Sigla: EE – BR: Energia Elétrica consumida pela ICVU brasileira.

Tabela 18: Iee_{ee} para o consumo da energia elétrica da ICRVU espanhola.

Ano	EE - ES [GWh]	Produção [10^9 m^2]	Iee_{ee} [kWh/m^2]
1990	557,4	225	2,5
1991	562,5	228	2,5
1992	674,7	261	2,6
1993	728,4	281	2,6
1994	848,3	320	2,7
1995	955,2	405	2,4
1996	1102,9	424	2,6
1997	1186,4	485	2,4
1998	1395,0	564	2,5
1999	1565,0	602	2,6
2000	1615,0	621	2,6

Fonte: a*pud* ITC – Espanha, 2002

Sigla: EE – ES: Energia Elétrica consumida pela ICRVU espanhola.

Os valores de consumo de energia elétrica na ICRVU brasileira foram os dados mais difíceis de se coletar. Tais empresas consideram os valores de consumo de energia elétrica, como sendo um dado sigiloso e que, se divulgado, pode trazer algum dano à estratégia de concorrência da empresa.

O interessante é que existe uma preocupação em não divulgar os dados de energia elétrica consumida, como se isso não devesse ser de conhecimento público, uma vez que a produção de

Digitized by Google

energia, afeta ao meio ambiente e traz grandes conseqüências Porém, ao visitar algumas empresas percebe-se que a evolução desses dados, na maioria dessas empresas, não é devidamente acompanhado. Os dados não são armazenados dentro das empresas, de forma a se tornar parte da empresas, porque os empregados que coletam os dados, não os armazenam em um banco de dados.

Tal procedimento torna esses dados de energia "monopólio" de alguns funcionários, porque não há nada escrito, portanto quando a pessoa responsável pelos mesmos, deixa a empresa, na maioria das vezes, os dados somem ou são descartados. A falta de um banco de dados de consumo de energia, na maioria das empresas, faz com que o acompanhamento da evolução do consumo de energia, se perca com o tempo.

Para que essa dificuldade, encontrada na maioria das empresas pesquisadas, seja solucionada, primeiramente surgiu a idéia de formular uma tabela, para que esses dados fossem coletados. No entanto, não é esse dado que falta para a maioria das empresas, porque algumas delas usam *softwares* sofisticados para sua coleta. Tais *softwares*, normalmente são desenvolvidos pelos próprios gerentes ou pelo pessoal responsável pela informatização da empresa. Portanto, o que falta para essas empresas é um tipo de manual de procedimentos gerais, no qual estivesse descrita a metodologia de coleta, a forma de acessar esses dados e uso dos mesmos. A descrição de como inserir e acessar esses dados no computador poderia estar em um manual de procedimentos e os dados inseridos, poderia ter uma chave de segurança da própria empresa, que proibisse que os mesmos fossem apagados. Esse manual poderia padronizar a entrada de dados, como, por exemplo, dizer qual o valor calorífico de cada energético para a produção e ao mesmo tempo descrever como o departamento de custo deve colocar os preços dos mesmos, se estes serão apresentados por quilo ou por m^2 de produto, em dólares ou em reais e outros detalhes que são importantes para a empresa, mas que pudesse formar um padrão de procedimentos para cada setor da empresa.

A maioria das empresas evoluiu a partir de antigas olarias e até hoje são empresas familiares, que mantêm uma cultura de amizade e companheirismo com os funcionários e gerenciam suas empresas de modo muito individual e particular. Esse é o motivo porque a grande parte delas não tem uma pulverização dos dados e dos conhecimentos, porque é uma relação de confiança e amizade, que une os profissionais da maioria dessas empresas e não uma relação

Digitized by Google

estritamente profissional e metódica.

No Brasil a energia elétrica é produzida por hidrelétricas e seu custo é muito baixo para as empresas, por esse motivo às empresas até 1995, não se preocupavam em investir em eficiência energética ou controle de consumo. A ICRVU brasileira não realiza cogeração porque é muito mais conveniente comprar a energia elétrica da concessionária. A partir de 1995 quando começou a faltar energia elétrica e começaram os "apagões" e a implantação pelo governo federal de cotas para consumo, essas empresas começaram a se preocupar em consumir esse tipo de energia de forma mais racional. Na Tabela 17 pode-se observar que o consumo de energia elétrica tem se mantido praticamente constante para a ICRVU brasileira o mesmo tem acontecido com a ICRVU espanhola. Na ICRVU espanhola o controle do consumo de energia elétrica faz-se necessário, porque este representa uma parte importante do custo do produto final.

A energia cogerada, nessa indústria, atualmente supera o consumo total das ICRVU e o excedente é vendido para a concessionária, ver Figura 20. Esse fato tem muitas vantagens, segundo HENRIQUES *et al* (1996), porque ao se produzir à energia elétrica perto do ponto de consumo, evitam-se perdas por transmissão, além de poder aproveitar os gases quentes provenientes dos sistemas de cogeração nos atomizadores ou secadores, estas instalações têm um proveitamento energético ao redor de 90%, reduzindo assim o consumo de energia primário e o impacto ambiental proveniente da produção de energia elétrica.

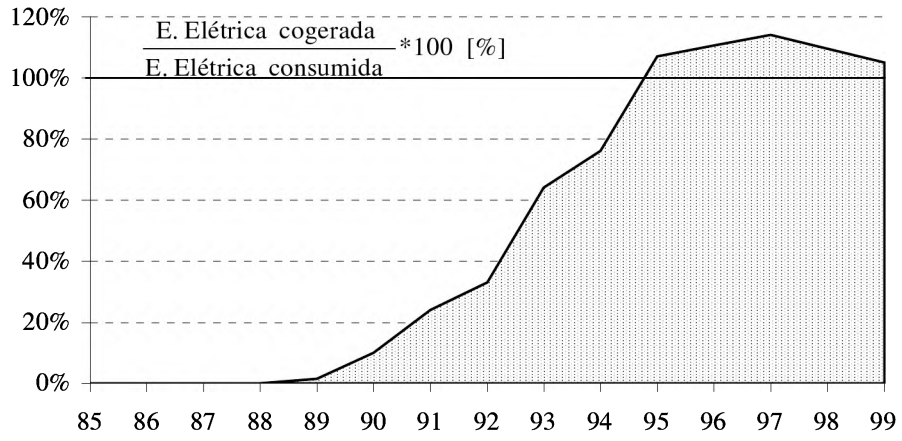


Figura 20: Porcentagem da energia cogerada em relação à energia elétrica consumida pela ICRVU espanhola. Dados de 1988 a 1999.

Fonte: ITC/Castellón (2002).

Digitized by Google

Algumas empresas brasileiras têm se esforçado em diminuir seu consumo de energia elétrica e têm conseguido valores abaixo da média, como pode se observar no exemplo da Tabela 19. Essa tabela mostra os valores reais alcançados por uma empresa brasileira, aqui denominada de "X". Um fato que tem incentivado as empresas a investirem em eficiência energética é que a partir de 1993, quando teve inicio as privatizações das empresas de eletricidade e principalmente depois de 1997 e grande parte da distribuição já tinha sido privatizada, a tarifa de energia tem aumentado continuamente e muito acima da inflação. Como atualmente as negociações das tarifas para os grandes consumidores de energia elétrica são realizadas diretamente entre o cliente e a concessionária, é interessante para as empresas diminuírem seu consumo na hora de ponta e se possível seu consumo geral de energia elétrica, uma vez que a tendência das tarifas é aumentar e não diminuir seu valor.

Tabela 19: Valores de Iee_{ee} referente a uma ICRVU/BR.

Meses	Em 1999 [kWh/m^2]	Em 2000 [kWh/m^2]
1	2,400	2,224
2	2,764	2,410
3	2,408	2,354
4	2,756	2,216
5	2,571	2,225
6	2,470	2,229
7	2,583	2,113
8	2,445	2,060
9	2,831	2,421
10	2,535	1,948
11	2,500	2,176
12	2,452	1,931

Fonte: Elaboração própria. Dados apresentados pela empresa "X"

No próximo capítulo será estudado o Iec – Indicador e Eficiência Energética Econômico para a ICRVU brasileira e espanhola.

Digitized by Google

Capítulo 6

6. Indicadores econômicos de eficiência energética para as energias térmica e elétrica das ICRVU brasileira e espanhola

6.1. Indicador econômico-físico-termodinâmico de eficiência energética (IEFTEE ou Iec_{et}) para energia térmica

Conforme mostrado no Capítulo 2, os indicadores econômicos podem ser: econômico-termodinâmico (1º) e econômico puro (2º). Para o primeiro tipo de indicador é necessário que a energia seja mensurada na entrada em unidades termodinâmicas e na saída em valor monetário, porém tais dados não estão disponíveis, neste momento. Os dados coletados de consumo de eletricidade, não indicam a quantidade de energia que entra no sistema, nem como possibilita imputar preços na saída. Isso acontece porque esses dados teriam duas maneiras de serem construídos. A primeira delas poderia ser através da realização do balanço energético do processo de produção, porém as empresas brasileiras, consultadas não o forneceram. O segundo, seria através dos preços dos produtos que saem da fábrica, porém nenhuma dessas possibilidades está disponível, neste momento. Tal afirmação baseia-se no fato que são produzidos diferentes tipos e larguras de cerâmica, no mesmo dia e na mesma linha de produção e as empresas não fornecem os preços por tipos de produtos e em serie anuais. Portanto, não se têm dados suficientes para construir esse tipo de indicador com estas características.

O indicador econômico puro, que seria o segundo proposto, tem como característica principal à mensuração do valor monetário das energias de entrada e de saída, aqui se repete a mesma dificuldade do primeiro indicador. Não se tem o valor monetário da energia nem na

Digitized by Google

entrada e nem na saída, porque as ICRVU brasileiras não realizam, ou não cederam, balanços energéticos minuciosos que poderiam nos fornecer esses dados. Portando, o que se pode fazer é adaptar os dados coletados ao conceito dos indicadores, seja econômico ou econômico termodinâmico.

Uma das soluções possíveis, utilizada neste trabalho, é a seguinte: o dado coletado quanto à energia térmica empregada no processo é a total gasta no processo de produção, incluindo perdas, mensuradas na unidade (original) de cada energético. Outro dado disponível é a quantidade física produzida, mensurada em metros quadrados. Portanto, este trabalho, construirá um indicador, que mostrará quanto de energia térmica foi gasta para produzir um metro quadrado, em valores monetários.

Portanto, o indicador seria econômico-termodinâmico-físico (IETF ou Iec_{et}), porque irá fornecer, como resultado final, quanto se gasta de energia térmica, em valores monetários, para se produzir um metro quadrado de cerâmica (por exemplo: US$/m^2). Assim, esse indicador permitirá uma comparação econômica antes e depois da inclusão do GN na matriz energética brasileira, porque esse energético somente começou a ser implantado na maioria das ICRVU pesquisadas a partir de 2000.

Além dessa possibilidade poderá se verificar o valor em dólar gasto para se produzir um metro quadrado de cerâmica no Brasil e na Espanha. Como resultado foi possível conhecer quais as fontes energéticas que poderão ser utilizadas em conjunto a fim de produzir um metro quadrado, segundo os indicadores econômicos de eficiência energética.

O indicador econômico físico termodinâmico de eficiência energética (IEFT ou Iee_{et}), foi calculado com as seguintes premissas: total de energia térmica (E.T.) consumida ao ano, convertida em metros cúbicos de GN e multiplicada pelo valor do dólar médio do ano em questão, que resultará em US$/m^2. O período computado será de 1998 a 2000, tanto para os dados espanhóis como para os brasileiros. Esse período foi determinado, levando em consideração que o GASBOL (nome do gasoduto que transporta o gás boliviano, até o Sul do país) chegou somente a partir de 1999 às cidades de São Paulo e Santa Catarina, onde estão situadas as principais empresas de cerâmica.

Digitized by Google

Os dados de energia térmica das ICRVU espanholas foram computados em moeda espanhola – Pesetas Espanholas[11] – e para as brasileiras em Real [R$], sendo que ambas, foram convertidas em dólares americanos [US$]. Para se transformar em Dólar, a moeda brasileira e espanhola, foi utilizada a taxa de cambio médio anual do dólar, sendo que no Brasil a cotação terá como base o dólar comercial. Após a conversão de todos os valores de energia térmica (V.E.T.) em metros cúbicos de GN e multiplicados pelo dólar médio do ano, foi dividida pela quantidade total (anual) da produção, em metros quadrados, de acordo com a seguinte fórmula.

$$\text{IEFT ou } Iec_{et} = \frac{\text{Valores de Energia Térmica [US\$ anual]}}{\text{Quantidade total de produtos produzidos em [m}^2\text{/ano]}}$$

Na Tabela 20, pode ser observado o Iec_{et} brasileiro, foi calculado a partir dos dados das energias térmicas, originais, coletados, transformados em equivalente a GN/m^3 (item 2, 4, 6, 8). O item 10 contém o valor do US$/mil m^3, esse valor para o ano de 1998 foi calculado dividindo o valor do energético (GN) em real pelo dólar médio comercial. O valor médio do dólar foi elaborado a partir da soma dos valores das cotações médias mensais, fornecidas pelo Banco Central, dividida por doze (meses), obtendo como resultado o valor do dólar médio. Os valores das tarifas para o GN, segundo a ABEGÁS (via e-mail em dez/2002 – Anexo III), são compostas por "preço do gás - produção" ou *commodity* e tarifa de transporte (variável de acordo com o ponto de entrega). Até janeiro 2000 o preço era único sem diferenciação pela distância. A tarifa de 1998, fornecida pela ABEGÁS foi de R$88,584/1000m^3 (equivalente a US$ 76,13) e a tarifa media para GN em dólar para o Brasil em 1999 (US$ 63,98) e 2000 (US$ 80,49) estes valores foram coletadas no *site* da ANP.

As Tabelas 20 (cálculo do Iec_{et} brasileiro) e 21 (cálculo do Iec_{et} espanhol), fornecem valores muito diferentes. Porém, ao se observar o item 18 da primeira tabela e o resultado final em US$$_{et}$/m^2 da Tabela 21 poderá verificar-se que os valores, quando se usa somente o GN não são muito diferentes, são compatíveis e neste caso, a fonte de energia e a tecnologia utilizada são

[11] Nesse trabalho será utilizada a moeda espanhola, Pesetas e não o Euros, como valor monetário, porque na Espanha ainda a moeda mais utilizada, para colocar os preços nas mercadorias, é a Peseta. Tais valores, a *posteriori*, são transformados em Euros. Os valores de GN estão em Pesetas e a taxa de conversão para o Dólar foi informada pela ACER.

Digitized by Google

as mesmas. Portanto, a diferença grande de US$$_{et}$/m^2, está quando se utilizam diversas fontes de energia, para produzir o mesmo produto. Neste caso precisa-se levar em consideração que no Brasil até Janeiro/2000 a tarifa do GN não contemplava o transporte. Esta era a mesma, não importando a distancia para entrega. O GLP era em parte importado e parte produzido no país; o carvão mineral é nacional; o gás pobre de carvão utilizado até 1998 não tinha um preço fixo, poderia se negociar por contrato o que o tornava economicamente atraente. Porém, as empresas preferiram deixar de usar o GPC, porque não era uma fonte de energia com fornecimento garantido e pelas mudanças nas leis ambientais, que agora determinam o reflorestamento das áreas desmatadas. Tal mudança aumentaria o custo e também por algumas das empresas fornecedoras usarem mão-de-obra infantil, o que poderia vir a prejudicar a imagem da empresa compradora de tal produto. Mesmo com a saída do GPC a composição de fontes de energia (GLP, CM, Óleos) ainda era economicamente mais viável em 1999, do que começar utilizar somente o GN. Um outro dado importante que se pode retirar desses cálculos é que tanto no Brasil como na Espanha, a tendência na ICRVU é de aumento dos gastos com energia, como resultado da valorização do dólar perante as moedas locais. A questão do GN pode ser vista como custo da implantação de uma nova tecnologia, sempre existe a necessidade de um tempo para maturação da mesma e isso pode refletir no custo total.

Digitized by Google

Tabela 20: Indicador econômico-físico-termodinâmico (Iec_{et}) para a energia térmica consumida pela ICRVU brasileira.

Item	Fontes de energia	1998	1999	2000
1	Carvão Mineral [kg]	23.749.781	23.161.471	23.434.099
2**	CM equivalente em GN/m^3	22.962,05	22.394,25	22.656,84
3	Óleo Combustível [kg]	24.802.723	20.552.655	19.462.321
4**	Óleo equivalente em GN/m^3	65.636,88	54.389,68	51.504,26
5	GLP [kg]	27.448.778	33.128.696	21.697.652
6**	GLP equivalente em GN/m^3	95.243,23	114.951,71	75.288
7	GPC [kg]	59.221.349	0	0
8**	GPC equivalente em GN/m^3	24.211,58	0	0
9	Subtotal E.T. m^3 de GN	208.054	191.736	149.449
10*	Valor [US$/mil m^{3*}]	76,13	63,98	79,75
11	Valor [US$/m^3]	0,076133	0,063980	0,079750
12	Subtotal ET [US$/m^3]	15.840	12.267	11.919
13	Subtotal da produção [10^6 m^2]	35.714.131	33.025.802	-
14	Subtotal do Iec_{et} - US$$_{et}$/m^2	0,0004435	0,0004796	-
15	GN/m^3	23.117.639	26.585.612	41.865.532
16	Subtotal em US$/m^3	1.760.004	1.700.947	3.338.776
17	Subtotal da produção [10^6 m^2]	8.497.205	9.569.377	-
18	Subtotal do Iec_{et} - US$$_{et}$/m^2	0,2071274	0,1777490	-
19	Produção total [10^6 m^2]	44.211.336	42.595.179	44.357.268
20	Total E.T. em US$	1.775.844	1.713.215	3.350.695
21	Total Iec_{et} [US$$_{et}$/m^2]	0,040	0,040	0,076

Fonte: Elaboração própria

* ANP/SPG, conforme Lei nº 9.478/97, o Decreto nº 2.705/98 e as Portarias ANP nº 206/00

** Os cálculos para equivalência em GN/m^3, foram realizados através da utilização da tabela de conversão da SCGÁS. Os resultado das conversões são apresentados no Anexo IV).

Tabela 21: Iec_{et} para a ICRVU espanhola.

Fonte de E.T. Espanha	1998	1999	2000
Gás Natural [10^6 kcal]	11.871.000	12.653.000	13.002.000
Outros combustíveis [10^6 kcal]	346.000	360.000	350.000
Total Energia Térmica Espanha [10^6 kcal]	12.217.000	13.013.000	213.352.000
Produção [10^9 m^2]	564	602	621
Iec_{et} [kcal/m^2]	21.661	21.616	21.500
Iec_{et} [te/m^2]	21,66	21,62	21,50
Valor em Ptas médias/te	1,7120	1,7353	2,9453
Cotação da Peseta [Ptas/US$Dólar]	149,293	156,164	180,528
Valor em US$/te	0,01146755	0,011112036	0,016314921
Iec_{et} US$$_{et}$/m^2 (21,66te/1m^2)	0,2484	0,2402	0,3508

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados fornecidos pelo ITC/Espanha e ACER/Espanha (2002) do Anexo V

Digitized by Google

6.2. Indicador econômico-físico-termodinâmico de eficiência energética (IEFTEE ou Iec_{ee}) para energia elétrica

O indicador econômico-físico-termodinâmico de eficiência energética (Iee_{ee}) será construído utilizando-se os valores de consumo de energia elétrica, entre 1998 a 2000 para a ICRVU brasileira e espanhola.

Tabela 22: Iec_{ee} para a ICRVU brasileira.

Total de EE/Brasil.	1.998	1.999	2.000
Consumo anual de energia elétrica na ICRVU brasileira [GWh]	0,0848	0,0796	0,1913
Produção [$10^9 m^2$]	0,0318	0,0299	0,0679
Quantidade de energia média consumida para produção de um metro quadrado de cerâmica [kWh/m^2]	2,7	2,7	2,8
Média anual de um MWh no Brasil [US$/MWh]	48,14	35,37	38,90
[US$/kWh]	0,048	0,036	0,039
$Iec_{ee} = kWh_{ee}/m^2$ - US$ Dólar	0,1296	0,0972	0,1092

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados fornecidos pelo ITC/Espanha e ACER/Espanha (2002) do Anexo V

O cálculo dos preços de energia elétrica brasileira foram calculados pela tarifa média para as indústrias em dólares/kWh. O valor do dólar utilizado para o Brasil foi a valor médio anual e para a Espanha o valor foi cedido em dólar para o kWh pelo ITC/Castellón. A diferença dos valores em dólares por metro quadrado entre as ICRVU brasileira e espanhola é de aproximadamente 26,31% para o ano 2000. Essa diferença apresentada tem que ser considerada também a partir da fonte de energia utilizada para a produção da energia elétrica, que no caso da Espanha é o GN importado da Argélia, enquanto no Brasil essa energia é produzida por energia hidráulica, que tem um custo muito inferior ao GN.

Tabela 23: Iec_{ee} para a ICRVU espanhola.

Total de Energia Elétrica/ Espanha	1998	1999	2000
GWh	1.395	1.565	1.615
Produção [$10^9 m^2$]	564	602	621
[kWh/m^2]	2,5	2,6	2,6
[US$/kWh]	0,057	0,057	0,057
Iec_{ee} - $US\$_{ee}/m^2$	0,1425	0,1482	0,1482

Fonte: Elaboração própria com dados do ITC/Castellon (2002).

A energia elétrica no Brasil mesmo sendo de origem hidráulica, não chega a ser muito mais barata do que a energia provinda do GN, porque a formação da tarifa básica brasileira atual do

Digitized by Google

kWh leva em consideração a introdução das termoelétricas à GN na matriz elétrica brasileira. Portanto, o valor do kWh da energia elétrica brasileira, chega a ser mais barato, devido muito a variação do valor do Real em relação ao dólar, isso pode ser observado pelo valor em $US\$_{ee}$/kWh para os diferentes anos. Enquanto o kWh em dólar para a ICVRU espanhola se mantém durante os anos estudados.

6.3. Algumas comparações entre o Iee e o Iec para a energia térmica e elétrica

A Tabela 24 mostra os resultados dos Iee_{ee} com os Iec_{ee}, para as ICRVU brasileira e espanhola para os anos entre 1998 e 2000. Esta mostra que para o ano 2000, quando o valor monetário da energia elétrica diminui, o consumo da mesma sobre para a ICRVU brasileira. Porem, para a ICRVU espanhola o consumo da energia elétrica aumentou mesmo com o preço da energia subindo. Para a ICRVU espanhola tal comportamento pode ser justificado pelo aumento das vendas e pelo aumento da intensidade energética entre 1999 para 2000.

Tabela 24: Comparação dos valores do Ieeee de energia elétrica tanto para a ICRVU brasileira como para a espanhola com os resultados de seus Iecee.

Ano	Iee_{ee} – BR kWh/m^2	Iee_{ee} – ES kWh/m^2	Iec_{ee} – BR kWh/m^2 em US$	Iec_{ee} – ES kWh/m^2 em US$
1998	2,7	2,5	0,1296	0,1425
1999	2,7	2,6	0,0972	0,1482
2000	2,8	2,6	0,1092	0,1482

Fonte: Elaboração própria.

Na Tabela 25 mostra que para o ano 2000 o consumo de energia térmica por metro quadrado de produto na ICRVU brasileira diminuiu e o preço aumentou e a ICRVU espanhola se comportou da mesma forma. Porém, quando se analise o ano de 1999, verifica-se que mesmo o preço mantendo-se o mesmo de 1998, o consumo de energia aumenta na ICRVU brasileira e com referencia a ICRVU espanhola o preço diminui e o consumo também.

Tabela 25: Relação dos resultados dos Iee_{et} para a energia térmica e os valores dos Iec_{et} - $US\$_{et}$/m^2 para as ICRVU brasileira e espanhola para os anos 1998, 1999 e 2000.

Ano	Iee_{et} – BR 10^3 kcal/m^2	Iee_{et} – ES 10^3 kcal/m^2	Iec_{et} – BR $US\$_{et}$/m^2	Iec_{et} – ES $US\$_{et}$/m^2
1998	22,25	21,66	0,040	0,2484
1999	22,37	21,62	0,040	0,2402
2000	21,49	21,50	0,075	0,3508

Fonte: Elaboração própria

Digitized by Google

A Tabela 26 mostra os valores de consumo e preço em US$ do GN/m^2, tanto para a ICRVU brasileira como para a espanhola nos anos de 1998 e 1999. Essa tabela foi construída para mostrar que quando se compara o consumo de GN/m^2 da ICRVU brasileira e da espanhola, não existe uma grande diferença no consumo, como acontece quando se incluem os valores de preço e consumo dos outros energéticos utilizados na matriz energética da ICRVU brasileira. Um outro dado importante é que a tarifa estipulada para o GN no Brasil é mais baixa que na Espanha, esse dado leva as empresas brasileiras, mesmo gastando mais GN/m^2, ter um custo menor que uma ICRVU espanhola. O consumo em kcal/m^2 em 1999 aumenta em relação a 1998 é seu custo abaixa, em relação a 1998, enquanto que na ICRVU espanhola o consumo diminui e o custo aumenta. As empresas brasileiras começam após 1999 a utilizar o GN, porém de todas as empresas pesquisadas, somente uma utiliza este energético, as outras mesmo após 2000, continuavam utilizando outros energéticos junto com o GN. A maioria das empresas pertencente a ICRVU brasileira que esta utilizando o GN, trocou o uso do GLP por GN, mas não aboliu completamente o uso de outros energéticos na produção. Tal procedimento faz com que uma das empresas pesquisadas consiga um valor de 17 kcal/m2 em 2000, individualmente, o que é um indicador físico-termodinâmico de eficiência energética excelente para esta indústria e para 2000. Embora essa empresa tenha afirmado que a partir de 2002, usaria somente o GN, o que com certeza aumentará esse valor de consumo.

Tabela 26: Relação dos resultados dos Iee_{et} usando somente GN para a energia térmica e os valores dos Iec_{et} em US$\$_{GN}$/m^2 para as ICRVU brasileira e espanhola para os anos 1998 e 1999.

Ano	Iee_{et} – GN-BR 10^3 kcal/m^2	Iee_{et} – GN-ES 10^3 kcal/m^2	Iec_{et} – GN-BR US$\$_{GN}$/m^2	Iec_{et} – GN-ES US$\$_{GN}$/m^2
1998	25,89	21,66	0,21	0,25
1999	26,50	21,62	0,18	0,24

Fonte: Elaboração própria

No próximo capitulo, será realizada a conclusão desse trabalho.

Digitized by Google

Capítulo 7

7. Conclusões e sugestões para futuros estudos

A conclusão geral final deste estudo parte do alcance obtido pelos objetivos específicos propostos quando do seu inicio. Tais objetivos são os seguintes:

- Descrever os principais focos de consumo energético no segmento industrial de cerâmica para revestimento via úmida.
- Desenvolver ou adaptar os indicadores de eficiência energética, mais compatíveis com os dados disponíveis nesse segmento industrial, tanto para o Brasil como para a Espanha.
- Utilizar os indicadores explanatórios e explicativos, para explicar os resultados e fazer considerações necessárias para melhor compreensão destes.

Neste estudo, os principais focos de consumo energético no segmento industrial de cerâmica para revestimento com processo via úmida foram detalhados minuciosamente nos Capítulos 3, 4 e 5. Por sua vez, os indicadores físico-termodinâmicos e os econômicos foram desenvolvidos nos Capítulos 5 e 6. Os indicadores explanatórios e explicativos permeiam todo o trabalho, uma vez servem para explicar, esclarecer, justificar e situar os demais resultados do trabalho no contexto teórico, econômico, social e político de sua época.

Pode-se observar no desenrolar do estudo que o conjunto de energéticos utilizados, pela maioria da ICRVU brasileira, para produzir a energia térmica até 1999 foi o seguinte: carvão mineral, gás liqüefeito de petróleo, óleo combustível, gás pobre de carvão e gás natural sendo que poucas empresas utilizaram somente gás natural. Por outro lado, a ICRVU espanhola utiliza

Digitized by Google

praticamente somente de gás natural. É importante destacar que a ICRVU espanhola produz a eletricidade necessária para seu consumo através da cogeração com gás natural, enquanto a ICRVU brasileira a compra da concessionária.

Os principais resultados obtidos podem ser resumidos nos seguintes itens:

- Quando aplicados o Iee e o Iec, pode-se verificar que as empresas brasileiras até 1999 ao utilizarem várias fontes de energia, não incluindo o gás natural, obtinham como resultado um melhor desempenho na eficiência energética, uma vez que necessitavam de menos calorias por metro quadrado de produto do que a Espanha e também tinham um custo muito menor.
- A ICRVU brasileira que utiliza somente gás natural até 1999 consumia muito mais quilocalorias por metro quadrado produzido de cerâmica que a ICRVU espanhola. Em 2000 quando mais empresas brasileiras começam a utilizar o gás natural como principal energético, as quantidades em quilocalorias gastas para produzir um metro quadrado estão acima dos conseguidos pela ICRVU espanhola, porém estes estão se aproximando desta última.
- O fato de a ICRVU brasileira consumir mais GN por metro quadrado de produto final, muito provavelmente, é conseqüência das máquinas e dos equipamentos estarem adaptados para utilizar os energéticos locais disponíveis. Outro hipótese que complementa a anterior é o fato dos técnicos brasileiros estarem adaptando-se a essa nova tecnologia. Enquanto o uso daquele conjunto de energéticos anteriores foi utilizado aproximadamente nos últimos quarenta anos, o gás natural é de expansão mais recente na matriz energética da ICRVU brasileira. Para essa alteração tecnológica faz-se necessário um tempo maior para o desenvolvimento de novos métodos que possam utilizar todo o seu poder calorífico desse energético. Faz parte, também, dessa fase de adaptação a perda de rendimento nas máquinas antigas, por estas estarem reguladas para utilizar outros energéticos. Além disso é importante adaptar a formulação da massa à nova situação.
- O indicador econômico mostra que a ICRVU brasileira tem menores custos com energéticos que a Espanha. Quando se compara o uso do gás natural na ICRVU espanhola e brasileira a diferença não é muito grande – chegam a serem parecidos – enquanto comparado com o uso de vários outros energéticos em conjunto, o custo da ICRVU

Digitized by Google

brasileira é muito mais baixo.

- Quanto ao indicador de eficiência energética para a energia elétrica, não existem grandes diferenças quanto ao consumo. A maior diferença esta no custo desta fonte de energia. Porém esta diferença nos preços não deverá se manter com a introdução, na matriz energética brasileira, da geração térmica à gás natural, que por sua vez tenderá a elevar a tarifa de energia elétrica.
- A vantagem da ICRVU espanhola está em relação ao meio ambiente e isso no curto prazo trará vantagens competitivas e menor custo de emissão de CO_2. A ICRVU brasileira necessita adaptar-se à nova tecnologia e depois disso poderá vir a desenvolver técnicas que poderão proporcionar um uso mais eficiente do GN, como aconteceu com o conjunto de fonte de energia utilizado anteriormente.

Pode-se concluir que os indicadores de eficiência energética construídos para a indústria de cerâmica para revestimento com produção via úmida, corresponderam às expectativas de demonstrar de modo fácil e transparente a posição destas empresas em relação à eficiência energética e as implicações ambientais e econômicas que poderão vir a ocorrer dependendo da escolha do energético.

Sugestões para próximos estudos

Interessante seria daqui a algum tempo ser realizado um estudo sobre a evolução da eficiência energética após a implantação do GN na maioria das empresas brasileiras e compará-los novamente com a ICRVU espanhola.

A conclusão geral final deste estudo parte do alcance obtido pelos objetivos específicos propostos quando do seu inicio. Tais objetivos são os seguintes:

Digitized by Google

Bibliografia

ABEGAS: Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Gás Canalizado, disponível em :http://abegas.com.br.

Abreu, M. P. (org.), "A Ordem do Progresso". Rio de Janeiro, Ed.Campus, 1990.

Alvim. C.F.; Ferreira, O. C.; Eidelman, F.; Goldemberg. J., Energia Final e Equivalente - Procedimento Simplificado de Conversão. Revista Economia e Energia, nr. 18 - jan/fev. 2000. Disponível em: www.ecen.com/eee18/energqui.htm.

ANFACER: Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimento, disponível em: http://www.anfacer.org.br.

ANP: Agência Nacional do Petróleo, disponível em: http://www.anp.gob.br.

Araújo, A; RomacellI J.C.; Martins, M. Analise critica do setor de revestimento cerâmico no Brasil – Parte I: Histórico recente. Revista Cerâmica industrial, 6 (4) Julho/Agosto, 2001, p.29

ASCER: Asociación Española de Fabricantes de Azulejos y Pavimentos Cerámicos, disponível em: http://www.ascer.es/

Baehr (1965). In: Horta Nogueira, L.A.; Perez, S.A.N.; Oliveira Junior, S.; Mini-curso: Análise exegética de processos. SP. De 7 a 9 de Dezembro, 1994. p. 19

Banco Central do Brasil, disponível em: http://www.bc.gov.br.

Beluzzo, L.G.M., Coutinho, R. (org). Desenvolvimento Capitalista no Brasil, editora Brasiliense. 1982.

Beluzzo, L.G.M., Coutinho, R. (org). Desenvolvimento Capitalista no Brasil. Vol. 1. Editora Brasiliense. 1984.

BNDES: Banco Nacional de Desenvolvimento Social. "Cerâmica", Revista BNDES Setorial. RJ. n° 10. Set. 1999. p. 201-252.

Digitized by Google

BNDES: Banco Nacional de Desenvolvimento Social. Disponível em: http://www.bndes.gov.br.

Bosseboeuf. D.; Chateau B.; Lapillonne B. Cross-country comparison on energy efficiency indicators: the on-going European effort towards a common methodology. Energy Policy. V. 25. No. 7-9. 1997. p. 673-682.

Brum, A.J., O desenvolvimento econômico brasileiro, – Ijuí - RS: Ed. Vozes em co-edição com a editora Unijuí, 1999 - 22.ed.

Cleveland, C.J., Ruth, M. Capital humano, capital natural e limites biofísicos no processo econômico. In: CAVALCANTI, C. Meio Ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas. São Paulo: Cortez; Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 1997.

SCGÁS: Companhia de Gás de Santa Catarina (SCGÁS). Tabela de Conversão de Unidades disponível em: http://www.scgas.com.br.

Daly, H. Beyond growth. The economics of sustainable development. Boston: Beacon Press, 1996.

Daly, H. Políticas para o desenvolvimento sustentável. In: CAVALCANTI, C. Meio Ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas. São Paulo: Cortez; Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 1997.

Delgado, J. L. G et al. España, Economía: Ante el Siglo XXI. Madrid: Editorial Espasa S.A., 1999

Dunn, S. Descarbonizando a economia energética, In: State of the World 2001 (versão em português), ed. ONU, NY/USA, 2002. p. 89-110.

Eichhammer, W.; Mannsbart W. Industrial energy efficiency. Indicators for a European cross-country comparison of energy efficiency in the manufacturing industry. Energy Policy. Vol.25. no 7-9, 1997. p. 759-772.

Enrique, J.E.; Mallol, G.; Páramo, M.; Salvá, Aspectos energéticos y medioambientales de la fabricación de baldosas cerámicas. E. Técnica Cerámica.n° 247, 1996. p. 557-565, 1996.

Enrique, J.E.; Mallol, G.; Páramo, M.; Salvá, E Evolución de los consumos de energía térmica y eléctrica en el sector de baldosas cerámicas. Técnica Cerámica no 246, 1996. p. 466-477.

Enrique, J.E.; Mallol, G.; Páramo, M.; Salvá, Influencia de la evolución tecnológica sobre el consumo energético de la fabricación de baldosas cerámicas., E. Cerámica Información, no 222. 1996. p.3-12.

Ferrari, Kátia Regina "Aspectos ambientais do processo de fabricação de placas de revestimentos cerâmicos (via úmida), com ênfase nos efluentes líquidos". São Paulo, 2000. Tese (Doutorado). Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares.

Digitized by Google

Ferreira, O. C, Entropia, economia e desenvolvimento social. feu@ecen.com.

Figueiredo Filho, P.M.; Ferrari, K.R.; Ariola, E.E.; Monaco, O.A.; Almeida, E. B. de; Tomi, G.F.C. de, Baumgartner, J.B.; Tauk-Tornisielo, S.M.; Risola, S.W.; Bicca, U.H.F. Relatório do grupo de Avaliação Ambiental. In: Paschoal, J.O.A. (Coord.) - Projeto Plataforma para Indústria Brasileira de Revestimento Cerâmica - relatório final [5.1] – Centro Cerâmico do Brasil, 1999.

GASPETRO: Petrobrás Gás S/A, disponível em: http://www.gaspetro.com.br/propr.htm

Goldemberg, J. Energia, meio ambiente & desenvolvimento, Mimeo, SP, 1997.

Goldemberg, J., Johansson, T.B., Reddy, A.K.N.,Williams, R.H. Energia para o Desenvolvimento, São Paulo: T.A Queiroz. 1988

Goldemberg, J. Energia, suas fontes e seus usos. Mimeo, SP,1983.

Haddad, J.; Aguiar, S.C. (Orgs.). Eficiência energética: integrando usos e reduzindo desperdícios, Brasília, Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL; Agência Nacional do Petróleo - ANP, 1999.

Henriques Jr., M. F. et alli, Manual de conservação de energia na indústria de cerâmica vermelha, INT - Instituto Nacional de Tecnologia, R. J., 1993.

Horta Nogueira, L.A.; Perez, S.A.N.; Oliveira Junior, S.; Mini-curso: Análise exegética de processos. SP. De 7 a 9 de Dezembro, 1994.

IPEAE: Institut per a la Promocio d'Energies Alternatives i Estalvi Energetic. Ahorro energético en el sector azulejero, Valencia, 1983. 1o edição e Consellería de Industria, Comércio y Turismo, 1990, 2o edição.

IPT: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, disponível em: www.ipt.br.

IPT: Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Conservação de Energia na Indústria Cerâmica - Manual de recomendações. São Paulo, 1980.

ITC: Instituto de Tecnología Cerámica. El cluster azulejero en Castellón. Espanha. Fevereiro, 1999.

Klint, F, Alcantará, V. De la economía ambiental e la economía ecológica. Barcelona: Icaria, 1994.

Kotas (1995). In: Horta Nogueira, L.A.; Perez, S.A.N.; Oliveira Junior, S.; Mini-curso: Análise exegética de processos. SP. De 7 a 9 de Dezembro, 1994. p. 19.

Lizarraga, J.M.S. Termodinâmica de fluídos y el método de análisis exergético, 1987. In: Mini-curso: Análise exergética de processos. Horta Nogueira, L.A.; Perez, S.A.N.; Oliveira Junior, S. SP de 7 a 9 de Dezembro, 1994.

Digitized by Google

Mendonça, M. J. C. & Gutierez, M. B. S., O efeito estufa e o setor energético brasileiro. Texto para Discussão n. 719, abril de 2000, IPEA.

Merico, L.F.K. Introdução à economia ecológica. Edit. da FURB, Blumenau, 1996 (Coleção Sociedade e Ambiente nr.1)

Meyer-Stamer J.; Maggi C.; Seibel S. Globalização e os clusters de cerâmica de revestimento italiano, espanhol e brasileiro: o espaço para governança e upgrading na integração em cadeias de valor globais, 2000.

MME: Ministério das Minas e Energia, disponível em: http://www.mme.gov.br.

Monfort, E..M.; López,I.C.; Mallol G. Cuestiones sobre médio ambiente para um técnico Del sector cerâmico. ITC, 1999.

Nagata, Y., The US/Japan comparison of energy intensity. Estimating the real gap. Energy policy. Vol. 25. NO 7-9. 1997. p. 683-691.

Navarro, F.J.L. et al, Depuración de los gases de combustión en la industria cerámica. Castellón:ITC, 1° edição 2000 e 2o edicão2001.

Norgaard, R. Development betrayed. The end of progress and a coevolutionary revisioning of the future. London: Routledge, 1994.

Norgaard, R., Howarth, R. Sustainability and discounting the future. In: Costanza, R. (Ed.). Ecological economics; the science and management of sustainability. Columbia University Press, 1991.

Norgaard, R. Valoração ambiental na busca de um futuro sustentável. In: Cavalcanti, C. Meio Ambiente desenvolvimento sustentável e políticas públicas. São Paulo: Cortez; Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 1997.

Oliveira Júnior, S. Análise termodinâmica e termoeconômica de processos de conversão de energia. Mineo. 1996.

Patterson. M.G. What is energy efficiency? Energy Policy. Vol. 24. No 5. 1996. p.355-390.

Phylipsen. G.J..M. & Blok, K.; Worrel E., Internacional comparisons of energy efficiency-methodologies for the manufacturing industry. Energy Policy, V. 25 No 7-9, 1997, p. 715-725.

Polidoro, H.A. Seleção de indicadores de desenvolvimento sustentável para indústrias do setor siderúrgico. Tese de doutorado: Universidade de Campinas,Faculdade de Engenharia Mecânica, 2000.

Revista Ceramic World Review - Ano 10 - Nr. 38, 2000.

Sachs, I.. Ecodesenvolvimento. Crescer sem destruir. São Paulo: Editora Vértice, 1986.

Schipper L.; Grubb M. On the rebound? Feedback between energy intensives and energy uses in

Digitized by Google

IEA countries. Energy Policy. Vol. 28 No 6-7, 2000. p. 367-388.

Sheng, F. Valores em mudança e construção de uma sociedade sustentável. In: Cavalcanti, C. Meio Ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas. São Paulo: Cortez; Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 1997.

SINDICERAM: Sindicato das Indústrias de Cerâmica Para Construção e de Olaria de Criciúma, disponível em: www.sindiceram.com.br.

Spaintiles (2002). "Processo de fabricación de baldosas cerámicas". Disponível em: http://spaintiles.info/documentos/proceso.pdf

Szargut (1980). In: Horta Nogueira, L.A.; Perez, S.A.N.; Oliveira Junior, S.; Mini-curso: Análise exegética de processos. SP. De 7 a 9 de Dezembro, 1994. p. 21.

Romeiro, A. R. Desenvolvimento econômico e meio ambiente; algumas considerações. Revista de Análise Econômica, Porto Alegre, n. 9, set. 1991.

Romeiro, A. R, Desenvolvimento sustentável e mudança institucional: notas preliminares. Texto para Discussão n. 68, IE/UNICAMP.

Romeiro, A. R., Salles Filho, S. Dinâmica de inovações sob restrição ambiental. In: Romeiro, A. R., Reydon, B., Leonardi, M. L. (Org.). Economia do meio ambiente. Campinas: Instituto de Economia/EMBRAPA, 1997.

Digitized by Google

Anexo I: Dados sobre os combustíveis utilizados pela indústria espanhola de cerâmica via úmida

Año	Gas natural empleado en energía térmica (Mte PCS)	Otros combustibles (Mte)	Energía eléctrica consumida (GWh)	Total (Mte) (*)	% Gas natural	% Otros combustibles	% E. Eléctrica	Energía eléctrica (Mte)
1985	2.330,0	4.126,00	287,700	6.703,422	34,75837	61,550653	3,690981	247,4220
1986	2.600,0	-	311,930	-	-	-	-	268,2598
1987	3.340,0	1.605,00	363,350	5.257,481	-	-	-	312,4810
1988	3.951,0	1.486,00	447,509	5.821,858	-	-	-	384,8577
1989	4.549,0	1.306,00	514,493	6.297,464	-	-	-	442,4640
1990	4.730,0	1.231,00	557,400	6.440,364	73,44305	19,113826	7,443120	479,3640
1991	4.651,0	669,00	562,500	5.803,750	80,13784	11,527030	8,335128	483,7500
1992	5.366,0	628,00	674,700	6.574,242	81,62158	9,552432	8,825991	580,2420
1993	5.848,0	536,00	728,400	7.010,424	83,41863	7,645757	8,935608	626,4240
1994	6.538,0	322,00	848,300	7.589,538	86,14490	4,242682	9,612416	729,5380
1995	8.531,0	303,77	955,200	9.656,242	88,34700	3,145841	8,507160	821,4720
1996	9.119,0	310,00	1.102,900	10.377,494	87,87285	2,987234	9,139914	948,4940
1997	9.845,0	315,00	1.186,400	11.180,304	88,05664	2,817455	9,125906	1.020,3040
1998	11.871,2	346,00	1.395,000	13.416,900	88,47946	2,578837	8,941708	1.199,7000
1999	12.653,0	360,00	1.565,000	14.358,900	88,11956	2,507156	9,373281	1.345,9000
2000	13.002,0	350,00	1.615,000	14.740,900	88,20357	2,374346	9,422084	1.388,9000

Fonte: Dados cedidos pelo ITC/Castellón/Espanha

Digitized by Google

Anexo II: Características dos combustíveis

Os dados deste anexo foram utilizados para compor a Tabela 12 da página 64.

Combustível	Sigla	PCS [kcal/kg]	PCI [kcal/kg]	[kg/m3]	Efic. de Queima
Gás Natural	GN	12.000	10.850	0,783	0,95
Óleo Diesel	OD	10.750		852	0,90
Óleo Combustível	OC	10.090	9.580	1.013	0,90
Óleo de Xisto	OLX	10.200	9.700	970	0,90
Querosene de Iluminação	QI	11.090		790	0,90
Gás Liquefeito de Petróleo	GLP	11.900		552	0,95
Carvão Mineral (6.000)	CM60	6.000		864	0,70
Carvão Mineral (4.500)	CM45	4.500		864	0,70
Carvão Vegetal	CV	6.800		250	0,90
Lenha Mista	LM	3.300		345	0,75
Energia Elétrica	EE				0,95
Petróleo	PE	10.900		864	0,90
Gasolina Automotiva	GA	11.220		742	0,90
Gasolina de Aviação	GAV	11.290		726	0,90
Nafta	NA	11.320		702	0,90
Querosene de Aviação	QAV	11.090		790	0,90
Álcool Etílico Anidro	AA	7.090		791	0,90
Álcool Etílico Hidratado	AH	6.650		809	0,90
Coque de Petróleo	CP	8.500		1.040	0,70
Asfalto	ASF	10.050		1.025	0,80
Lubrificantes	LUB	10.770		875	0,80
Solventes	SOL	11.240		741	0,90
Óleo Combustível 1 A	OC1A	10.000	9.500	1.013	0,90
Óleo Combustível 2 A	OC2A	10.000	9.500	1.013	0,90
Óleo Combustível 3 A	OC3A	10.000	9.500	1.013	0,90
Óleo Combustível 4 A	OC4A	10.000	9.500	1.013	0,90
Óleo Combustível 5 A	OC5A	10.000	9.500	1.013	0,90
Óleo Combustível 6 A	OC6A	9.950	9.500	1.313	0,90
Óleo Combustível 7 A	OC7A	9.950	9.500	1.313	0,90
Óleo Combustível 8 A	OC8A	9.950	9.500	1.313	0,90
Óleo Combustível 9 A	OC9A	9.950	9.500	1.313	0,90
Óleo Combustível 1 B	OC1B	10.350	9.800	1.313	0,90
Óleo Combustível 2 B	OC2B	10.340	9.780	1.313	0,90
Óleo Combustível 3 B	OC3B	10.300	9.760	1.313	0,90
Óleo Combustível 4 B	OC4B	10.300	9.760	1.313	0,90
Óleo Combustível 5 B	OC5B	10.300	9.760	1.313	0,90
Óleo Combustível 6 B	OC6B	10.300	9.750	1.313	0,90
Óleo Combustível 7 B	OC7B	10.200	9.700	1.313	0,90
Óleo Combustível 8 B	OC8B	10.200	9.700	1.313	0,90
Óleo Combustível 9 B	OC9B	10.200	9.700	1.313	0,90
Gás Pobre	GP	1.260		1.110	0,90
OC4	OC4	10.500		880	0,90

Conversão de unidades	BTU/kcal	kWh/kcal	ano/dias
	3,968317	860	365

Digitized by Google

Anexo III: Tarifas do gás natural - 1998 a 2002

Mensagem recebida por e-mail, citada na página 85, que comprova o valor em dólar por mil metros cúbicos do gás natural brasileiro para o ano de 1998. A seguir esta a Tabela da ANP na qual consta o valor em dólar para os anos de 1999 e 2000, também citada nesta mesma página.

----- Mensagem Original -----

De: Abegas <abegas@uol.com.br>
Para: Yolanda Vieira de Abreu <yolanda7777@uol.com.br>
Data: Quinta-feira, 17 de dezembro de 2002 - 8:57 AM
Assunto: Re: Tarifas

Prezada Senhora,

O gás natural de produção nacional é composto hoje por "preço do gás produção" ou *commodity* e tarifa de transporte, variável de acordo com o ponto de entrega. Até janeiro de 2000, o preço era único sem diferenciação pela distância. Segue abaixo tabela com o preço do gás:

Período	Preço [R$/1.000m^3]
1996	não disponível
Nov.1997	88,5840
1998	88,5840
Jan 1999	90,9244
Mar 1999	100,3600
Abr 1999	114,0400
Maio 1999	119,3300
Jan 2000	110,8000
Abr 2000	131,0300
Jul 2000	144,3200
Out 2000	157,8400
Fev 2001	165,7800
Abr 2001	169,0000
Out 2001	183,0400
Jul 2002	185,6500
Nov 2002	224,7400

Vale lembrar que os preços a partir de Janeiro 2000 não incluem custo de transporte
Atenciosamente,

ABEGÁS

Digitized by Google

UF	Preços médios de referência														
	Petróleo						Gás natural								
	R$/b			US$/b			R$/mil m^3			US$/mil m^3			US$/milhões BTU[1]		
	1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001
Brasil	**27,31**	**40,00**	**44,55**	**14,90**	**21,87**	**18,96**	**116,12**	**154,09**	**187,39**	**63,98**	**80,49**	**79,75**	**1,71**	**2,16**	**2,14**
AM	32,53	51,38	56,69	17,76	28,06	24,13	-	137,16	165,02	-	74,80	70,23	-	2,00	1,88
CE	28,74	43,55	47,16	15,68	23,80	20,07	129,49	158,77	189,83	71,29	86,75	81,79	1,91	2,32	2,16
RN	30,33	47,26	50,41	16,56	25,81	21,46	125,06	156,11	194,51	68,98	85,27	82,79	1,85	2,28	2,22
AL	31,76	51,10	56,18	17,34	27,88	23,91	106,38	140,26	173,79	58,62	76,53	73,97	1,57	2,05	1,98
SE	28,45	52,88	46,34	15,52	23,43	19,72	112,73	148,64	176,93	62,08	81,09	75,30	1,66	2,17	2,02
BA	30,62	49,47	54,12	16,72	26,99	23,03	111,23	147,07	186,87	61,25	80,26	79,53	1,64	2,15	2,13
ES	30,41	47,02	50,79	16,60	25,69	21,62	105,77	141,68	174,30	58,49	77,40	74,18	1,57	2,07	1,99
RJ	26,38	38,00	42,80	14,39	20,79	18,22	124,45	147,27	191,25	68,56	80,52	81,40	1,84	2,16	2,18
SP	33,49	52,49	59,24	18,28	28,70	25,21	119,14	146,45	182,69	65,65	80,01	77,76	1,76	2,14	2,08
PR	29,99	48,60	59,14	16,37	26,52	25,17	-	154,17	216,85	-	84,11	92,29	-	2,25	2,47
SC	32,76	53,08	59,14	17,88	28,97	25,17	-	154,17	216,85	-	84,11	92,29	-	2,25	2,47

Fonte: ANP/SPG, conforme a Lei n.º 9.78/97, o Decreto n.º 2.705/98 e as Portarias ANP n.º 155/98 e n.º 206/00.

Notas: 1. Preços em valores correntes.

2. Somente estão listadas as Unidades da Federação que apresentaram produção de petróleo ou gás natural no período indicado

[1] Fator de conversão utilizado: mil m^3 = 37,329 milhões de BTU (partindo do poder calorífico de referência de 39,3599 MJ/m^3).

Digitized by Google

Anexo IV: Conversão dos energéticos utilizados na ICRVU brasileira em equivalente em GN.

Os dados deste anexo foram utilizados para compor aa Tabela 20 da página 87.

SCGÁS COMPANHIA DE GÁS DE SANTA CATARINA **www.scgas.com.br** - domingo, 15 de dezembro de 2002 - 12:39:51

Aplicações | Industrial | **Resultado da Conversão**

Consulta 1: Ref. a 1996.

Dado de entrada: 102.392.113,00 kg de *Gás Pobre* anualmente.
Ao utilizar o gás natural como fonte de energia, o consumo anual será de: 41.861,16 m^3 de Gás Natural.

Consulta 2: Ref. a 1998.

Dado de entrada: 59.221.349,00 kg de *Gás Pobre* anualmente.
Ao utilizar o gás natural como fonte de energia, o consumo anual será de: 24.211,58 m^3 de Gás Natural.

* Conversão ilustrativa realizada com base em valores médios
As Tabelas de Tarifas referem-se ao gás nas condições de Poder Calorífico de Referência (PCR) de 9.400 kcal/m³, pressão de 1.033 kgf/cm² e temperatura de 20 ºC.
Está incluso PIS/CONFINS e não está incluso o ICMS (alíquota de 17%).
A aplicação da Tarifa de Venda, ao mercado industrial e comercial, é feita em "cascata", ou seja, o consumo dos primeiros 10 m³ correspondem ao preço da primeira faixa, os 90 m³ seguintes (100m³ - 10m³) correspondem ao valor da segunda faixa e assim por diante.
Para maiores informações por favor entre em contato com a Gerência Comercial.

© 2001-2003, SCGÁS - Companhia de Gás de Santa Catarina

Digitized by Google

Consulta 1: Ref. a 1998.

Dado de entrada: 24.802.723,00 kg de *Óleo Combustível* anualmente.
Ao utilizar o gás natural como fonte de energia, o consumo anual será de: 65.636,88 m^3 de Gás Natural.

Consulta 2: Ref. a 1999.

Dado de entrada: 20.552.655,00 kg de *Óleo Combustível* anualmente.
Ao utilizar o gás natural como fonte de energia, o consumo anual será de: 54.389,68 m^3 de Gás Natural.

Consulta 3: Ref. a 2000.

Dado de entrada: 19.462.321,00 kg de *Óleo Combustível* anualmente.
Ao utilizar o gás natural como fonte de energia, o consumo anual será de: 51.504,26 m^3 de Gás Natural.

* Conversão ilustrativa realizada com base em valores médios
As Tabelas de Tarifas referem-se ao gás nas condições de Poder Calorífico de Referência (PCR) de 9.400 kcal/m³, pressão de 1.033 kgf/cm² e temperatura de 20 ºC.
Está incluso PIS/CONFINS e não está incluso o ICMS (alíquota de 17%).
A aplicação da Tarifa de Venda, ao mercado industrial e comercial, é feita em "cascata", ou seja, o consumo dos primeiros 10 m³ correspondem ao preço da primeira faixa, os 90 m³ seguintes (100m³ - 10m³) correspondem ao valor da segunda faixa e assim por diante.
Para maiores informações por favor entre em contato com a Gerência Comercial.

© 2001-2003, SCGÁS - Companhia de Gás de Santa Catarina

Digitized by Google

Consulta 1: Ref. a 1998.

Dado de entrada: 27.448.778,00 kg de *GLP* anualmente.
Ao utilizar o gás natural como fonte de energia, o consumo anual será de: 95.243,23 m^3 de Gás Natural.

Consulta 2: Ref. a 1999.

Dado de entrada: 33.128.696,00 kg de *GLP* anualmente.
Ao utilizar o gás natural como fonte de energia, o consumo anual será de: 114.951,71 m^3 de Gás Natural.

Consulta 3: Ref. a 2000.

Dado de entrada: 21.697.652,00 kg de *GLP* anualmente.
Ao utilizar o gás natural como fonte de energia, o consumo anual será de: 75.287,67 m^3 de Gás Natural.

* Conversão ilustrativa realizada com base em valores médios
As Tabelas de Tarifas referem-se ao gás nas condições de Poder Calorífico de Referência (PCR) de 9.400 kcal/m³, pressão de 1.033 kgf/cm² e temperatura de 20 ºC.
Está incluso PIS/CONFINS e não está incluso o ICMS (alíquota de 17%).
A aplicação da Tarifa de Venda, ao mercado industrial e comercial, é feita em "cascata", ou seja, o consumo dos primeiros 10 m³ correspondem ao preço da primeira faixa, os 90 m³ seguintes (100m³ - 10m³) correspondem ao valor da segunda faixa e assim por diante.
Para maiores informações por favor entre em contato com a Gerência Comercial.

© 2001-2003, SCGÁS - Companhia de Gás de Santa Catarina

Digitized by Google

Consulta 1: Ref. a 1998.

Dado de entrada: 23.749.781,00 kg de *Carvão Mineral (4500)* anualmente.
Ao utilizar o gás natural como fonte de energia, o consumo anual será de: 22.962,05 m^3 de Gás Natural.

Consulta 2: Ref. a 1999.

Dado de entrada: 23.161.471,00 kg de *Carvão Mineral (4500)* anualmente.
Ao utilizar o gás natural como fonte de energia, o consumo anual será de: 22.393,25 m^3 de Gás Natural.

Consulta 3: Ref. a 2000.

Dado de entrada: 23.434.099,00 kg de *Carvão Mineral (4500)* anualmente.
Ao utilizar o gás natural como fonte de energia, o consumo anual será de: 22.656,84 m^3 de Gás Natural.

* Conversão ilustrativa realizada com base em valores médios
As Tabelas de Tarifas referem-se ao gás nas condições de Poder Calorífico de Referência (PCR) de 9.400 kcal/m^3, pressão de 1.033 kgf/cm^2 e temperatura de 20 ºC.
Está incluso PIS/CONFINS e não está incluso o ICMS (alíquota de 17%).
A aplicação da Tarifa de Venda, ao mercado industrial e comercial, é feita em "cascata", ou seja, o consumo dos primeiros 10 m^3 correspondem ao preço da primeira faixa, os 90 m^3 seguintes (100m^3 - 10m^3) correspondem ao valor da segunda faixa e assim por diante.
Para maiores informações por favor entre em contato com a Gerência Comercial.

© 2001-2003, SCGÁS - Companhia de Gás de Santa Catarina

Digitized by Google

Anexo V: Evolução dos preços máximos de venda de gás natural para usos industriais - 1998 a 2001

Os dados deste anexo foram usados para compor as tabelas 21 e 22 das páginas 87 e 88.

Evolución de los precios máximos de venta de Gas Natural para usos industriales durante 1998, 1999, 2000 y 2001				
Ptas/termia	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**
Enero	2,0655	1,4771	2,4462	3,3800
Febrero	1,9846	1,4700	2,5449	3,2600
Marzo	1,8098	1,4472	2,6810	3,0500
Abril	1,6964	1,4716	2,7592	2,9027
Mayo	1,6863	1,4839	2,8263	-
Junio	1,7077	1,5967	2,9249	2,8163
Julio	1,7085	1,6951	3,0081	2,8439
Agosto	1,6707	1,8204	2,9833	2,8403
Septiembre	1,6107	1,9801	3,1000	2,8270
Octubre	1,5624	1,9942	3,2900	2,8380
Noviembre	1,5282	2,1254	3,3800	2,7500
Diciembre	1,5135	2,2614	3,4000	2,6532
Soma	20,5443	20,8231	35,3439	32,1614
Média	1,7120	1,7353	2,9453	2,6801
Média / valor do US$	0,0114676	0,0111118	0,0163151	0,0144207

Os valores do dólar médio do cálculo para transformar Pesetas em Dólar foi retirado deste Informativo da ASCER/ITC – Anexo VI. A cotação do câmbio utilizado para conversão de pesetas em dólar é apresentada abaixo*

Datos básicos sobre el sector español de azulejos, pavimentos y baldosas cerámicos							
	Unidade	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**
Producción efectiva	Millones m^2	424,0	485,0	564,0	602,0	621,0	638,0
Precio medio de exportación	$/$m^2$	7,42	6,45	6,36	6,22	5,54	5,25
Estimación del valor de las ventas sectoriales	Millones $	2.599,30	2.712,40	2.964,20	3.070,50	3.042,40	3.108,70
Exportación	Millones m^2	195,2	241,4	261,4	270,2	311,5	339,0
Exportación	Millones $	1.448,30	1.557,00	1.663,70	1.681,80	1.725,50	1.779,60
Ventas domésticas estimadas	Millones m^2	187,1	216,0	246,4	269,0	287,0	306,0
Ventas totales estimadas	Millones m^2	382,3	457,4	507,8	539,2	598,5	645,0
Importación	Millones m^2	1,8	2,0	3,4	3,7	3,4	4,0
Importación	Millones $	25,10	25,10	36,60	41,30	34,90	42,50
Precio medio de importación	$/$m^2$	14,18	12,85	10,64	11,01	10,19	10,62
Consumo aparente en España	Millones m^2	188,8	217,9	249,9	272,7	290,4	310,0
Cuota española sobre el consumo aparente		0,991	0,991	0,986	0,986	0,988	0,987
Estimación del comercio exterior mundial	Millones m^2	831,0	939,0	974,0	1.022,0	1.127,0	-
***Tipos de cambio aplicados**		**1996**	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**
Tipos medio de cambio anuales ptas/dólar		126,61	146,31	149,29	156,16	180,53	185,85

Digitized by Google

Anexo VI: Informativo ACER - 2001

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google