

ESTUDO DE IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS CAUSADAS POR CONSUMO E QUEIMA DE GÁS NATURAL

ABSTRACT

There is a great use of non-renewable by growing demand of industrial goods by modern humankind. The emission of pollutants of consumer goods generated by this kind of fuels has deteriorated severely the environment. In this work, it is shown, through analysis of recent data, that natural gas, considered a "clean fuel" by some sectors of society, causes a lot of damage to environment: emission of SO_x , NO_x , CO_2 and pollution of water by thermoelectric stations beside contributing to formation of "acid rain", "greenhouse gas" (GHG) and diseases to human. Furthermore, the consequences of using natural gas are shown, and it is demonstrated that economical development of a determined region improves the air pollution.

KEYWORDS: natural gas, externalities, environment

RESUMO

Devido a demanda crescente de bens de consumo industrializados pelo homem moderno, há uma grande utilização de combustíveis não-renováveis. A emissão de poluentes gerados por esse tipo de combustíveis tem deteriorado severamente o meio ambiente. Neste trabalho, procura-se mostrar, através de dados recentes, que o gás natural, considerado "limpo" por alguns setores da sociedade, também causa danos ao meio ambiente como emissão de SO_x , NO_x , CO_2 e poluição de água por termelétricas, além de contribuir para a formação de "chuva ácida", "efeito estufa" e doenças ao homem. São apresentadas também as consequências causadas pelo uso do gás natural e demonstra-se que, com o crescimento econômico de uma região, aumenta-se a poluição atmosférica.

1.1 - Introdução

Chama-se de gás natural uma mistura de gases composta principalmente de hidrocarbonetos contendo hidrogênio e carbono sendo predominante o CH_4 (metano). Além desse fazem parte da mistura C_2H_6 (etano), o C_3H_8 (propano) e o C_4H_{10} (butano), componentes sulfurosos, nitrogênio, dióxido de carbono, grande parte da água e impurezas encontradas no gás natural são removidas nas etapas do processamento do mesmo. O gás natural fornece de 8.000 a 12.000 kcal/kg, dependendo de sua composição e possui um alto poder calorífico, que supera o do carvão e da biomassa: 830 mil toneladas de petróleo equivalem a 1 milhão de m^3 de gás natural.

A palavra gás, do grego *khaos*, pelo latim *caos* foi inventada pelo químico holandês J. B. van Helmont, em 1609.

Os reservatórios de gás natural podem ser classificados em:

- gás natural associado : onde o gás encontra-se dissolvido no petróleo bruto e é separado durante a sua produção.
- gás natural não-associado: é obtido diretamente de um reservatório, contendo predominantemente gás natural (não dissolvido no óleo).

Tanto nas etapas de exploração e produção, a indústria de gás natural é semelhante ao do petróleo, por isso essas atividades são realizadas pelas mesmas companhias sendo considerado irmãs gêmeas .

De origem semelhante ao do carvão e à do óleo. Diversos estudos têm sido feitos sobre a origem do gás natural. Dentre elas a hipótese de maior aceitação é da origem orgânica dos hidrocarbonetos. Organismos aquáticos das bacias marinhas ou lacustres, vegetais carregados pelas correntes fluviais, microorganismos que se encontravam nos sedimentos depositados, todo esse material acumulado ao longo dos anos em certas situações geológicas acabou-se por arrumar numa espécie de hidrocarboneto primordial, o querogênio, que acabou se transformando em metano seco. O processo descrito é o do petróleo. Quanto ao gás natural há também gases naturais de origem bioquímica, não sendo possível uma determinação tão precisa de sua origem.

Tabela 1 Composição química de amostras de petróleo típicas (percentual em peso)

Elemento	Óleo cru	Gás Natural	Asfalto
Carbono	82,2 - 87,1	65 - 80	74,4 - 80,2
Hidrogênio	11,7 - 14,7	1 - 25	7,5
Oxigênio	0,1 - 4,5	-	7,6
Nitrogênio	0,1 - 1,5	1 - 15	1,7
Enxofre	0,1 - 5,5	traços - 0,2	3,0

Fonte: The Earth's Physical Resources, Block 5, Part 1, *Energy Resources: fossil fuel*, 1984, 84p.

1.2 - Usos do gás natural

O Gás natural (GN) é utilizado nos processos de recuperação secundária de óleo (reinação), como combustível industrial, comercial, domiciliar e automotivo, como matéria-prima nas indústrias petroquímicas e de fertilizantes e para redução do minério de ferro na indústria siderúrgica.

O GN dispensa sistemas de armazenagem: as concessionárias recebem o gás por suprimento direto, reduzindo riscos de incêndio.

Outra forma de utilização é como gerador de eletricidade por termoelétricas, em unidades industriais, comerciais e de serviços.

Pode ainda ser usado em transportes coletivo de passageiros e de carga, desde que não envolvam grandes distâncias, devido a dificuldade de abastecimento.

Como matéria-prima pode ser utilizado em substituição da nafta na fabricação de plásticos, tintas, fibras sintéticas, borrachas, e para obtenção de nitrogenados (uréia e amônia e seus derivados).

O GN é um recurso não renovável e possui duas grandes restrições: como da concorrência da própria indústria petrolífera e tem-se o alto custo de transporte, pois os centros consumidores normalmente estão distante dos produtores de GN.

São duas as alternativas de transporte: a utilização de dutos e de tanques criogênicos, o que encarece o produto. Com a construção de gasodutos, a tendência é de que os preços de gás natural sejam reduzidos. Sua utilização poderá ficar mais atrativa, pois os gasodutos já estarão prontos.

1.3 - No mundo

O GN era utilizado basicamente somente no mercado norte americano., na década de 50, a partir de década de 60 agregam-se a ex-URSS e alguns países da Europa.

A partir da crise do petróleo em 70, observa-se uma acelerada valorização do gás natural.

No ano de 1997, o petróleo e o gás foram responsáveis por 39% e 24 %, respectivamente, do consumo mundial de energia primária comercial.

O mercado de gás natural continuou em expansão em 1997, sobretudo para atender à geração de eletricidade nos setores residencial e industrial. Iniciou-se a construção de novos gasodutos, visando principalmente ao suprimento de gás da Europa Ocidental, Turquia e América Latina. Também manteve-se em expansão o comércio da Gás Natural Liquefeito (GNL), com a implementação de projetos voltados à exportação em Trinidad & Tobago, Nigéria, Catar, Omã e na Austrália.

No Brasil, o uso do gás natural teve início na década de 60, na Bahia, mantendo consumo restrito nessa região. Com o choque do petróleo em 70, a política de substituição de fontes de energia importadas e redução de vulnerabilidade externa, produziu resultados no segmento de GN, tendo as reservas provadas do País registrado um aumento de mais de seis vezes [BNDES:5]. Nos anos 70 com a produção da bacia de Campos-RJ e posterior desenvolvimento de gasodutos, interligando Rio de Janeiro, São Paulo e recentemente Belo Horizonte, viabilizaram o crescimento do consumo total.

Porém, o crescimento do consumo de gás natural traz uma série de implicações e danos ao meio ambiente, ou seja, chamado por Marshall de efeitos externos, ou de "efeitos de vizinhança", ou de "efeitos colaterais".

Externalidade são danos causados por alguma atividade a terceiros, sem que esses danos sejam incorporados no sistema de preços. (ACSELRAD, 128:138)

A seguir, uma relação dos prováveis efeitos externos causadas com a utilização de GN.

2.1 - TRANSPORTE

Para o transporte de gás natural, são identificadas duas alternativas, entretanto, ambos apresentam alto custo e requerem tecnologias específicas:

- Gasodutos : essa alternativa exige-se manter pressão constante ao longo da linha, mediante estações de compressão, além de diâmetros maiores para movimentar a mesma quantidade equivalente de petróleo (um oleoduto pode transportar 15 vezes mais energia que um gasoduto do mesmo diâmetro)
- Tanques metaneiros (tanques criogênicos), tecnologia mais cara por requerer estações de liquefação e regaseificação nos pontos de envio e recepção, respectivamente conhecido como transporte de Gás Natural Liquefeito (GNL).

A distribuição de GN pode ser feita a partir de qualquer ponto do gasoduto, através de ramificações. Na prática a distribuição começa na estação receptora dos grandes dutos (city gate). A tecnologia na distribuição é conhecida há quase um século, não tendo sofrido mudanças até hoje.

Em função da presença de impurezas sólidas ou líquidas nas canalizações, o transporte apresenta riscos de desgaste ou de entupimento dos equipamentos e podem gerar acidentes como demonstrado nas tabelas abaixo.

Tabela 2- Quadro de acidentes em operações de transmissão e distribuição

01/01/86 a 02/24/1999

Anos	No. de Incidentes	Mortes	Feridos	Prejuízos \$
86	225	35	124	22.245.062
87	234	11	130	16.506.591
88	290	45	125	21.447.514
89	280	20	119	50.497.873
90	191	6	67	18.896.356
91	233	14	89	19.696.986
92	177	10	80	31.355.665
93	217	17	102	38.381.923
94	222	21	113	98.430.459
95	161	18	53	20.908.423
96	187	48*	114	29.331.316
97	181	11	88	24.571.280
98	228	17	72	47.350.900
99	10	0	2	876.500
	2.836	273	1402	440.496.848

- * incluso 33 fatais de um incidente em San Juan, Porto Rico

- fonte: OPS

Os acidentes em gasodutos ocorrem por problemas de manutenção e operação dos mesmos. As principais causas são:

- . Corrosão Interna

- . Corrosão Externa
- . Construção e Material
- . Defeitos
- . Acidentalmente causado por operação
- . Erros de construção/ operação

Ocorrem 2.836 acidentes em de 86 a 99 (incompleto), ocasionando grandes perdas de vidas humanas e materiais. Foram 273 vítimas fatais e 1.402 vítimas com acidentes, que poderiam ser evitadas.

A quantidade de acidentes e vítimas não são desprezíveis e a incidência poderiam ser evitados na maioria das vezes.

2.2 - Dióxido de Carbono

O dióxido de carbono é obtido através da queima de combustíveis fósseis e provoca o "efeito estufa" de gases emitidos na atmosfera, por meio do qual a radiação solar fica presa no solo, esquentando o globo terrestre e alterando o clima. Com o crescimento urbano-industrial há perda de cobertura vegetal, aumentando o acúmulo de CO₂ na atmosfera. A concentração de CO₂ na atmosfera na era pré-industrial era cerca de 280 partes de dióxido de carbono por 1 milhão de partes de ar por volume. Essa concentração chegou a 340 em 1980⁴ e prevê-se que dobre em 2030, o que poderia ocasionar aumento nas temperaturas médias globais.

A ex-Rússia possui as maiores reservas (41%) de gás natural, seguido pelo Oriente Médio (32%), conforme demonstrado na figura 1 abaixo.

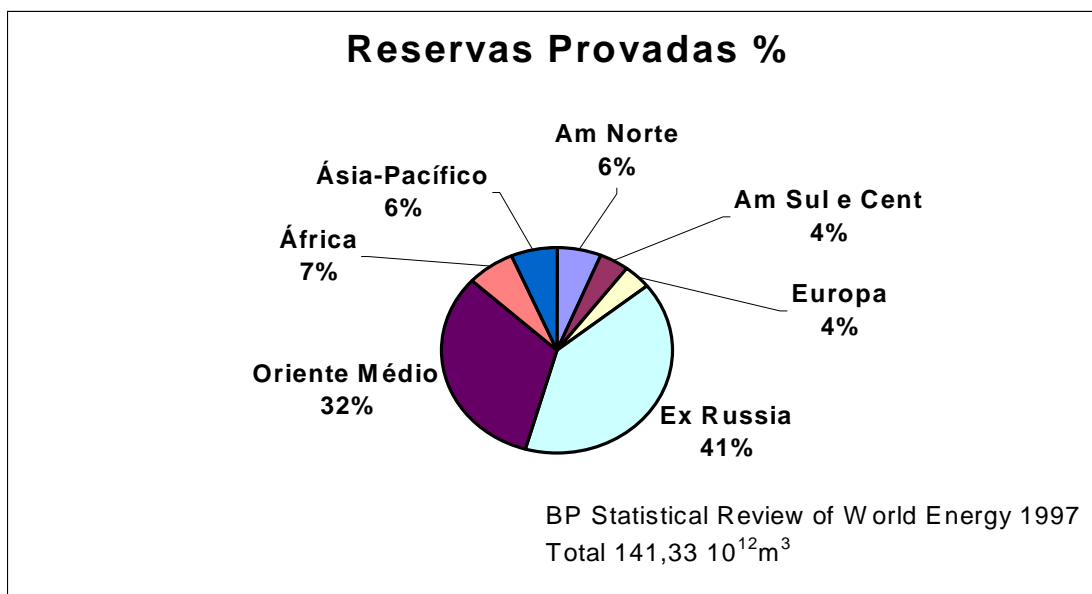


Figura 1

Conforme se observa, cerca de 73% das reservas mundiais estão localizadas na Ex-Rússia e Oriente Médio. Por outro lado, as regiões de maior consumo de GN - Estados Unidos, Canadá e Europa- juntas possuem 8,5% das reservas mundiais.

Na América Latina, as reservas provadas representam 5,5% do total mundial, localizadas principalmente (84%) na Venezuela, Argentina e México.

No Brasil as reservas de GN são off-shore (54%) e on-shore (46%). As reservas concentram-se (76%) nos estados do Rio de Janeiro, Bahia e Amazonas.

No país, está havendo uma pequena mudança na matriz energética e a participação e consumo total de energia primária evoluiu de 0,53% em 1975, para apenas 2,77% em 1996[BNDES:17].

Embora não possua grandes reservas a América do Norte(maior produtor mundial de gás natural - 31%, figura 2), foi o maior emissora de dióxido de carbono na atmosfera por consumo e queima de gás natural [tabela 3]. Essa expansão se deu pelo poderio econômico e avanço tecnológico, principalmente nos EUA, país com alto consumo de bens.

No mundo, de 80 a 96, houve crescimento na emissão de dióxido de carbono na ordem de 2,4 % ao ano(a.a.) e os continentes que tiveram maior crescimento foram a Ásia/ Oceania, América do

Sul/Central e Europa com 6,9 %, 6,0% e 3,3 % a.a. respectivamente, indicando o grande crescimento econômico de países considerados emergentes.[tabela 3]

Os países responsáveis pela expansão na Ásia e Oceania foram a Malásia (16,0% a.a.) e Indonésia (12,7% a.a.), grandes produtores de gás natural na região, e Coreia do Sul; chamados de tigres asiáticos. A expansão se deu com a expansão econômica na região, com a produção de diversos bens de consumo com artigos eletrônicos, elétricos, vestuários, etc.

Na América Central e do Sul, os grandes responsáveis foram o Brasil e Argentina com crescimento de 9,3 e 8,1 a.a. respectivamente, com a descoberta de novos poços e construção de gasodutos, favorecida com o intercâmbio entre países através do Mercosul.

Na Europa, houve expansão de 3,3% a.a., sendo que os países responsáveis pela maior emissão de dióxido de carbono são a Alemanha, Inglaterra (3,8 a.a.) e Itália (4,2 % a.a.). No Reino Unido ocorreram mudanças na matriz energética durante e depois do governo Thatcher, com a diminuição no consumo de carvão e aumento do consumo de gás natural.

Até 1.991, o Leste Europeu formado pela URSS, Checoslováquia, Iugoslávia, Hungria, Romênia Polônia, emitiam maior quantidade de CO₂ em relação aos outros países. Com o desmembramento de alguns países, principalmente a URSS, conflitos e guerras e crise econômica na região, houve uma inversão na emissão mundial.

A América do Norte desde então, lidera a emissão de CO₂ por queima e consumo de gás natural e também é o maior consumidor de gás natural (33%), liderada pelos EUA, que são, disparadamente, o país com maior quantidade de emissão de dióxido de carbono devido ao seu alto consumo de gás natural (28,9%) em 1996 [tabela 3].

Países de centro são disparadamente os maiores emissores de dióxido de carbono, devido ao alto poder de consumo de seus habitantes e maiores necessidades energéticas.

Estudos indicam que, com a duplicação da quantidade de CO₂ na atmosfera haverá uma elevação da temperatura média da superfície terrestre em torno de 1,5° C e 4,5° C⁶.

A elevação da temperatura, associada a um aquecimento duas ou três vezes maior nos pólos pode levar o nível do mar subir entre 25 a 140 centímetros, provocando graves desequilíbrios em estruturas econômicas, sociais e políticas de diversos países. ⁶

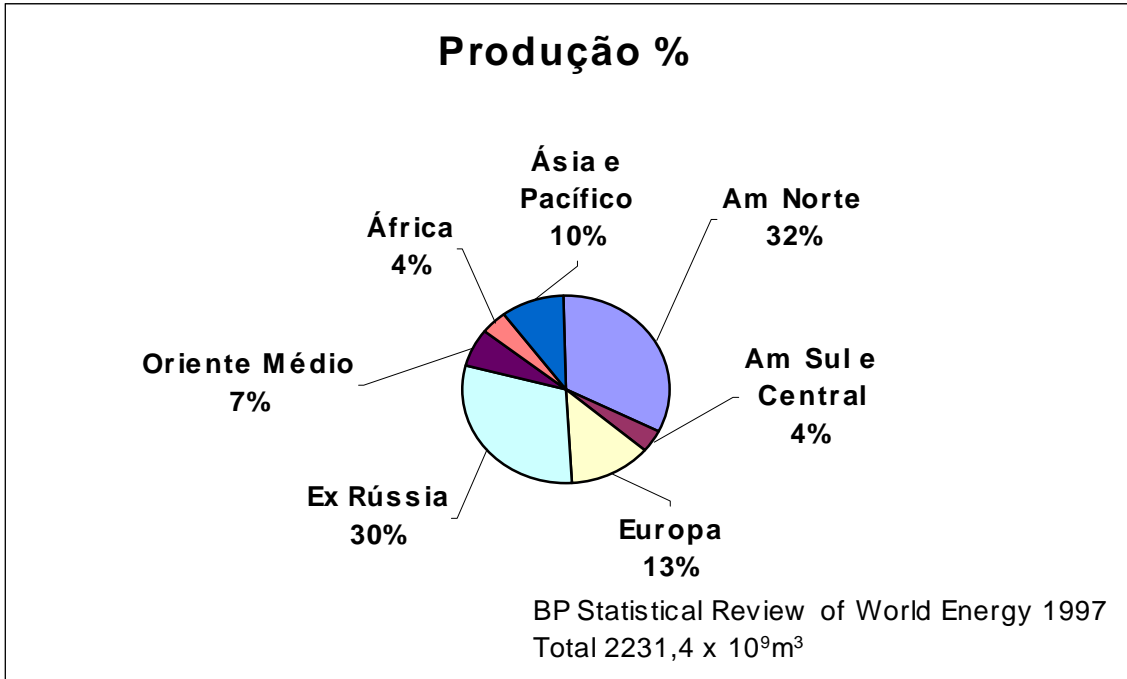


Figura 2

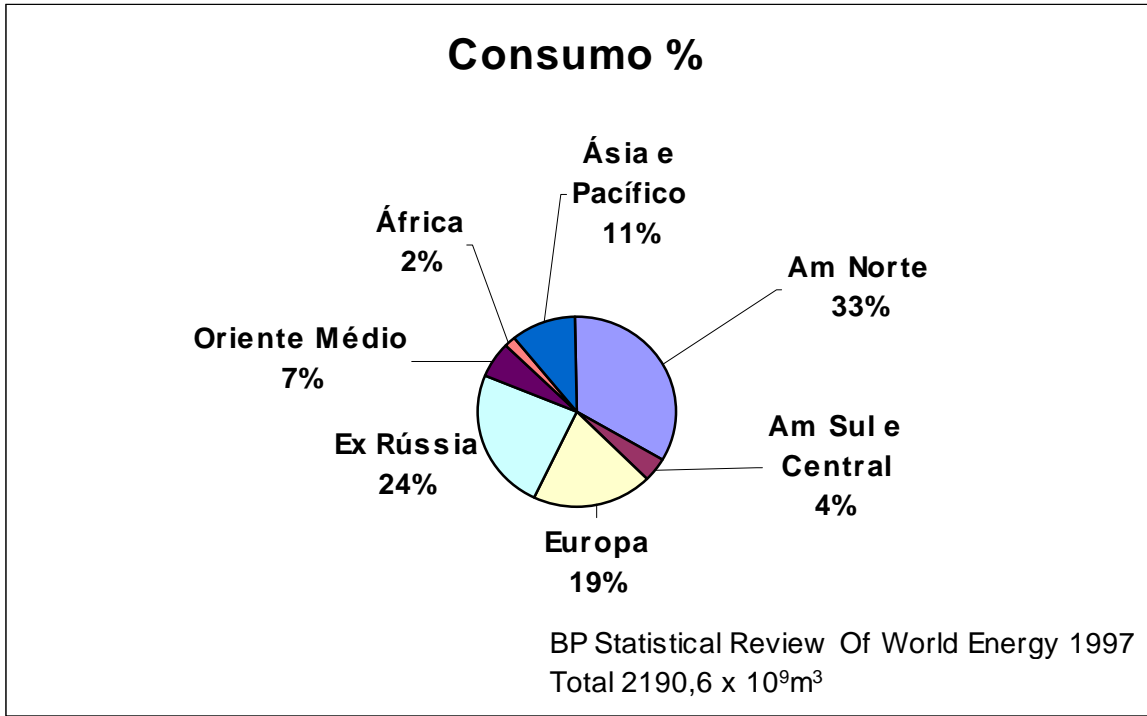


Figura 3

2.3 - Emissão de NOx

Óxido de Nitrogênio (NOx) é um sub-produto da queima de combustíveis fósseis como o óleo, carvão e gás natural. É formado a partir da combinação de nitro com oxigênio. O NOx reage com alta atmosfera com outras substâncias e componentes e destroem a camada de ozônio.

NOx contribui também para a formação de chuva ácida, causando danos a vegetação e as estruturas.

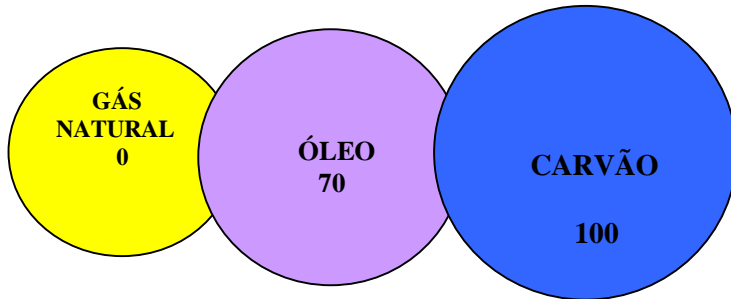
Pessoas expostas ao NOx por longo períodos, tem problemas respiratórios além disso pessoas que ingerem água com NOx pode levar ao aumento câncer no estômago e esôfago (Katers:32-36, 1998:).

NOx pode poluir água potável com nitratos que é especialmente prejudicial para as crianças, causando crescimento de algas, matando peixes, degradando a qualidade da água e impedindo o crescimento da vegetação.

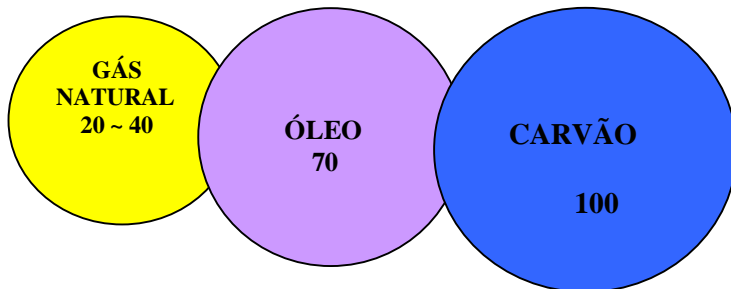
Estudos em laboratórios japoneses indicaram que a poluição do ar e a chuva ácida podem causar uma redução de até 30 % nas safras de trigo e arroz⁸.

Comparação na emissão de SOx, NOx e CO₂ por geração entre combustíveis fósseis – carvão, óleo e gás natural.

SOx (óxido sulfúrico)



NOx (Óxido de Nitrogênio)



Dióxido de Carbono (CO₂)

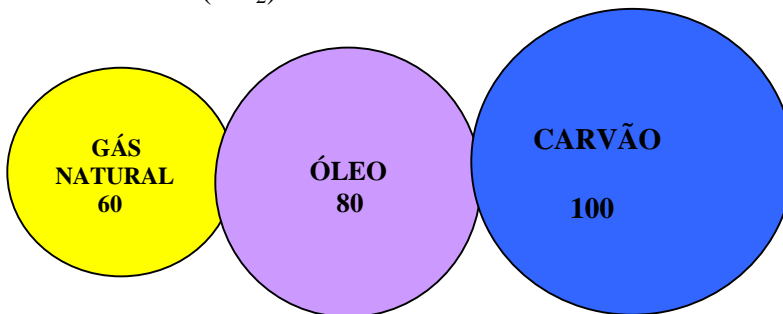


Figura 5 Comparação entre geração de substâncias de combustíveis fósseis em combustão (carvão=100)

Fonte : IEA, Natural Gas Prospects 2010, " 1986; The Institute of Applied Energy. "Report of the Corroborative Study of Assessment of the Impact of Thermal Power Plants on the Atmosphere, "March, 1990

Observa-se que todos os combustíveis fósseis emitem substâncias nocivas no meio ambiente, ressaltando-se que dentre os fósseis o gás natural é o de menor emissão atmosférica de NOx, SOx e CO₂.

2.4 - Utilização de água

Talvez seja essa a mais significativa externalidade causada pela utilização do gás natural em termoelétricas.

Estado físico	Tipos	Volume de água no planeta (%)
Sólido	Calotas de gelo, geleiras	2,150
Líquido	Oceanos	97,210
	Águas subterrâneas	0,626
	Águas superficiais	0,009
Gasoso	Vapor atmosférico	0,005

[Magoni:9]

Grande parte da água no planeta Terra encontra-se nos oceanos. A utilização pelo homem moderno em consumo e industrialização são de águas subterrâneas e superficiais(somente 0,635% do total de água no planeta). A água utilizada por termoelétricas, faz parte desse percentual. Qualquer tipo de desperdício, ou má utilização por consumo e fins industriais, trará riscos para a sobrevivência do espécie humana no planeta Terra.

No processo de geração térmica com gás natural, há grandes consumos de água no sistema de circulação. Conforme Relatório Ambiental Preliminar para a usina termoelétrica de Jundiaí o volume médio de água necessário pela UTE de Jundiaí será de 1.031 m³/h (24.750m³/dia), grande parte será perdida devido à corrente e evaporação na torre de resfriamento. A perda da água máximo no pico de demanda é de 1.002m³/h que corresponde a aproximadamente 4,3% da média do rio.

A UTE Jundiaí consumirá também 700m³/dia de água pública da cidade, para água potável, água de serviço e para abastecer o sistema de recuperação do ciclo.

Os impactos da qualidade da água na descarga de tratamento secundário de volta à bacia de entrada da Termoelétrica, e a descarga das águas servidas do processo para a descarga da Termoelétrica serão "mínimos" conforme o Relatório [13].

Regiões com racionamento de água, como os grandes centros urbanos, terão impacto maior, onde poderá aumentar o racionamento e falta de água.

2.5 - Outras

Ruídos:

1. As atividades de construção causará um aumento de ruído nas imediações e localidades. O padrão brasileiro indentifica 45 dBA(NBR 10.152) como nível de conforto para uso residencial.
2. Os equipamentos termoelétricos geradores e eauxiliares produzirão ruído durante a operação. O padrão residencial do Banco Mundial é de 55 dBA durante o dia e 45 dBA durante o período do dia.

Durante a operação haverá ruídos maiores aos estabelecidos pelo Banco Mundial.

Devastações de áreas verdes:

Para a construção e ao longo das linhas de transmissão de termoelétricas poderão ser removidas áreas verdes. A pavimentação e construção aumentará áreas impermeáveis e resultarão aumento do escoamento de enxurradas.

3 - Conclusões

O GN é um combustível mais limpo em termos de risco de poluição e leva grandes vantagens sobre o petróleo e o carvão. Mas todos apresentam poluição atmosférica: aquecimento global, poluição urbano-industrial do ar e a acidificação do meio ambiente.

A valoração dos custos de danos ao meio ambiente é complexa. Os custos e controles dependem muito da estratégia adotada pelos estados.

No Brasil, a preocupação com danos e riscos ambientais com a produção, transporte e distribuição de gás natural é mencionada na Lei 9.478 de forma tênue, não havendo nenhum tipo de fiscalização.

As externalidades citadas anteriormente, precisam ser valoradas e necessitam de mecanismos jurídicos e econômicos para fiscalizar o custo real de produção, utilização de água, emissão de poluentes atmosféricos, transporte e distribuição de gás natural, que geram poluição ambiental a toda a sociedade. É necessário a inserção de taxas anti-poluidoras (taxa sobre acidentes, taxas sobre efluentes, taxas sobre dióxido de carbono, eco-taxas), para reduzir os custos privados das atividades poluidoras e o verdadeiro custo para as sociedade.

Ainda assim, uma obrigatoriedade das empresas privadas gasíferas, reduzirem a emissões de poluentes atmosféricos no decorrer dos anos, de acordo com um planejamento estabelecido na regulação. Obrigariam as indústrias a investirem em tecnologias menos poluidoras.

A sociedade precisa saber exatamente quais são os danos ambientais causados pela construção de termoelétricas e para posteriormente poderem decidir sobre a melhor alternativa de desenvolvimento sustentável para a região.

Na maioria das vezes isso não é mostrado de forma clara e precisa, sendo encoberto a maioria dos danos causados no Estudo e Relatório de Impacto Ambiental, que é uma espécie de dossiê técnico e científico, a ser apresentado, conforme as Constituições Federal e Estadual, pelos empreendedores ao IBAMA ou aos órgão ambientais estaduais, para fins de obtenção de licença prévia, para iniciar as obras[13].

4- Bibliografia

1. ACSELRAD, H. Externalidade Ambiental e Sociabilidade Capitalista. P128-138
2. BNDES, Cadernos de Infra-Estrutura – Gás Natural – Reservas Produção e Consumo, Rio de Janeiro, Setembro, 1997
3. BOY de la TOUR, X., Geopolitique du Petrole e du gaz . Editions Technip, Paris-p.341-349
4. Bolin, B. et alii, op. Cit. *apud* Nosso Futuro Comum. Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. 2^o ed, Editora Getúlio Vargas, 1991.
5. BP Statistical Review of World Energy, 1997
6. Climate Change 1992, The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment, Cambridge University Press, Cambridge, UK (1992)
7. GOLDEMBERG, J. Energia Meio Ambiente & Desenvolvimento, São Paulo: Editora Universidade de São Paulo, 1998
8. Hashimoto, M. National Air Quality management policy of Japan , 1985 . (Elaboardo para a CMMAD.); OECD. The State of the Environment. Paris, 1985.
9. KATERS, J.F.; ZANONI, A E. Nitrogen Removal. Water Environment & Technology(p32-36). March, 98
10. MAGONI, L.R., BONACELLA, P.H. Poluição das Águas. 13^a ed., Editora Moderna: São Paulo, 1959.
11. MISHAN, E.J., Análise de Custos e Benefícios - Uma Introdução Informal. Zahar Editores, Rio de Janeiro, 1976
12. Nosso Futuro Comum, Comissão Mundial sobre Meio Ambiente. 2^o ed. , Ed. Getúlio Vargas, 1994.
13. Relatório Ambiental Preliminar para a Usina Termoeletrica de Jundiá da Bom Jardim Energética. Ecology and Environment, Inc., Out, 1998.
14. SEVÁ, A O F. Ampliações petrolíferas e químicas na região de Campinas. Out, 1998
15. TURDERA, E.M.V. 1997, Desafios da Regulação na Indústria e no Mercado Brasileiro de Gás Natural. Tesis de doutorado apresentada ao Departamento de Energia/UNICAMP dezembro/1997.