

UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
INSTITUTO DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS

Geraldo Sérgio de Souza

EMISSÕES ATMOSFÉRICAS:

**Os impactos do queimador apagado em uma unidade marítima de exploração de
petróleo**

Juiz de Fora

2006

UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
INSTITUTO DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS

Geraldo Sérgio de Souza

EMISSÕES ATMOSFÉRICAS:

Os impactos do queimador apagado em uma unidade marítima de exploração de
petróleo

Monografia de conclusão de curso apresentada
ao Curso de Meio Ambiente do Instituto de
Estudos Tecnológicos – Universidade Presidente
Antônio Carlos como requisito parcial à
obtenção do título de Tecnólogo em Meio
Ambiente.

Orientador: Prof. Msc. Gilmar Aparecido Lopes

Juiz de Fora

2006

UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
INSTITUTO DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS

Geraldo Sérgio de Souza

EMISSÕES ATMOSFÉRICAS:

Os impactos do queimador apagado em uma unidade marítima de exploração de
petróleo

Monografia de conclusão de curso apresentada
ao Curso de Meio Ambiente do Instituto de
Estudos Tecnológicos – Universidade Presidente
Antônio Carlos como requisito parcial à
obtenção do título de Tecnólogo em Meio
Ambiente e aprovada pelo orientador:



Prof. Msc. Gilmar Aparecido Lopes (Orientador)
Universidade Presidente Antônio Carlos

Juiz de Fora

10/12/2006

Dedico este trabalho a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização do mesmo, especialmente minha família.

Dedico também a todos aqueles que se preocupam e agem em favor do Meio Ambiente, pois preocupação sem ação não muda nada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida, pela família, por tudo que tenho e por tudo que sou. Meu Pai, com certeza tenho muito mais do que mereço, iluminaí meu caminho para que possa à cada dia ser mais merecedor de sua misericórdia.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Gilmar Aparecido Lopes, que tanto me incentivou e apoiou para a realização deste trabalho, agradeço também pelas vezes que chamou a atenção da turma para a importância de nosso curso e da necessidade de sermos bons profissionais.

À minha esposa Lulude, pelo apoio incondicional para a realização do curso.

À minha neta Jéssica, pelas horas de brincar e de conversar que lhe roubei, mas que agora pretendo recompensar.

A toda a família Souza pelo apoio e paciência pelas intermináveis horas de estudo e pelos constantes encontros do “Quinteto Mágico”.

Que Deus abençoe a todos os professores que nos transmitiram o melhor de si, nestes períodos de estudos, sem poupar esforços para nos fazer cada dia melhores.

MEIO AMBIENTE

O dragão cospe fogo

O coração se aperta

O óleo encana

E o progresso emana

Apesar do mal que causa

O progresso avança

Das guerras é a causa

Com a qualidade de vida tem aliança

Os atores se preocupam

Com o ambiente

O início, o meio e o fim

A consciência ecológica reina latente

Recursos não faltam,

Vamos melhorar,

Papel, sucata e outros embalam

Melhora a vida de quem precisar.

O Desafio é a Nossa Energia!

(PETROBRÁS)

RESUMO

Este trabalho tem o objetivo de, sob a forma de estudo de caso, analisar os impactos ambientais, positivos e negativos de utilização de queimador apagado durante testes de produção em poços de petróleo, na Plataforma da Petrobrás – PCP-2, na Bacia de Campos. O foco do trabalho é uma análise preliminar do impacto da emissão na atmosfera, em particular para o aquecimento global, visando a imagem da empresa e os impactos para as partes interessadas.

ABSTRACT

This work has the objective of, under the form of case study, to analyze the impacts environmental, positive and negative of use of extinguished burner during production tests in oil wells, in the Platform of Petrobrás - PCP-2, in Campos' Basin. The focus of the work is a preliminary analysis of the impact of the emission in the atmosphere, in matter for the global heating, seeking the corporate image and the impacts for the interested parties.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	8
1 ORIGEM DO PETRÓLEO	12
2 JUSTIFICATIVA	17
2.1 Identificação do problema	17
3 METODOLOGIA	21
4 O AQUECIMENTO GLOBAL	22
5 PETROBRÁS – ESTRATÉGIA CORPORATIVA	25
6 SIGEA – SISTEMA DE INVENTÁRIO E GERENCIAMENTO...	27
7 COMPOSIÇÃO DOS GASES	28
8 POTENCIAIS DE EFEITO ESTUFA	30
CONCLUSÃO	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

INTRODUÇÃO

O presente trabalho foi contextualizado numa plataforma de petróleo, construída em Niterói entre 1986 e 1988, sendo instalada no final de 1988 na Bacia de Campos afastada 140 km em linha reta da cidade de Macaé. No local de instalação a lâmina d'água é de 87 metros.

PCP-2 compõe o Ativo de Produção Nordeste, ver figura 1, que é composto de 8 plataformas fixas, sendo 6 satélites e 2 centrais, que são PVM-1 ,2, 3 PCP 1, 2, 3, PPG-1 e PGP-1.

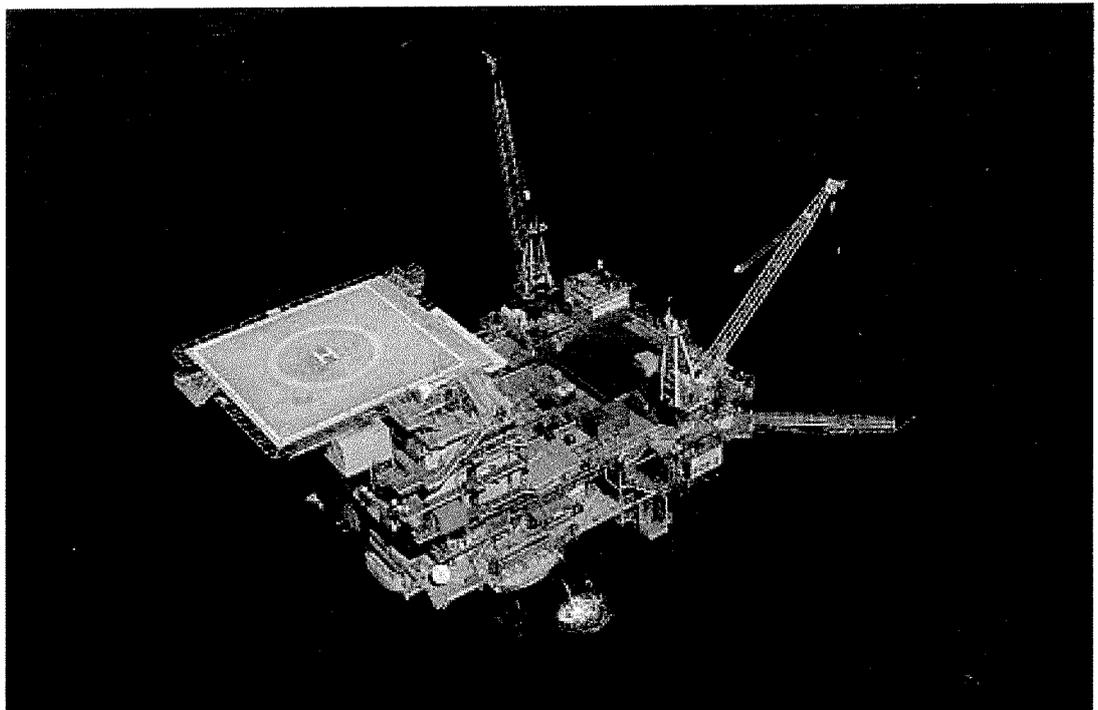


Figura 1: Vista geral da plataforma (PETROBRAS, 2006)

Ela tem uma produção diária de 8510 barris/dia ($1.353 \text{ m}^3/\text{dia}$) de petróleo bruto, que é transferido para a plataforma central de Pargo – PPG-1, onde é realizada a separação da água emulsionada e do gás agregado, seguindo para o continente, onde é recebido na estação de Cabiúnas e bombeado para as refinarias, através de oleodutos.

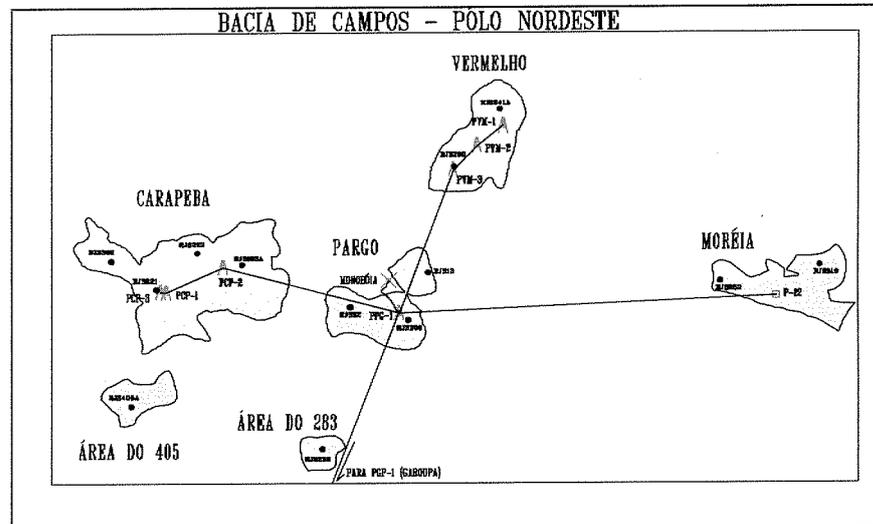


Figura 2: Ativo de produção nordeste (ALMEIDA NETTO, 1998, p.1)

A plataforma possui 21 poços perfurados, sendo atualmente 16 de produção de petróleo, 3 de injeção de água e 2 estão abandonados, devido à queda de produção. Ela está situada na Bacia Sedimentar de Campos (figuras 2 e 3).

Por exigência da ANP – Agência Nacional de Petróleo, é obrigatória a realização de um teste de produção mensal em cada poço produtor de petróleo, para aferir a quantidade de produto que é extraída, e assim proceder as cobranças de impostos e acompanhar a exploração das companhias e o histórico das jazidas.

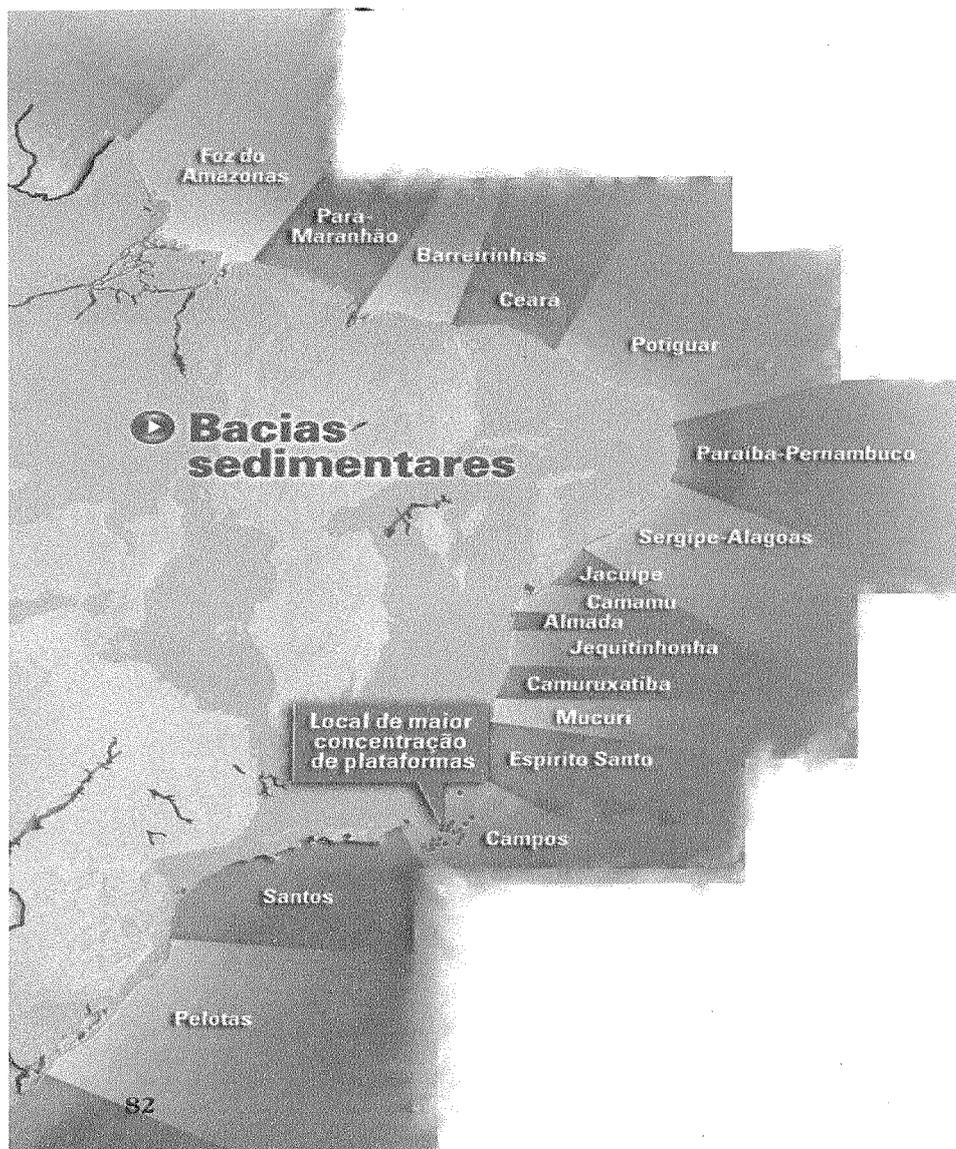


Figura 3: Bacias sedimentares brasileiras (PETROBRAS, 2006)

PCP-2 possui 26 camarotes (quartos) com um total de 137 leitos, tendo 42 metros de altura, acima da linha d'água, com 9 pisos, contando com uma área total aproximada de 11.000 m². O peso total aproximado é de 10.000 toneladas.

A unidade utiliza uma sonda modulada, que faz intervenções nos poços, para a limpeza, troca de bombas e outros serviços necessários, sendo que ao final, é relocada para outra plataforma.

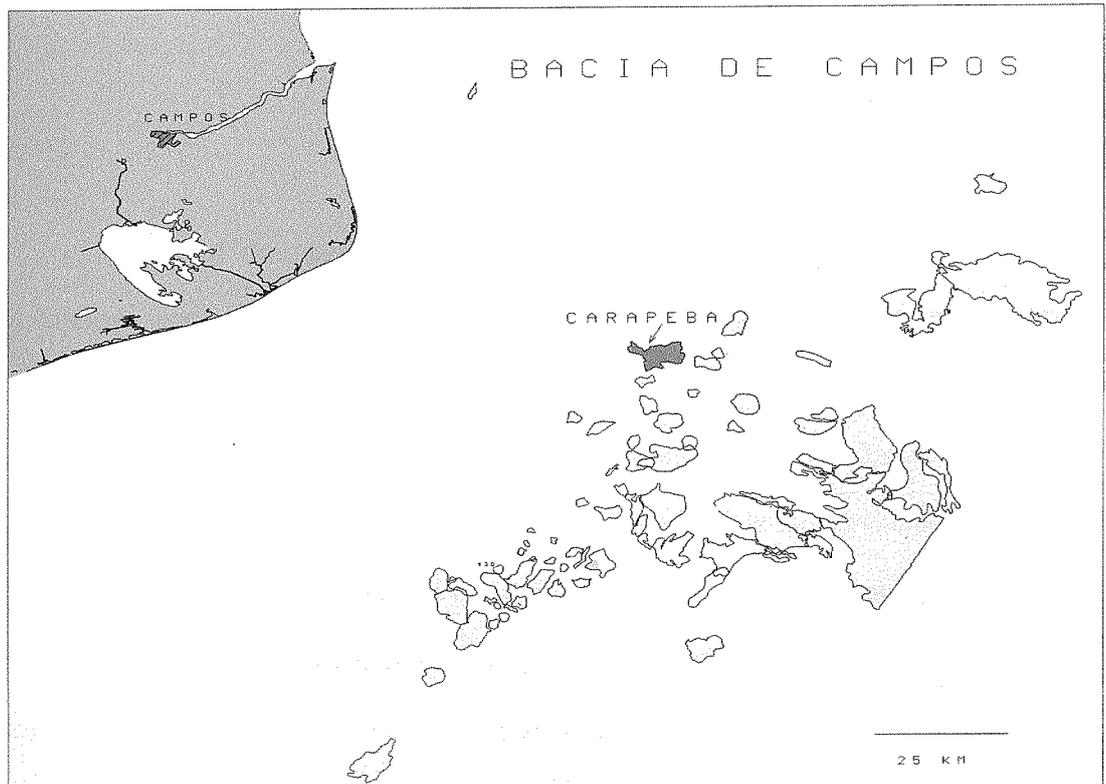


Figura 4: Bacia de Campos – localização do campo de Carapeba (PETROBRÁS, 2006)

1 ORIGEM DO PETRÓLEO

A origem do petróleo é atribuída aos restos de algas planctônicas depositadas juntamente com os sedimentos, principalmente em lagos de circulação restrita e no talude continental, pois estes são os ambientes mais favoráveis à concentração de nutrientes e desenvolvimento de matéria orgânica. Os organismos como o fitoplâncton se proliferam nestes ambientes e, após a morte, depositam-se no fundo onde são parcialmente reciclados.

A energia dos combustíveis derivados do petróleo que utilizamos hoje é, na verdade, energia solar estocada, utilizada para produzir esta matéria orgânica ao longo de milhões de anos, através da fotossíntese, na época da formação da rocha geradora.

A matéria orgânica depositada com os sedimentos é convertida, por processos bacterianos e termoquímicos durante o soterramento, numa substância denominada querogênio. Este processo é acompanhado pela remoção de água e compactação. Para que se formem acumulações de óleo ou gás, algumas condições geológicas têm que ser integralmente satisfeitas e, quando isto acontece de forma ideal, o petróleo ocorre em abundância.

Para a existência de acumulações petrolíferas é necessária a presença de uma rocha geradora. Esta é uma rocha (geralmente **folhelhos** ou **calcilutitos**) rica em matéria orgânica adequada à geração de óleo e gás e deverá ter sido submetida a temperaturas necessárias às transformações de matéria orgânica em hidrocarbonetos. Na figura 5, um esquema de acumulações.

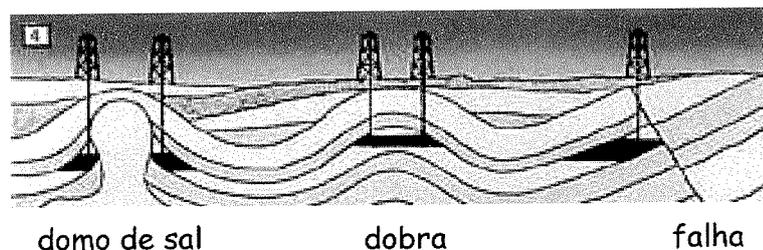


Figura 5: Um esquema de acumulações de petróleo (GUIMARÃES; SAYD; BARROS, 2002, p.29).

As rochas geradoras são depositadas em ambiente de baixa energia, tais como: ambientes marinhos, deltas, lagos e baías fechadas. Uma rocha é classificada como geradora, se as seguintes condições forem satisfeitas: contenha matéria orgânica em quantidade adequada; a matéria orgânica seja capaz de gerar hidrocarbonetos; a rocha tenha sido submetida às temperaturas requeridas para geração de quantidades substanciais de petróleo (maturação).

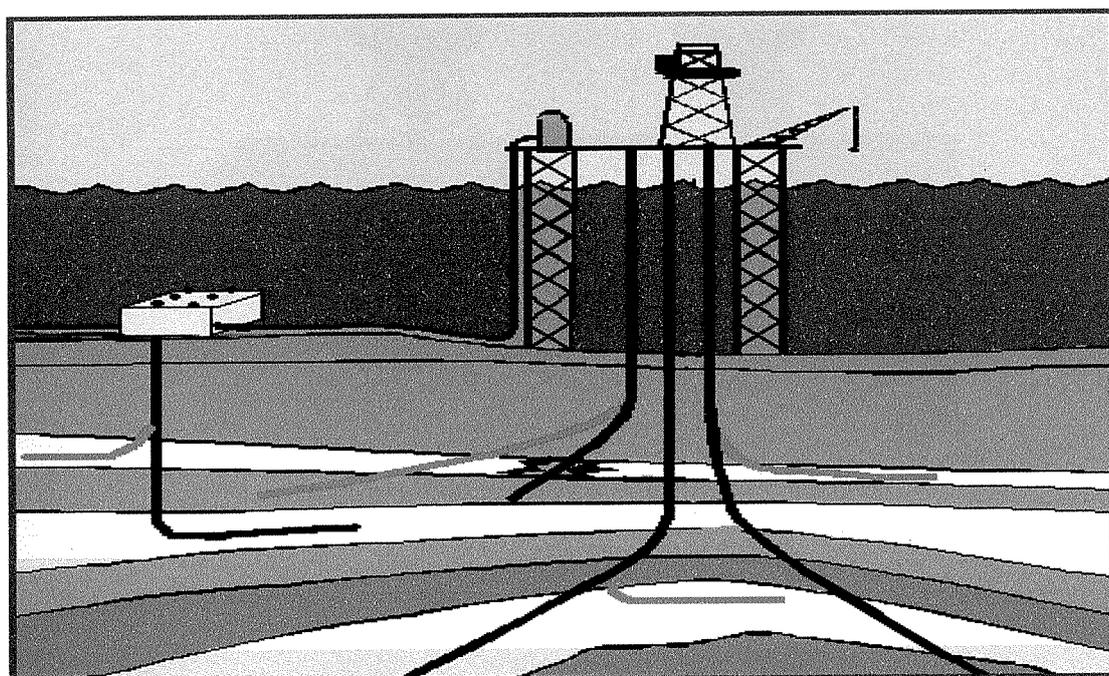


Figura 6: Esquema de exploração de óleo e gás (GUIMARÃES; SAYD; BARROS, 2002, p.10)

Ocorre nos reservatórios a segregação gravitacional, ou seja, a segregação dos fluidos devido à diferença de densidades destes. Esta separação varia de acordo com as propriedades da rocha e fluidos, bem como as características estruturais do reservatório e influenciam totalmente as taxas de recuperação de petróleo. Nas figuras 7 e 8, temos alguns modelos de formatos de reservatórios.

Devido ao efeito da gravidade, os fluidos tendem a se arranjar dentro do reservatório da seguinte forma:

- o gás (menos denso) fica no topo;
- o óleo (densidade intermediária) no meio;
- a água (mais densa) na base.

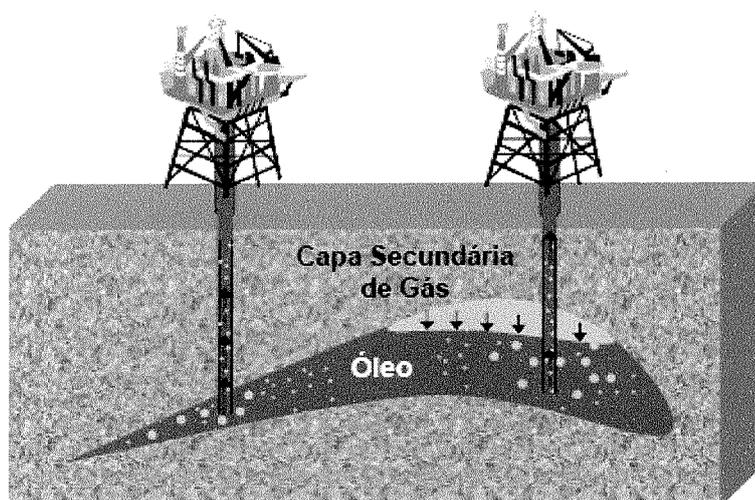


Figura 7: Capa de gás em reservatório (BARRETO, 2004, p.30)

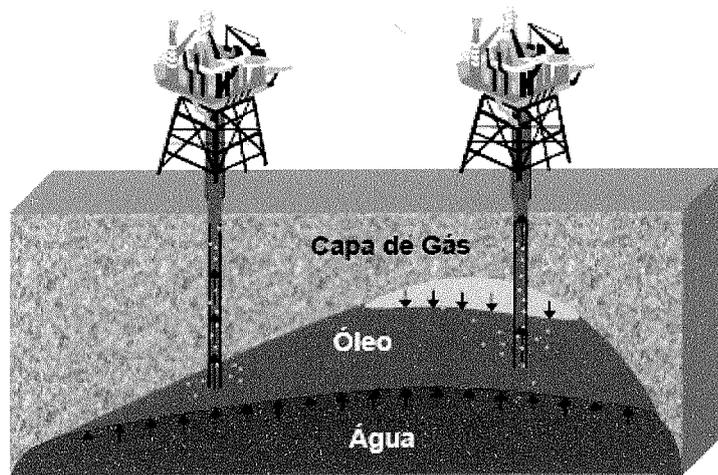


Figura 8: Reservatório com água, óleo e gás (BARRETO, 2004, p.34)

A variação da temperatura e da pressão também exerce papel importante na produção de petróleo (figura 9).

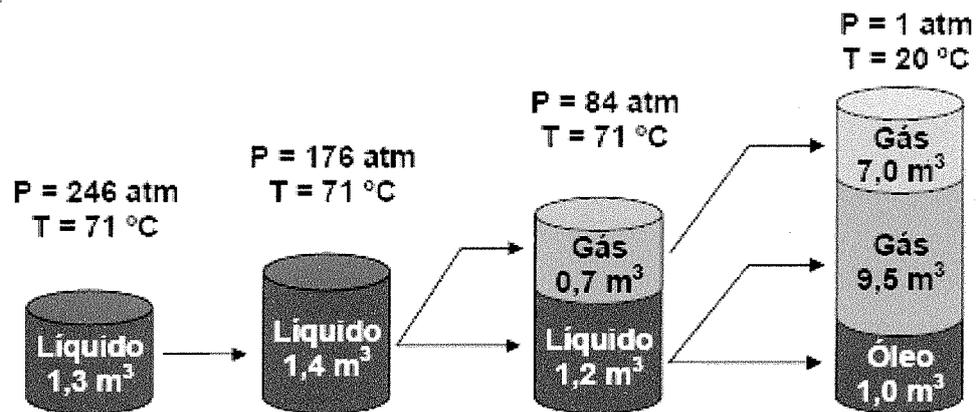


Figura 9: Influência da pressão e temperatura no volume dos fluídos (BARRETO, 2004, p.26)

Além das interferências, as características do petróleo variam de acordo com a temperatura e pressão, uma dessas é a razão de solubilidade, que podemos ver na figura 10, como é alterada.

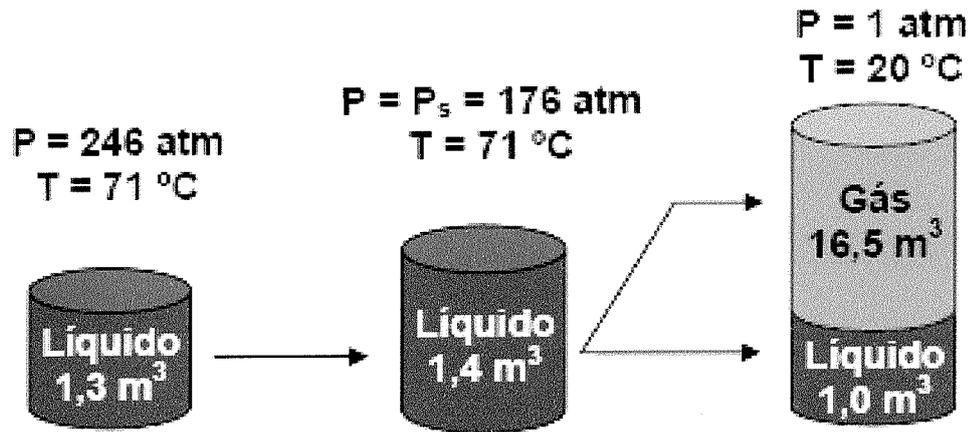


Figura 10: Razão de solubilidade (BARRETO, 2004, p.27)

Então, mesmo que o reservatório não possua grande quantidade de gás, este estará presente no óleo, no processo de exploração.

A razão de solubilidade é a relação entre o volume de gás dissolvido (em condições de superfície) e o volume de óleo que será obtido da mistura.

2 JUSTIFICATIVA

A necessidade de realização deste trabalho se dá para o estudo dos impactos provocados pela liberação dos gases separados do petróleo durante os testes de produção através do queimador, gases estes que são compostos por maior fração de metano (CH₄), conforme demonstrado no quadro 1.

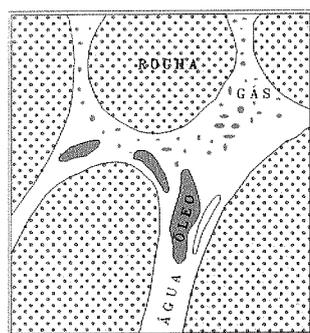
O trabalho pretende estudar a emissão de gases dos testes para a atmosfera e não visa esgotar o assunto, mas tão somente traçar um paralelo entre a realização dos testes de produção com queimador aceso e com este equipamento apagado.

Nosso foco são os gases com potencial de aquecimento, uma vez que este gás é um dos principais que afetam o efeito estufa. O metano é o gás estufa mais importante, depois do CO₂.

2.1 Identificação do problema

A rocha reservatório, possui entre os seus poros, não só o petróleo, mas também a água e o gás (figura 11).

Quando se faz a exploração deste petróleo, a água e o gás também são produzidos, sendo que a água pode após tratamento adequado ser lançada ao mar ou re-injetada em outro poço, com a função de manter a pressão do reservatório e auxiliar na permeação do óleo.



Fluidos no reservatório:

- óleo
- gás
- água

Figura 11: Porosidade e fluidos nas rochas (GUIMARÃES; SAYD; BARROS, 2002, p. 34)

O gás, dependendo da quantidade, pode ser produzido para o continente, sendo bombeado por possantes turbo-compressores, ou re-injetado, com a mesma função da água, ou seja, manter a pressão do reservatório e auxiliar na permeação do óleo, mas se a quantidade não for comercial, ele pode ser queimado ou liberado para a atmosfera.

Os queimadores, também chamados de *flare*, possuem vários formatos e posições e são instalados nas plataformas com a mesma função dos que existem nas refinarias e outras plantas de processo químico, que é a de afastar das pessoas os gases tóxicos indesejados, incinerando-os com chama aberta para que se transformem e dispersem na atmosfera sem provocar danos aos funcionários, aos equipamentos e às comunidades.

Os queimadores horizontais instalados nesta unidade, como na maioria nas unidades fixas de menor porte, sofrem com a ação dos ventos e chuvas, que apagam a chama e encharcam os dispositivos ignitores, provocando mau funcionamento e/ou tornando o sistema inoperante (figura 12).



Figura 12: Queimador horizontal de plataforma petrolífera (Autoria própria)

Na Bacia de Campos é corriqueira a presença de ventos fortes, normalmente chegam a 30 nós (54 km/h), por muitas vezes ultrapassando este limite.

Dada a repetitividade destes acontecimentos e a necessidade constante da realização dos testes, convencionou-se fazer as aferições de produção dos poços com os queimadores apagados, levando-se em conta a baixa quantidade de gás existente nos poços – poços não surgentes (figura 13).

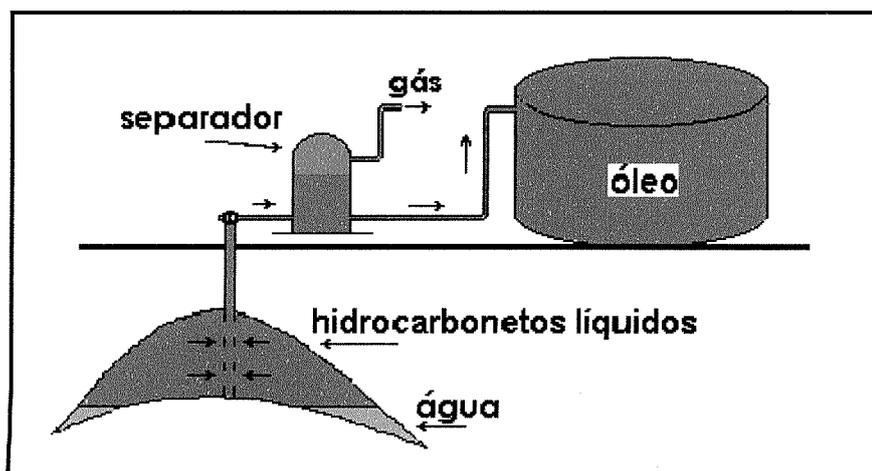


Figura 13: Processo de separação das frações do petróleo (GUIMARÃES; SAYD; BARROS, 2002, p.38)

Outro fato que pesou nesta decisão é que os ventos predominantes acabam por afastar os gases da plataforma, não trazendo riscos para a unidade e para os funcionários.

Entretanto, fica a pergunta: o que seria menos danoso ao meio ambiente, a queima ou a liberação dos gases?

3 METODOLOGIA

O teor atual de metano na atmosfera é superior à 1,7 mL/m³, sendo que há 110 anos era de 0,9 mL/m³.

O tempo médio de residência do CH₄ na atmosfera é de cerca de dez anos, estimando-se que seria necessária a redução de 5% na sua emissão, para a estabilização de sua concentração. Cálculos estimativos indicam que 515 milhões de toneladas por ano precisam deixar de ser emitidas pelas atividades antrópicas.

A concentração atual de CO₂ na atmosfera é 365 mL/m³. O tempo médio de residência do CO₂ na atmosfera é de cerca de 100 anos. Porém, a diferença que proporciona a presença destes gases na atmosfera está ligada à sua capacidade de aquecimento global (GWP), como veremos abaixo.

4 O AQUECIMENTO GLOBAL

Calcula-se que nossos problemas com o aquecimento global tenham tido início após a Revolução Industrial, quando houve um incremento nas emissões atmosféricas, sem controle e sem preocupações.

O sistema climático é complexo, e os cientistas ainda precisam aprimorar seu entendimento da extensão, do ritmo e dos efeitos da mudança do clima, entretanto, o conhecimento já adquirido nos coloca em alerta, para os efeitos negativos da mudança climática sobre nossa saúde.

Com o avanço das pesquisas e do conhecimento científico, ocorreu sensível aumento na preocupação mundial sobre o tema. Na década de oitenta, as Nações Unidas, através de seus programas relacionados, costurou um acordo mundial que em 1988 culminou com a abordagem sobre a mudança do clima, adotando a resolução 43/53 sobre a “Proteção do clima global para as gerações presentes e futuras da humanidade”.

Em 11 de dezembro de 1997, após mais de dois anos de negociações intensas, o Protocolo de Quioto foi ratificado. O protocolo propõe que os países listados, mais desenvolvidos, tenham uma redução de pelo menos 5% de suas emissões dos gases de efeito estufa, em relação aos níveis de 1990, abrangendo o período de 2008 a 2012.

Essas metas abrangem as emissões de seis dos principais gases de efeito estufa:

- Dióxido de carbono (CO₂)
- Metano (CH₄)
- Óxido nitroso (N₂O)

- Hidrofluorcarbonos (HFCs)
- Perfluorcarbonos (PFCs)
- Hexafluoreto de enxofre (SF₆)

O Protocolo estabelece também três mecanismos inovadores, com a finalidade de auxiliar os países listados no seu anexo I a reduzir os custos de cumprimento de suas metas de reduções de emissões, podendo realizar ou adquirir reduções de forma mais barata em outros países, o que também pode ser entendido como comprar ar limpo dos países sub-desenvolvidos para continuar a poluir em seus países.

Os mecanismos são:

- implementação conjunta;
- comércio de emissões;
- mecanismo de desenvolvimento limpo.

Data	Marco
1988	A Organização Meteorológica Mundial (OMM) e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente estabeleceram o IPCC. A Assembléia Geral das Nações Unidas trata da mudança do clima pela primeira vez.
1990	O Primeiro Relatório de Avaliação do IPCC foi publicado, recomendando o início das negociações para um acordo global sobre a mudança do clima. A Segunda Conferência Mundial do Clima também sugere o início das negociações. A Assembléia Geral das Nações Unidas abre negociações sobre uma convenção-quadro sobre mudança do clima e estabelece um Comitê Intergovernamental de Negociação para conduzi-las.
Fevereiro de 1991	O CIN reúne-se pela primeira vez.
9 de maio de 1992	A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima é adotada em Nova York na quinta sessão do CIN
4 de junho de 1992	A Convenção é aberta a assinaturas na "Cúpula da Terra", no Rio de Janeiro
21 de março de 1994	A Convenção entra em vigor.
7 de abril de 1995	A COP1 inicia uma nova rodada de negociações sobre um "protocolo ou outro instrumento legal".
11 a 15 de dezembro de 1995	O IPCC aprova seu Segundo Relatório de Avaliação. Suas conclusões salientam a necessidade de ações políticas fortes.
19 de julho de 1996	A COP2 toma nota da Declaração Ministerial de Genebra, que funciona como um impulso adicional às negociações em andamento.
11 de dezembro de 1997	A COP3 adota o Protocolo de Quioto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima em Quioto, Japão.

16 de março de 1998	O Protocolo de Quioto é aberto a assinaturas na sede das Nações Unidas em Nova York. Recebe 84 assinaturas em um período de um ano.
14 de novembro de 1998	A COP4 adota o "Plano de Ação de Buenos Aires" para fortalecer a implementação da Convenção e preparar para a entrada em vigor do Protocolo. A COP6 é definida como o prazo para a adoção de muitas decisões importantes.
13 a 24 de novembro de 2000	A COP6 será realizada na Haia, Holanda, para adotar decisões cruciais sobre a implementação da Convenção e detalhes do Protocolo.
2002	"Rio+10" "Cúpula da Terra 2002", dez anos após a "Cúpula da Terra" de 1992.
200?	Entrada em vigor do Protocolo de Quioto?
2005	As Partes do Anexo I devem ter realizado um "avanço demonstrável" no cumprimento de seus compromissos no âmbito do Protocolo. Início das discussões para a próxima rodada de compromissos pós-2012.
2008 a 2012	Primeiro período de compromisso no âmbito do Protocolo de Quioto.
2013 a 2017	Segundo período de compromisso?

Quadro 1: Alguns marcos do processo da mudança do clima (DEPLEDGE, 2006)

5 PETROBRÁS - ESTRATÉGIA CORPORATIVA

Segundo José Sérgio Gabrielli de Azevedo, presidente da Empresa, “A Petrobrás entende que é necessário agir diante dos potenciais riscos associados às mudanças climáticas” (NUNES, 2005, p.13).

Com base nos pilares da Sustentabilidade Empresarial (Crescimento, Rentabilidade e Responsabilidade Social Ambiental) e tendo como missão liderar o mercado de petróleo, gás natural e derivados na América Latina, atuando como empresa integrada de energia, com expansão seletiva da petroquímica e da atividade internacional, a Petrobrás também tem como objetivo atuar seletivamente no mercado de energias renováveis e também exercer governança em Emissões e Mudança Climática.

A empresa criou um Sub-Comitê em Emissões e Mudança Climática com várias atribuições, como: identificação do risco carbono; consolidação e análise dos inventários de emissões da empresa; proposição de planos para mitigação dos efeitos das emissões; maximização da eco-eficiência da empresa.

Dentre as ações em desenvolvimento na companhia, para Gestão e Mitigação de GEE (Gases de Efeito Estufa), podemos citar:

- programas de racionalização do uso de derivados de petróleo nos setores de transporte e de indústria;
- injeção de CO₂ para a recuperação de óleo de Poços Depletados;
- programa interno de conservação de energia – CICE;
- plano de otimização do aproveitamento de gás na Bacia de Campos;

- Sistema de Inventário e Gerenciamento de Emissões Atmosféricas da Petrobrás – SIGEA;
- programa de uso em larga escala do Gás Natural;
- pesquisa e desenvolvimento em energias renováveis e alternativas;
- projetos em energia renovável, entre outros.

6 SIGEA – SISTEMA DE INVENTÁRIO E GERENCIAMENTO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS DA PETROBRÁS

A companhia desenvolveu um programa informatizado para inventariar as emissões atmosféricas, como importante instrumento de controle ambiental. Como mitigar um risco que não é medido, que não é quantificado?

Através do SIGEA (Sistema de Inventário e Gerenciamento de Emissões Atmosféricas da Petrobrás) também é possível projetar a empresa no cenário mundial da indústria do petróleo, não só pelos seus recordes de produção e de avanços tecnológicos, mas também pelo cuidado com o meio ambiente.

A busca da conformidade legal e do *Benchmarks* é constante, através do trinômio muito utilizado em Higiene Ocupacional, que é: reconhecer – avaliar – controlar os riscos.

O SIGEA também tem especial valor para fornecer suporte às oportunidades de negócios relacionadas ao mercado de carbono.

7 COMPOSIÇÃO DOS GASES

Os gases existentes nas jazidas de petróleo são provenientes do processo natural de formação dos hidrocarbonetos, podendo estar aprisionados entre rochas impermeáveis separados do petróleo ou estar junto com este, ocupando o mesmo espaço.

A composição dos gases dos poços, já analisada pela empresa e disponibilizada para este trabalho, relata em média os percentuais descritos no quadro 2.

POÇO	METANO	ETANO	PROPANO
Poço 1	53,59	13,96	14,53
Poço 2	63,40	14,15	11,89
Poço 3	58,55	12,57	13,13
Poço 4	55,74	12,79	13,85
Poço 5	58,45	12,45	13,22
Poço 6	57,59	13,13	13,02
Poço 7	59,91	13,27	13,87
Poço 8	58,80	13,89	13,21
Poço 9	55,75	12,93	14,45
Poço 10	64,94	13,69	11,66
Poço 11	59,84	13,42	13,88
Poço 12	59,32	14,35	13,38
Poço 13	60,23	13,93	13,04
Poço 14	55,39	14,61	14,18
Poço 15	58,03	13,69	13,67
Poço 16	61,75	11,20	12,91
Média	59,33	13,33	13,60

Quadro 2: Composição média dos gases dos poços produtores de PCP-2 (Em % molar) (Autoria própria)

Nos processos de combustão, uma fração de CO₂ é liberada, através dos queimadores, teríamos aproximadamente a quantificação descrita no quadro 3.

Poço	Quantidade (m ³ /teste/mês)
Poço 1	872
Poço 2	576
Poço 3	199,5
Poço 4	529,2
Poço 5	823,2
Poço 6	190,4
Poço 7	462
Poço 8	184,8
Poço 9	507,5
Poço 10	135,6
Poço 11	202,3
Poço 12	849,1
Poço 13	569,8
Poço 14	1.132,6
Poço 15	473,9
Poço 16	224,8
TOTAL	7.932,7

Quadro 3 – Quantidade de gás liberada nos testes de produção (Autoria própria)

A vazão de gás mensal estimada que é liberada pelo queimador é da ordem de 7.932,7 m³, sendo que deste total, conforme o quadro acima, teremos uma fração de 59,33%, totalizando algo em torno de 4.706,470 m³ /mês de CH₄ emitidos pela unidade.

O total de CO₂ presente no gás que é enviado ao queimador, equivale ao percentual molar de 4,74, o que corresponde a aproximadamente 376,010 m³/mês.

7 POTENCIAIS DE EFEITO ESTUFA

Foram instituídos os GWP – *Global Warming Potentials*, ou seja, Potenciais de Efeito Estufa –, que são utilizados para comparar as habilidades dos diferentes gases para o aquecimento da atmosfera.

Estes GWPs são baseados na eficiência radiativa de cada gás de efeito estufa em comparação com o dióxido de carbono (CO₂), sendo levada em conta também a sua curva de decaimento, ou seja, o tempo em anos que ele permanece na atmosfera.

O quadro 4 correlaciona os gases estufa, com o GWP (Potencial de Aquecimento Global), o tempo de residência e a sua concentração.

Gases	Fórmula	Tempo de residência(anos)	GWP	Teor atmosférico
Dióxido de Carbono	CO ₂	100	1	365 mL/m ³
Metano	CH ₄	10	21	>1,7 mL/m ³
Óxido Nitroso	N ₂ O	120 - 175	310	>0,31 mL/m ³
Clorofluorcarbonetos	CFC	75 - 380	140 a 11700	1,2 µL/m ³

Quadro 4: Comparativo dos potenciais de aquecimento global (TOLENTINO, 1998)

Conforme apresentado no quadro acima, o GWP do Metano é 21 vezes maior do que o do CO₂, daí podemos concluir que 1 molécula de metano tem o mesmo impacto do que 21 moléculas de CO₂ em relação ao aquecimento global.

Podemos inferir então que:

$$1 \text{ CO}_2 = 21 \text{ CH}_4$$

O Programa da Petrobrás, o SIGEA, possui um módulo de cálculos, fazendo a transformação dos gases em toneladas de CO2 equivalentes, através da fórmula abaixo:

$$\begin{aligned} & \bullet (\text{Toneladas emitida de CO}_2) + 21 \times (\text{Toneladas emitida de CH}_4) + 310 \\ & \times (\text{Toneladas emitida de N}_2\text{O}) = \text{Toneladas de CO}_2 \text{ equivalente} \end{aligned}$$

Donde concluímos que:

$$\begin{aligned} & 0,738 \text{ toneladas emitidas de CO}_2 + 21 \times 3,361 \text{ toneladas emitidas de CH}_4 = \\ & = \mathbf{71,319 \text{ toneladas de CO}_2 \text{ equivalente / mês}} \end{aligned}$$

Em termos de impacto ambiental, temos que quantificar esta emissão atmosférica, pois se trata de uma importante contribuição para o processo de aquecimento global, e que contraria a política da empresa.

Se considerarmos que o queimador estará aceso, o resultado será, aproximadamente, o expresso abaixo:

$$\begin{aligned} & \bullet (\text{Toneladas emitida de CO}_2) + 21 \times (\text{Toneladas emitida de CH}_4) + 310 \\ & \times (\text{Toneladas emitida de N}_2\text{O}) = \text{Toneladas de CO}_2 \text{ equivalente} \end{aligned}$$

Donde concluímos que:

$$0,174 \text{ toneladas emitidas de CO}_2 + 21 \times \text{ toneladas emitidas de CH}_4 + 310 \times 0,000005252$$

$$\text{ toneladas emitidas de N}_2\text{O} =$$

$$= 0,17562812 \text{ toneladas de CO}_2 \text{ equivalente / mês}$$

Ou seja, a atmosfera recebe uma quantidade muito maior de metano do que seria em CO₂ se o gás fosse queimado.

Paralelamente ocorre uma degradação no nível de segurança da unidade, que fica à mercê da percepção das pessoas responsáveis por decidir se mantém a liberação dos gases ou não, onde uma falha nesta percepção poderá causar graves acidentes.

Na figura 14, temos um exemplo de cálculo do SIGEA, utilizado pela empresa e que, sem dúvida, é um excelente coadjuvante na tomada de decisões, com vistas à proteção do meio ambiente.

Tipo: Queima Comb: Em Operação

Combustão | Processos | Outras | Tanques | Produtos

Combustível: Cons Mensal:

Teor O2 bs: %

Teor O2 Legis: %

Emissão	Unidade	CO2	CH4	N2O	NOx	CO	MP	HCT	H2O	VGas
Mássica	Mg/mês	15.87	0.118	0.000478	0.008852	0.05134	0.01409	0.118	14.26	134.6
Taxa	g/GJ	4.841E4	360.1	1.458	27.01	156.6	43	360.1	4.352E4	4.107E5
Volumétrica	mg/m3	1.743E5	1297	5.252	97.26	564.1	154.8	1297	1.567E5	

Figura 14: Tela do SIGEA, com simulação utilizada nos cálculos acima (SIGEA – PETROBRÁS, 2006)

Na figura 15, podemos ver a preocupação da empresa com o meio ambiente, pois em todas as suas atividades estão inventariadas as emissões atmosféricas, sendo priorizadas as ações para a preservação do meio ambiente e para evitar as mudanças climáticas.

→ EMISSÕES DE CO₂ EQUIVALENTE POR ATIVIDADE | 2002 - 2004 (TONELADAS MÉTRICAS / ANO)

ATIVIDADE	2002	2003	2004
E & P (*)	10.972.581	14.527.743	16.512.162
ABASTECIMENTO (*)	17.922.452	19.132.446	19.782.144
GÁS E ENERGIA (*)	-	2.065.944	3.084.601
TRANSPORTE (*)	1.456.935	1.498.011	2.351.465
OUTROS (**)	-	1.539.898	1.431.589
INDIRETAS (***)	175.353	329.836	349.150
TOTAL	30.427.331	39.093.868	44.411.201

(*) - Os resultados incluem as emissões atmosféricas das unidades instaladas no Brasil e das unidades internacionais por tipo de atividade. (**) - Navios da frota da Petrobras e da frota contratada que realizam viagens internacionais. (***) - As emissões indiretas referem-se a atividades de compra de energia elétrica e vapor realizadas no Brasil.

Figura 15: SIGEA- Quadro comparativo de emissões de CO₂ equivalente (NUNES, 2005, p.20)

CONCLUSÃO

Esta conversão do metano em CO₂ poderia render dividendos à Empresa, nos moldes que vêm sendo comercializados os créditos de carbono, pois o processo é semelhante aos aterros sanitários, onde em torno de 55% do gás gerado é CH₄ e 40% é CO₂.

Com base na composição dos gases e nos cálculos apresentados, podemos inferir que a dispersão de metano no ambiente é 21 vezes mais geradora de aquecimento global.

Deveremos, então, a partir deste estudo, retomar o procedimento de queima dos gases descartados do processo, com a finalidade de transformar o metano em CO₂ e assim minimizar os impactos ambientais.

A empresa deverá incentivar outros estudos nesta área, de forma a contribuir para um maior controle das emissões hoje não controladas pelo sistema SIGEA.

Se for viável, a diferença gerada pela não queima, ou seja, o impacto gerado deve ser quantificado pelas unidades nos índices de impacto ambiental, como forma de incentivar o uso dos queimadores e um maior controle das emissões atmosféricas.

O que fazer com este gás?

Uma opção que necessita ser estudada é a utilização deste gás para aquecimento de água salgada em tanque coberto, com recolhimento da água destilada evaporada, que seria utilizada nos diversos consumos da plataforma. Por se tratar de uma fonte de calor intermitente, o sistema também traria ganho ambiental com a redução da queima do CH₄ – uma das principais responsáveis pelo aquecimento global –, a redução do consumo de água doce tratada vinda do continente e conseqüente minimização de custos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA NETO, Sérgio Luís et al. **Reinjeção de água produzida no pólo nordeste da bacia de Campos: Caso pioneiro em Campos *Offshore* no Brasil.** In: SEMINÁRIO DE RESERVAS E RESERVATÓRIOS, 2., 1998, Rio de Janeiro: PETROBRÁS, 1998.

BARRETO, Edson. **Produção de petróleo.** Macaé, Instituto Politécnico Universitário – Universidade Estácio de Sá, 2005, 47p. (Mimeo)

BRAGA, Benedito et al. **Introdução à Engenharia Ambiental.** São Paulo: Prantice Hall, 2002.

DEPLEDGE, Joanna. **Um guia da mudança do clima.** Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/7301.pdf>. Disponível em: 25 out. 2006.

GUIMARÃES, Marcus Moretzsohn.; SAYD, Alexandre.; BARROS, Maria Eliana. **Noções de reservatório.** 2.ed. Macaé: Petrobrás, 2002.

IPCC Global Warming Potential. **Comparison of Global Warming Potentials from the Second and Third Assessment Reports of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).** Disponível em: <<http://www.eia.doe.gov/oiaf/1605/gwp.html>>. Acesso em 20 out. 2006.

LORA, Electo Eduardo Silva. **Prevenção e controle da poluição nos setores energético, industrial e de transporte.** 2.ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2002.

NUNES, Cláudio Fontes. **Gestão de emissões atmosféricas: Relatório de desempenho.** [Rio de Janeiro]: PETROBRÁS, 2005.

PETROBRÁS. **Bacias sedimentares.** Disponível em: <www2.petrobrás.com.Br/extra_explora.htm>. Acesso em: 5 out. 2006.

_____. **Boletim de resultados analíticos n. 4818.** 03 ago. 2006. Macaé, 2006, 2p.

_____. **Boletim de resultados analíticos n. 3662.** 14 jun. 2006. Macaé, 2006, 30p.

TOLENTINO, Mário; ROCHA-FILHO, Romeu C. **A química no efeito estufa.** Química Nova na Escola, n.8, nov.98.