O uso de fontes limpas de energia na indústria paulista: uma proposta de estudo envolvendo a técnica do incidente crítico e a análise conjunta

Flávia de Castro Camioto (USP) flaviacamioto@yahoo.com.br

Mariana Sarmanho de Oliveira Lima (USP e UFG) marianasarmanho@hotmail.com

Daisy Aparecida do Nascimento Rebelatto (USP) daisy@sc.usp.br

Resumo: O setor industrial é o setor brasileiro que mais consome energia e, conseqüentemente, é um dos principais causadores de impactos ambientais, devido ao elevado consumo de combustíveis fósseis, o que gera emissões de poluentes locais e põe em risco o suprimento de energéticos no planeta. O presente trabalho tem o objetivo de identificar fatores intervenientes na adoção de energias limpas nos principais setores industriais do Estado de São Paulo, por meio da Técnica do Incidente Crítico, que fornecerá os atributos que as empresas consideram importantes no processo de escolha, e da Análise Conjunta, técnica estatística multivariada de análise de dados, que será utilizada para determinar a utilidade e importância relativa dos atributos relevantes na escolha das empresas. Para tanto, proceder-se-á com a fundamentação teórica sobre os diversos temas pertinentes a pesquisa, tais como: o atual cenário energético brasileiro e o desenvolvimento sustentável, bem como o estudo dos métodos a serem aplicados. Os resultados esperados da pesquisa permitirão às empresas usuárias e não-usuárias de energias limpas ter conhecimentos sobre a opinião de seus pares com relação às vantagens e desvantagens do uso destes energéticos nos processos produtivos, assim como ao governo estabelecer estratégias adequadas para orientar e estimular a adoção de energias que promovem baixo impacto ao meio ambiente.
Palavras-chave: Energia Limpa, Técnica do Incidente Crítico, Análise Conjunta.

1. Introdução

Ao longo da história, os seres humanos sempre tiveram uma postura puramente extrativista em relação aos recursos naturais. A adoção do processo de produção em massa, desencadeado pela Revolução Industrial, acelerou o nível de degradação ambiental que alcançou níveis assustadores (JARDIM, 2006). Os danos ambientais ocorridos, tais como enchentes, chuvas ácidas, erosão dos solos, desertificação, entre outros, demonstram a exploração incessante do homem no meio ambiente.

Após três décadas de debate sobre os limites ambientais do crescimento econômico, percebeu-se que não foi o crescimento que chegou ao seu limite, mas o padrão tecnológico até então adotado pelos países industrializados. Este padrão tecnológico, que sustenta o crescimento econômico, é intensivo no uso de matérias primas e energia, podendo esbarrar nos limites de finitude dos recursos ambientais (MAY, LUSTOSA, VINHA, 2003).

De acordo com May, Lustosa e Vinha (2003), o processo de intensificação do efeito estufa teve início no período da Revolução Industrial, durante o qual foram desenvolvidos combustíveis fundamentados em aproveitamento de depósitos de hidrocarbonetos – os combustíveis fósseis - aumentando progressivamente o uso destes em paralelo ao aumento das atividades industriais. Logo, este processo de intensificação do efeito estufa é associado, com

grande probabilidade, às emissões decorrentes da crescente utilização dessas fontes de energia.

Devido aos problemas gerados pela exploração incessante dos recursos naturais, a ONU criou na década de 80 a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED), que ficou conhecida como Comissão Brundtland. Para estarem de acordo com os preceitos estabelecidos por esta comissão, as empresas devem gerar desenvolvimento que satisfaça às necessidades da geração presente, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas necessidades. A comissão critica o risco do uso excessivo dos recursos naturais sem considerar a capacidade de suporte dos ecossistemas, apontando a incompatibilidade entre desenvolvimento sustentável e os padrões de produção e consumo vigentes (BRAGA, 2007).

No entanto, a cada dia que passa a necessidade de energia cresce para sustentar o desenvolvimento dos países. Para acompanhar esse ritmo e manter o crescimento sem desgastar os recursos naturais, é necessário estudar novas maneiras sustentáveis de geração energética.

Segundo May, Lustosa e Vinha (2003, p. 240), "o Brasil possui um vasto potencial para projetos de mitigação do setor energético. Apesar da matriz já estar calcada em fontes renováveis de energia, ainda há espaço para aumentar a participação dessas fontes" ou mesmo de fontes fósseis menos intensivas em carbono, como por exemplo, o gás natural.

O presente artigo apresenta resultados parciais de um projeto mais amplo, que pretende identificar fatores intervenientes na adoção de energias limpas nos principais setores industriais do Estado de São Paulo por meio da Técnica do Incidente Crítico e da análise conjunta, técnica de estatística multivariada de análise de dados.

Diante disso, o presente trabalho irá apresentar a importância do uso de fontes de energia limpa na matriz energética da indústria brasileira e estimular discussões que ajudarão na conclusão da proposta de trabalho.

O uso de fontes limpas proporciona diversos benefícios. Uma penetração maior destas fontes no mercado implica a diversificação da matriz energética e, por conseguinte, reduz o risco de desabastecimento de energia garantindo, assim, a segurança energética dos países. Isso é importante em um contexto de alta volatilidade de preço do petróleo. Além disso, a participação das fontes limpas garante melhor condição ambiental e de saúde à população.

De acordo com o BEN 2008, o Brasil possui uma grande vantagem comparativa no uso dessas fontes devido à tecnologia e processos já dominados, como o álcool e as hidrelétricas. O país, também, possui condições climáticas favoráveis e terras propícias para o plantio de cana, soja e demais insumos energéticos renováveis. Neste caso, não apresentaria grandes dificuldades na adoção da energia limpa, além da possibilidade de obter lucro com o desenvolvimento de projetos do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (LIMA; REBELATTO; SAVI, 2006).

O setor industrial foi escolhido por ser, segundo o BEN 2008, o setor brasileiro que mais consome energia (38% do total do consumo brasileiro), além disso, é, de acordo com o BEESP (2007), o segundo maior emissor de CO_2 do Estado de São Paulo. Estes números evidenciam a grande influência que medidas de eficiência energéticas bem implementadas e a mudança na estrutura de consumo de energéticos podem causar no nível de emissões do setor.

O Estado de São Paulo foi escolhido por ser o estado no qual está concentrada a maior quantidade de empresas do setor industrial, além da disponibilidade de fontes de informação

referentes à emissão de CO_2 pelos diversos setores industriais. Tal informação não foi encontrada para os demais estados brasileiros.

Para finalizar esta introdução, vale destacar que a relevância deste trabalho pode ser enfatizada considerando que o setor industrial é um dos principais responsáveis pela poluição atmosférica e, conseqüentemente, pela emissão de gases que ocasionam as mudanças climáticas. Diante disso, estudos sobre o uso de fontes de energia limpa nesse setor podem estimular o uso desses energéticos não só no setor estudado, mas também nos potenciais setores consumidores.

2. Cenário Energético

De acordo com Luncon e Goldemberg (2007), os padrões atuais de produção e consumo de energia no mundo são baseados nas fontes fósseis, o que gera emissões de poluentes locais, gases de efeito estufa - principalmente o dióxido de carbono (CO_2) - e põem em risco o suprimento de longo prazo no planeta por ser uma fonte não renovável.

No entanto, no Brasil, assim como no resto do mundo, os subsídios oferecidos a combustíveis fósseis são enormes. Importantes setores econômicos estão baseados em atividades de extração, produção e uso de carvão, petróleo e gás natural (JANNUZZI, 2002).

Contudo, nos últimos anos houve um aumento na busca por fontes alternativas devido à perspectiva de esgotamento, em médio prazo, das reservas existentes e, principalmente, pelas questões ambientais (ANEEL, 2008). Desta forma, o recente processo de reestruturação do setor elétrico tem estimulado a geração descentralizada de energia elétrica, de modo que as fontes não-convencionais ocupem mais espaço na matriz energética brasileira (SILVA, 2006).

Nesse sentido, o uso de petróleo para geração de eletricidade tem sido decrescente desde os anos 1970. Tal fato se deve, principalmente, ao obsoletismo das plantas de geração, aos requerimentos de proteção ambiental e ao aumento da competitividade de fontes alternativas. Além disso, desde a assinatura do Protocolo de Quioto nos anos 90, existe a pressão sobre os grandes consumidores em reduzir a dependência desse energético, e conseqüentemente as emissões (ANEEL, 2002).

Contudo, com a queda dramática no preço do barril de petróleo a partir de setembro de 2008 – para analistas do setor o preço do barril deve ficar na faixa de 45 dólares em 2009 - fica difícil pensar em energias alternativas em curto prazo. Além disso, o ano de 2009 vai ser de pouco crédito. E sem dinheiro é muito difícil fazer decolar a maioria das energias renováveis em estudo hoje (LAHOZ, 2008).

Porém, não se imagina que programas de energias renováveis sejam abandonados, devido à ameaça do aquecimento global e da preocupação com o dano causado pela queima de combustíveis fósseis. Hoje, a pressão para a preservação do meio ambiente já começa a provocar profundas mudanças estruturais em algumas das indústrias mais tradicionais do planeta, como a de automóveis. Outro alento é que o petróleo continua sendo uma fonte de energia finita e as fontes renováveis serão necessárias no futuro (LAHOZ, 2008).

Nesse sentido, o Brasil apresenta uma condição bastante favorável em relação ao resto do mundo. Atualmente, o país conta com uma participação de 45,9% de renováveis, contrastando significativamente com a média mundial que é de 12,9 %, e mais ainda com a média dos países da OECD, quase todos os países desenvolvidos, que é de apenas 6,7%, como é possível observar na Figura 1.

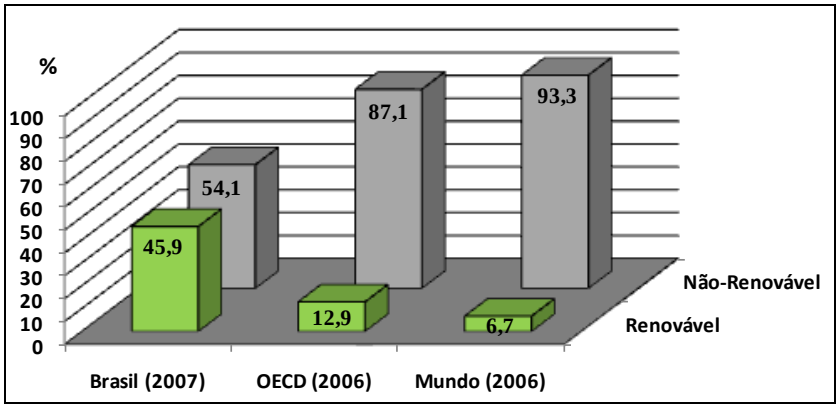

FIGURA 1 – Estrutura da Oferta Interna de Energia (%). Fonte: Balanço Energético Nacional (2008)

No entanto, o estímulo a fontes de energias renováveis no país ainda é bastante incipiente comparado à média mundial, apesar dos esforços feitos pelo governo federal por meio do Programa de Incentivo a Fontes Alternativas de Eletricidade (PROINFA) (LUNCON; GOLDEMBERG, 2007).

Além do PROINFA, o Plano Nacional sobre a Mudança do Clima pretende incentivar o desenvolvimento das ações do país colaborativas ao esforço mundial de combate à mudança climática global e criar as condições internas para enfrentar suas conseqüências. Entre essas ações, o Brasil busca manter elevada a participação de energia renovável na matriz elétrica, preservando a posição de destaque que o país sempre ocupou no cenário internacional, uma vez que o setor energético nacional relativamente aos demais países é extremamente limpo (PNMC, 2008).

Nesse sentido, é possível observar na Tabela 1, que apresenta a evolução da oferta interna de energia no Brasil em 2006 e 2007, o crescimento da demanda por energia renovável em todas as fontes, sendo que a "lenha e carvão vegetal" apresentaram o menor desempenho, mas ainda assim apresentam uma grande participação na oferta energética nacional. Já a energia não renovável apresentou uma queda na sua participação em 2007 que se deu, principalmente, em função do desempenho negativo da energia nuclear e do crescimento pouco expressivo do gás natural neste ano.

TABELA 1 - Oferta Interna de Energia no Brasil em 2007

Especificação	mil tep		07/06%	Estrutura %	
	2006	2007		2006	2007
Não-Renovável	124.464	129.102	3,7	55,0	54,1
Petróleo e Derivados	85.545	89.239	4,3	37,8	37,4
Gás Natural	21.716	22.199	2,2	9,6	9,3
Carvão Mineral e Derivados	13.537	14.356	6,1	6,0	6,0
Urânio (U3O8) e Derivados	3.667	3.309	-9,8	1,6	1,4
Renovável	101.880	109.656	7,6	45,0	45,9
Hidráulica e Eletricidade	33.537	35.505	5,9	14,8	14,9
Lenha e Carvão Vegetal	28.589	28.628	0,1	12,6	12,0
Derivados da cana-de-açúcar	32.999	37.847	14,7	14,6	15,9
Outras Renováveis	6.754	7.676	13,7	3,0	3,2
Total	226.344	238.758	5,5	100,0	100,0

Fonte: Balanço Energético Nacional (2008).

Também é possível observar que em 2007, a participação da energia "hidráulica e eletricidade" (14,9%) foi superada pelos "derivados da cana-de-açúcar" (15,9%) e pelo "petróleo e derivados" (37,4%). No entanto, com relação à oferta interna de energia elétrica, que totalizou 482,6 TWh, a energia de fonte hidráulica representou 85,6% (incluindo

importação), constituindo-se de longe, na maior produtora de eletricidade do país (ANEEL, 2008). Isso ocorre devido à abundância dos recursos hídricos no Brasil que fez com que o aproveitamento destes se diferenciasse marcadamente das demais opções energéticas que se apresentam viáveis em escala comercial no mundo (SILVA, 2006).

A energia hidrelétrica possui uma importante penetração na matriz energética nacional, contribuindo para isso a larga experiência de construção, uso e manutenção da mesma (SILVA, 2006). Entre as vantagens da hidroeletricidade, está o seu alto rendimento, além de ser um dos sistemas mais baratos de produção de eletricidade. Como desvantagem desta fonte de energia pode-se citar o grande impacto ambiental na fase de construção e operação. Porém, não apresenta grandes problemas em relação à emissão de gases do efeito estufa, mas, em contrapartida, causa inundações em grandes áreas que muitas vezes são consideradas produtivas e/ou de grande diversidade biológica (LIMA; REBELATTO; SAVI, 2006)

Entretanto, a demanda crescente por energia elétrica e a perspectiva de esgotamento em longo prazo do potencial hidrelétrico nacional, acrescida das questões de natureza socioambiental, permitem admitir que outras fontes deverão compor a matriz energética nacional (PNMC, 2008).

Nesse sentido, o Brasil dispõe de diversas alternativas para a expansão da oferta de energia limpa, em especial àquelas livres de emissões de CO_2. Entre elas, inclui-se a geração a partir de fontes renováveis – biomassa, eólica e solar (PNMC, 2008). Essas fontes serão analisadas a seguir.

A biomassa é uma das fontes para produção de energia com maior potencial de crescimento nos próximos anos. Ela é considerada, tanto no mercado interno como no externo, uma das principais alternativas para a diversificação da matriz energética e a conseqüente redução da dependência dos combustíveis fósseis (ANEEL, 2008).

O uso da biomassa como fonte de energia tem sido crescente no Brasil, principalmente, em sistemas de cogeração (pelo qual é possível obter energia térmica e elétrica) dos setores industriais e de serviços. Em 2007, este energético teve participação de 31,1% na matriz energética nacional, sendo a segunda maior fonte de energia, sendo superada apenas por "petróleo e derivados", como é possível observar na Tabela 1 (ANEEL, 2008).

Dentre as fontes de biomassa, a cana de açúcar, por meio da utilização do bagaço e da palha, é um recurso com grande potencial para a geração de eletricidade no país. A sua participação é importante não só para a diversificação da matriz elétrica, como também porque a safra coincide com o período de estiagem na região Sudeste/Centro-Oeste, onde está concentrada a maior potência de hidrelétricas (UHEs) do país, auxiliando, portanto, na preservação dos níveis dos reservatórios das UHEs (ANEEL, 2008).

Já a fonte de energia eólica, traz baixo impacto ambiental. Não existem emissões de gases na geração, rejeitos efluentes e consumo de outros bens naturais como a água. Os grandes argumentos favoráveis à fonte eólica são: renovabilidade, perenidade, grande disponibilidade, independência de importações e custo zero para obtenção de suprimento (ao contrário do que ocorre com as fontes fósseis). O principal argumento contrário a essa fonte é o custo da usina eólica que, embora seja decrescente, ainda é elevado quando comparado com outras fontes (ANEEL, 2008).

Outro impasse é a necessidade de que sua densidade seja maior ou igual a 500 W/m², a uma altura de 50 metros, para ser considerada tecnicamente aproveitável; o que requer uma

velocidade mínima do vento de 7 a 8 m/s. As regiões brasileiras com maior potencial medido são Nordeste, principalmente o litoral (75 GW); Sudeste, particularmente o Vale do Jequitinhonha (29,7 GW); e Sul (22,8 GW). De acordo com o Banco de Informações de Geração (BIG) da Aneel o crescimento desta fonte verificado nos últimos anos ocorreu a uma taxa média anual de 65% (ANEEL, 2008).

Um grande incentivo para a energia eólica é o resgate equivalente de carbono decorrente da produção de energia limpa, quando comparada com uma mesma quantidade de energia produzida por fontes que utilizam combustíveis fósseis. Desta forma, a geração de energia por fonte eólica poderá se beneficiar fortemente com o Protocolo de Quioto por meio da emissão dos certificados de carbonos cujos valores poderão ser expressivos, contribuindo para melhorar o rendimento econômico dos projetos eólicos (LIMA; REBELATTO; SAVI, 2006).

Com relação à energia produzida a partir do sol, apesar dos custos serem relativamente altos, sua participação na matriz energética brasileira tende a superar sua fração de consumo mundial: hoje, de acordo com Belini (2006), corresponde a apenas 0,5%. No entanto, segundo a ANEEL (2008) ela aumentou mais de 2000% entre 1996 e 2006.

Esta energia traz grandes benefícios ambientais, pois contribui com o baixo nível de gases do efeito estufa na atmosfera, o que garante que projetos que envolvem a utilização de energia solar possam negociar créditos carbono na Bolsa de Valores.

Entre as outras tecnologias geradoras de eletricidade utilizadas no país estão a termonuclear e as termelétricas a gás natural.

A geração termonuclear teve início no Brasil no final dos anos 1960 e, embora seja a terceira maior fonte geradora de eletricidade no mundo, evitando a emissão de consideráveis quantidades de CO_2 e outros poluentes, a produção de eletricidade utilizando a tecnologia nuclear apresenta problema com relação ao destino dos resíduos radioativos que são gerados, que possuem elevado grau de periculosidade, bem como o risco de acidentes durante a operação das unidades geradoras. Estes problemas têm restringido a expansão desta tecnologia (SILVA, 2006).

Já o gás natural (GN) vem recebendo incentivos por parte do governo e da Petrobras e representa uma boa escolha na redução da dependência dos países desenvolvidos e dos países em desenvolvimento em relação ao petróleo, tornando-se cada vez mais viável para o Brasil depois da descoberta de reservas na camada do pré-sal.

Apesar de ser um combustível fóssil, este energético é considerado limpo no mundo todo por apresentar baixos índices de emissão de poluentes na atmosfera, como óxidos de nitrogênio, óxido de enxofre e particulados, bem como de dióxido do carbono, comparado aos demais combustíveis fósseis (RIBEIRO, 2003). Além disso, traz benefícios econômicos, uma vez que reduz custo com operação e manutenção, e benefícios operacional-tecnológicos, devido à sua queima completa, ao aumento da vida útil dos equipamentos, ao seu elevado rendimento térmico, por ser mais seguro, entre outros. O GN proporciona, também, benefícios em relação à qualidade do produto, pois o produto entra em contato com menos impurezas durante a queima desse combustível (CORREA, 2002).

Assim, existem diversas alternativas energéticas para as indústrias brasileiras reduzirem a emissão de poluentes na atmosfera. Desta forma, cabe analisar a estrutura de consumo dos principais consumidores industriais de energia a fim de identificar os setores com maior potencial de contribuição na redução de emissões a partir da substituição por

fontes energéticas limpas.

Segundo o BEN 2008, os principais consumidores de energéticos são: o setor de "Alimentos e Bebidas", seguido do setor de "Ferro Gusa e Aço", em terceiro lugar está o setor de "Papel e Celulose" e na quarta posição está o setor da Indústria "Química", conforme é possível observar na FIGURA 2. E de acordo com o BEESP (2007), estes são, também, os setores que apresentam maior emissão de CO_2 no Estado de São Paulo.

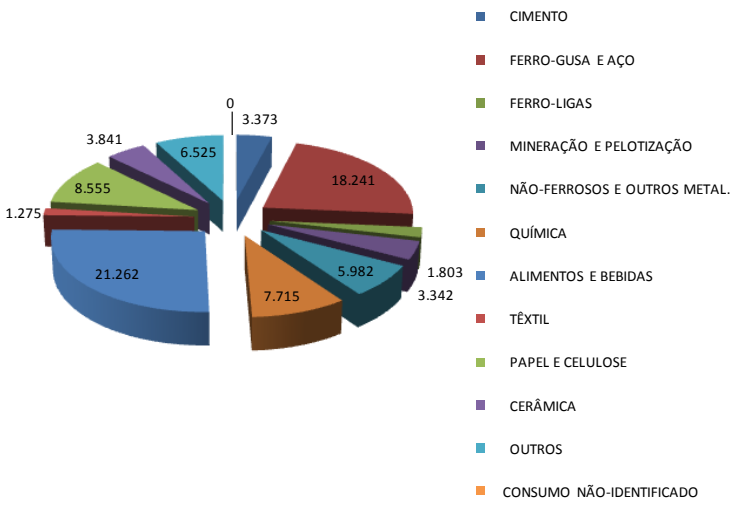

FIGURA 2 - Consumo final energético por setor industrial (10^3 tep). Fonte: Balanço Energético Nacional (2008)

Assim sendo, devido à elevada emissão de GEE proveniente da queima de combustível fóssil, esses setores podem apresentar grandes ganhos ambientais na substituição do petróleo ou carvão mineral por fontes limpas de energia. Neste caso, é necessário uma postura pró-ativa por parte dos agentes econômicos, sendo indispensável investimentos em energia limpa, minimizando o risco de interrupção das atividades dos consumidores por falta de insumos energéticos, além de reduzir os prejuízos oriundos de atuações pelos órgãos de controle.

Diante da necessidade desses investimentos, o presente projeto visa identificar os fatores que dificultariam e os que contribuiriam para a adoção dessas fontes energéticas pelos diversos setores industriais utilizando a Técnica do Incidente Crítico e a Análise Conjunta.

3. Método

Para Cervo e Bervian (2002), a pesquisa é uma atividade voltada para a solução de problemas, por meio do emprego de processos científicos. A pesquisa parte, pois, de uma dúvida ou problema e, com o uso do método científico, busca uma resposta ou solução. Para esse fim, dispõe-se de variadas abordagens, métodos de pesquisa, coleta e análise de dados.

Do ponto de vista de sua natureza a pesquisa apresentada pode ser classificada como aplicada, devido ao seu objetivo de gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigida à solução de problemas específicos.

Com relação a seus objetivos, o presente trabalho possui caráter exploratório, uma vez que visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses. Vale ressaltar que este trabalho busca relacionar o comportamento dos principais setores industriais com relação à adoção de energias limpas por meio da identificação dos atributos relevantes na escolha deste energético como fonte de energia.

Quanto a sua abordagem, a pesquisa segue os pressupostos dos métodos de análise qualitativa e quantitativa. Na análise qualitativa será utilizada a Técnica do Incidente Crítico (TIC) com o objetivo de identificar os atributos que os setores industriais consideram importantes ao escolher fontes limpas de energia nos seus processos produtivos. Já na quantitativa, será realizada por meio da Análise Conjunta (AC), que será utilizada para determinar a utilidade e importância relativa dos atributos relevantes na escolha das empresas. A literatura pesquisada apresenta diversos tipos de métodos de procedimentos utilizados na realização de uma pesquisa, cada qual com diferentes enfoques para a coleta e análise dos dados.

3.1. Técnica do Incidente Crítico

A técnica do incidente crítico (TIC) surgiu nos anos 50 a partir da necessidade, encontrada por diversos pesquisadores, de estruturar maneiras de mensurar o comportamento humano. A abordagem dessa técnica é atribuída a John C. Flanagan (1954), que a definiu como um conjunto de procedimentos para coletar dados observáveis, diretamente por meio do comportamento humano, a fim de solucionar problemas práticos e desenvolver amplos princípios psicológicos.

A técnica procura obter informações de clientes, observadores qualificados ou ambos a respeito de serviços ou produtos. Segundo Castro (2006), a TIC tem como característica a clareza no aspecto das melhores e piores práticas de cada estudo, ou seja, buscam-se os extremos positivo e negativo do comportamento em estudo. De acordo com este autor, há três suposições geralmente associadas a esta técnica: o termo incidente crítico refere-se a uma cena claramente demarcada do que se quer medir; o incidente crítico não será válido no caso de não ser possível obter uma detalhada medida para o comportamento real e o incidente crítico por si só é uma unidade básica de análise.

De acordo com Flanagan (1954), a técnica do incidente crítico deve ser pensada como um conjunto de princípios flexíveis que deve ser adaptado para atender a cada situação específica. Este autor estabeleceu cinco passos fundamentais na aplicação dessa técnica:

a) Estabelecimento do objetivo geral do estudo: definir, de forma adequada, o propósito do estudo. Neste trabalho o objetivo da aplicação da técnica do incidente crítico é o de obter os atributos considerados importantes para escolher um tipo de energia limpa como fonte energética para o processo produtivo.
b) Desenvolvimento de um plano de coleta de dados: planejar e especificar como os incidentes críticos relacionados com a pesquisa serão coletados. Neste projeto será elaborado um questionário solicitando que o entrevistado identifique de 5 a 10 aspectos positivos e negativos que a empresa considera ao adotar a energia limpa como fonte energética para o processo produtivo.
c) Coleta de dados: definir a forma da coleta de dados e coletá-los. Na pesquisa em questão, a coleta de dados da TIC será realizada por e-mail e telefone por ser mais conveniente para as empresas pesquisadas, além de trazer vantagens econômicas, apesar das desvantagens em relação ao tempo necessário para o retorno da resposta. Para a TIC, Hayes (2003) recomenda que o número de entrevistados seja entre 10 a 20 pessoas. Este número é recomendado para que possíveis informações deficientes ou com baixa avaliação de um entrevistado seja compensada pelas informações de outro.
d) Análise dos dados: o objetivo dessa análise é resumir e descrever os dados de tal forma que eles possam ser utilizados para efeitos práticos. No presente trabalho, a análise dos

dados será feita com a sistematização dos dados por meio de frases representativas do evento

e) Interpretação dos dados e elaboração do relatório final do estudo, que pode ser uma lista dos incidentes observados ou coletados nas entrevistas.

Por último serão formulados os atributos de valor para as empresas.

3.2.. Análise Conjunta

A análise conjunta (AC) é uma técnica estatística que tem como objetivo mensurar quantitativamente a preferência dos consumidores em relação aos atributos dos produtos ou serviços por meio de funções de valor parcial ou de utilidade, que descrevem o grau de utilidade que os consumidores associam aos níveis de cada atributo (SPSS, 1997).

Na AC, os pesquisadores descrevem produtos e serviços por meio de um conjunto de atributos e níveis e, a partir disso, quantificam o interesse de consumo para todos os produtos (McCULLOUGH, 2002).

Segundo Malhotra (2001), esta análise procura determinar a importância relativa que os consumidores conferem aos atributos relevantes na escolha do consumidor e a utilidade que eles associam aos níveis de atributos. Os entrevistados se deparam com estímulos que combinam diferentes níveis de atributos e são levados a avaliar esses estímulos de acordo com a sua conveniência.

Esta técnica baseia-se na estimativa da função utilidade por meio da percepção dos consumidores frente aos estímulos obtidos na pesquisa de campo, permitindo, a partir desta função, avaliar quais os cenários que mais agradam os entrevistados e calcular a utilidade de cada atributo representativo do produto ou serviço (CASTRO, 2006).

De acordo com Malhotra (2001), o modelo básico de análise conjunta é um modelo matemático que expressa a relação fundamental entre atributos e utilidade em análise conjunta. Quando a utilidade é quantificada matematicamente por meio de uma função, permite exprimir as preferências dos usuários. Este modelo pode ser representado por:

$$U(X)=\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{k_i}\alpha_{ij}\,\chi_{ij} \qquad (1)$$

em que:

U (X) = utilidade global de uma alternativa

αij = contribuição de valor parcial ou utilidade associada ao j-ésimo nível (j, j = 1,2,...,ki) do i-ésimo atributo (i, i = 1,2,..., m)

Ki = número de níveis do atributo i

m = número de atributos

xij = 1 do j-ésimo nível do i-ésimo atributo está presente

xij = 0 em caso contrário

Já a importância relativa, de acordo com Malhotra (2001), que demonstra a importância de cada atributo em relação aos outros, é dada pela Expressão (2).

$$W_i = \frac{I_i}{\sum_{i=1}^{m} I_i} \qquad (2)$$

em que: Ii = {max (αij) – min(αij)} e $\sum_{i=1}^{m} W_i = 1$.

De acordo com Castro (2006) em função de suas características, uma pesquisa de análise conjunta deve ser cuidadosamente planejada de modo a produzir um modelo de preferência que seja capaz de representar o comportamento do consumidor.

Os estágios da pesquisa de análise conjunta são definidos abaixo, de acordo com Hair et al (2005).

a) Estágio 1 - Objetivos da análise conjunta: definir o problema da pesquisa e identificar com precisão o seu objetivo. Neste trabalho, o objetivo final do experimento conjunto é determinar a função utilidade que melhor represente o modelo de preferência das empresas.
b) Estágio 2 - Projeto de uma análise conjunta: definir qual método conjunto alternativo será utilizado na pesquisa, selecionar os estímulos, os atributos relevantes, quantos e quais níveis para cada atributo, como medir a preferência e coletar os dados e qual procedimento de estimação será utilizado. No estudo em questão, os atributos de utilidade ou valor serão determinados pela Técnica do Incidente Crítico. A abordagem utilizada para construir os estímulos será a de perfil pleno, em que se constroem perfis plenos ou completos de marcas para todos os atributos (MALHOTRA, 2001). Dessa forma, a elaboração dos cartões (estímulos) de perfil pleno será feita através de um planejamento fracionário especial, chamado método ortogonal ou quadros ortogonais a partir do software SPSS.
c) Estágio 3 - Suposições da análise conjunta: apresentar os pressupostos estatísticos da AC. De acordo com Castro (2006), na análise conjunta não é necessário a realização de testes estatísticos para a normalidade, homocedasticidade e independência, que são geralmente realizadas para outras técnicas de dependência.
d) Estágio 4 - Estimação do modelo conjunto e avaliação do ajuste geral: optar por uma determinada técnica de estimação, que podem ser por programas de computador ou por meio de métodos como a regressão múltipla.
e) Estágio 5 - Interpretação dos resultados: a análise conjunta permite que as utilidades parciais sejam calculadas em três níveis, a saber: individual (desagregado), agregado e agregado por estrato. Neste trabalho, pretende-se apresentar os dados agregados de saída do software SPSS das utilidades de cada um dos níveis de atributos e a importância relativa dos atributos, pois, deste modo, será possível analisar os atributos mais importantes para as empresas ao adotar uma fonte energética. Da mesma forma, a utilidade e a importância relativa de todos os atributos também serão avalidadas individualmente, pois pode haver certa heterogeneidade nas preferências das organizações.
f) Estágio 6 - Validação dos resultados: validação interna (confirmação de que a regra de composição selecionada é apropriada ao modelo em estudo) e externa (analisar a representatividade da amostra) dos resultados da análise conjunta.

Por sua vez, a coleta de dados da Análise Conjunta se dará, a princípio, por entrevistas pessoais. No entanto, neste projeto, as entrevistas desta etapa também poderão ocorrer por e-

mail ou telefone, de acordo com a disponibilidade da empresa.

Para a estimação do modelo de preferência das empresas será utilizado o software SPSS Conjoint 13.0. A análise dos dados da Análise Conjunta será feita em nível individual e em nível agregado para que se possa analisar a heterogeneidade entre as preferências de cada funcionário e a preferência do grupo de funcionários das empresas.

5. Considerações Finais

É importante destacar que o presente projeto ainda encontra-se em execução, o que impede a apresentação de resultados conclusivos. Diante disso, o presente artigo apresentou a importância da utilização de fontes limpas de energia para o meio ambiente, principalmente para a redução da emissão de poluentes na atmosfera. Também foram abordadas as características, perspectivas de expansão, vantagens e desvantagens de diversos energéticos utilizados no Brasil.

Vale lembrar que foi apresentada a metodologia que será utilizada pelo projeto na identificação e análise dos fatores percebidos com maior valor pelos setores industriais ao adotar energia limpa.

Além disso, identificou-se que os setores de Alimentos e Bebidas, Ferro Gusa e Aço, Indústrias Químicas e Papel e Celulose apresentam o maior potencial de redução de emissão de dióxido de carbono com a adoção de fontes limpas de energia. Logo, para a realização das etapas posteriores do projeto no qual este trabalho faz parte, serão selecionadas empresas destes setores e/ou que estão entre as 100 empresas que apresentam o maior potencial de emissão de CO_2 do Estado de São Paulo, de acordo com o relatório divulgado pela CETESB.

Espera-se, com o projeto, identificar os fatores que interferem na adoção de energéticos limpos nas indústrias do Estado de São Paulo e, assim, permitir às empresas usuárias e não-usuárias de energias limpas ter conhecimentos sobre a opinião de seus pares com relação às vantagens e desvantagens do uso destes energéticos nos processos produtivos,

Para finalizar, os resultados que se pretende obter com os futuros trabalhos darão suporte ao governo no estabelecimento de estratégias adequadas para orientar e estimular a adoção de energias que promovem baixo impacto ao meio ambiente.

Referências

ANEEL- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, *Atlas de Energia Elétrica do Brasil*, 1. Ed. Brasília: ANEEL, 2002.

ANEEL- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, *Atlas de Energia Elétrica do Brasil*, 3. Ed. Brasília: ANEEL, 2008.

BEESP**.** *Balanço Energético do Estado de São Paulo 2007* (Ano-Base 2006). Divulga alguns dados parciais relativos ao binômio oferta-consumo de fontes de energia do ano de 2006. Disponível em: <http://www.energia.sp.gov.br>. Acesso em: 23 jan. 2009.

BEN. Balanço Energético Nacional 2008 (Ano-Base 2007). *Divulga informações relativas ao binômio oferta consumo de fontes de energia*. Disponível em: <http://www.mme.gov.br>. Acesso em: 06 jan. 2009.

BRAGA, C. (Org.). *Contabilidade ambiental: ferramenta para a gestão da sustentabilidade*, São Paulo: Atlas, 2007.

CASTRO, L.R.K. *Valor percebido como ferramenta para tomada de decisão: uma aplicação na indústria hoteleira utilizando análise conjunta.* 2006. 187 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia de Produção, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P.A. *Metodologia Científica*, 5 ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/>. Acessado em: 6 mar. 2009.

_____. *Relatório do Inventário Estadual de Fontes Fixas Emissões de CO_2* – Fontes Industriais – Combustíveis Fósseis. São Paulo, 2006.

CORREA, E. L. *A viabilidade econômica do gás natural*. Florianópolis, 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

FLANAGAN, J.C. The critical incident technique**.** *Psychological Bulletin*, v. 51, n. 4, p. 327-358, 1954.

HAIR, J.F. et al. *Análise multivariada de dados.* Porto Alegre: Bookman, 2005.

JANUZZI, G. M. *Energia e mudanças climáticas: barreiras e oportunidades para o Brasil.* Disponível em: < http://www.comciencia.br/reportagens/clima/clima13.htm>. Acesso em: 21 jan. 2009.

JARDIM, A., 2006. *Que herança deixaremos para os nossos filhos?* Portal Única. Disponível em: <http://www.portalunica.com.br/portalunica/index.php?Secao=referência&SubSecao=opinião&SubSubSecao=artigos&id=%20and%20id=55>. Acesso em: 21 ago. 2006.

KOTLER, P. *Administração de Marketing.* São Paulo: Prentice Hall, 2000.

LAHOZ, A. (2008). Energia: a onda verde vai desbotar?. *Revista Exame.* São Paulo: Abril, 31 dez. 2008.

LIMA, M. S. O.; REBELATTO, D. A. N.; SAVI, E.M.S. *O papel das fontes renováveis de energia na mitigação da mudança climática.* In: Simpósio de Engenharia de Produção, 13., Bauru. Anais... Bauru, 2006.

LUCON, J.; GOLDEMBERG, G. Energia e meio Ambiente no Brasil. *Estudos Avançados,* v. 21, n. 59, p. 7-20, 2007.

MALHOTRA, N. K. *Pesquisa de marketing:* uma orientação aplicada. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MAY, P.H.; LUSTOSA, M.C. e VINHA, V. (Org.). *Economia do meio ambiente: teoria e prática.* Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

McCULLOUGH, D. A User's Guide to Conjoint Analysis. *Marketing Research,* v.14, n.2, p19-23, summer 2002.

PNMC - *PLANO NACIONAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA.* 2008. Disponível em: <www.mma.gov.br/estruturas/169/_arquivos/169_29092008073244.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2008.

RIBEIRO, Leonardo da Silva. *O Impacto do Gás Natural nas Emissões de Gases de Efeito Estufa:* O Caso do Município do Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado em Ciências em Planejamento Energético, COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

SILVA, N. F. (2006). *Fontes de Energia Renováveis Complementares na Expansão do Setor Elétrico Brasileiro*: O Caso da Energia Eólica. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

SPSS, INC. *SPSS Conjoint 8.0. Chicago: SPSS, 1997.*