

MEDIÇÃO DOS BENEFÍCIOS DO USO DO GÁS NATURAL UTILIZANDO INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE

Tatiane Albuquerque Pires, tati_albuquerque_3@hotmail.com¹

Mariana Sarmanho, marianasarmanho@hotmail.com^{1,2} (autor para correspondência)

Daisy Aparecida do Nascimento Rebelatto, daisy@sc.usp.br²

Vitor Hugo Candido Camargo, vitorhugorama@gmail.com¹

Thamiris Linhares Marques, thamiris1590@gmail.com¹

¹Universidade Federal de Goiás/CAC, Av. Dr. Lamartine Pinto Avelar, 1120 CEP: 75704-020, Catalão – GO

²Universidade de São Paulo/EESC, Av. Trabalhador São Carlense, 400 CEP: 13566-590, São Carlos – SP

Resumo: *Um desafio grande para a indústria é promover crescimento conservando os recursos naturais, tendo em vista que a atividade industrial é uma das principais causadoras dos impactos negativos ao meio ambiente. Para operar um processo produtivo é indispensável o uso de insumos oriundos de recursos naturais e, além do mais, os processos industriais não são 100% eficientes, o que significa que sempre serão gerados resíduos. Diante disso, sustentabilidade se transformou num conceito crucial ao sucesso das atuais organizações e sociedades, o que possibilitou uma visão antes não observada, ou seja, a preocupação com o capital humano, capital social e capital natural. Antigamente, ressaltava-se apenas a análise do custo/benefício, com aumento da produtividade e ampliação das vendas no mercado, porém, atualmente, os critérios de avaliação incorporaram dimensões mais amplas que vão além de resultados econômicos, incluindo os aspectos social, cultural e preservação ambiental. Tudo isso pode ser ilustrado por meio de indicadores de sustentabilidade, que incorporam esses aspectos. É neste contexto de sustentabilidade que o uso do gás natural transparece como fonte energética mais adequada, devido ao seu reduzido nível de emissão de gases poluentes, mesmo entrando no rol dos combustíveis fósseis. Deste modo, o presente artigo tem como objetivo apresentar características relacionadas com indicadores de sustentabilidade, que retratem de forma quantitativa, os benefícios advindos do uso do gás natural, a fim de fundamentar mais objetivamente as pesquisas científicas que têm o interesse de avaliar a importância desse energético para o desenvolvimento sustentável. Para alcançar os objetivos, será empregada, no presente trabalho, uma abordagem bibliográfico-exploratória. Como conclusão, vale destacar que a discussão de indicadores ambientais e econômicos constituirá o resultado parcial de um projeto em andamento que se utilizará desses indicadores para comparar a eficiência produtiva relativa de caldeiras a gás com caldeiras que utilizam outros energéticos.*

Palavras-chave: sustentabilidade, gás natural, indicadores.

1. INTRODUÇÃO

A busca pela redução de impactos ambientais, com objetivo de proporcionar condições de vida aceitáveis para as futuras gerações, tem feito parte do cenário internacional. Desse modo, desenvolvimento, hoje, assume uma nova conotação, a de desenvolvimento sustentável, visto que o meio ambiente é essencial para a existência e continuidade da vida humana. A iniciativa por buscar modelos “sustentáveis” de produção e consumo, como garantia de qualidade e progresso, é reflexo desta nova realidade e aparece como preocupação, tanto no setor acadêmico como no setor empresarial.

Segundo Bellen e Michael (2005), a integração do puramente econômico com o social e o ambiental ampliou as dimensões do desenvolvimento, e aumentou consideravelmente a sua complexidade. A visão neoclássica interpreta o desenvolvimento econômico por meio de estoques e fluxos de capitais. No desenvolvimento sustentável, esta interpretação é aparentemente mantida, mas o próprio conceito de capital é ampliado para incluir o capital natural, o capital humano e o capital social.

De acordo com Goldemberg (2003), as agressões antropogênicas ao meio ambiente se tornaram significantes após a Revolução Industrial, e particularmente no século XX, devido ao aumento populacional e ao grande aumento no consumo *per capita*, principalmente nos países industrializados.

Apontadas como uns dos principais agentes, no processo de emissão, estão as indústrias, responsáveis por altos índices de emissão de poluentes, devido a utilização de insumos energéticos para operar suas atividades produtivas,

sendo os derivados de petróleo os mais utilizados nos últimos tempos. Mantida a tendência atual, será inevitável o crescimento exponencial do efeito estufa, se não forem tomadas medidas preventivas. É neste contexto que o uso do gás natural e de fontes de energia mais limpas surge como uma alternativa capaz de amenizar parte dos impactos ocasionados pelo consumo de energia.

A oportunidade de investimentos em tecnologia limpa vem se tornando cada vez mais real, pois, com a intensificação das pressões ambientais, foi elaborado o Protocolo de Quioto, em 1997, no qual os países signatários se comprometeram a reduzir emissões no período que vai de 2008 até 2012 (Praça, 2003).

Mediante o contexto apresentado, parece indiscutível que o sucesso da atividade industrial está intimamente relacionado com o respeito às limitações da natureza e esses limites têm, nos indicadores de sustentabilidade, referências legítimas para elaboração de metas de preservação ou, até, melhorias das condições ambientais. Essas metas serão visualizadas mais facilmente e seu atendimento mais provável, na medida da qualidade dos parâmetros escolhidos como indicadores de sustentabilidade, tanto do ponto de vista conceitual como na exatidão das medidas de controle.

O gás natural é um energético que, diferentemente dos demais derivados de petróleo, apresenta menores índices de poluentes, característica que proporciona menos impactos negativos ao meio ambiente.

Sendo assim, a adoção do gás natural pode contribuir para a obtenção de ganhos ambientais, além de aumentar a eficiência energética de vários setores das atividades econômicas permitindo a redução dos custos e a maximização dos lucros nas empresas. A utilização do gás natural permite, portanto, a inclusão de um dos aspectos dos pilares da sustentabilidade que normalmente não é considerado na análise dos benefícios de um energético – o aspecto ambiental. Avaliações mais amplas, como essa, além da mensuração mais acurada da viabilidade, permitem a exploração do aspecto *marketing* tendo em vista a valorização, pela sociedade, de considerações que extrapolem os limites financeiros.

Como fonte energética, o GN, apresenta bons indicadores econômicos, ambientais e técnicos, mesmo estando no rol de combustíveis fósseis. Isso impulsiona investimentos para a adoção ou ampliação dessa fonte nos setores consumidores, promovendo vantagem competitiva para seus usuários.

Neste contexto, o gás natural no território brasileiro, representa uma fonte de energia que vem apresentando significativo desenvolvimento nos últimos anos. A descoberta de novas reservas pela Petrobras na camada pré-sal, permitirá ampliar sua utilização nos próximos anos e poderá garantir a auto-suficiência do país. É importante ressaltar que a auto-suficiência poderá devolver a estabilidade perdida com a nacionalização do gás boliviano. Isso trará alívio aos diversos usuários que perderam a confiança no “fornecimento contínuo” que o gasoduto Brasil-Bolívia prometia.

De acordo com Agência Nacional de Petróleo, Gás natural e Bicomustível, no período 1970-2008, a produção de gás natural cresceu 7,8% a.a., em média, tendo ocorrido um grande salto na década de 1980, principalmente em decorrência do início de operação das jazidas da Bacia de Campos. Em 2008, 70,9% da produção se concentrou nos campos marítimos, situação bastante distinta daquela ocorrida até 1972, quando a produção concentrava-se nos campos terrestres, especialmente no Estado da Bahia (ANP, 2009).

A contextualização apresentada até o momento procurou evidenciar a problemática que estimulou a elaboração do presente trabalho e a relevância do tema escolhido, além de apresentar justificativas relacionadas com a seleção do objeto de estudo.

Sendo assim, o presente trabalho tem o objetivo de apresentar características relacionadas com indicadores de sustentabilidade, que retratem de forma quantitativa, os benefícios advindos do uso do gás natural, a fim de fundamentar mais objetivamente as pesquisas científicas que têm o interesse de avaliar a importância desse energético para o desenvolvimento sustentável.

Desse modo, o resultado esperado pelo atual trabalho, concentra-se na seleção dos indicadores ambientais e econômicos que favorecem o GN, mesmo sendo classificado como combustível fóssil, de maneira a permitir análises de desempenho à luz das propostas do desenvolvimento sustentável.

2. METODOLOGIA

O método deste trabalho foi baseado numa pesquisa bibliográfico-exploratória, a fim de deter conhecimentos acerca das características do gás natural e de seus benefícios, dos conceitos e das funções dos indicadores de um modo geral e dos indicadores de sustentabilidade.

Vale ressaltar que conforme os resultados esperados, este trabalho se classifica também como uma pesquisa descritiva, pois busca apresentar indicadores que retratam ganhos ambientais e econômicos relacionados com o uso do gás natural e, assim, detectar sinais de sustentabilidade em seu uso.

Portanto, para proporcionar um estudo completo e objetivo, a pesquisa foi feita nas principais fontes de pesquisa científica, tais como artigos científicos, teses e dissertações. Por se tratar de um assunto atual, também houve uma ampla pesquisa em artigos de jornais e da mídia em geral.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Ao longo da história, os seres humanos tiveram uma postura puramente extrativista em relação aos recursos naturais. De acordo com Cavalcanti (2004), toda atividade humana, qualquer que seja ela, afeta o ecossistema, quer pelo lado da exploração de recursos (caso em que a natureza funciona como fonte), quer pelo do lançamento de dejetos sob a forma de matéria ou energia degradada (caso em que a natureza atua como depósito).

A adoção do processo de produção em massa, desencadeado pela Revolução Industrial, acelerou o nível de degradação ambiental que alcançou níveis assustadores (Jardim, 2006). Vale ressaltar que, com a industrialização, o nível de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera cresceu significativamente.

Como forma de destacar a influência das atividades humanas no aumento das emissões atmosféricas de GEE, foi verificado que a progressão do uso de combustíveis fósseis ocorreu em paralelo ao aumento das atividades industriais. Tendo em vista que o processo de intensificação do efeito estufa teve início justamente no período da Revolução Industrial, durante o qual foram desenvolvidos combustíveis fundamentados em aproveitamento de depósitos de hidrocarbonetos (carvão mineral, gás natural e petróleo), esse processo é associado, com grande probabilidade, às emissões decorrentes da crescente utilização dessas fontes de energia (May; Lustosa; Vinha, 2003).

Diante dos problemas ambientais gerados, foi publicado o relatório de *Brundtland* (elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1983). Esse relatório definiu o desenvolvimento sustentável (DS) como um processo que procura satisfazer as necessidades da geração presente, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades.

Acima de tudo, a adaptação às premissas do conceito de desenvolvimento sustentável no setor industrial ajudou a reabilitar uma visão de futuro, relativamente negligenciada no passado, marcada por altas expectativas de lucros econômicos. O conceito de DS emergiu como um horizonte novo para a seleção de opções de mercado, transformando-se numa estratégia de negócio.

O desenvolvimento sustentável nas organizações apresenta três dimensões: a econômica, a social e a ambiental. Alguns autores fazem referência às três dimensões da sustentabilidade por meio dos termos *triple bottom line* ou tripé da sustentabilidade.

Elkington (1997) concebeu a expressão *triple bottom line* (TBL), que indica que a atuação das empresas deve atender a integração das dimensões sociais e ambientais nas estratégias econômicas.

O autor idealizou a teoria para ajudar as empresas de petróleo e gás a entrelaçarem os 3 (três) componentes do desenvolvimento sustentável: prosperidade econômica, justiça social e proteção ao meio ambiente dentro das suas operações principais. O autor afirma que a transição para o TBL é complexa, pois envolve mudanças na estrutura operacional e comercial das empresas, promovendo alterações no mercado de negócios local e global (Elkington, 1997).

Como forma de verificar a evolução das empresas frente aos princípios do desenvolvimento sustentável será tratado, neste artigo, primeiramente o conceito de indicadores para, em seguida, evoluir para o assunto de maior interesse para este trabalho que é o indicador de sustentabilidade.

A OECD (2003) define indicador como um parâmetro, ou valor derivado de parâmetros, que provê informações a respeito de um dado fenômeno, e sua principal característica é sintetizar um conjunto de informações captando a essência do que está sendo analisado.

Segundo Hammond *et al.* (1995), o termo indicador vem do latim *indicare* e significa descobrir, apontar, anunciar, estimar. De acordo com esse mesmo autor, os indicadores podem comunicar ou informar sobre o progresso em direção a uma determinada meta e, além disso, podem ser entendidos como um recurso que deixa mais perceptível uma tendência ou fenômeno que não seja imediatamente detectável.

Segundo Silva (2008), os indicadores podem cumprir um papel central no processo de tomada de decisão, isto é, na transformação da informação em ações concretas, orientadas à superação dos problemas detectados, nas distintas áreas da sociedade, considerando-se, usualmente, objetivos de interesse coletivo.

Com relação aos indicadores de sustentabilidade, pode-se dizer que, de acordo com Bellen e Michael (2005), os indicadores de sustentabilidade comunicam o progresso em direção a uma meta de forma simples e objetiva o suficiente para retratar a situação o mais próximo da realidade, mas dando ênfase aos fenômenos que tenham ligações entre a ação humana e suas conseqüências. Isso porque têm a capacidade de abranger os três pilares: social, ambiental e econômico de forma conjunta, o que nem sempre é percebido nas ações humanas do cotidiano.

Existem inúmeros modelos de indicadores de sustentabilidade, mas o modelo das Nações Unidas foi o que inspirou os autores do presente artigo na identificação de aspectos que retratam ganhos ambientais e econômicos, relacionados com o uso do gás natural.

Os indicadores das Nações Unidas apresentam quatro dimensões: social, ambiental, econômico e institucional. Esses indicadores são apresentados por meio de quadros que definem vários temas e sub-temas. Os temas têm sido desenvolvidos para intitular as seguintes considerações: riscos futuros; correlação entre temas; metas sustentáveis; e necessidades da sociedade básicas. Ao abordar os riscos futuros, o trabalho se torna uma ferramenta dinâmica para auxiliar a tomada de decisões, especialmente quando os limiares quantitativos são conhecidos. Os quadros refletem as conexões entre dimensões, temas e sub-temas. Além disso, ilustram os objetivos do desenvolvimento sustentável para o avanço do desenvolvimento social e institucional, a fim de manter integridade e assegurar prosperidade econômica (Quadros 1, 2, 3 e 4).

SOCIAL		
Tema	Sub-tema	Indicador
Equidade	Pobreza	Percentual da população vivendo abaixo da linha da pobreza
		Índice de Gini* de Desigualdade de Renda
Taxa de desemprego		
Saúde	Igualdade de Gênero	Razão do salário médio feminino pelo salário médio masculino
		Status Nutricional
	Mortalidade	Status nutricional da criança
		Taxa de mortalidade abaixo dos 5 anos
	Saneamento	Expectativa de vida no nascimento
		Percentual da população com instalações de disposição adequada de esgoto
		Água potável
Serviços de cuidados de saúde	População com acesso à água potável	
	Percentual da população com acesso aos cuidados de saúde primários	
	Imunização contra doenças de infância infecciosas	
Educação	Nível Educacional	Taxa de prevalência contraceptiva
		Criança alcançando estágio avançado do ensino primário
	Adulto alcançando nível secundário de educação	
Habitação	Alfabetização	Taxa de alfabetização de adultos
		Condições de moradia
Segurança	Crime	m ² por pessoa
		Número de crimes por 100.000 habitantes
População	Mudanças populacionais	Taxa de crescimento populacional
		Assentamentos formal e informal

Quadro 1. Dimensão social dos indicadores de sustentabilidade. Informações da Divisão das Nações Unidas para o DS (2001)

A dimensão social dos indicadores de desenvolvimento sustentável das Nações Unidas corresponde, especialmente, aos objetivos ligados à satisfação das necessidades humanas, melhoria da qualidade de vida e justiça social. Os indicadores incluídos nesta dimensão abrangem os temas: equidade, saúde, educação, habitação, segurança e população, e procuram retratar a situação social, a distribuição da renda e as condições de vida da população.

AMBIENTAL		
Tema	Sub-tema	Indicador
Atmosfera	Mudança climática	Emissões de Gases de Efeito Estufa
	Depleção da camada de ozônio	Consumo de substâncias que diminuem a camada de ozônio
	Qualidade do ar	Concentração no ambiente de poluentes em áreas urbanas
Terra	Agricultura	Área de terra arável e permanente de cultura
		Uso de fertilizantes
		Uso de pesticidas
	Florestas	Área florestal como uma percentagem da área terrestre
		Intensidade de extração da madeira
Desertificação	Terra afetada pela desertificação	
Oceanos, Mares e Costas	Zona Costeira	Área de assentamentos urbanos formal e informal
		Concentração de algas nas águas costeiras
	Pesca	Percentual do total população vivendo em áreas costeiras
Água Doce	Quantidade de água	Capturas anuais por espécies principais
		Retirada anual das águas subterrâneas e superficiais como um percentual da água total disponível
	Qualidade da água	Demanda biológica de oxigênio em volume d' água
Concentração de coliformes na água doce		
Biodiversidade	Ecossistema	Área de selecionados ecossistemas-chaves
		Área protegida como um % da área total
	Espécies	Abundância de espécies selecionadas

Quadro 2. Dimensão ambiental dos indicadores de sustentabilidade. Informações da Divisão das Nações Unidas para o DS (2001)

A dimensão ambiental dos indicadores de desenvolvimento sustentável diz respeito ao uso dos recursos naturais e à degradação ambiental, e está relacionada aos objetivos de preservação e conservação do meio ambiente, considerados fundamentais ao benefício das gerações futuras. Estas questões aparecem organizadas nos temas: atmosfera; terra; água doce; oceanos, mares e áreas costeiras; biodiversidade.

ECONÔMICO		
Tema	Sub-tema	Indicador
Estrutura Econômica	Desempenho Econômico	PIB per capita Parcela do Investimento em PIB
	Comércio	Balança de comércio de bens e serviços
	Status Financeiro	Razão dívida/PIB Total AOD** dado ou recebido como um por cento do PNB
Consumo e padrões de produção	Consumo de material	Intensidade de uso de material
	Uso de energia	Consumo de energia anual per capita
		Parcela de consumo de fontes de energia renovável
		Intensidade de uso de energia
	Geração de lixo e gerenciamento	Geração de lixo sólido industrial e municipal
		Geração de resíduos perigosos
		Geração de resíduos radioativos
Reciclagem de lixo e reuso		
Transporte	Distância percorrida per capita por modais de transporte	

Quadro 3. Dimensão econômica dos indicadores de sustentabilidade. Informação da Divisão das Nações Unidas para o DS (2001)

A dimensão econômica dos indicadores de desenvolvimento sustentável trata do desempenho econômico e financeiro do país, do consumo de recursos materiais, do uso de energia e da geração de lixo e transporte. É uma dimensão que se ocupa dos objetivos de eficiência dos processos produtivos e com as alterações nas estruturas de consumo orientadas a uma reprodução econômica sustentável a longo prazo.

INSTITUCIONAL		
Tema	Sub-tema	Indicador
Estrutura Institucional	Implementação estratégica de desenvolvimento sustentável	Estratégia nacional de desenvolvimento sustentável
	Cooperação Internacional	Implementação de acordos globais ratificados
Capacidade Institucional	Acesso de informação	Número de assinantes de internet por 1.000 habitantes
	Estrutura de comunicação	Linhas telefônicas por 1.000 habitantes
	Ciência de tecnologia	Gasto em pesquisa e desenvolvimento como um percentual do PIB
	Prontidão e resposta aos desastres	Perda econômica e humana devido aos desastres naturais

Quadro 4. Dimensão institucional dos indicadores de sustentabilidade. Informação da Divisão das Nações Unidas para o DS (2001)

Por fim, a dimensão institucional dos indicadores de desenvolvimento sustentável diz respeito à orientação política e à capacidade para as mudanças requeridas para uma efetiva implementação do desenvolvimento sustentável. Conforme descrito pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), esta dimensão aborda temas de difícil medição e que carece de mais estudos para o seu aprimoramento.

Com relação ao nosso objeto de estudo (gás natural), foi feita uma pesquisa bibliográfica para identificar aspectos característicos de operacionalização, além de aspectos políticos de comercialização, de maneira a orientar as discussões relevantes para o presente artigo.

O gás natural é um combustível limpo com baixíssima emissão de poluentes e melhora sensivelmente as condições ambientais, contribuindo para a redução do efeito estufa. A Figura 1 apresenta sua composição, o que permite queima limpa e uniforme, com menos fuligem, particulados e outras substâncias que prejudicam o meio ambiente (COMGÁS, 2010).

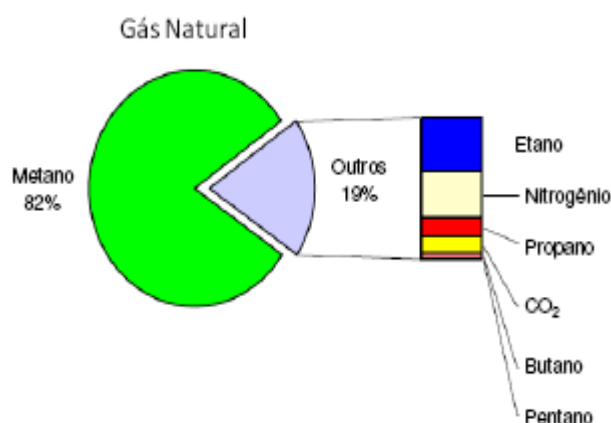


Figura 1. Composição típica do GN. Valores obtidos da ANP (2009)

O GN possui duas categorias distintas, podendo ser encontrado sob forma de associado e o não-associado. O gás associado é aquele que, no reservatório, está dissolvido no óleo ou sob a forma de capa de gás. O gás não-associado tem muito pouco óleo, quase que totalmente limpo, sendo direcionado exclusivamente para o mercado de gases combustíveis, diferentemente do gás associado que terá sua produção determinada pela produção do óleo, tendo visto que no Brasil é usual sua reinjeção no poço para aumento da produção do petróleo (Palomino, 2004).

No Brasil, o gás natural (GN) obteve maior destaque, após a importação do gás boliviano a partir de 1999, que fez com que o Governo Federal motivasse sua utilização por meio de preços mais baixos do que seus substitutos. Além disso, após a crise energética, ocorrida em 2001, o governo brasileiro lançou o Programa Prioritário de Termelétricidade – PPT a fim de implantar termelétricas à gás natural, uma estratégia que visa reduzir o consumo de energia hidroelétrica e ampliar o uso do gás.

Entretanto, segundo Praça (2003), até o final da década de oitenta, o gás natural (GN) era visto, apesar de suas vantagens e versatilidade, como um produto de segunda categoria dentre os combustíveis fósseis. Este energético sempre impôs dificuldades e custos adicionais para o seu transporte, armazenamento e distribuição, tornando-se pouco atrativo para os eventuais investidores.

Atualmente, este combustível tem se tornado alvo de investimentos, sobretudo, com intuito de diminuir a dependência por outras fontes energéticas. Os investimentos têm levado a novas descobertas de grandes reservas de gás. De acordo com BEN (2009), as reservas provadas no período de 2008 estão em torno de 364,0 bilhões de m³. Vale ressaltar que o volume de gás na camada pré-sal não está sendo contabilizado aqui, pois ainda não foram publicados dados oficiais em nenhum balanço energético.

Além do mais, no período de 1964 a 2008, estas reservas cresceram a uma taxa média de 7,3% a.a. As principais descobertas ocorreram na Bacia de Campos (bacia sedimentar onde se encontra a maior concentração de campos gigantes do país, tais como Albacora, Marlim e Roncador), bem como na Bacia do Solimões (bacia sedimentar onde se encontram o Pólo de Urucu - local onde boa parte do gás é reinjetado, e a jazida de Juruá, ainda sem aplicação comercial) (ANP, 2009). O crescimento das reservas está representado na Figura 2.

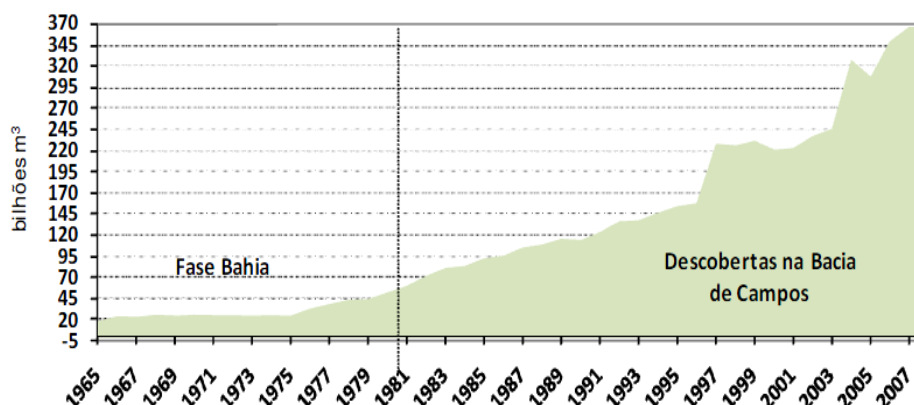


Figura 2. Crescimento das descobertas de reservas do gás natural entre 1965 a 2007. Valores obtidos do BEN (2008)

Segundo BEN (2009), a média diária de produção nacional de GN do ano de 2008 foi de 59,0 milhões de m³/dia. Sendo que a média da produção diária nos campos marítimos foi $42.277,59 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{dia}$ e a média de produção diária nos campos terrestres foi $16.845,32 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{dia}$ (ANP, 2009).

No período 1965-2008, a produção de gás natural no Brasil cresceu 7,8% a.a., em média, tendo ocorrido um grande salto na década de 1980, principalmente em decorrência do início de operação das jazidas da Bacia de Campos. Em 2008, 70,9% da produção se concentraram nos campos marítimos, situação bastante distinta daquela ocorrida até 1972, quando a produção concentrava-se nos campos terrestres, especialmente no Estado da Bahia (ANP, 2009).

Neste contexto, é importante salientar que não é somente pelo aumento da produção e das reservas que o gás vem aumentando sua participação na matriz energética brasileira. Os demais motivos que estimularam o aumento do seu consumo foram o fato de apresentar significativas vantagens, principalmente quando se refere à emissão de gases de efeito estufa (GEE) e a redução dos custos. Dessa forma, é possível inferir que a adoção deste energético como uma estratégia para o desenvolvimento sustentável pode ser interessante, visto que, dentro da perspectiva de sustentabilidade o gás natural contribui tanto para o aumento da lucratividade como para benefícios ambientais e sociais.

4. RESULTADOS

O presente trabalho apresenta resultados parciais de um projeto de doutorado em andamento, pois trata de uma parte da revisão bibliográfica que está sendo elaborada para dar fundamentação teórica ao projeto intitulado “O gás natural nas indústrias amazonenses e paulistas: um estudo envolvendo a análise por envoltória de dados, a técnica do incidente crítico e a análise conjunta”. Esse projeto irá utilizar as características do GN, aqui apresentadas, na análise da eficiência produtiva de um conjunto de equipamentos. Essa análise terá o objetivo de comparar o desempenho de equipamentos que utilizam o gás natural com o desempenho de equipamentos que utilizam os energéticos substitutos do gás. Essa comparação será feita utilizando a análise por envoltória de dados (DEA), técnica da pesquisa operacional. Vale ressaltar que esse estudo será baseado na análise da relação custo/benefício, à luz dos conceitos sustentáveis, sendo de fundamental importância a consideração de impactos ambientais e econômicos.

A revisão apresentada neste artigo será importante para: 1. fundamentar mais objetivamente as pesquisas científicas que têm o interesse de avaliar a importância do gás natural para o desenvolvimento sustentável; 2. ajudar as empresas usuárias e não-usuárias do GN a mensurar de forma mais objetiva os projetos de investimento que envolvem uso do gás nos processos produtivos; e 3. fornecer informações ao governo que ajudam a estabelecer estratégias adequadas para incentivar o uso do gás depois da prevista ampliação da oferta de gás devido às recém-descobertas na camada pré-sal.

4.1. INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE QUE RETRATAM OS BENEFÍCIOS DO GÁS

Os impactos ambientais têm forte relação com usos de energia e propor a qualidade ambiental é determinante para o sucesso das empresas, pois a sociedade consumidora está exigindo, dos empresários, práticas sustentáveis. Uma forma de passar uma boa imagem é por meio da substituição de fontes energéticas mais poluidoras por fontes menos poluidoras. Tendo em vista que o gás natural pode proporcionar significativas vantagens, quando comparado com os diversos combustíveis fósseis, tem-se então uma opção de substituição viável, capaz de amenizar as poluições.

É importante frisar que o gás natural (GN), nos últimos anos, destacou-se também pelas vantagens ambientais e econômicas que pode proporcionar aos seus consumidores. Tudo isso tem favorecido para que este energético seja considerado estratégico e essencial para os investimentos.

Para comprovar os benefícios do gás do ponto de vista ambiental, destaca-se que o GN é aquele que, dentre todos os combustíveis fósseis, emite menores quantidades de gás carbônico (CO₂) e óxido nitroso. Sua queima apresenta baixos níveis de emissão de óxido nítrico (NO_x) e monóxido de carbono (CO) (Praça, 2003). A Tabela 1 mostra alguns indicadores de emissão de poluentes do gás liquefeito de petróleo (GLP), do óleo combustível e do gás natural quando usados em atividades industriais.

Tabela 1. Indicadores de emissões dos combustíveis quando usados no setor industrial. Valores obtidos do IPCC (2000)

Energéticos	CO ₂ (Gg/1000 tep)	CH ₄ (Gg/1000 tep)	N ₂ O (Gg/1000 tep)	NO _x (Gg/1000 tep)	CO (Gg/1000 tep)
Gás Natural	2,34	0,000158	0,0000042	0,00628	0,00054
Óleo combustível	3,21	0,000063	0,0000251	0,00837	0,00018
GLP	2,62	0,000063	0,0000251	0,00837	0,00018

De acordo com o exposto, percebe-se que o gás colabora com a mitigação da mudança climática.

Para acrescentar, segundo Bermann (2002), em substituição aos demais combustíveis fósseis, o GN desenvolve uma enorme redução nas emissões de gás carbônico, aproximadamente, 32% menos que o óleo combustível e 41% menos que os combustíveis sólidos como o carvão.

A utilização do gás em equipamentos adaptados e adequados para a queima também elimina a emissão de óxido de enxofre, fuligem e materiais particulados (Santos *et al.*, 2002).

Com relação aos indicadores de sustentabilidade de dimensão ambiental relevantes para este trabalho, serão coletadas somente informações de emissões de gases de efeito estufa, pois este indicador serve como parâmetro na

avaliação dos diversos energéticos com relação aos impactos que poderão acarretar relacionados com as mudanças climáticas. Vale ressaltar que a literatura disponível no meio científico identifica o volume de GEE emitido por cada energético nas suas diversas aplicações industriais.

Além do indicador ambiental de nível de emissão, tem-se um indicador de caráter econômico muito importante chamado de eficiência energética. Como o gás é bastante utilizado em processos térmicos, pode-se substituir o termo por eficiência térmica. A eficiência térmica do gás pode ser melhor que muitos combustíveis devido às características físico-químicas que favorecem uma eficiência elevada. Destaca-se que a eficiência não depende somente do combustível e, sim, do equipamento que vai utilizá-lo.

Merece destaque também que o uso do gás natural pode diminuir o custo operacional da indústria, evitando gastos com manutenção, limpeza e compra de equipamentos contra a poluição como filtros, lavadores de gás e multiclones (COMGÁS, 2005). Outro fator que favorece a redução dos custos está relacionado ao seu preço (R\$/1.000 Kcal), pois a tarifa praticada atualmente é um atrativo. Esses dois indicadores econômicos (preço e custo) permitem reduzir o custo do produto final e, conseqüentemente, aumentar a vantagem de custo da empresa que utiliza esse recurso energético.

Para finalizar a discussão sobre os indicadores de sustentabilidade econômicos relacionados ao tema, verificou-se a necessidade de obter informações sobre uso de energia. Neste caso, o indicador relacionado é a intensidade de uso de energia. Será possível obter essa informação consultando relatórios de consumo de insumos nas empresas e/ou contas de energia.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.

Os problemas relacionados com a poluição estimulam o uso de combustíveis ambientalmente mais corretos. Isso contribuiu para uma maior participação do gás natural na matriz energética.

Vale ressaltar que a associação do gás natural com o tema de desenvolvimento sustentável está vinculada com a garantia de um desenvolvimento econômico e com a redução de impactos negativos à natureza e melhores condições de vida para a sociedade.

Por outro lado, observa-se também que a crescente descoberta de novas reservas deste energético no território brasileiro contribuiu para o seu destaque como alternativa energética que garante vantagem competitiva para os seus consumidores e uma posição privilegiada do nosso país em relação aos demais produtores de petróleo e gás por se tratar de um recurso estratégico.

É importante destacar que a abundante disponibilidade deste recurso dá uma autonomia energética reduzindo a dependência do gás da Bolívia. Isso alivia muitas empresas que se sentiram ameaçadas com um possível desabastecimento devido à nacionalização do gás boliviano.

O fato de emitir poluentes em reduzidas quantidades explicita um bom desempenho das máquinas e equipamentos e do próprio combustível. Esse desempenho aliado ao preciso controle de temperatura do processo garante uma melhor qualidade dos produtos finais. Diante disso, a adoção do gás natural colabora com a conquista de consumidores mais exigentes.

A segurança, os menores custos, a eficiência energética, a melhoria ambiental e o aumento da competitividade empresarial, entre outros, são um dos inúmeros benefícios do gás natural que, na maioria das vezes, são difíceis de alcançar com outras fontes de energia.

Mensurar todos esses benefícios para se ter uma noção mais objetiva das vantagens é uma tarefa bastante desafiadora. O uso de indicadores ambientais e econômicos permite visualizar melhor todas essas vantagens. Destaca-se que os indicadores apresentados neste artigo ajudarão a fundamentar mais objetivamente as pesquisas científicas que têm o interesse de comparar o desempenho desse energético com os seus substitutos e mostrar a sua contribuição para o desenvolvimento sustentável.

6. REFERÊNCIAS

- Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), “Boletim mensal do gás natural”, Disponível em: <http://www.anp.gov.br/gas/gas_boletimmensal.asp>. Acesso em: 10 de dez. 2009.
- Balanço Energético Nacional (BEN), 2008. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/mme/menu/todas_publicacoes.html>. Acesso em: 14 set. 2009.
- Bellen, V; Michael, H., 2005, “Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa”, Ed. Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 256 p.
- Cavalcanti, C., 2004, “Uma tentativa de caracterização da economia ecológica”, Ambiente e Sociedade, vol.7, pp.149-158.
- Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), 1991. “Nosso futuro comum”, Ed. Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro.
- Companhia de Gás de São Paulo (COMGÁS), “Benefícios e vantagens do gás natural”, Disponível em: <http://www.comgas.com.br/quero_industria/gasnatural/beneficios.asp>. Acesso em 21 de jan. 2010.
- Bermann, C., 2002. “Energia no Brasil. Para quê? Para quem? Crise e alternativas para um país sustentável”. Ed. Livraria da Física, São Paulo.
- Elkington, J., 1997, “Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business”, Ed. Capstone, Oxford.

- Goldemberg, J; Villanueva, L. D., 2003. Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento. Ed. Edusp. São Paulo.
- Hammond, A. *et al.*, 1995. "Environmental indicators: a systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development". Washington, DC: World Resources Institute.
- Jardim, A., 2006, "Que herança deixaremos para os nossos filhos?" Portal Única. Disponível em: <<http://www.portalunica.com.br/portalunica/index.php?Secao=referencia&SubSecao=opinião&SubSubSecao=artigos&id=%20and%20id=55>>. Acesso em: 21 ago. 2006.
- May, P.H.; Lustosa, M.C. e Vinha, V. (Org.), 2003, "Economia do meio ambiente: teoria e prática", Ed. Elsevier, Rio de Janeiro.
- Organization for Economic Cooperation and Development(OECD), 2003, "Progress of domestic statistical indicators in relation to OECD sustainable development indicators". Disponível em: <[http://apec.kiep.go.kr/pool/einfo2003.nsf/0/bfea665f4bf967fb49256e0f000b6f0c/\\$FILE/_7273qs4e5sg8-s1hoho3d13dv168o30cpd6cpg_.pdf](http://apec.kiep.go.kr/pool/einfo2003.nsf/0/bfea665f4bf967fb49256e0f000b6f0c/$FILE/_7273qs4e5sg8-s1hoho3d13dv168o30cpd6cpg_.pdf)>. Acesso em: set. 2007.
- Palomino, R.G., 2004, "Cogeração a partir de gás natural: uma abordagem política, econômica, energética, exergética e termoeconômica". 145p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Praça, E.R., 2003, "Distribuição do gás natural no Brasil: um enfoque crítico e de minimização de custos", 158p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- Santos. E. M., 2002, "Gás natural – estratégias para uma energia nova no Brasil", Ed. Annablume, Rio de Janeiro.
- Scandiffio, M. I. G., 2001. "A competitividade no segmento de revestimento cerâmico brasileiro", 137p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.
- Silva. H.V.O., 2008. "O uso de indicadores ambientais para aumentar a efetividade da gestão ambiental municipal", Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Rio de Janeiro.

7. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

MEASUREMENT OF THE BENEFITS OF THE USE OF NATURAL GAS EMPLOYING SUSTAINABILITY INDICATORS

Tatiane Albuquerque Pires, tati_albuquerque_3@hotmail.com¹

Mariana Sarmanho, marianasarmanho@hotmail.com^{1,2}

Daisy Aparecida do Nascimento Rebelatto, daisy@sc.usp.br²

Vitor Hugo Candido Camargo, vitorhugorama@gmail.com¹

Thamiris Linhares Marques, thamiris1590@gmail.com¹

¹Universidade Federal de Goiás/CAC, Av. Dr. Lamartine Pinto Avelar, 1120 CEP: 75704-020, Catalão – GO

²Universidade de São Paulo/EESC, Av. Trabalhador São Carlense, 400 CEP: 13566-590, São Carlos – SP

Abstract: *A big challenge for industry is to promote growth preserving natural resources, bearing in mind that industrial activity is one of the main causes of the negative impacts on the environment. To operate a production process the use of raw materials coming from natural resources is indispensable and, in addition to this, industrial processes are not 100 per cent efficient, which means that waste is always generated. Given this, sustainability has become a crucial concept to the success of current organizations and societies, which has facilitated an insight never seen before, namely, the concern with human capital, social capital and natural capital. In the past, what mattered above all was merely the cost/benefit analysis; with the increase in productivity and the broadening of sales in the market, however, nowadays the evaluation criteria have assumed broader dimensions which go beyond economic results, including social, cultural and environmental preservation aspects. All this may be illustrated by means of indicators of sustainability, which incorporate these aspects. It is in this context of sustainability that the use of natural gas shines through as the most suitable energy source, due to its reduced level of emission of pollutant gases, even when assuming the role of fossil fuels. In this way, the present article aims to present characteristics related to indicators of sustainability, which outline in a quantitative manner, the benefits derived from the use of natural gas, in order to provide a more objective base for the scientific research which is concerned with evaluating the importance of this energy source for sustainable development. To reach the objectives, the present work will use a bibliographic-exploratory approach. By way of conclusion, it is worth pointing out that the discussion of environmental and economic indicators will constitute the partial result of an on-going project which will take advantage of these indicators to compare the relative productive efficiency of gas boilers with boilers that use other energy sources.*

Keywords: *sustainability, natural gas, indicators.*