

## **GÁS NATURAL INDUSTRIAL E DECISÃO MULTICRITERIAL DE UTILIZAÇÃO PARA EMPRESAS TÊXTEIS DE BLUMENAU**

**Rogério Goulart Júnior**  
FURB / [rogerio.econ@ibest.com.br](mailto:rogerio.econ@ibest.com.br)  
**Sidnei Friese**  
FURB / [sidneif@al.furb.br](mailto:sidneif@al.furb.br)

### **Resumo**

O desenvolvimento do setor energético é alvo estratégico para crescimento da economia, contudo em vários momentos brasileiros a tomada de medidas corretivas é o que prevalece, deixando as indústrias receosas em relação ao suprimento de energia da qual necessitam, principalmente em épocas sazonais e quando almejam aumentar a produção. De acordo com COELHO (2003), os crescentes desafios têm levado a busca de novos enfoques para a prospecção em ciência, tecnologia e inovação e à avaliação de seus impactos e uma nova geração de métodos, técnicas e ferramentas, sendo um dos principais métodos empregados em estudos prospectivos a análise multicritérios. Esta análise é um conjunto de técnicas e métodos cujo objetivo é facilitar as decisões referentes a um problema, quando se tem que levar em conta múltiplos pontos de vista. A sua aplicação permite priorizar, ou reduzir, os vários fatores que devem ser levados em consideração. O impacto maior nas indústrias do Vale do Itajaí foi a entrada do gás natural para a matriz energética das empresas e a consolidação de uma alternativa mais limpa no momento em que, principalmente as indústrias têxteis, estão empenhadas em conquistar selos que atesta a qualidade e o compromisso das empresas com o meio ambiente. Com isso, o trabalho destaca nos dois casos estudados as dimensões prioritárias formadas pela constante, que define a segurança e a eficiência energética no uso da matriz; e a dimensão ambiental, que define os impactos da utilização do combustível industrial principalmente no ambiente local e no clima global.

**Palavras chave:** Gás Natural Industrial- Decisão Multicriterial - Economia Catarinense

### **1. Introdução**

A decisão sobre a fonte energética a ser utilizada pela indústria é fundamental para a definição de processos produtivos mais seguros e competitivos no mercado, além de determinar impactos na geração de eficiência energética provocando outros impactos no ambiente local e nos recursos naturais.

Já, a determinação dos investimentos iniciais para verificar os riscos da escolha em prazos de implementação mais longos podem contribuir para a flexibilidade industrial sem que haja a regulação necessária que o tema exige.

Para SANTOS (2005), a análise de tecnologias emergentes e suas implicações são vitais para a economia, a sociedade e as empresas, pois, fornecem informações sobre escolhas críticas que necessitam do suporte de informações para

reduzir o nível de incerteza, por meio de critérios de decisão multicriterial relacionados a visões estratégicas futuras.

O atual cenário econômico exige medidas que antecipem a demanda da quantidade e tipos de energia, sendo indispensável para o país a criação de mecanismos que ampliem este acontecimento, possibilitando encontrar alternativas energéticas emergentes como é o caso do gás natural industrial.

Desde a década de 80, quando começou a ser produzido em grande escala, o gás natural é considerado, do ponto de vista econômico e ambiental, uma das mais promissoras alternativas de combustível energético devido a uma série de vantagens agregadas, tais como menor custo de aquisição, menor impacto poluente, fornecimento ininterrupto, maior poder calorífico.

Empregado em escala mundial como alternativa energética para a indústria, o comércio, em termelétricas e também no uso residencial e veicular, a participação desse combustível em países em desenvolvimento, como é o caso brasileiro, está passando por mudanças. “O gás natural deverá ser a fonte de energia primária com maior crescimento, mantendo a taxa média de 2,2% no período de 2001-2025 (SANTOS, 2005, p. 26)”.

A distribuição do gás natural como fonte geradora de energia para a indústria, chegou ao Vale do Itajaí no ano 2000 despertando o interesse das empresas de médio e grande porte, principalmente do setor têxtil. A redução de gastos com combustíveis, foi o argumento inicial para os investimentos na adequação das fontes de energia à base de lenha e óleo combustível para implantação do novo sistema de abastecimento.

Além da recuperação dos investimentos obtidos com a redução de despesas, a nova imagem social e ambiental as quais as empresas passariam à sociedade, unidos aos fatores segurança e tecnologia, contribuíram para a adesão ao promissor combustível.

No entanto, decorridos oito anos da implantação do gás natural nas indústrias locais, alguns eventos de ordem microeconômica juntamente com indicadores econômico-financeiros levaram à decisão das empresas de alternar ou até de substituir o uso de gás natural por combustíveis que já vinham sendo utilizados anteriormente.

Diante desse contexto, a relevância dessa pesquisa, está na verificação das visões a qual algumas empresas do setor têxtil do Vale do Itajaí têm sobre a tomada de decisão de manter o uso do gás natural industrial.

## **2. Revisão Bibliográfica**

Na questão ambiental, diante dos acontecimentos atuais referentes ao clima do planeta terra, mais precisamente em relação meio ambiente, o gás natural neste aspecto contribui para amenização do problema, pois, é um combustível gasoso.

Os combustíveis gasosos são aqueles que reúnem as melhores características para utilização na indústria podendo ser queimados com rendimento

térmico elevado, com pequeno excesso de ar e não apresentam emissões sulfurosas apreciáveis nem depósitos de cinzas (RUSSOMANO, 1989, p. 17).

Os aspectos tecnológicos também favorecem a utilização do gás natural nos segmentos residencial, comercial e industrial oferecendo um leque diversificado de técnicas e processos de alto desempenho econômico e energético. Esse alto nível de desempenho é o resultado dos esforços dos construtores de equipamentos térmicos para tirar proveito das suas propriedades físico-químicas. Os progressos e inovações realizados podem ser relacionados com uma ou várias dessas propriedades. (CNI, 1989, p. 51).

Outro aspecto importante e que faz as empresas refletirem sua tomada de decisão consiste na segurança do sistema. “O gás natural não é tóxico, por não conter compostos tóxicos e, por ser mais leve que o ar, dilui-se rapidamente” (CNI, 1989, p.56) e, assim, os riscos de explosão são mínimos.

Por outro lado a competitividade frente a mercados nacionais e estrangeiros também deve ser explorada, neste caso pode-se analisar a tomada de medidas estratégicas, que de acordo com PRATES *et al.* (2006, p.36): “(...) o gás natural deixou de ser um mero subproduto na produção de petróleo e tornou-se uma alternativa energética para o país”, referindo-se ao Brasil.

É esperada por parte das empresas a busca de soluções principalmente originadas no Estado, que com estatais como a PETROBRÁS e também através de parceria com a iniciativa privada, tem a finalidade de incentivar o aumento da oferta e a certeza de fornecimento interrupto nas quantidades requeridas. Cabe ressaltar que no setor energético é mais coerente se utilizar de planejamento visualizando o longo prazo, do que “formular” planos emergenciais de curto prazo em situações críticas da falta de energia, que neste último caso o ônus acaba sendo repassado aos usuários finais alvo desta pesquisa.

Para as empresas cabe analisar as relações estratégicas, sociais e ambientais, além das econômicas; e ainda, quais as medidas que o Estado, como ator responsável, irá estabelecer sobre as ações regulatórias de fornecimento, formulação de preços e direcionamento de investimentos inclusive em pesquisas das visões de futuro de todos os envolvidos com o setor de energia.

## **2.1 Agenda em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)**

O desenvolvimento do setor energético é alvo estratégico para crescimento da economia, contudo em vários momentos brasileiros a tomada de medidas corretivas é o que prevalece, deixando as indústrias receosas em relação ao suprimento de energia da qual necessitam, principalmente em épocas sazonais e quando almejam aumentar a produção.

O Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) desenvolveu uma agenda de P&D nomeada como “Prospecção Tecnológica em Energia”. A intenção desta abordagem foi de visualizar o futuro em relação à demanda energética, inclusive a de gás natural até o ano de 2020, criando uma base científica para que interessados a utilizassem como fonte de estudo, estabelecendo adaptações quando necessárias.

Esta abordagem utilizada pelo CGEE é denominada de *foresight*, sendo uma das mais utilizadas internacionalmente para auxiliar o estabelecimento de prioridades de pesquisa e desenvolvimento relacionando políticas de ciência, tecnologia e inovação nas demandas sócio-econômicas das nações.

O *foresight* pode ser definido como um processo pelo qual se pode chegar a um entendimento mais completo das forças que moldam o futuro a longo-prazo e que devem ser levadas em consideração na formulação de políticas, planejamento e tomada de decisão. Incluem meios qualitativos e quantitativos para monitorar pistas e indicadores das tendências de desenvolvimento e seu desenrolar podem ser melhor quando diretamente ligado à análise de políticas e suas implicações na decisão dos envolvidos com o setor da atividade econômica estudado (SANTOS, 2005, p.33).

Segundo COATES (*apud* ZACKIEWICZ & SALLES-FILHO, 2001), a atividade prospectiva se define como um processo mediante o qual se chega a uma compreensão mais plena das forças que moldam o futuro de longo prazo e que devem ser levadas em conta na formulação de políticas, no planejamento e na tomada de decisões. A atividade prospectiva está, portanto, estreitamente vinculada ao planejamento.

Após um amplo estudo do estado da arte e das tendências tecnológicas para o setor de energia, no país e no mundo, foi identificado um conjunto de questões relacionadas aos desafios que o Brasil deverá enfrentar nos próximos anos.

Além disso, conforme SANTOS (2005) foi realizado um mapeamento das competências existentes no país de forma a permitir a construção da agenda em CT&I, organizada a partir do conjunto de tópicos tecnológicos priorizados.

Com isso, ressalta-se que esta abordagem permite a caracterização e priorização de um conjunto significativo de tópicos tecnológicos em energia, tanto no que se refere aos seus impactos sociais, técnicos, econômicos e ambientais quanto em relação às competências existentes no país, segundo percepções dos especialistas consultados (SANTOS, 2005, p. 24).

Dentre itens relacionados às dimensões que fizeram parte da agenda P&D destacam-se os que tiveram relevância para esta pesquisa:

- Dimensão Técnico-Econômica com suas questões (custos finais; investimentos; riscos; prazos para implementação; e desempenho futuro).
- Dimensão Estratégica com suas questões (especialidade; transbordo; e qualidade).
- Dimensão Ambiental com suas questões (impactos no clima global; impactos nos recursos naturais; e impactos no ambiente).
- Dimensão Social com suas questões (impactos no emprego; impactos no desenvolvimento da Região Sul; impactos no desenvolvimento; e impactos na universalização).
- Constante definida para todas as dimensões anteriores com suas questões (segurança; e impactos na geração e eficiência).

A agenda de P&D elaborada pelo CGEE contribui principalmente para formulação de questionários adaptados e aplicados em instituições e organizações empresariais estudadas.

A reflexão sobre as diferentes abordagens, métodos e técnicas precisam ser vista como um meio para aperfeiçoar a atividade prospectiva e seus resultados, ou seja, responder adequadamente às indagações quanto ao futuro, em seus diversos níveis e interesses na agenda de P&D.

## **2.2 As Prioridades dos Usuários Finais do Setor de Energia**

Segundo MARTIN (1992), três grandes setores da atividade econômica dividem entre si o consumo final de energia no mundo: indústria (40%), o residencial-terciário – ao qual se acrescenta a agricultura por motivos de coleta de informação (40%) e os transportes (20%).

O gás natural apresenta uma pureza que autoriza uma combustão completa; apresenta grande facilidade de emprego; domínio das velocidades e pressões ligadas ao seu estado gasoso. Além disso, seus recursos são abundantes no mundo e repartidos com menos desigualdade se comparado ao petróleo. A estocagem em reservatórios subterrâneos de grande capacidade permite enfrentar os riscos de interrupção momentânea dos abastecimentos e responder às modulações sazonais da demanda.

Conforme MARTIN (1992), devido ao seu estado gasoso, com efeito, o seu transporte é mais rígido e mais caro que o carvão e do petróleo entre outros. O gasoduto terrestre de alta pressão é mais interessante até distâncias de 6.000 e 6.500 km. A cadeia de gás natural liquefeito (GNL), mais onerosa, é a única técnica disponível para os transportes marítimos mais longos.

Em qualquer um dos casos, as economias de escala são essenciais: quanto maior for o volume transportado, menor o custo unitário. Considerada a incidência do transporte sobre o custo total, a garantia de um considerável volume de vendas é uma questão vital para a indústria do gás. É a dimensão do mercado que justifica a decisão de construir um gasoduto cujo custo pode ser considerável (MARTIN, 1992, p. 35).

As atividades de exploração, desenvolvimento e produção de gás natural nacional ou importado têm todo um suporte legal a fim de se manter sua regulação, evitando um desgaste ainda maior aos consumidores, com a crescente exploração e adesão a este combustível junto às empresas, é cabível manterem-se informados quanto as leis e portarias existentes.

A lei nº 9.478/97 definiu que todos os direitos de exploração e produção de petróleo e gás natural em território nacional pertencem à União, cabendo à Agência nacional do petróleo - ANP sua pronta administração. Tal gestão é realizada através de licitações para contratos de concessão em áreas de exploração, desenvolvimento e produção, o que permite a entrada de novos agentes e promove a competição. (CAMACHO, 2005, p. 65)

É necessário se destacar que o processo regulatório tem cunho federal e estadual, ao primeiro através da ANP cabe a responsabilidade de regulação da

exploração, produção, importação e transporte, ao segundo a responsabilidade sobre a distribuição de gás canalizado através das agências reguladoras.

Em relação à precificação do gás natural esta também tem suporte da ANP, com o intuito de evitar preços abusivos onerando em demasia os consumidores, principalmente no caso do Vale do Itajaí, onde o fornecimento é estrangeiro provindo da Bolívia.

Para CNI (1989), do ponto de vista do consumidor o preço do gás natural deve ser igual, em termos energéticos, aos dos combustíveis concorrentes. Todo e qualquer benefício porventura decorrente da utilização do gás natural (maior rendimento do processo e/ou dos equipamentos, menor consumo específico de energia, redução dos dispêndios em instalações de controle de emissões poluentes etc.) é considerado como um incentivo ao uso do gás e à criação de um mercado consumidor.

Entretanto admiti-se que em longo prazo, com a consolidação do mercado, sejam empreendidos programas de valorização progressiva do gás que levem em conta esses benefícios, cujo retorno para o empreendedor não é imediato. (CNI, 1989, p. 31).

Com as transações internacionais realizadas através de contratos de longo prazo (vinte cinco anos) que fixam as quantidades compradas anualmente e os preços, finalidade de assegurar a rentabilidade do investimento necessário ao transporte são estabelecidas cláusulas muito rígidas.

As fortes restrições que pesam sobre o transporte do gás natural de longa distância explicam a situação ainda limitada dos negócios internacionais no consumo mundial. O número de países exportadores aumenta na medida em que as companhias petrolíferas procuram valorizar o gás seco ou associado que descobrem (MARTIN, 1992 p. 75).

Conforme MARTIN (1992), cláusula *take or pay* era e continua sendo a restrição para o comprador, mesmo que ela possa daqui para diante ser abrandada, marcadamente por relações de compra de um ano para o outro. As cláusulas de preço, em contrapartida, prevêm reajustes periódicos em função das variações de preço das outras fontes de energia.

Os preços internacionais do gás natural, com efeito, são estritamente dependentes dos preços do petróleo. A maioria dos contratos inclui cláusulas de indexação cuja referência é o preço de um petróleo bruto, selecionado, ou de um derivado de petróleo como o *fuel-oil* (MARTIN, 1992, p.76).

### **2.3. A Distribuição e Utilização do Gás Natural Industrial no Vale do Itajaí**

Ao todo, a redução do custo energético para as empresa do Vale do Itajaí chegou, na primeira fase de implantação do gás natural, a 16%, mas não se refletiu no custo do produto final ao consumidor porque “o impacto do custo energético em todo o processo de produção do setor é cerca de 1% do custo final” (UHLMANN, 2000, p. 3).

O impacto maior nas indústrias do Vale do Itajaí foi a entrada do gás natural para a matriz energética das empresas e a consolidação de uma alternativa mais limpa no momento em que, principalmente as indústrias têxteis, estão empenhadas em conquistar a ISO 14.000 que atesta a qualidade e o compromisso das empresas com o meio ambiente. No meio empresarial, a ISO 14.000 é considerada uma ferramenta fundamental para facilitar a exportação principalmente nos mercados europeus e da América do Norte.

Um outro impacto positivo para as indústrias do Vale do Itajaí que utilizam o gás natural foi a realização de novos negócios e investimentos, feito por empresários de outros Estados devido ao compromisso e a responsabilidade ambiental assumido pelas empresas têxteis de região.

Desde que as indústrias do Vale do Itajaí passaram a utilizar o gás natural em substituição aos combustíveis tradicionais como: o óleo diesel, lenha e carvão vegetal, ocorreu uma mudança importante no perfil energético utilizado pelo setor produtivo catarinense. As empresas passaram a adotar o gás natural atraídas pela redução de custos, que chegava a ser em média de 16%, para potencializar o reaproveitamento de energia a custo inferior e para reforçar as ações estratégicas em relação à responsabilidade ambiental, já que o gás natural é considerado um combustível limpo. “Esse novo perfil marcou, pelo menos para a indústria, o fim de um ciclo energético mais dispendioso e menos ecologicamente correto” (UHLMANN, 2000, p. 7).

No entanto, de acordo com THEIS (*apud* UHLMANN, 2000, p. 7), o impacto sobre a economia era o mais visível. O gás natural representa um avanço sobre outros insumos energéticos. Outras matrizes poderiam parecer investimentos perdidos, como os reflorestamentos de madeiras, na verdade, se mantiveram como medidas preventivas das indústrias. Assim, como acompanhamento do preço do gás natural e seu comportamento ao longo dos anos, na eventualidade de aumentos de preços, havia o risco das empresas voltarem a utilizar a madeira como fonte energética.

Para THEIS (*apud* UHLMANN, 2000), o fim da lenha como insumo energético só poderia se consumir diante da possibilidade do preço do gás natural compensar no longo prazo.

Enquanto a redução de custos e a diminuição do impacto ambiental se mantiverem como fatores de competitividade para as empresas, a tendência seria que o gás natural fosse uma opção natural e vantajosa. “Em cada época e em cada local existe uma matriz energética a qual corresponde um determinado modelo de desenvolvimento” (UHLMANN, 2000, p. 7).

A vinda do gás natural para o Vale do Itajaí contribuiu para o surgimento de novas profissões no Estado, tais como a profissão de técnico e operador de equipamentos a gás natural. Por iniciativa do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), foi elaborada uma série de cursos voltados, num primeiro momento, para os funcionários das indústrias têxteis que passaram a operar os equipamentos, principalmente caldeiras. Também foi instalado no Senai, na cidade de Blumenau, um laboratório de combustão a gás com vistas à formação de operador-mantenedor de sistemas a gás. (UHLMANN, 2000).

Atualmente a região conta apenas com a SCGás como fornecedor do combustível que por sua vez é extraído na Bolívia e exportado para região, isto é um aspecto negativo pois a ocorrência de rompimentos nos tubos condutores ocasionaria uma parada total no abastecimento.

Entretanto, apesar de todas as ações e perspectivas positivas com a chegada do gás natural, a indústria do Vale do Itajaí sofreu um impacto negativo com a oscilação de preços que alinharam as vantagens na utilização de combustíveis tradicionais, altamente poluentes, com as do gás natural. Com a alta dos preços do gás natural, indústria que antes contava com vantagens econômicas, sociais e ambientais, passou a contar apenas com as vantagens sociais e ambientais.

De acordo com ULHMANN (2000), embora a lenha seja um energético altamente poluente, o custo para a empresa é o maior atrativo e embora seja proveniente de fazendas de reflorescimento mantidas pela própria empresa, como ainda não é auto-suficiente, a metade é comprada de terceiros.

Conforme informações da SCGÁS (2008) vinte e sete empresas utilizam o gás Natural no Vale do Itajaí, sendo três indústrias em Timbó, uma em Indaial, quatorze em Blumenau, uma em Gaspar, e sete em Brusque.

Do ponto de vista da responsabilidade social e ambiental a visibilidade e reconhecimento quanto ao envolvimento ambiental no uso do gás natural, como energia mais limpa no processo de produção, estão alinhados com as recomendações do Protocolo de Quioto.

Já para UHLMANN (2000), ainda que as caldeiras alimentadas por gás natural tivessem mais manutenção do que a lenha, pelo modo como opera industrialmente, exigiria mão-de-obra com maior qualificação.

De forma diversa dos produtos derivados do óleo cru, o GN não tem ainda mercados específicos. Essa situação o coloca, na maioria das vezes, ainda como uma alternativa energética, não podendo ser preponderante para a definição do preço. É, portanto, o preço de venda dos energéticos concorrentes, de acordo com algumas vantagens ou desvantagens comparativas, ou ainda tipos de uso, a variável que determinará o preço do GN (ROCHA, 2003, p. 74).

### **3. Metodologia**

Este trabalho é resultado de estudo de caso sobre a decisão de manutenção da utilização do gás natural na matriz energética nas indústrias do Vale do Itajaí.

O estudo contou com a participação de duas empresas com aplicação de questionários buscando-se respostas para questões sobre a tomada de decisão da utilização e manutenção do gás natural como fonte de energia industrial, montante de investimentos e comparativo de custos.

#### **3.1 População e Amostra**

No presente estudo, de uma população de quatorze indústrias, de diversos setores, usuárias finais do gás natural no município de Blumenau, foi estudada amostra não probabilística com duas empresas do mesmo setor por meio de estudo



de caso. As empresas selecionadas são de grande e de médio porte e apenas do setor têxtil.

Neste tipo de seleção, articulado por SELLITZ (1987), a amostra deve contemplar estudos de casos específicos sem a preocupação de generalização dos resultados, mas sim, obter aprofundar experimentos pertinentes a comportamentos particulares das organizações analisadas, sendo recomendada para pesquisa na qual o objetivo é o entendimento em profundidade dos casos estudados.

Para elaboração desta pesquisa, além da literatura acerca do assunto, querem sejam livros, jornais ou meios eletrônicos, a mesma contou ainda com a participação complementar de empresas especialmente selecionadas para responderem a um questionário adaptado aos interesses desta pesquisa.

Foi contatado um total de seis empresas do setor têxtil, sendo que uma empresa de cada porte respondeu o questionário no prazo pertinente a análise e conclusão deste trabalho. Portanto, selecionaram-se estas duas empresas têxteis para se obter a conclusão sobre estudo de caso para avaliação da tomada de decisão sobre a utilização e manutenção da matriz energética de gás natural industrial.

### **3.2 Procedimentos de Coleta de Dados**

Com o estudo é exploratório e qualitativo, buscam-se os elementos que viabilizem o mesmo, dentro das expectativas criadas.

A coleta de dados ocorreu através do envio do questionário por meio de correio eletrônico. A devolução com respostas deu-se pelo mesmo meio, eventual dúvidas foram dirimidas através de contatos telefônicos, em um caso específico ocorreu à ida até uma das empresas onde se manteve conversa pessoal.

O questionário propiciou ao respondente a sua identificação na amplitude de seus conhecimentos em relação ao gás natural, propiciando desta forma uma correta equiparação entre os pontos de vista individuais, dentre as questões a maior parte constituiu as de multicritérios e por fim as relacionadas aos investimentos e custos para obtenção do produto.

Para elaboração do questionário foi utilizado como parâmetro o modelo com questões desenvolvido pelo CGEE e obtidos em SANTOS (2005), este sendo adaptado ao interesse desta pesquisa acerca da utilização do gás natural nas empresas têxteis do Vale do Itajaí.

A metodologia da prospecção tecnológica em uso pelo CGEE é baseada na abordagem denominada *foresight*, atualmente uma das mais utilizadas internacionalmente para auxiliar o estabelecimento de prioridades de pesquisa e desenvolvimento e para promover o alinhamento das políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação - CT&I às necessidades econômicas e sociais dos países (SANTOS, 2005 p.33).

Para formulação do questionário desta pesquisa, optou-se pela exclusão de duas questões originais enumeradas como “Q 03. Impactos sobre a balança comercial” e “Q 06. Capacitação nacional”.

Todavia foram incluídas duas questões na ordem de quantificação, ou seja, relacionadas a gastos no investimento bem como valores relacionados a combustíveis como lenha, óleo e gás natural, com intuito de se alcançar as dimensões técnico-econômica e estratégica lógica em relação aos gastos efetivos do sistema principal fator de análise sobre a manutenção do sistema.

Para interpretação dos dados foi utilizada a planilha eletrônica Microsoft Excel para conversão das respostas em números, transcritos em tabelas, permitindo a análise quantitativa a qual possibilitou inclusive a leitura dos resultados por meio de gráficos.

### **3.3 Procedimentos de Análise de dados**

Conforme acordado com as empresas entrevistadas e os respectivos respondentes e permitir uma análise mais acurada dos dados, usou-se o artifício de não identificá-los.

Assim, a distinção entre as empresas deu-se através de algarismo numérico, utilizando-se os números “1” e “2” em substituição a sua razão social. Com isso, pôde-se criar um cenário ideal para análise e quantificação dos dados sem prejuízo aos participantes da pesquisa.

Então, análise dos dados deu-se através da interpretação das respostas de acordos com os procedimentos semelhantes ao exercício obtido do Relatório de Prospecção Tecnológica em Energia do CGEE, constante em SANTOS (2005).

No contexto da agenda original, o enfoque dirigia-se ao estudo de fontes energéticas, portanto, conforme a sugestão da literatura adaptou-se o questionário com foco no gás natural industrial, mantendo a essência do mesmo, que seria conhecer principalmente questões futuras.

As respostas foram agrupadas com as questões para a leitura dos critérios da métrica utilizados na análise. Após a atribuição dos pesos das questões foi analisada a representatividade nas dimensões, propostas pelo modelo do CGEE, para leitura da tomada de decisão sob estes diferentes aspectos analisados.

Finalmente, agrupou-se o conjunto de respostas das questões nas dimensões para verificar as diferentes medidas conforme as três visões estratégicas futuras propostas, com estudo particular de cada empresa da amostra.

## **4. Resultado da Pesquisa**

Para uma melhor apuração dos resultados sobre a forma de interpretação do questionário Delphi adaptado da agenda de P&D desenvolvida pelo CGEE em SANTOS (2005) e adaptado a esta pesquisa considerando cinco dimensões, sendo que todas contêm um conjunto de questões identificadas sob um aspecto comum, e ainda a última dimensão, dita constante, considerada com o mesmo peso em todas as visões propostas. A partir de então foi possível analisar e quantificar as visões estratégicas futuras das duas empresas analisadas utilizando os dados e informações geradas pelas questões e dimensões.

A análise das respostas ocorreu em três etapas distintas. Na primeira, foram identificadas as prioridades da agenda de pesquisa e desenvolvimento do setor energético de gás natural industrial para as empresas usuárias finais estudadas determinando as questões e dimensões elaboradas. A segunda foi compor a identificação das visões estratégicas sobre utilização e manutenção do consumo de gás natural industrial nas duas empresas têxteis. E finalmente, a terceira, que será avaliada a tomada de decisão em relação ao uso do gás natural industrial pelo estudo das duas empresas têxteis do município de Blumenau.

#### **4.1. As Prioridades da Agenda do CGEE**

A agenda P&D consiste num exercício de Prospecção Tecnológica em Energia, a qual foi desenvolvida pelo CGEE com o intuito de se criar um material para fins de estudos em visões de futuro em relação a combustíveis energéticos.

Este exercício adequou-se na formulação do questionário aplicado nas empresas objetos de estudo deste trabalho, o qual está diretamente relacionado com a tomada de decisão em relação ao uso de energéticos do gás natural industrial.

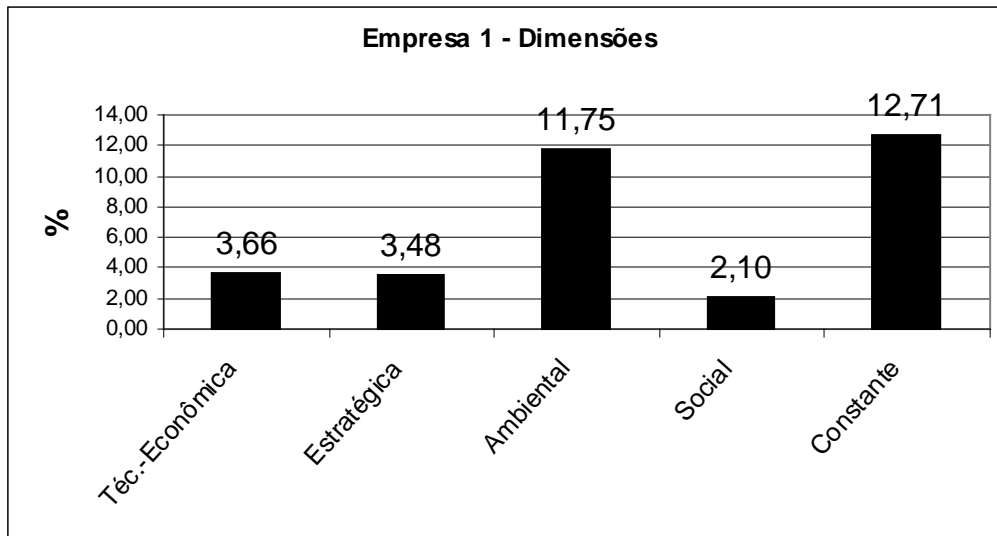
A análise partiu de cinco dimensões determinadas pelo CGEE, correspondendo a técnico-econômica, estratégica, ambiental e social, que por sua vez será composta pelas visões social, ambiental e individual.

Neste estudo de caso foram agrupadas as questões pertinentes ao uso e manutenção do gás natural como combustível industrial nas cinco dimensões propostas por SANTOS (2005). Estas dimensões, ou seja, grupos de questões identificados por um aspecto comum, podem identificar um grau de prioridade que varia de 0% a 100% limitado ao aspecto analisado (técnico-econômico, estratégico, ambiental, social e constante).

Na Empresa 1, que pode ser classificada como de grande porte no setor têxtil em relação ao número de empregados e faturamento, as questões estudadas identificadas como prioritárias estavam relacionadas com segurança, impactos no ambiente local, impacto na geração e eficiência e impactos no clima global, todas estas com peso percentual na tomada de decisão superiores a 4%, em pelo menos uma das visões estratégicas.

Podem-se destacar as questões sobre segurança, impactos no ambiente local e, ainda, impacto na geração e eficiência como as mais pertinentes para a empresa, representando pesos entre 5% e 9% de importância na decisão sobre a matriz energética do gás natural. Já, as questões ligadas ao impacto no emprego, custos finais e investimentos apresentaram os piores pesos percentuais na tomada de decisão, com valores entre 0% e -4%, onde valores negativos representam um retrocesso com relação à situação inicial (0%) de instalação da matriz de gás natural na indústria local.

Os resultados obtidos em relação às dimensões prioritárias para a Empresa 1 são visualizados, a seguir, na Figura 1.



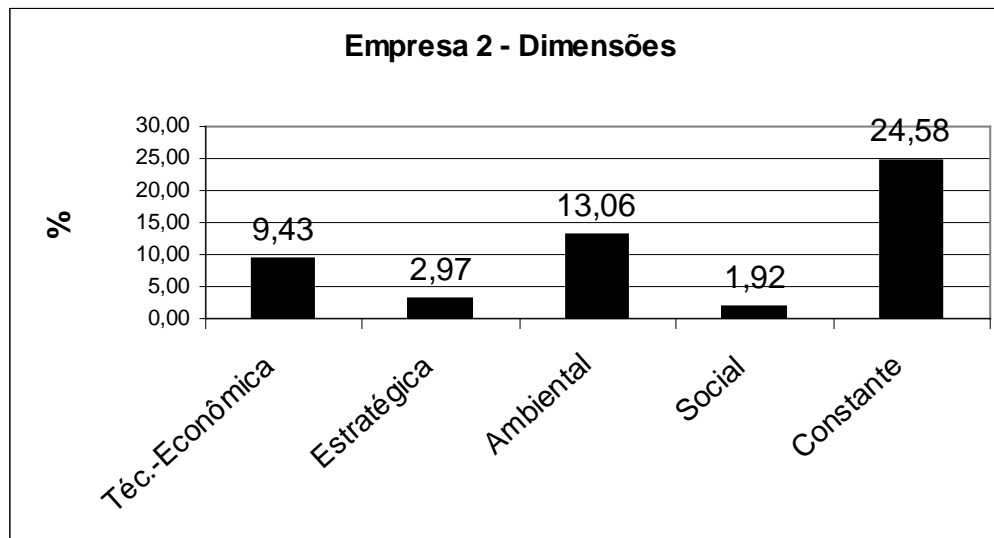
**Figura 1** – Dimensões prioritárias na tomada de decisão da Empresa 1.

Os resultados sobre as dimensões da Empresa 1, demonstram que o aspecto ambiental representa 11% do grau de prioridades, na média obtida das três visões propostas, ou seja, critérios utilizados pela empresa para analisar decisões sobre a manutenção da uso da gás natural em seu processo produtivo. Já, os aspectos Técnico-Econômico e Estratégico correspondem a 3,5% do grau de prioridade na relevância para a utilização da matriz energética. A constante representa a prioridade em segurança e eficiência identificados no processo de utilização da matriz estudada, ou seja, em torno de 13% de representação conforme o questionário aplicado.

Na Empresa 2, que pode ser classificada como de médio porte no setor têxtil em relação ao número de empregados e faturamento, as questões estudadas identificadas como prioritárias estavam relacionadas com impacto na geração e eficiência, segurança, impactos no ambiente local, impactos no nos recursos naturais e custos finais, todas estas com peso percentual na tomada de decisão superiores a 5%, em pelo menos uma das visões estratégicas.

Podem-se destacar as questões sobre impacto na geração e eficiência e segurança como as mais pertinentes para a empresa, representando pesos entre 6% e 18% de importância na decisão sobre a matriz energética do gás natural. Já, as questões ligadas ao impacto no emprego, qualidade e investimentos apresentaram os piores pesos percentuais na tomada de decisão, com valores entre 0% e -7%, onde valores negativos representam um retrocesso com relação à situação inicial (0%) de instalação da matriz de gás natural na indústria local.

Os resultados obtidos em relação às dimensões prioritárias para a Empresa 2 são visualizados, a seguir, na Figura 2.



**Figura 2** – Dimensões prioritárias na tomada de decisão da Empresa 2.

Os resultados sobre as dimensões da Empresa 2, demonstram que 24,5% das prioridades estão vinculadas a segurança e eficiência no processo de utilização da matriz de gás natural na indústria estudada. Já, os aspectos Ambiental e Técnico-Econômico correspondem a 13% e 9% do grau de prioridade na relevância para a utilização da matriz energética, respectivamente e conforme os resultados do questionário aplicado.

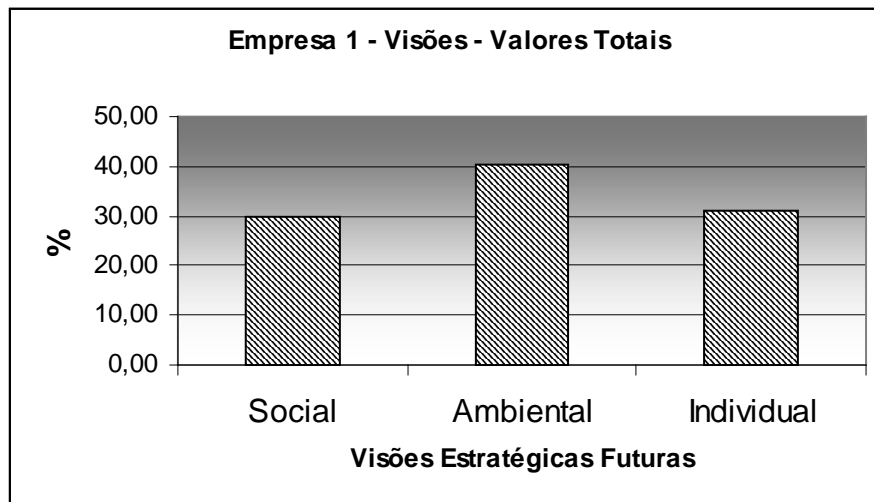
Com isso, destaca-se que nos dois casos estudados as dimensões prioritárias formadas pela constante, que define a segurança e a eficiência energética no uso da matriz; e a dimensão ambiental, que define os impactos da utilização do combustível industrial principalmente no ambiente local e no clima global.

#### **4.2 Visões Estratégicas nas Empresas Têxteis**

A agenda P&D do CGEE (SANTOS, 2005) propõe analisar três visões estratégicas para a tomada de decisão de empresas considerando os aspectos social, ambiental e individualista que são descritos a seguir:

Nesta análise dos casos estudados, as visões estratégicas futuras são compostas do somatório do percentual das cinco dimensões sob o enfoque social, ambiental ou individualista, conforme pesos diferenciados atribuído segundo SANTOS (2005). Assim, há uma escala de 0% a 100% para medir o percentual de representação de cada visão ou enfoque sobre a tomada de decisão de utilização e manutenção do gás natural no setor têxtil nos próximos anos.

Na Empresa 1, os resultados obtidos da representação de cada visões na tomada de decisão industrial são apresentados na Figura 3.

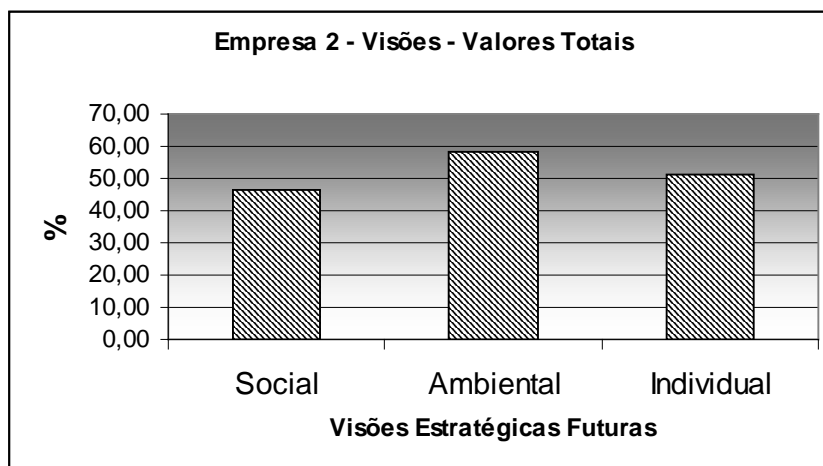


**Figura 3** – Visões Estratégicas Futuras – Empresa 1.

A observação destes resultados confere 40% de representatividade à visão estratégica ambiental, ou seja, a hipótese da preocupação sobre equilíbrio ecológico para determinar tomada de decisão da empresa na análise da busca do gás natural como tecnologias energéticas com baixo impacto ambiental, diversificação e conservação das fontes de energia e armazenamento local como benefício ao meio ambiente como causa da manutenção desta matriz energética, mas que por motivos relacionados à oferta determinam diminuição no seu consumo. Isto porque, considera 19% da dimensão ambiental com diminuição de impactos gerados pela utilização do gás natural e 12% sobre a dimensão constante que trata de segurança e eficiência de energia.

Na Empresa 1, as visões estratégicas futuras individualista ou social são determinadas com 30% e 29%, respectivamente, representando nas preocupações com responsabilidade social ou interesses empresariais particulares com pesos maiores na dimensão constante com 12% e ambiental em torno de 6% e 8%, respectivos as visões social e individualista.

Na Empresa 2, os resultados obtidos da representação de cada visões na tomada de decisão industrial são apresentados na Figura 4.



**Figura 4** – Visões Estratégicas Futuras – Empresa 2.

A análise dos resultados demonstra que 58% de representatividade são atribuídos à visão estratégica ambiental, ou seja, a hipótese que determina tomada de decisão da empresa tendo o gás natural como tecnologias energéticas com baixo impacto ambiental, diversificação e conservação das fontes de energia e armazenamento local como benefício ao meio ambiente como causa da manutenção desta matriz energética, mas com diminuição no seu consumo ocasionada pela alta dos preços, pois, considera 24% da dimensão constante que trata de segurança e eficiência de energia, e outros 22% sobre a dimensão ambiental com diminuição dos impactos gerados pela utilização do gás natural.

Na Empresa 2, à visão estratégica futura individualista representa 51% de representação na decisão energética da organização, determinando interesses empresariais particulares para utilização e manutenção do gás natural como uma das fontes energéticas do setor têxtil definida pelas dimensões ambiental, constante e estratégica. Já, a visão social aparece com 46% de importância de decisão sobre o tema.

Neste tópico, o estudo de caso nas duas empresas têxteis destaca a visão estratégica com enfoque ambiental como a responsável pela utilização e manutenção da fonte energética do gás natural na indústria têxtil, com perspectivas de melhorias no uso caso a oferta do combustível cresça provocando queda e estabilização nos preços.

#### **4.3 Decisão Multicriterial sobre Matriz Energética nas Empresas Têxteis**

No âmbito da presente pesquisa, na relevância composta pelo questionário aplicado no presente estudo de caso, observou-se que as empresas são muito criteriosas na tomada de decisão, todos os aspectos em torno das dimensões e conseqüentes visões apresentaram grande convergência nos aspectos decisórios das empresas.

Segundo informações apresentadas neste trabalho com origem principalmente veiculadas em revistas e jornais com credibilidade, a demanda de gás natural é maior do que a oferta, logo, por uma análise macroeconômica a tendência natural é de que o preço se eleve, e é o que de fato aconteceu ao longo dos oito anos após a entrada deste combustível para matriz energética das empresas têxteis do Vale do Itajaí.

Ora, se o preço aumentou, outros fatores pesam no momento da decisão, pois as duas empresas respondentes mantêm algum grau de utilização do combustível em seu parque industrial. Dado momento em que o preço já não é mais o fator decisório há de se analisar que outros fatores cada qual com seu respectivo peso percentual.

A avaliação da tomada de decisão sobre a matriz energética de gás natural na Empresa 1, observa-se a seguir a Tabela 1.

II Encontro de Economia Catarinense  
Artigos Científicos  
Área Temática: Economia Industrial, Tecnologia e Inovação  
24, 25 e 26 de abril de 2008 – Chapecó, SC

**Tabela 1** – Avaliação da Tomada de Decisão Energética - Empresa 1.

Dimensões	Questões/Item	VISÕES			%
		Social	Ambiental	Individualista	
<b>Técnico-Econômica</b>		<b>2,76</b>	<b>3,31</b>	<b>4,90</b>	
<b>Q02</b>	Custos finais	0,00	0,00	0,00	
<b>Q15</b>	Investimentos	0,00	0,00	0,00	
<b>Q03</b>	Riscos	0,92	0,83	2,45	
<b>Q04</b>	Prazos para implementação	0,92	0,83	1,23	
<b>Q14</b>	Desempenho Futuro	0,92	1,66	1,23	
<b>Estratégica</b>		<b>4,36</b>	<b>3,27</b>	<b>2,82</b>	
<b>Q01</b>	Especialidade	1,83	1,38	0,98	
<b>Q05</b>	Transbordo	0,69	0,52	0,37	
<b>Q07A</b>	Qualidade	1,84	1,38	1,47	
<b>Ambiental</b>		<b>6,61</b>	<b>19,83</b>	<b>8,82</b>	
<b>Q08</b>	Impactos no clima global	2,20	6,61	2,94	
<b>Q09</b>	Impactos nos recursos naturais	1,47	4,41	1,96	
<b>Q10</b>	Impactos no ambiente local	2,94	8,81	3,92	
<b>Social</b>		<b>3,21</b>	<b>1,38</b>	<b>1,72</b>	
<b>Q11</b>	Impactos no Emprego	-3,67	-0,92	-1,96	
<b>Q12A</b>	Impactos no Desenv. da Região Sul	1,84	0,61	0,98	
<b>Q12B</b>	Impactos no Desenvolvimento	3,67	1,23	1,96	
<b>Q13</b>	Impactos na universalização	1,38	0,46	0,74	
<b>Constante</b>		<b>12,71</b>	<b>12,71</b>	<b>12,71</b>	
<b>Q07B</b>	Segurança	6,78	6,78	6,78	
<b>Q06</b>	Impacto na Geração e Eficiência	5,93	5,93	5,93	
		<b>29,65</b>	<b>40,51</b>	<b>30,97</b>	

Para a Empresa 1, onde o respondente tinha especialização conhecedor em relação ao gás natural com ascensão à perito, na dimensão Técnica-Econômica a visão Individual se sobressairia com 4,9%, em segundo plano ficaria a visão ambiental com 3,31% e por último a visão social com 2,76%.

Na dimensão estratégica em primeiro lugar viria a visão social com 4,36 % seguido pela visão ambiental com 3,27% e finalmente a visão individual com 2,82%.

Na amplitude da dimensão Ambiental quase que logicamente se sobressai a visão ambiental com 19,83%, na seqüência a visão individualista com 8,82% e em terceiro lugar a visão social com 6,61%.

Já, relacionada com a dimensão social igualmente a visão social teve maior ênfase com 3,21%, na segunda posição a visão individual com 1,72%, concluindo com a visão ambiental na casa de 1,38%, restando a dimensão constante que



conforme SANTOS (2005) deve ser considerado o mesmo grau de importância para as três visões totalizando 12,71%.

Já, para a Empresa 1, na questão 15 do questionário obteve-se a explicação de que houve vantagem efetiva com a implantação do gás natural industrial no primeiro ano de uso desta fonte energética, com um montante inicial de investimentos em torno de 145 mil reais. Porém, após a elevação dos preços de mercado do gás natural industrial se tornou pouco viável do ponto de vista econômico-financeiro.

No comparativo entre os combustíveis industriais primários utilizados na Empresa 1, segundo resposta sobre a questão 16 junto ao respondente, o custo unitário do gás natural é muito inferior ao da lenha utilizada no processo de aquecimento da fonte energética secundária. Contudo, a quantidade de lenha (por m<sup>3</sup>) necessária fica em torno de 8.000m<sup>3</sup>/mês, já, a quantidade de gás natural (por m<sup>3</sup>) equivalente seria de 900.000m<sup>3</sup>/mês e assim o volume utilizado duplica o custo total gasto na matriz energética.

Com isso, é interessante para as indústrias do setor têxtil a diminuição no preço do gás natural para que, além da diminuição dos custos ambientais e sociais obtida com a sua utilização, possa haver também a diminuição no custo financeiro com a manutenção do seu uso.

A avaliação da tomada de decisão sobre a matriz energética de gás natural na Empresa 2, observa-se a seguir na Tabela 2.

Com a aplicação do mesmo critério de análise na Empresa 2, contudo obteve-se resultados diferentes começando pela especialização do respondente a qual é conhecedor e que trabalha em área próxima.

Junto a dimensão técnico-econômica a visão individual ficou na ponta com 13,47%, em seguida a visão ambiental com 7,81%, finalmente a visão ambiental com 7,03%, invertendo-se nestas duas visões em relação à Empresa 1.

Na seqüência da análise da Empresa 2, para dimensão estratégica a visão social é a mais relevante contando com 3,90%, seguindo para ambiental com 2,93% finalizando com a individualista com 2,08%

Na questão 15 do questionário, a Empresa 2, por meio de seu respondente, afirmou que não houveram vantagens financeiras na implantação do gás natural porque não se pode concretizar a intenção de utilização esta fonte primária em 100% do processo produtivo a exemplo de outras empresas do ramo, devido ao aumento do preço do combustível. Assim, após investimentos aproximados de 80 mil reais na implantação do sistema de energia foi necessária a volta da utilização, em grande parte do processo, do cavaco de lenha como alternativa viável economicamente.

**Tabela 2 – Avaliação da Tomada de Decisão Energética - Empresa 2.**

Dimensões	Questões	Item	VISÕES		
			Social	Ambiental	Individualista
			%		
<b>Técnico-Econômica</b>			<b>7,81</b>	<b>7,03</b>	<b>13,47</b>
	Q02	Custos finais	3,67	3,31	7,35
	Q15	Investimentos	0,00	0,00	0,00
	Q03	Riscos	1,38	1,24	3,68
	Q04	Prazos para implementação	1,84	0,83	1,23
	Q14	Desempenho Futuro	0,92	1,66	1,23
<b>Estratégica</b>			<b>3,90</b>	<b>2,93</b>	<b>2,08</b>
	Q01	Especialidade	1,83	1,38	0,98
	Q05	Transbordo	2,06	1,55	1,10
	Q07A	Qualidade	0,00	0,00	0,00
<b>Ambiental</b>			<b>7,35</b>	<b>22,03</b>	<b>9,80</b>
	Q08	Impactos no clima global	1,47	4,41	1,96
	Q09	Impactos nos recursos naturais	2,94	8,81	3,92
	Q10	Impactos no ambiente local	2,94	8,81	3,92
<b>Social</b>			<b>2,76</b>	<b>1,54</b>	<b>1,47</b>
	Q11	Impactos no Emprego	-7,35	-1,83	-3,92
	Q12A	Impactos no Desenv. da Região Sul	3,67	1,23	1,96
	Q12B	Impactos no Desenvolvimento	3,67	1,23	1,96
	Q13	Impactos na universalização	2,76	0,92	1,47
<b>Constante</b>			<b>24,58</b>	<b>24,58</b>	<b>24,58</b>
	Q07B	Segurança	6,78	6,78	6,78
	Q06	Impacto na Geração e Eficiência	17,80	17,80	17,80
			<b>46,38</b>	<b>58,11</b>	<b>51,40</b>

No comparativo entre os combustíveis industriais primários utilizados na Empresa 2, conforme resposta da questão 16, tanto o custo unitário do cavaco de lenha é menor ao do gás natural, como também a quantidade de cavacos (por m<sup>3</sup>) de 3.600m<sup>3</sup>/mês necessária é bem inferior a quantidade de 53.000m<sup>3</sup>/mês de gás natural (por m<sup>3</sup>) determinando custos totais bem inferiores.

Com isso, é interessante para esta indústria têxtil a diminuição no preço do gás natural em níveis condizentes e proporcionais a quantidade (em m<sup>3</sup>) utilizada pela mesma, já que se trata de empresa de médio porte onde outra fonte energética num enfoque financeiro se torna mais vantajosa que o gás natural industrial.

## 5. Considerações Finais

Este estudo objetivou identificar as questões e dimensões decisórias prioritárias na definição da matriz energética sobre a escolha da utilização e manutenção do gás natural no uso de processos industriais de duas empresas têxteis de Blumenau; com análise de visões estratégicas futuras que por meio de decisão multicritérios definem três enfoques diferentes sobre as mesmas questões levantadas, principalmente de investimentos e riscos técnico-econômicos; impactos

no ambiente local e nos recursos naturais; como impacto no desenvolvimento, segurança e geração de eficiência energética para os usuários finais industriais.

Mais especificamente tratou de analisar e avaliar a tomada de decisão multicriterial de duas empresas que demonstram preocupações ambientais e sociais, além das individuais, e buscam junto com uma regulação do setor de energia do gás natural qualificar seus processos de produção e de participação nas questões tecnológicas e sustentáveis.

O estudo demonstrou que há uma maior participação, em ambas as empresas estudadas, de questões ambientais como determinantes de decisões estratégicas para escolha e manutenção de suas matrizes energéticas, além dos critérios técnico-econômicos que podem garantir períodos mais longos para adequações e novos investimentos em tecnologias mais limpas e competitivas nos mercados interno e externo.

Sendo assim, recomendam-se para estudos futuros novos estudos de caso em usuários finais de outros ramos da atividade econômica local e suas demandas energéticas, definindo novos pesos para questões que determinam os multicritérios para análises de cenários estratégicos com melhoria na tomada de suas decisões energéticas.

### Referências

- BRASIL. **Ministério de Minas e Energia – Balanço Energético Nacional – BEN 2007**. Disponível em [www.mme.gov.br/ben2007](http://www.mme.gov.br/ben2007). Acesso em 28 dez. 2007.
- CAMACHO, F. **Regulação da Indústria de Gás Natural no Brasil**. São Paulo, Interciência, 2005.
- COELHO, G.M. **Prospecção tecnológica: metodologias e experiências nacionais e internacionais**. Projeto CTPetro Tendências Tecnológicas: Nota Técnica 14. Instituto Nacional de Tecnologia. 2003.
- CNI. Confederação nacional da indústria. **Gás natural na indústria**. São Paulo: CNI, 1989.
- MARTIN, J-M. **A economia mundial da energia**. São Paulo, Editora da Universidade Estadual Paulista, 1992.
- PETROBRÁS. Gás natural na matriz energética brasileira. Disponível em [www.petrobras.gov.br](http://www.petrobras.gov.br). Acesso em 31 out. 2007.
- PNE. **Plano Nacional de Energia 2003**. Brasil: Ministério das Minas e Energia, 2003.
- PRATES, C. P. T. *et al.* Evolução da oferta e da demanda de gás natural no Brasil. **BNDES Setorial**. Rio de Janeiro, n. 24, p. 35-68, set. 2006.

ROCHA, E. A incerteza sobre o preço do GN. **Revista Com Ciência**. São Paulo, ago 2003. Disponível em [www.comciencia.br/entrevistas/ramos\\_html](http://www.comciencia.br/entrevistas/ramos_html). Acesso em 18 out. 2007.

RUSSOMANO, D. T. **Energias renováveis**. São Paulo: Atlas, 1989..

SANTOS, M. M. **Prospecção tecnológica em energia** / Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Brasília, CGEE, 2005.

SELLITZ, WRIGHTSMAN, COOK. Métodos de pesquisa nas relações sociais. São Paulo, EDU, 1987.

SCGÁS. **Companhia de gás de Santa Catarina. Tarifas do preço do gás natural industrial**. Disponível em [www.scgas.com.br](http://www.scgas.com.br). Acesso em 17 jan. 2008.

UHLMANN, V. Joinville será a primeira a receber. **Jornal de Santa Catarina**. Especial. Blumenau, 31 mar. 2000, col. 1-6.

ZACKIEWICZ, M.; SALLES-FILHO, S. Technological foresight: um instrumento para a política científica e tecnológica. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, n.10, mar.2001.