



Confederação Nacional da Indústria

PELO FUTURO DA INDÚSTRIA

CARTA-00932/2020

CNI - Gerência Executiva Meio Ambiente e Sustentabilidade

Brasília, 12 de agosto de 2020.

A Senhora

Jazette Renata Gouveia Weckeverth

Diretora do Departamento de Apoio ao CONAMA

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE

Assunto: **Proposta de alteração da Resolução CONAMA 382/2006, que estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas.**

Prezada Senhora Diretora,

Com nossos cumprimentos, submetemos à Vossa Senhoria o pleito para alteração da Resolução CONAMA 382/2006, que estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas.

A Resolução CONAMA 382/2006, complementada pela Resolução CONAMA 436/2011, foi elaborada com o objetivo de garantir a qualidade do ar, em função da preocupação com os níveis de emissão atmosférica nos **centros urbanos**. Em ambas as resoluções, os limites estão estabelecidos em anexos, de acordo com a tipologia da fonte.

Ocorre que as **plataformas de petróleo** utilizam turbinas a gás para geração de energia elétrica, e o combustível utilizado é gás natural não especificado. Historicamente vem ocorrendo um aumento da demanda de energia elétrica das plataformas, devido à produção em lâminas d'água e profundidades cada vez maiores, em campos com alta produção de gás e contendo alto teor de contaminantes, como H₂S e CO₂, que demandam altas taxas de energia para sua remoção, e que são características das plataformas utilizadas nos campos de produção do pré-sal.

Considerando essa realidade, verificamos que o **Anexo V da Resolução CONAMA 382/2006**, que trata da geração de energia elétrica de turbinas a gás natural, mostra-se inadequado, pois, em não havendo qualquer menção distinta, estaria por ser aplicada a plataformas de petróleo, quando a capacidade da geração de energia elétrica for superior a 100MW, mesmo que distantes dos centros urbanos.



Confederação Nacional da Indústria

PELO FUTURO DA INDÚSTRIA

Por isso, avaliando a aplicabilidade dos citados regulamentos para as atividades que são desenvolvidas no ambiente *offshore*, identificamos a necessidade de revisão da Resolução CONAMA 382/2006, de forma que o texto esteja alinhado a seus próprios objetivos.

De forma a subsidiar a apreciação da questão e o devido encaminhamento da proposta de alteração da Resolução nº 382/2006 perante o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), enviamos em anexo (i) a proposta de alteração da Resolução 382/2006, (ii) a justificativa técnica detalhada do IBP relativa à proposta alteração da Resolução 382/2006, e o (iii) o parecer independente do Professor Paulo Artaxo da USP.

Certos de contar com a atenção de Vossa Senhoria, colocamo-nos à sua disposição para os esclarecimentos e informações que se façam necessárias.

Atenciosamente,

Davi Bomtempo
Conselheiro Titular
Gerente Executivo Meio Ambiente e Sustentabilidade
Confederação Nacional da Indústria

Justificativa para a proposta de ajustes Resolução CONAMA 382/2006

Janeiro/2020

SUMÁRIO

RESUMO EXECUTIVO.....	4
1 RELEVÂNCIA DA MATÉRIA ANTE ÀS QUESTÕES AMBIENTAIS DO PAÍS .	7
1.1 Objetivos e Premissas das Resoluções CONAMA 382/2006 e 436/2011	7
1.2 Plataformas de Petróleo do Pré-sal: visão geral	7
1.3 Limites do Anexo V da Resolução CONAMA 382/2006 e plataformas.....	11
1.4 Destaques para as fontes “além do mar territorial” na Resolução CONAMA 382/2006 e na Resolução CONAMA 436/2011.....	13
2 DEGRADAÇÃO AMBIENTAL OBSERVADA.....	15
2.1 Considerações sobre o NOx e a formação de ozônio	15
2.2 Avaliação Comparativa de Emissões Totais e de Dispersão Atmosférica (Exemplo 1)	16
2.2.1 Resultados Comparativos das Emissões Totais	18
2.3 Avaliação Comparativa de Emissões Totais e de Dispersão Atmosférica (Exemplo 2)	23
2.4 Resultados.....	24
3 ASPECTOS AMBIENTAIS A SEREM PRESERVADOS	25
4 ESCOPO DO CONTEÚDO NORMATIVO	27
5 ANÁLISE DE IMPACTO REGULATÓRIO	28
5.1 Motivação da resolução/ histórico e contextualização	28
5.1.1 Resolução CONAMA 05/ 1989 - premissas e considerações	28
5.1.2 Resolução CONAMA 382/2006 – premissas e considerações	28
5.1.3 Resolução CONAMA 382/2006 – Anexos e Resolução CONAMA 436/2011	30
5.2 Desafios da Indústria do Petróleo nas aplicações offshore	31
5.2.1 Aumento da Demanda Energética.....	31
5.2.2 Alternativas para atingimento dos limites do Anexo V do CONAMA 382/2006 e dificuldades na utilização de turbinas de baixas emissões (DLE) bicombustíveis.....	32
5.2.3 Utilização de turbocompressores.....	34
5.2.4 Unidades de Grande Capacidade	34
5.2.5 Qualidade do Combustível – Não aplicabilidade adicional.....	34
5.3 Identificação dos Atores Afetados.....	35

5.4	Identificação da Base Legal	35
5.5	Definição dos Objetivos	36
5.6	Descrição de Alternativas para o Problema Regulatório	36
5.6.1	Ações Não Regulatórias	36
5.6.2	Ações Regulatórias	37
5.7	Exposição de Impactos das Alternativas	38
5.8	Estratégia para Implantação da Alternativa Sugerida	40
5.9	Experiência Internacional	40
5.9.1	União Europeia (UE)	40
5.9.2	Reino Unido (UK)	41
5.9.3	Estados Unidos da América (EUA)	43
5.9.4	Resumo	45
5.10	Responsáveis pela Avaliação de Impacto Regulatório	45
6	BIBLIOGRAFIA	46
	ANEXO A - PREMISSAS DA RESOLUÇÃO CONAMA 05/1990 E DA RESOLUÇÃO CONAMA 382/2006	48
	ANEXO B - DIFICULDADES RELACIONADAS ÀS TURBINAS DLE (DRY LOW EMISSIONS) PARA USO EM PLATAFORMAS	50

RESUMO EXECUTIVO

Os novos projetos de plataformas de exploração de petróleo na área do Pré-sal demandam mais energia do que os projetos de plataformas existentes, devido ao aumento da RGO (Razão Gás Óleo) e à alta quantidade de contaminantes (principalmente CO₂). A alternativa convencional para geração de energia das plataformas é baseada em turbinas a gás, que utilizam o gás natural ainda não especificado, produzido no campo. Essa alternativa permite a eletrificação das máquinas o que provoca otimização e maior eficiência de produção.

Com o aumento da demanda de energia, há necessidade de geração acima de 100 MWe, o que implicou em questionamentos em relação ao previsto na Resolução CONAMA 382/2006 (CONAMA, 2006), que estabelece limites de emissões atmosféricas para fontes fixas.

Embora as premissas e objetivos da Resolução tenham como meta a qualidade do ar e o impacto às comunidades, tem sido cobrada a sua aplicabilidade nos licenciamentos para plataformas, mesmo sendo fontes além do mar territorial brasileiro. No caso do Pré-sal, as distâncias são significativamente maiores, além de 150 km da costa.

A Resolução CONAMA 382/06 contém treze anexos. Os quatro primeiros anexos estabelecem limites para fontes de combustão usando diferentes tipos de combustíveis, a saber: líquidos, gás natural, madeira e biomassa. São anexos aplicáveis a qualquer indústria que usa os combustíveis em referência. No Anexo I, queima de líquidos, há uma observação que, para as fontes de emissão de poluentes gerados em processos de geração de calor, situadas além do mar territorial brasileiro, cujas emissões não atingem significativamente as comunidades, deverá ser realizado somente o controle de eficiência de queima de combustível, obedecido o limite de emissão de 80 mg/Nm³ de monóxido de carbono - CO, independente da potência ou do combustível utilizado. Essa observação estende o entendimento a outros combustíveis. Cada um dos demais sete anexos estabelece limites de fontes para uma tipologia industrial. Não há um anexo específico para plataformas de petróleo. Tanto o objetivo da Resolução, quanto a consideração do menor impacto das fontes além do mar territorial brasileiro às comunidades, indicam que não havia previsão da aplicabilidade dos limites estabelecidos às plataformas.

No entanto, há questionamentos em relação ao Anexo V, que estabelece limites para turbinas a gás natural de centrais termelétricas acima de 100 MWe.

O estabelecimento de todos os limites dos anexos da Resolução considerou as tecnologias existentes e a sua viabilidade. No texto das premissas da Resolução há preocupação com o crescimento do país, o que implica em limites viáveis.

Em relação ao Anexo V, cabe ressaltar que, na ocasião da elaboração da Resolução CONAMA 382, entre 2003 e 2006, havia uma grande preocupação com os projetos de centrais termelétricas e os limites estabelecidos consideraram tecnologias a serem usadas em usinas em terra. Os limites propostos não consideraram as turbinas das plataformas, sendo inviáveis para atendimento, por diversos fatores, que serão apresentados no presente trabalho. Adicionalmente, o fato de não haver como especificar o gás natural nas plataformas, implica que o combustível usado não

atende às condições dos fabricantes das turbinas para os limites de NOx devido às constantes variações do número de Wobbe.¹

A Resolução 436/11 (CONAMA, 2011), que segue a mesma base da 382/06, mas é para fontes antigas, tem alguns aprimoramentos na redação e até um Anexo XIV, que incluiu orientações para monitoramento. Nessa Resolução, a observação da não aplicabilidade para fontes além do mar territorial brasileiro, foi replicada também para os Anexos II e V, deixando claro o menor impacto destas fontes às comunidades.

A Resolução 382 foi publicada no início de 2007 e vale ressaltar que, nos primeiros anos após a Resolução, os operadores não entraram na questão da aplicabilidade, pois a demanda de energia elétrica das plataformas era tradicionalmente menor que 100MWe. Deveria ter ficado claro que a Resolução e o consequente estabelecimento dos limites não consideraram as plataformas, haja vista estarem situadas além do mar territorial brasileiro, cujas emissões não atingem significativamente as comunidades.

Com o aumento da demanda de energia dos novos projetos, se faz necessário um esclarecimento quanto a sua não aplicabilidade.

Enquanto os possíveis ajustes não ocorrem, os projetos têm buscado opções de fornecimento de energia para atender às necessidades das plataformas, haja vista que, de fato, não é possível operar com turbinas que atendam os limites do Anexo V, com confiabilidade, em plataformas. Foram, então, consideradas fontes não contidas na Resolução.

Sendo assim, foi limitada a geração de energia elétrica a 100 MWe e são usados turbocompressores para complementar a demanda energética. Essa opção reduz a eletrificação da planta, tornando-a menos eficiente.

Cabe ressaltar que o atendimento à demanda de energia exclusivamente pela geração de eletricidade por turbinas a gás e a consequente eletrificação da planta de processo, provoca o mesmo consumo de combustível do projeto alternativo. Sendo assim, as duas opções são muito parecidas em termos de custo de investimento, emissões de NOx (e dos demais poluentes regulados) e CO₂. No entanto, a possibilidade de usar apenas turbinas a gás e a eletrificação total da planta tem potencial de aumentar a produção das plataformas com consequente redução na intensidade de emissões. Ou seja, as relações CO₂/barril de petróleo e NO₂/barril de petróleo, ficam menores com a planta totalmente eletrificada.

Desta forma, a solução otimizada (turbinas a gás apenas para geração de energia elétrica, eletrificação da planta):

- a) Permite aumento de eficiência de produção, para um mesmo montante de emissão de poluentes, do que a alternativa de complementar a demanda de

¹ Índice de Wobbe - Este índice é muito utilizado e foi desenvolvido por a partir do estudo da combustão de gases injetados através de um orifício. Este índice mede o fluxo de energia térmica considerando a pressão do gás e o diâmetro do orifício constantes. É um parametro importante para os projetos das turbinas.

- energia com o uso de turbocompressores;
- b) Provoca o mesmo insignificante impacto na qualidade do ar para a comunidade; e
- c) Implica em uma menor intensidade de emissões.

Isso motiva a indústria de petróleo a buscar mecanismos que permitam o esclarecimento e os ajustes necessários, quanto à não aplicabilidade da Resolução às plataformas situadas além do mar territorial.

Assim, o presente relatório apresenta um detalhamento dessa discussão, considerando os seguintes itens:

- a) Novos projetos de plataforma – porque o aumento da demanda de energia;
- b) Motivação da Resolução CONAMA 382/06;
- c) Inviabilidade técnica do atendimento aos limites de NOx do Anexo V da Resolução 382/06 – que não foram estabelecidos considerando turbinas a gás em plataformas, nem gás não especificado;
- d) Resultado do estudo de dispersão de um cluster de plataformas, mostrando que não há impacto na qualidade do ar nas comunidades; e
- e) Análise de Impacto Regulatório.

A Avaliação de Impacto Regulatório, apresentada no item 5, foi elaborada tendo como base as Diretrizes Gerais e o Guia Orientativo para Elaboração de Análise de Impacto Regulatório – AIR (versão: junho/ 2018), disponibilizada no sítio eletrônico da Casa Civil da Presidência da República.

A proposta para atendimento ao pleito é o ajuste da Resolução incluindo, seja de forma abrangente no corpo do texto, ou especificamente no Anexo V:

"Os limites estabelecidos nesta Resolução não se aplicam a fontes localizadas além do mar territorial brasileiro, cujas emissões não atingem significativamente as comunidades".

1 RELEVÂNCIA DA MATÉRIA ANTE ÀS QUESTÕES AMBIENTAIS DO PAÍS

1.1 Objetivos e Premissas das Resoluções CONAMA 382/2006 e 436/2011

A Resolução CONAMA 382/2006 de 26/12/2006 (CONAMA, 2006), foi elaborada por um Grupo de Trabalho (GT) que durou cerca de três anos. Em seu texto são definidas premissas para “estabelecer limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas” cuja Licença de Instalação (LI) fosse solicitada após a publicação da Resolução. Cabe comentar também que em 26/12/2011, foi publicada a Resolução CONAMA 436/2011 (CONAMA, 2011), seguindo as mesmas premissas, e definindo limites para as fontes, cuja Licença de Instalação fosse solicitada antes da publicação da Resolução CONAMA 382/2006.

A Resolução CONAMA 382/2006 foi pioneira na abrangência do estabelecimento de limites de emissões, incluindo também em seu corpo orientações para a gestão do tema. Foi um trabalho de muitos anos, envolvendo profissionais de diversas áreas, coordenada por um profissional da CETESB, órgão ambiental com reconhecida competência na gestão da qualidade do ar de centros urbanos. O estabelecimento dos limites envolveu profissionais de diversos segmentos industriais que trabalharam em subgrupos, coordenados por diversos órgãos ambientais. A Resolução contém treze anexos com limites específicos para as diversas tipologias de fontes.

De forma a haver um alinhamento para os subgrupos, a elaboração do primeiro anexo contou com a participação de todos. Mesmo com os subgrupos, a aprovação de cada anexo passou pelo grupo de trabalho completo, que trabalhou em conjunto na elaboração do corpo da Resolução.

De acordo com as premissas das resoluções, que têm como foco o PRONAR - Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar, estabelecido pela Resolução CONAMA 05/1989 (CONAMA, 1989), o objetivo de ambas é a preocupação com os centros urbanos e os impactos da saúde. O Anexo A do presente documento descreve em detalhe as premissas das resoluções citadas

1.2 Plataformas de Petróleo do Pré-sal: visão geral

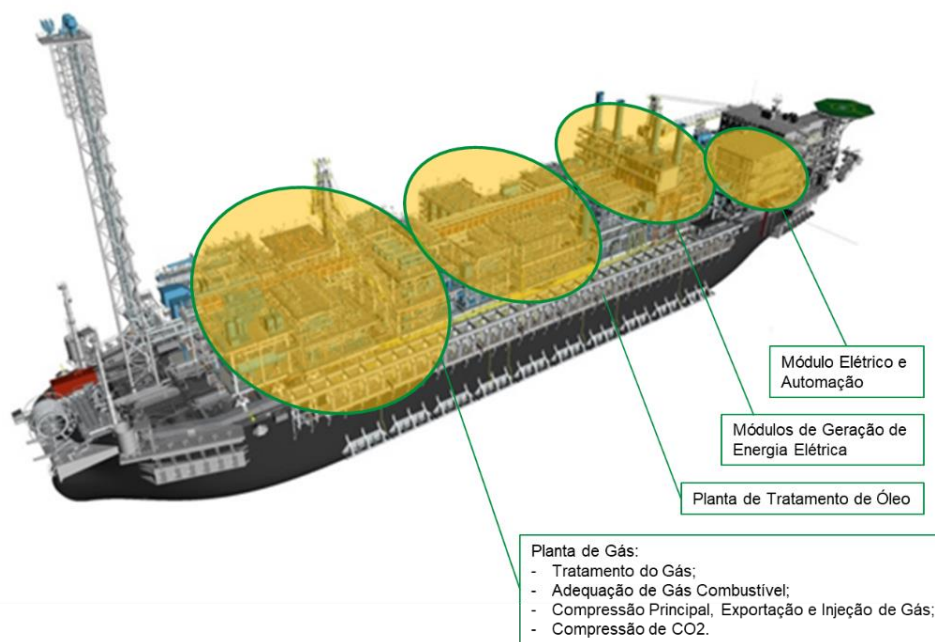
As unidades estacionárias de produção (plataformas) utilizadas para a exploração dos campos do Pré-sal da Bacia de Santos são do tipo FPSO (*Floating Production Storage and Offloading*). Consistem em duas partes principais: a embarcação propriamente dita, ou hull, e a planta industrial, também chamada de *topsides*.

A planta de produção do FPSO fica no seu *topside* e está subdividida de forma didática, conforme a Figura 1 a seguir: planta de tratamento de óleo, planta de tratamento de gás e outros serviços de utilidades. Nestes últimos incluem-se os módulos de geração de energia elétrica e o módulo de distribuição e controle desta energia.

O óleo produzido nos poços passa por um processo de tratamento na planta de óleo,

no qual este é separado da água produzida e do gás associado. Este gás é então direcionado para a planta de tratamento de gás e o adequa em termos de teor de contaminantes (principalmente CO₂), umidade e pressão, a fim de reinjetá-lo no reservatório ou exportá-lo para uso em terra. Assim, conforme preconizado pela Portaria ANP 249/2000 (ANP, 2000), minimiza-se a queima destes gases na tocha.

Figura 1: Modelo de uma plataforma de petróleo utilizada para exploração de alguns campos do pré-sal.



Uma parte do gás direcionado à planta de tratamento de gás é tratado para ser encaminhado aos módulos de geração de energia elétrica e servirá como combustível durante a operação normal da planta. Esse tratamento não especifica o gás nas características de gás natural, mas reduz teor de CO₂ de forma a permitir seu uso em turbinas².

Nos momentos de parada e durante as repartições da unidade de produção, o fornecimento de gás para a geração de energia elétrica não está disponível. Óleo diesel é utilizado nestas turbinas para a geração de energia elétrica, de modo que, é de fundamental importância que estas sejam bicombustíveis (diesel e gás).

As Figuras 2, 3 e Tabela 1 apresentam, respectivamente, as bacias produtoras de petróleo com um destaque para o polígono do pré-sal, bem como a localização dos empreendimentos da Etapa 3 do pré-sal da Bacia de Santos. Estes estão localizados aproximadamente a 200km da costa do litoral dos estados de São Paulo e Rio de Janeiro, em profundidades de lâminas d'água maiores que 1.900m.

² Além da redução no teor de CO₂, reduz-se também o teor de água e faz-se um ajuste do ponto de orvalho.

Tabela 1: Localização do Piloto de Longa Duração e dos Desenvolvimentos da Produção (DPs).

Atividade	FPSO	FPSO - Coordenadas UTM (Sirgas 2000) – Fuso 23		Lâmina d'água (m)
		Leste	Norte	
DP de Lula Sul 3	FPSO de Lula Sul 3	722149	7166670	2160
DP de Lula Oeste	FPSO de Lula Oeste	708883	7181133	2150
DP de Sururu	FPSO de Sururu	745200	7232570	2200
DP de Atapu 1	FPSO de Atapu (P-70) 1	755618	7237976	2300
DP de Atapu 2	FPSO de Atapu 2	761246	7234625	2300
DP de Búzios 5	FPSO de Búzios 5	746041	7276386	1910
DP de Búzios 6	FPSO de Búzios 6	765458	7266430	2050
DP de Itapu	FPSO de Itapu	728113	7258589	1970
DP de Sépia	FPSO de Sépia	744014	7207716	2140
Piloto de Libra	FPSO do Piloto de Libra	776895	7278754	2000
DP de Libra 2 NW	FPSO de Libra 2 NW	777066	7273192	2010
DP de Libra 3 NW	FPSO de Libra 3 NW	773161	7267666	2050

Fonte: EIA/RIMA da Etapa 3 do pré-sal da Bacia de Santos.

Como é de conhecimento, as plataformas operam no meio do mar, em regiões cujas bacias aéreas não contêm centros urbanos. Sendo assim, não foram naturalmente o foco da Resolução CONAMA 382/2006, que em seus 13 (treze) anexos³, define limites para diversas tipologias industriais, que operam em todas as regiões do País, frequentemente, próximas a centros urbanos. Assim, cabem algumas considerações em relação à Resolução CONAMA 382/2006:

- a) Dos treze anexos, os quatro primeiros se referem ao uso de diferentes combustíveis e fontes de combustão, que se aplicam a diversos tipos de indústria. São eles, óleo combustível (Anexo I), gás natural (Anexo II), bagaço de cana de açúcar (Anexo III) e derivados de madeira (Anexo IV);
- b) No Anexo I, há destaque para "fontes de emissão de poluentes gerados em processos de geração de calor, situadas além do mar territorial brasileiro,

³ Anexo I - Limites de Emissão para Poluentes Atmosféricos Provenientes de Processos de Geração de Calor a partir da Combustão Externa de Óleo Combustível; Anexo II - Limites de Emissão para Poluentes Atmosféricos Provenientes de Processos de Geração de Calor a partir da Combustão Externa de Gás Natural; Anexo III - Limites de Emissão para Poluentes Atmosféricos Provenientes de Processos de Geração de Calor a partir da Combustão Externa de Bagaço de Cana-de-Açúcar; Anexo IV - Limites de Emissão para Poluentes Atmosféricos Provenientes de Processos de Geração de Calor a partir da Combustão Externa de Derivados da Madeira; Anexo V - Limites De Emissão para Poluentes Atmosféricos Provenientes de Turbinas a Gás para Geração de Energia Elétrica; Anexo VI - Limites de Emissão para Poluentes Atmosféricos provenientes de Processos de Refinarias de Petróleo; Anexo VII - Limites de Emissão para Poluentes Atmosféricos provenientes de Processos de Fabricação de Celulose; Anexo VIII - Limites de Emissão para Poluentes Atmosféricos provenientes de Processos de Fusão Secundária de Chumbo; Anexo IX - Limites de Emissão para Poluentes Atmosféricos provenientes de Processos da Indústria de Alumínio Primário; Anexo X - Limites de Emissão para Poluentes Atmosféricos Provenientes de Fornos de Fusão de Vidro; Anexo XI - Limites de Emissão para Poluentes Atmosféricos provenientes da Indústria do Cimento Portland; Anexo XII - Limites de Emissão para Poluentes Atmosféricos Gerados na Produção de Fertilizantes, Ácido Fosfórico, Ácido Sulfúrico e Ácido Nítrico; e Anexo XIII - Limites de Emissão para Poluentes Atmosféricos Gerados nas Indústrias Siderúrgicas Integradas e Semi-Integradas e Usinas de Pelotização de Minério de Ferro.

cujas emissões não atingem significativamente as comunidades, deverá ser realizado somente o controle de eficiência de queima de combustível, obedecido o limite de emissão de 80 mg/Nm³ de monóxido de carbono - CO, independente da potência ou do combustível utilizado.”;

- c) Não há um anexo específico para plataformas em nenhuma das duas resoluções citadas, haja vista não afetarem a qualidade do ar em centros urbanos;
- d) As plataformas de petróleo utilizam turbinas a gás para geração de energia e o combustível usado é o gás natural não especificado;
- e) Tradicionalmente o impacto de emissões relevantes para plataformas é o de gases efeito estufa, não sendo comuns demandas referentes à qualidade do ar, haja vista a distância da terra e das comunidades.

Apesar das questões acima, tem havido questionamentos em relação à aplicabilidade dos limites referentes a combustão a gás (Anexo II) e principalmente, em turbinas a gás para geração de energia elétrica (Anexo V).

Esses questionamentos acontecem apenas com relação à Resolução CONAMA 382/06, visto que na Resolução CONAMA 436/11 está explícita a não aplicabilidade dos limites para localizações além do mar territorial.

Ressalta-se que o questionamento quanto a aplicabilidade começou a partir do momento em que a demanda de geração de energia elétrica das plataformas passou a ser maior que 100MWe, sendo essa condição cada vez mais presente.

Esse aumento ocorre principalmente devido ao fato de os novos reservatórios serem carbonáticos complexos em água ultraprofundas, abaixo da camada de sal, com elevada Razão Gás Óleo (RGO). A elevada RGO, bem como alta quantidade de contaminantes (principalmente CO₂) requerem unidades de processamento de gás grandes e complexas, demandantes de energia. A opção pela geração elétrica por turbinas a gás, usando o gás produzido (gás natural não especificado), é a que promove a maior eficiência de produção. Para aumento da confiabilidade, as turbinas devem poder usar combustível líquido para momentos onde não houver disponibilidade de gás.

Como os limites estabelecidos para turbinas a gás natural para geração de energia elétrica não foram estabelecidos considerando as limitações das plataformas, não são viáveis para atendimento nas suas condições operacionais.

O item 1.3 e o Anexo B do presente documento, explicitam as limitações tecnológicas para o atendimento.

1.3 Limites do Anexo V da Resolução CONAMA 382/2006 e plataformas

O Anexo V da Resolução CONAMA 382/2006 estabelece limites de emissão para poluentes atmosféricos gerados por turbinas destinadas à geração de energia elétrica, movidas a gás natural ou combustíveis líquidos, em ciclo simples ou ciclo combinado, sem queima suplementar, com potência elétrica acima de 100 MWe.

Os limites contidos na Tabela 2 foram estabelecidos considerando equipamentos disponíveis no mercado para usinas termelétricas a serem implementadas no Brasil

em terra. Vale contextualizar, que após a crise de energia de 2001, o país iniciou um programa de instalação de termelétricas, que passou a ser uma tipologia de fonte relevante em relação ao impacto da qualidade do ar em centros urbanos.

A especificação de óxidos de nitrogênio (NOx), estabelecida para as turbinas a gás natural no Anexo V da Resolução CONAMA 382/2006 (Tabela 2), foi definida a partir da premissa de serem aplicadas para usinas de geração termelétrica com geração acima de 100MWe, em terra. Com essa premissa, o GT responsável pela elaboração da Resolução levantou possibilidades tecnológicas, chegando a um limite de NOx de 50 mg/Nm³ a 15% de O₂ base seca. O limite de monóxido de carbono (CO) foi estabelecido nas mesmas bases.

Tabela 2: Tabela de limites de emissões do Anexo V da Resolução CONAMA 382/2006.

Turbina por tipo de Combustível	NOx ⁴ (como NO ₂)	CO ₂	SOx ² (como NO ₂)	MP2
Gás Natural	50	65	N.A. ⁵	N.A.
Combustíveis Líquido	135	N.A.	200	50

Fonte: Resolução CONAMA 382/2006.

Para a tipologia da fonte, os poluentes mais críticos são os óxidos de nitrogênio (NOx). O CO é um poluente crítico principalmente para ambientes fechados, de baixa circulação de ar, pois em elevadas concentrações pode causar morte. Em relação ao combustível, vale ressaltar que o Anexo II da mesma Resolução define Gás Natural como combustível fóssil gasoso, conforme especificação da ANP - Agência Nacional do Petróleo. Essa condição também foi considerada para estabelecimento dos limites.

O limite especificado para NOx da Tabela 2 é possível considerando, gás natural especificado e uso de tecnologias de baixa emissão de NOx, tais como injeção de água ou turbinas *Dry-Low Emission* (DLE). Ressalta-se que mesmo utilizando estas tecnologias, há dificuldades de atendimento quando as turbinas operam com muitas flutuações de carga. Em usinas termelétricas, há ainda a possibilidade de implementar sistemas de abatimento de emissões pós chaminé, tal como o SCR (sistema de redução catalítica, a base de amônia).

A consideração de não aplicabilidade da Resolução CONAMA 382/2006 para plataformas de petróleo, tem como base o citado menor impacto aos centros urbanos. Adicionalmente, cabe ressaltar a inviabilidade de atendimento aos limites por turbinas a gás em plataformas mantendo boas condições de confiabilidade.

Em detalhe, as alternativas para atendimento do limite de 50 mg/Nm³ a 15% de O₂ base seca (Tabela 2) são:

- I. Redução da geração de NOx:
 - a) Injeção de água ou vapor: Elevado consumo de água ou vapor de água tratada, impacto na campanha das máquinas;
 - b) Modificação em câmara de combustão (*Dry Low Emission* - DLE):

⁴ Os resultados devem ser expressos na unidade de concentração mg/Nm³, em base seca a 15% de Excesso de Oxigênio.

⁵ N.A. - Não Aplicável

Tecnologia não qualificada para uso em máquinas com capacidade bicomustível. No Anexo B deste documento, há um detalhamento adicional quanto ao uso de turbinas DLE em plataformas.

Ressalta-se que para essas duas tecnologias, a variação da qualidade do gás utilizado na plataforma torna o atendimento ao limite inviável, haja vista o potencial da variação do índice de Wobbe⁶.

II. Abatimento de NOx:

- a) Controle de emissões com unidades de tratamento: Inviável em plataformas pela área ocupada, peso do dispositivo, maior complexidade operacional e risco de saúde pelo potencial uso de produtos químicos, como amônia.

Tanto as alternativas relacionadas à redução da geração de NOx quanto ao abatimento de NOx não são adequadas para as plataformas. Sendo assim, as soluções para a geração de energia acabarão por passar a ser o uso de tecnologias menos eficientes de geração. O Anexo B do presente documento traz informações mais detalhadas sobre a questão.

1.4 Destaques para as fontes "além do mar territorial" na Resolução CONAMA 382/2006 e na Resolução CONAMA 436/2011

Para a condição de fontes localizadas "além do mar territorial" as referidas resoluções estabelecem limites de emissão para poluentes atmosféricos, conforme apresentado na Tabela 3, a seguir:

Tabela 3: Limites de Emissão para Poluentes Atmosféricos dos Anexos I, II e V da Resolução CONAMA 382/2006 e da Resolução CONAMA 436/2011.

	CONAMA 382/2006	CONAMA 436/2011
Anexo I - Limites de emissão para poluentes atmosféricos provenientes de processos de geração de calor a partir da combustão externa de <u>óleo combustível</u> .	3.4. Para as fontes de emissão de poluentes gerados em processos de geração de calor, <u>situadas além do mar territorial brasileiro</u> , cujas emissões não atingem significativamente as comunidades, deverá ser realizado somente o controle de eficiência de queima de combustível, obedecido o limite de emissão de 80 mg/Nm ³ de monóxido de carbono - CO, independente da potência ou do combustível utilizado.	3.3. Os limites estabelecidos nesta Resolução <u>não se aplicam</u> a fontes de combustão a óleo <u>localizadas além do mar territorial brasileiro</u> , cujas emissões não atingem significativamente as comunidades.
Anexo II - Limites de emissão para poluentes atmosféricos provenientes de	-	3.2. Os limites estabelecidos nessa Resolução <u>não se aplicam</u> as fontes de combustão a gás natural

⁶ Índice de Wobbe: Este índice é muito utilizado e foi desenvolvido por a partir do estudo da combustão de gases injetados através de um orifício. Mede o fluxo de energia térmica considerando a pressão do gás e o diâmetro do orifício constantes, sendo um parametro importante para os projetos das turbinas.

processos de geração de calor a partir da combustão externa de <u>gás natural</u> .		<u>localizadas além do mar territorial brasileiro</u> , cujas emissões não atingem significativamente as comunidades.
Anexo V - Limites de emissão para poluentes atmosféricos provenientes de <u>turbinas a gás para geração de energia elétrica</u> .	-	3.2 Os limites estabelecidos nesta Resolução não se aplicam a turbinas a gás localizadas além do mar territorial brasileiro.

Embora as resoluções CONAMA em questão tratem da mesma temática e abordem condições similares, a Resolução CONAMA 382/2006 destaca a questão da localização “além do mar territorial” apenas em seu Anexo I, diferentemente da Resolução CONAMA 436/2011, que aborda nos Anexos I, II e V.

O Anexo I da Resolução CONAMA 382/2006, que se refere à combustão de óleo combustível está contida a seguinte observação: “Para as fontes de emissão de poluentes gerados em processos de geração de calor, situadas além do mar territorial brasileiro, cujas emissões não atingem significativamente as comunidades, deverá ser realizado somente o controle de eficiência de queima de combustível, obedecido o limite de emissão de 80mg/Nm³ de monóxido de carbono - CO, independente da potência ou do combustível utilizado.”

Embora a última observação amplie a abrangência a outros combustíveis, pelo fato de haver outros anexos para outros combustíveis, a aplicabilidade da exceção tem gerado dúvidas em processos de licenciamento.

Para fontes existentes, não há dúvida para a Não Aplicabilidade. A Resolução CONAMA 436/2011, cujo GT trabalhou alguns anos depois da Resolução CONAMA 382/2006, explicitou de forma muito similar nos Anexos I, II e V, a não aplicabilidade para “além do mar territorial”.

Interessante observar que o Anexo V da Resolução CONAMA 436/2011, propõe limites diferentes para quando a usina gera mais de 100MWe mas contém turbinas a gás de menor potência, e permite limites mais flexíveis quando houver indisponibilidade de água para injeção. Nestes casos, caberá ao órgão licenciador flexibilizar os limites, o que fará naturalmente, considerando o impacto de toda usina na qualidade do ar da região. Essa observação está contida porque na ocasião do estabelecimento dos limites, o subgrupo que elaborou o anexo, considerou a escassez hídrica. Esse ponto é importante pois demonstra a preocupação com a viabilidade dos limites.

2 DEGRADAÇÃO AMBIENTAL OBSERVADA

2.1 Considerações sobre o NO_x e a formação de ozônio

Os poluentes críticos de uma turbina a gás são os óxidos de nitrogênio (NO_x), sendo também relevantes as emissões de monóxido de carbono (CO).

O NO_x provoca problemas respiratórios e é precursor do ozônio troposférico, oxidante fotoquímico presente nas grandes cidades. A presença de ozônio é bastante comum em zonas de elevada circulação de veículos, haja vista a emissão dos dois precursores, que seriam o NO_x e os compostos orgânicos voláteis (COVs). O NO_x é também precursor da chuva ácida, junto com o SO_x.

Muitas áreas urbanas no mundo sofrem com ocorrências de poluição do ar com presença de ozônio e outros oxidantes fotoquímicos em concentrações no ar acima dos padrões de qualidade do ar. O processo de formação do que se chama de "smog" fotoquímico abrange centenas de reações diferentes (Baird, 2002) e é de difícil previsão.

Considerando as referências de literatura, os níveis de ozônio na troposfera dependem das concentrações de compostos orgânicos voláteis (COVs), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO_x = NO+NO₂) e da intensidade da radiação solar, de acordo com uma relação não linear. A condição meteorológica também é um fator importante na regulação dos níveis de ozônio em uma dada região (Martins, 2006). Os diferentes COVs impactam de forma diversa a formação de ozônio, pois cada composto tem uma determinada reatividade.

Nas pesquisas realizadas para identificar a causa da formação do ozônio em regiões específicas, busca-se identificar também as relações de quantidade entre os COVs e o NO_x, haja vista que face às características da reação, há casos nos quais a redução da presença de um deles na atmosfera pode até favorecer a formação de ozônio (Martins, 2006). Sendo assim, os estudos regionais envolvem também análises químicas de especiação de COVs, identificando as reatividades para formação de ozônio

Os estudos realizados para avaliar a formação de ozônio, consideram então as especificidades e objetivos das regiões. São estudos bastante complexos e demorados. Como exemplo, no momento estão sendo realizados estudos de modelagens⁷ em São Paulo, para avaliar o impacto do aumento da quantidade de biodiesel nos veículos. São estudos que exigem esforços significativos e uma grande quantidade de dados que podem ser acompanhados no âmbito do PCVE (PCVE, 2020). O impacto da geração de NO_x offshore na formação de ozônio em terra exigiria um estudo de bastante complexidade, demandando especificidade de COVs e com

⁷ O Acordo de Cooperação para o apoio institucional ao Programa Brasileiro de Combustíveis, Tecnologias Veiculares e Emissões (PCVE) foi assinado por Ministério de Minas e Energia (MME), Ministério do Meio Ambiente (MMA), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), Associação Brasileira de Engenharia Automotiva (AEA) e Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras), em 19 de abril de 2016 e publicado no DOU em 4 de maio de 2016.

resultados pouco significativos. Na verdade, haja vista a não existência de comunidades, não costumam ser realizados estudos de dispersão atmosférica para avaliar as concentrações dos poluentes primários em alto mar. No entanto, para o presente documento foi realizada uma modelagem de NOx como exemplo para a avaliação do impacto de um cluster de plataformas, a qual será apresentada no item 2.3 a seguir.

O estabelecimento de limites de emissão de poluentes regulados tem como foco a qualidade do ar. Em relação à qualidade do ar, foi publicada em novembro de 2018, a Resolução CONAMA 491/2018, que substituiu a Resolução CONAMA 03/1990, estabelecendo novos padrões de qualidade do ar. No texto dessa Resolução é considerado que os Padrões Nacionais de Qualidade do Ar são parte estratégica do Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar - PRONAR, como instrumentos complementares e referenciais ao PRONAR, considerando como referência, os valores guia de qualidade do ar recomendados pela Organização Mundial da Saúde OMS em 2005 (WHO, 2005), bem como seus critérios de implementação.

Nessa Resolução, são reforçados alguns conceitos, tais como:

- Poluente atmosférico: qualquer forma de matéria em quantidade, concentração, tempo ou outras características, que tornem ou possam tornar o ar impróprio ou nocivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade ou às atividades normais da comunidade; e
- Padrão de qualidade do ar: um dos instrumentos de gestão da qualidade do ar, determinado como valor de concentração de um poluente específico na atmosfera, associado a um intervalo de tempo de exposição, para que o meio ambiente e a saúde da população sejam preservados em relação aos riscos de danos causados pela poluição atmosférica.

Ou seja, a Resolução CONAMA 491/2018, considerando as referências à OMS, confirma que o esforço nas restrições de emissão de poluentes atmosféricos, tais como o NOx, estão no sentido de garantir a saúde das pessoas. A Resolução prevê que os órgãos ambientais estaduais e distritais deverão elaborar, em até 3 (três) anos a partir da entrada em vigor da Resolução, um Plano de Controle de Emissões Atmosféricas que deverá ser definido em regulamentação própria. No Anexo II da Resolução CONAMA 491/2018, consta uma lista de verificação do que deve estar contido no plano, com itens que reforçam a ocupação do solo e a preocupação com a saúde das pessoas.

Sendo assim, em relação ao pleito, cabe reforçar que nem a emissão de NOx, nem de CO nas plataformas em condições normais de operação, afetam a qualidade do ar das comunidades, nem dos centros urbanos.

2.2 Avaliação Comparativa de Emissões Totais e de Dispersão Atmosférica (Exemplo 1)

De forma a verificar eventuais impactos da alteração regulatória proposta para sistemas de geração a gás natural, foi realizada uma avaliação comparativa das emissões totais de NOx para dois casos, em uma plataforma cuja demanda de energia é 159 MWe:

- I. Caso Base (parcialmente eletrificada): turbinas a gás gerando até 100 MWe e parte dos serviços de compressão realizados por turbocompressores;
- II. Caso Alternativo (100% eletrificada): turbinas a gás gerando toda a energia.

Para o caso base, não há dúvida quanto à não aplicabilidade do CONAMA. As turbinas a gás nos dois casos são turbinas convencionais (não DLE), mas como no caso alternativo a geração é maior que 100MWe há questionamento quanto a aplicabilidade. A emissão total de NOx nos dois casos é na mesma ordem de grandeza.

O objetivo desta avaliação comparativa é o de demonstrar que a solução para a questão regulatória exposta não promove prejuízos em termos de emissões de NOx, que é o principal aspecto regulado do Anexo V da Resolução CONAMA 382/2006.

I. Caso base: considerando que a Resolução CONAMA 382/2006 seria aplicável às plataformas usando fontes não contidas na Resolução

Caso fosse considerada a aplicabilidade do atual Anexo V da Resolução CONAMA 382/2006 às plataformas, como não é possível atender o limite de turbinas a gás em plataformas, a solução seria a geração da seguinte forma:

- 5 turbogeradores de 25MWe (4 em operação e 1 em standby)
- + 5 turbocompressores (59MW no total)

Neste caso a geração de energia elétrica está limitada a 100MWe, ficando excluída do Anexo V da Resolução CONAMA 382/2006. Isso porque dos 5 (cinco) turbogeradores de 25MWe, apenas 4 (quatro) estariam em funcionamento contínuo gerando, no máximo, 100MWe. O 5º turbogerador ficaria na reserva por questões de continuidade e segurança operacional.

Como a demanda total de energia considerada é 159MWe, as cargas adicionais aos 100MWe são acionadas por grandes turbocompressores. Assim, para a configuração da planta de produção utilizada, foi considerada a instalação de 5 (cinco) turbocompressores totalizando a demanda de 59MWe.

II. Caso alternativo: considerando que a Resolução CONAMA 382/2006 não é aplicável às plataformas, solução planta 100% eletrificada

Trata-se de uma proposta de ajuste da Resolução CONAMA 382/2006 esclarecendo a não aplicabilidade do Anexo V em fontes fixas instaladas além do mar territorial brasileiro – seria uma planta *all electric*:

6 TGs:

- 4 x 42 MWe - 3 operando
- 2 x 25 MWe - 1 operando

Neste caso foi considerada a mesma planta de produção, porém, com uma capacidade de geração que não se limitou aos 100MWe, utilizando turbinas convencionais. Para este caso, é considerado que todas as cargas são acionadas eletricamente e não há, portanto, turbocompressores.

A demanda total de energia elétrica, por conseguinte, é de 159MWe. A capacidade total instalada proposta para o sistema de geração deste caso, já considerada a capacidade na reserva, é de 218MWe.

2.2.1 Resultados Comparativos das Emissões Totais

Após o cálculo das emissões totais de NOx para ambos os casos, foram observados os resultados abaixo.

Tabela 4: Comparativo de Emissões atmosféricas entre diferentes configurações de sistemas de geração de energia elétrica

	Caso Base Parcialmente eletrificada	Caso Alternativo 100% eletrificada
Emissões Totais de NOx [kg/h]	709	547

Fonte: Petrobras.

O pleito de ajuste da Resolução, de forma a esclarecer a sua não aplicabilidade às plataformas marítimas, não promove regressão do ponto de vista ambiental quando analisadas as emissões totais de NOx em comparação com o estado atual de aplicação da legislação. Ao contrário, verifica-se que o pleito de ajuste (que permite a eletrificação total da planta) possui capacidade de reduzir o total de emissões de NOx.

Para exemplificar que não há impacto às comunidades, foram realizados excepcionalmente estudos de dispersão atmosférica para os dois casos. Estes casos foram avaliados em dois cenários diferentes. No primeiro cenário, chamado de exemplo 1, foi considerada somente a emissão de uma plataforma centralizada na posição geográfica do FPSO de Libra 3 NW (ver Figura 1). Já o cenário 2, considera um conjunto de plataformas (cluster), centralizado no FPSO de Libra 3 NW e limitado pelas dimensões do modelo. Foram realizadas avaliações de impacto de NOx na atmosfera, na forma de NO₂. Esse conjunto de modelagens será chamado de exemplo 2.

As simulações foram realizadas pelo Centro de Pesquisas da Petrobras (CENPES) no software AERMOD View⁸ (CENPES, 2019). Para o estudo utilizou-se um banco de dados compilado a partir de dados meteorológicos da Bacia de Santos, região dos empreendimentos da Etapa 3 do Pré-sal da Bacia de Santos apresentados no item I.2 do presente documento, compreendendo o período de janeiro de 2018 a agosto de 2019, com intervalo de medição horária.

Foram avaliadas as concentrações máximas para os intervalos de tempo de 1 (uma) hora e de 1 (um) ano, de acordo com os padrões de qualidade do ar previstos na Resolução CONAMA 491/2018 (CONAMA, 2018) (Tabela 4). Cabe ressaltar que esses estudos foram feitos excepcionalmente, não sendo demandados em licenciamentos, haja vista seu domínio, de no máximo 50km.

Tabela 5: Padrões de qualidade do ar da Resolução CONAMA 491/2018.

Poluente	Período	Concentração (µg/m³)
NO ₂	1 hora*	260
NO ₂	MAA**	60

*Não deve ser excedido mais que uma vez ao ano.

⁸ Modelos ISC ("Industrial Source Model").

****Média aritmética anual.**

Ressalta-se que a Resolução CONAMA 491/2018 prevê uma redução progressiva de padrões, em quatro etapas de forma a alcançar os padrões indicados pela OMS. Os padrões de NOx chegarão à 200 µg/m³ média horária e 40 µg/m³, média anual. A OMS considera na definição dos padrões, impactos à saúde (WHO, 2005).

O resultado do conjunto de modelagens do exemplo 1 está a seguir. A figura 4 mostra a representação bidimensional das concentrações máximas de 1 (uma) hora ao nível da superfície do mar para o poluente NO₂ em um dos casos simulados do Caso Alternativo e a Figura 5: Simulação da dispersão da pluma de NO₂, média anual (caso alternativo). apresenta as médias anuais das concentrações máximas para o mesmo poluente. A Figura 6 mostra a distância da costa.

Os resultados mostram que a dispersão de NOx, não promove impacto na qualidade do ar nas regiões próximas a costa. Ainda, observa-se na tabela 6 que o Caso Base apresenta concentrações maiores do que o Caso Alternativo.

A Tabela 6 é um resumo dos resultados, mostrando a boa dispersão. A concentração máxima elevada na fonte, chegando a valores baixos nos limites do domínio da modelagem (50km das fontes), que ainda estão a 290km da costa. Embora haja ultrapassagens próximas as fontes, o percentual de máximas com valores acima dos padrões é muito baixo.

Tabela 6: Resumo dos resultados das modelagens – exemplo 1 uma plataforma.

Caso	Concentração de NOx máxima (340km da costa)		Concentração de NOx máxima (50km da fonte e 290km da costa)	
	Média horária	Média Anual	Média horária	Média Anual
Padrão CONAMA 491/18	260	60	260	60
Base	605	29,5	50	0,3
Alternativo	362	21,9	20	0,2

Figura 4: Simulação da dispersão da pluma de NO₂ no período de 1h (caso alternativo).

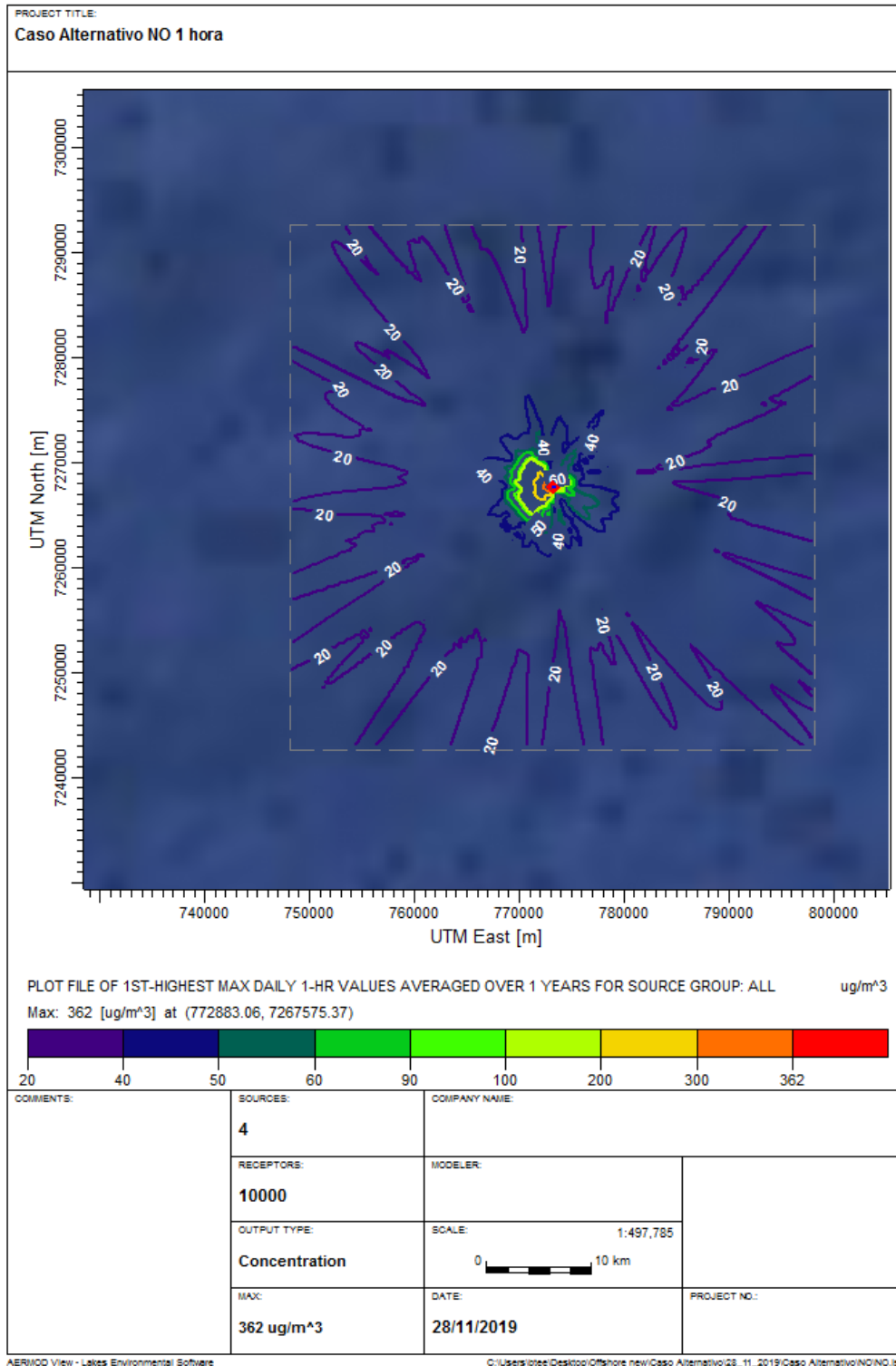


Figura 5: Simulação da dispersão da pluma de NO₂, média anual (caso alternativo).

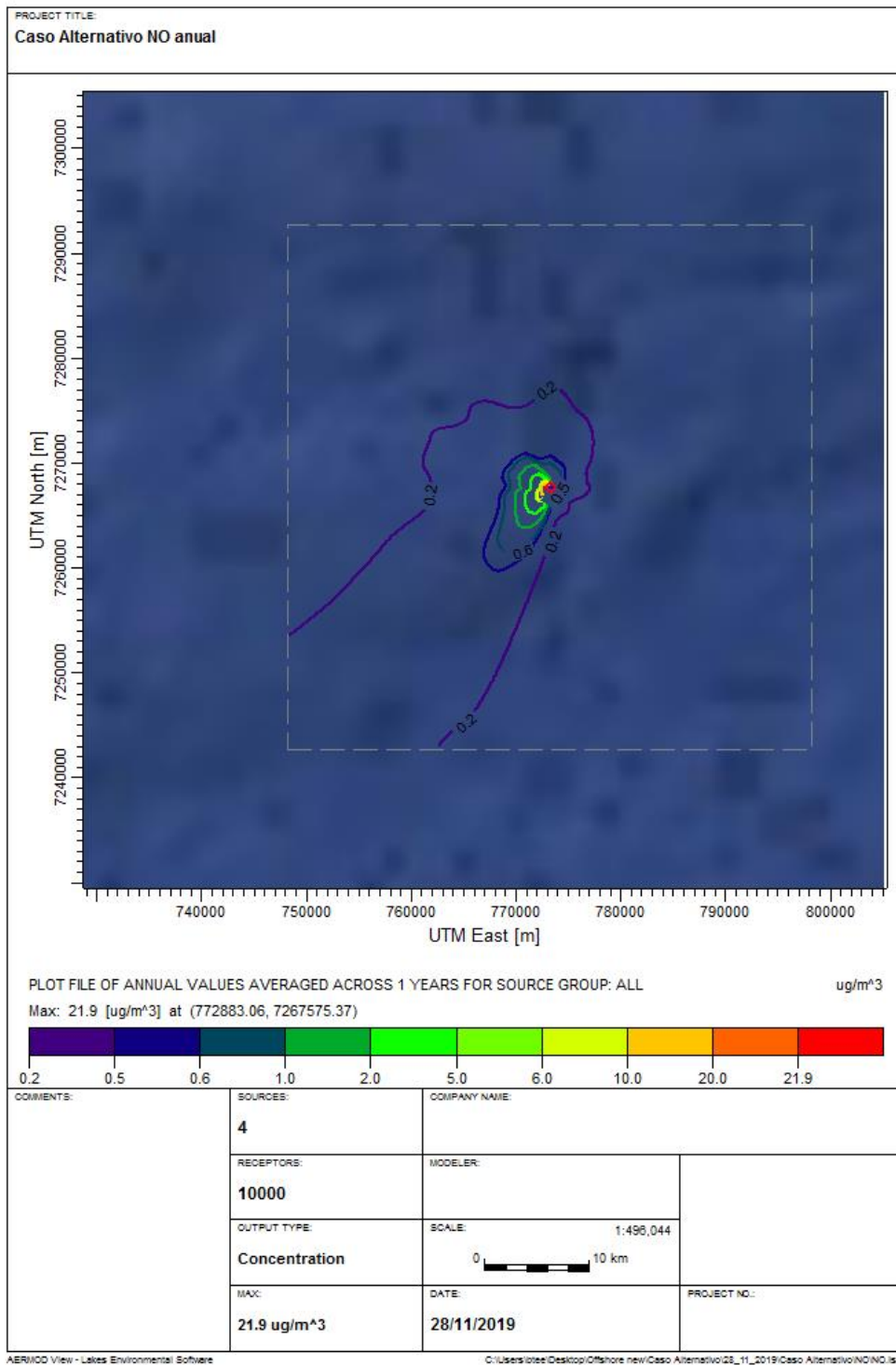
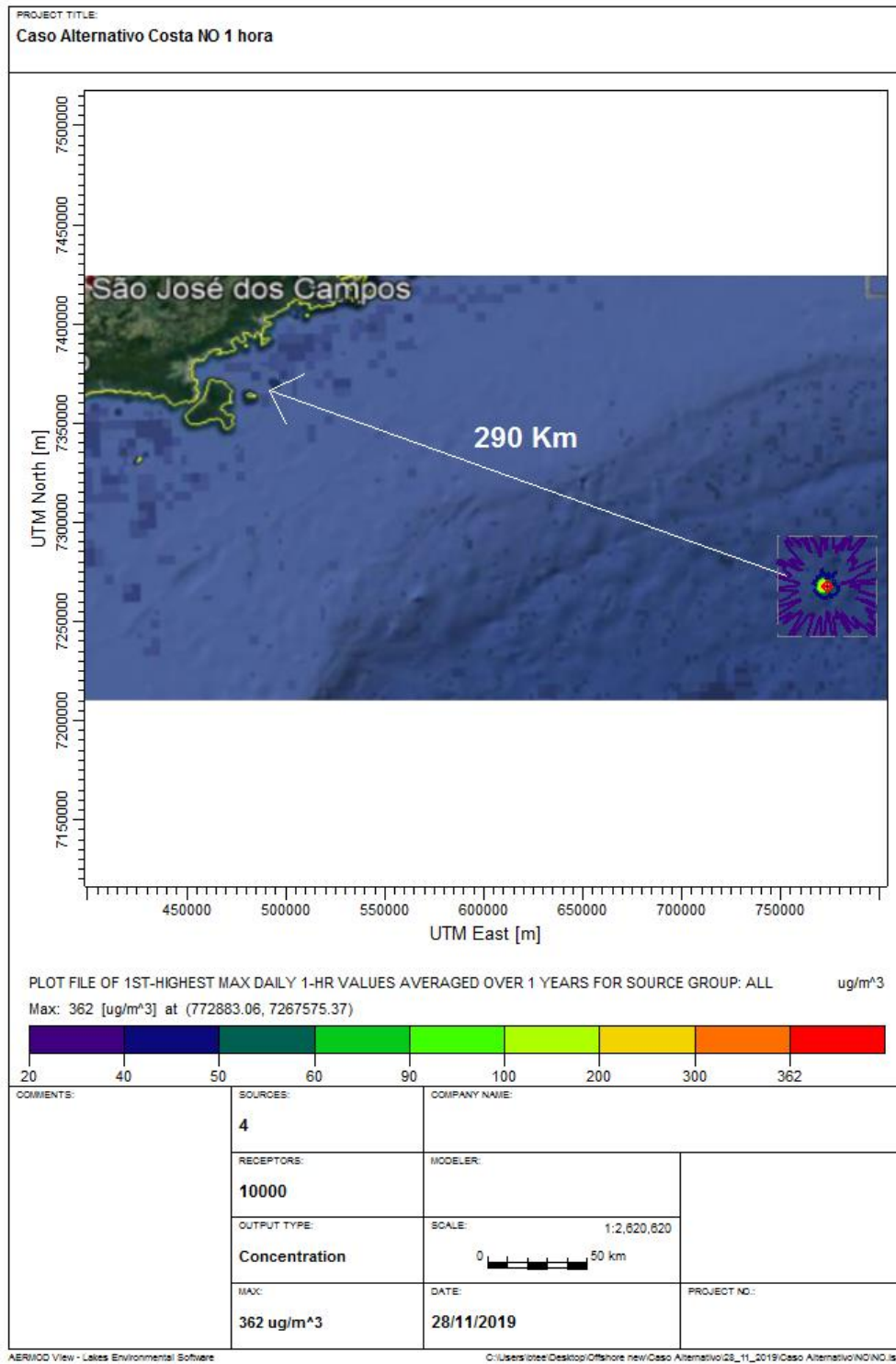


Figura 6: Impacto na costa da dispersão de NO₂ pelo período de 1 hora (caso alternativo).



2.3 Avaliação Comparativa de Emissões Totais e de Dispersão Atmosférica (Exemplo 2)

De forma a ampliar os exemplos, foram também realizados estudos de dispersão para um conjunto de plataformas.

As modelagens do exemplo 2 consideram um conjunto de 4 (quatro) plataformas localizadas nas posições geográficas do FPSO do Piloto de Libra, FPSO de Libra 2 NW, FPSO de Libra 3 NW e FPSO de Búzios 6, conforme mostra a Figura 7.

A diferença entre os dois cenários do exemplo 2 é apenas na plataforma de Libra 3NW. No primeiro cenário o projeto desta plataforma considera as mesmas premissas do caso base e no segundo, o caso alternativo. As demais plataformas estão com a mesma configuração para manter a fidelidade aos projetos já em andamento.

Figura 7: Domínio utilizado nas simulações do exemplo 2



Fonte: AERMOD View.

Os resultados (

Tabela 7) mostram que o impacto é similar nos dois casos. Isso é esperado, haja vista que apenas uma plataforma está com variação. Potencialmente, o resultado melhoraria se todas as plataformas estivessem apenas com turbinas a gás do caso alternativo.

Os resultados, da mesma forma que no exemplo 1, com apenas uma plataforma, mostram também concentrações máximas próximas às fontes, dispersando de forma expressiva e alcançando baixas concentrações na distância de 50km das fontes (borda do domínio do modelo), que se situa a 290km da costa. Embora haja ultrapassagens próximas as fontes, o percentual de máximas com valores acima dos padrões é muito baixo.

Tabela 7: Resumo dos resultados das modelagens (Exemplo 2 – cluster).

Caso	Concentração de NOx máxima (340 km da costa)				concentração de NOx máxima (50 km da fonte e 290 km da costa)	
	Média horária	Frequência ultrapassagem	Média Anual	Frequência ultrapassagem	Média horária	Média Anual
Padrão CONAMA 491/18	260	-	60	-	260	60
Libra 3 NW Base	1101	0,78%	79,9	0,01%	60	1
Libra 3 NW Alternativo	1101	0,77%	79,9	0,01%	60	1

2.4 Resultados

As conclusões das modelagens estão resumidas nas Tabelas 6 e 7. Os resultados dos modelos, tanto do cenário de uma plataforma, quanto o exemplo de cluster, apresentam a excelente dispersão da emissão, mostrando que a concentração de NOx no ar, no limite do domínio da modelagem, já é baixa. Esse domínio é de 50km, e ainda está a 290km da costa. As Figuras 4, 5 e 6 extraídas das modelagens exemplificam as distâncias e os resultados do estudo (CENPES, 2019) foram extraídos para as Tabelas 5 e 6.

Vale observar que foram analisados nos dois cenários os casos base e alternativo. O caso base busca soluções de geração de energia que não configurem uma geração elétrica acima de 100MWe, sendo a demanda adicional suprida por turbocompressores. No caso base não há dúvida quanto à não aplicabilidade da Resolução CONAMA 382/06. O caso alternativo (planta 100% eletrificada) utiliza apenas turbinas a gás para suprir a demanda de energia elétrica, é mais eficiente, menos emissor, mas há questionamentos quanto à aplicabilidade.

No resultado da modelagem de uma plataforma (Tabela 6) é possível observar que o impacto do caso base é até maior, embora a dispersão compense. No exemplo do cluster esse efeito não é notado tão claramente pela sinergia dos impactos, ficando clara também a dispersão.

Adicionalmente, cabe destacar que a opção do caso alternativo é a mais eficiente sobre o ponto de vista de eficiência, o que impactará em menor emissão de CO₂/bopd.

3 ASPECTOS AMBIENTAIS A SEREM PRESERVADOS

Devido ao fato de estarem longe de regiões de fronteiras e por contar com a excelente dispersão, as emissões atmosféricas de poluentes regulados em plataformas, não estão dentre os impactos ambientais relevantes a serem observados em seus processos de licenciamento. Em linhas gerais, o controle da tocha, visando principalmente a redução da emissão de gases efeito estufa (dióxido de carbono e metano), e o cuidado com vazamentos de gases que possam provocar acidentes, são os principais pontos de atenção. Sendo de fato, os pontos mais relevantes.

Cabe observar que o estabelecimento de limites, expressos em concentração para poluentes regulados, basicamente define as tecnologias possíveis de serem utilizadas para cada tipologia de fonte. Nesse aspecto ressalta-se que durante a elaboração das resoluções CONAMA 382/2006 e 436/2011 foram verificadas e prospectadas tecnologias para turbinas a gás para centrais termelétricas em terra, usando gás natural especificado.

A opção mais otimizada para atender a demanda de energia elétrica das plataformas é a geração em turbinas a gás, o que permite a eletrificação das demais máquinas da planta. Como não é viável o atendimento ao limite de turbinas a gás da Resolução CONAMA 382/2006, resta a opção de outras formas de geração de energia. A tabela 8 a seguir resume aspectos de intensidade de emissões para os casos estudados.

Considerada a operação de Libra 3 NW (exemplo 1), a tabela 8 apresenta as intensidades de emissão de NOx e de CO₂, para as duas alternativas de geração de energia. É possível ver que as intensidades de emissões (massa de poluente na geração de energia/produção) para o caso alternativo (apenas turbinas a gás) são mais baixas que para o caso base.

Tabela 8: Intensidade de Emissões de CO₂ da geração de energia: Libra 3 NW – projeto para 180.000 bopd – demanda de energia 159 MW

Libra 3N	Turbinas a Gás instaladas (em operação)		turbo compressor instalado (em operação)	Produção Real Petróleo (bopd)	Consumo de Gás (kg/h)	NOx (kg NO ₂ /h)	NOx (kg NO ₂ /bopd)	CO ₂ (kg/h)	CO ₂ (kg/bopd)
	42 MW e	25 MW e							
Planta parcialmente eletrificada		5 (4)	5 (3)	180.000	37.800	709	0,09	106.961	13,86
Planta 100% eletrificada	4 (3)	2(1)	0	181.800*	30.900	547	0,07	85.108	11,24

* Este valor apresenta o aumento na efetividade de produção esperado para plataformas 100% eletrificadas.

A análise da tabela permite ver que o esclarecimento quanto a não aplicabilidade do CONAMA 382/06 para plataformas, permite a utilização do caso alternativo, que traz vantagens de produção e menor intensidade de emissões, tanto de NOx quanto de CO₂.

4 ESCOPO DO CONTEÚDO NORMATIVO

Considerando o exposto no presente documento, destacando-se as questões relacionadas: (i) a produção de energia elétrica por turbinas a gás em ambiente offshore; (ii) a localização "além do mar territorial", que está totalmente fora do ambiente dos centros urbanos; e (iii) a condição estabelecida no Anexo V da Resolução CONAMA 436/2006, entende-se ser fundamental a adequação da Resolução CONAMA 382/2006, de forma a trazer clareza e coerência para as referidas resoluções.

Assim, indicamos a necessidade de inclusão do seguinte item no Anexo V da Resolução CONAMA 382/2006:

"3.4. Os limites estabelecidos nesta Resolução não se aplicam a turbinas a gás localizadas além do mar territorial brasileiro."

5 ANÁLISE DE IMPACTO REGULATÓRIO

A questão regulatória de que trata esta Avaliação de Impacto Regulatório é o da não aplicabilidade da Resolução CONAMA 382/2006, em especial, seu Anexo V, às unidades de produção *offshore*, situadas além do mar territorial brasileiro, pelo histórico, motivações e racional expostos a seguir.

5.1 Motivação da resolução/ histórico e contextualização

A Resolução CONAMA 382/2006 foi elaborada por um Grupo de Trabalho, no âmbito da Câmara Técnica de Controle e Qualidade Ambiental, com composição ampla e participativa, tendo reuniões trimestrais entre os anos de 2003 e 2006. A motivação da resolução é a qualidade do ar dos centros urbanos, de forma a proteger a população o que pode ser evidenciado pelas referências a seguir.

5.1.1 Resolução CONAMA 05/ 1989 - premissas e considerações

A Resolução CONAMA 05/ 1989 que dispõe sobre o PRONAR - Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar traz os seguintes "considerandos":

- *"Considerando o acelerado crescimento urbano e industrial brasileiro e da frota de veículos automotores;*
- *Considerando o progressivo e decorrente aumento da poluição atmosférica, principalmente nas regiões metropolitanas;*
- *Considerando seus reflexos negativos sobre a sociedade, a economia e o meio ambiente;*
- *Considerando as perspectivas de continuidade destas condições; e*
- *Considerando a necessidade de se estabelecer estratégias para o controle, preservação e recuperação da qualidade do ar, válidas para todo o Território Nacional, conforme previsto na Lei no 6.938, de 31/08/81, que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente, resolve:*
 - I. *Instituir o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar - PRONAR, como um dos instrumentos básicos da gestão ambiental para proteção da saúde e bem-estar das populações e melhoria da qualidade de vida com o objetivo de permitir o desenvolvimento econômico e social do País de forma ambientalmente segura, pela limitação dos níveis de emissão de poluentes por fontes de poluição atmosférica, com vistas a:*
 - a) *uma melhoria na qualidade do ar;*
 - b) *o atendimento aos padrões estabelecidos; e*
 - c) *o não comprometimento da qualidade do ar em áreas consideradas não degradadas;"*

5.1.2 Resolução CONAMA 382/2006 – premissas e considerações

O texto da Resolução CONAMA 382/06, se inicia pelo disposto no PRONAR, acrescentando outros "considerandos", que reforçam a premissa de preocupação com os centros urbanos e os impactos da saúde. As premissas desta resolução estão detalhadas em seus "considerandos", descritos a seguir:

- *"Considerando o disposto na Resolução CONAMA nº 5, de 15 de junho de 1989, que estabelece o Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar - PRONAR;*
- *"Considerando os altos níveis de poluição atmosférica já alcançados, principalmente nas regiões metropolitanas, e seus reflexos negativos sobre a saúde, o meio ambiente e a economia;*
- *Considerando a crescente industrialização de várias regiões do país com o consequente aumento do nível de emissões atmosféricas e da degradação da qualidade do ar;*
- *Considerando a necessidade de compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico;*
- *Considerando a necessidade de se estabelecer base de referência nacional sobre limites de emissão de poluentes atmosféricos, visando coibir excessos não condizentes com a defesa do meio ambiente;*
- *Considerando a necessidade de se estabelecer estratégias para o controle e recuperação da qualidade do ar e a prevenção de sua degradação;*
- *Considerando a necessidade de se estabelecer critérios orientadores para definição dos limites de emissão de poluentes atmosféricos e prover os órgãos ambientais de instrumentos adequados para análise de processos e licenciamento de empreendimentos;*
- *Considerando que a poluição deve ser controlada na fonte, seja por meio de equipamentos de controle do tipo "fim de tubo", seja utilizando processos menos poluidores, em razão do Princípio de Prevenção à Poluição;*
- *Considerando que existem tecnologias disponíveis para a redução da emissão de poluentes para diversos processos produtivos;*
- *Considerando que os estados possuem níveis diferenciados de industrialização e de poluição do ar, cabendo aos órgãos ambientais estaduais e locais estabelecerem, quando for o caso, limites de emissão mais restritivos;*
- *Considerando que o atendimento aos limites de emissões de poluentes atmosféricos objetiva minimizar os impactos sobre a qualidade do ar e, assim, proteger a saúde e o bem-estar da população;*
- *Considerando que a determinação de limites nacionais de emissão atmosférica deve também levar em conta seu custo e o impacto deste nas economias regionais, resolve: estabelecer limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas."*

De acordo com as premissas desta resolução, percebe-se que o seu objetivo é estabelecer os limites de emissões diante da preocupação com os centros urbanos e os impactos à saúde.

Cabe ressaltar que na estrutura do texto da Resolução CONAMA 382/2006, o estabelecimento dos limites de emissões é feito em diferentes anexos de acordo com os poluentes e a tipologia das fontes, conforme estabelecido no seu Art. 1º, a seguir:

"Art. 1º Estabelecer limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas.

Parágrafo único. Os limites são fixados por poluente e por tipologia de fonte conforme estabelecido nos anexos desta Resolução."

5.1.3 Resolução CONAMA 382/2006 – Anexos e Resolução CONAMA 436/2011

Dos 13 (treze) anexos da Resolução CONAMA 382/2006, os quatro primeiros se referem ao uso de diferentes combustíveis em fontes de combustão, que se aplicam a diversos tipos de indústria. São eles: óleo combustível (Anexo I), gás natural (Anexo II), bagaço de cana de açúcar (Anexo III), derivados de madeira (Anexo IV).

Não há um anexo específico que trate de plataformas de petróleo ou instalações de produção, especialmente aquelas situadas além do mar territorial brasileiro, haja vista não afetarem a qualidade do ar em centros urbanos.

O Anexo I da Resolução CONAMA 382/2006, tem em seu corpo, a seguinte observação no seu item 3.4.:

"3.4. Para as fontes de emissão de poluentes gerados em processos de geração de calor, situadas além do mar territorial brasileiro, cujas emissões não atingem significativamente as comunidades, deverá ser realizado somente o controle de eficiência de queima de combustível, obedecido o limite de emissão de 80 mg/Nm³ de monóxido de carbono - CO, independente da potência ou do combustível utilizado."

Destaca-se que a não aplicabilidade dos limites de emissão às instalações além do mar territorial brasileiro não está explícita nos demais anexos, em especial no Anexo V⁹, que define os limites de emissão para poluentes atmosféricos provenientes de turbinas a gás para geração de energia elétrica.

É importante ressaltar que a resolução define, portanto, que uma vez que a geração de energia a gás natural seja superior a 100MWe, todas as unidades de geração

⁹ "(...) 1. Ficam aqui definidos os limites de emissão para poluentes atmosféricos gerados por turbinas destinadas à geração de energia elétrica, movidas a gás natural ou combustíveis líquidos, em ciclo simples ou ciclo combinado, sem queima suplementar, com potência elétrica acima de 100 MW.

1.1. Quando a somatória total de geração elétrica por empreendimento for superior a 100 MW, os limites aqui estabelecidos também são requeridos para cada turbina individualmente, independentemente de sua capacidade de geração.

2. Para aplicação deste Anexo deve ser considerada a seguinte definição do termo:

a) turbinas a gás: equipamento que converte parte da energia contida no combustível em energia mecânica, por meio da rotação axial de um eixo, que aciona um gerador elétrico.

3. Ficam estabelecidos os seguintes limites de emissão para poluentes atmosféricos gerados em processos de geração de energia elétrica por turbinas a gás.

Tabela 1 - Limites de Emissão para turbinas a gás natural para geração de energia elétrica, conforme Anexo V da Resolução CONAMA 382/2006

Turbina por tipo de combustível	Nox ⁽¹⁾ (como NO ₂)	CO ⁽¹⁾	Sox ⁽¹⁾ (como SO ₂)	MP ⁽¹⁾
Gás natural	50	65	N.A.	N.A.
Combustível líquido	135	N.A.	200	50

Fonte: Anexo V, Resolução CONAMA 382/2006.

3.1. Os limites estabelecidos para turbinas movidas a combustível líquido também se aplicam a turbinas movidas a gás natural, quando estas utilizarem combustível líquido em situações emergenciais ou em caso de desabastecimento.

3.2. Em teste de desempenho de novos equipamentos, o atendimento aos limites estabelecidos deverá ser verificado nas condições de plena carga.

3.3. Na avaliação periódica, o atendimento aos limites estabelecidos poderá ser verificado em condições típicas de operação, a critério do órgão ambiental licenciador. (...)"

(turbinas) individualmente devem atender os limites da Tabela 1.

Parágrafos similares estão contidos na Resolução 436/2011, que estabelece os limites de emissões atmosféricas oriundos de fontes fixas existentes ou com licença de instalação requeridas antes de 2 de janeiro de 2017. Na resolução 436/2011, em seu Anexo V (turbinas a gás natural para a geração de energia elétrica) há menção clara à limitação dos limites de emissão lá impostos a instalações além do mar territorial brasileiro. No anexo V, especificamente, há o texto:

"3.2. Os limites estabelecidos nesta resolução não se aplicam a turbinas a gás localizadas além do mar territorial brasileiro. "

Assim, para fontes existentes, não há dúvida para a não aplicabilidade dos requisitos da resolução 436/2011 às instalações situadas além dos limites do mar territorial.

5.2 Desafios da Indústria do Petróleo nas aplicações offshore

5.2.1 Aumento da Demanda Energética

Os principais questionamentos quanto à aplicabilidade da Resolução CONAMA 382/2006 às plataformas de petróleo, situadas além do mar territorial brasileiro, começaram a surgir a partir do momento em que a demanda de energia elétrica das unidades passou a ser maior que 100MWe e exigir soluções técnicas específicas. Ao longo do tempo, a demanda de energia das unidades de produção vem crescendo significativamente.

Esse aumento ocorre principalmente devido ao fato dos novos reservatórios serem carbonáticos complexos em águas ultraprofundas, abaixo da camada de sal. Estes novos campos possuem, via de regra, altos teores de gás associado (elevada relação gás óleo - RGO) e altas pressões e concentrações de contaminantes, como CO₂ e H₂S. Por conta disso, é necessária uma alta demanda energética para tratamento do gás associado, no que diz respeito à redução dos contaminantes a limites aceitáveis e à adequação do teor de umidade do gás.

Este enquadramento é necessário visando adequar o gás para exportação – transporte às unidades de processamento de gás natural em terra – bem como para sua reinjeção no reservatório.

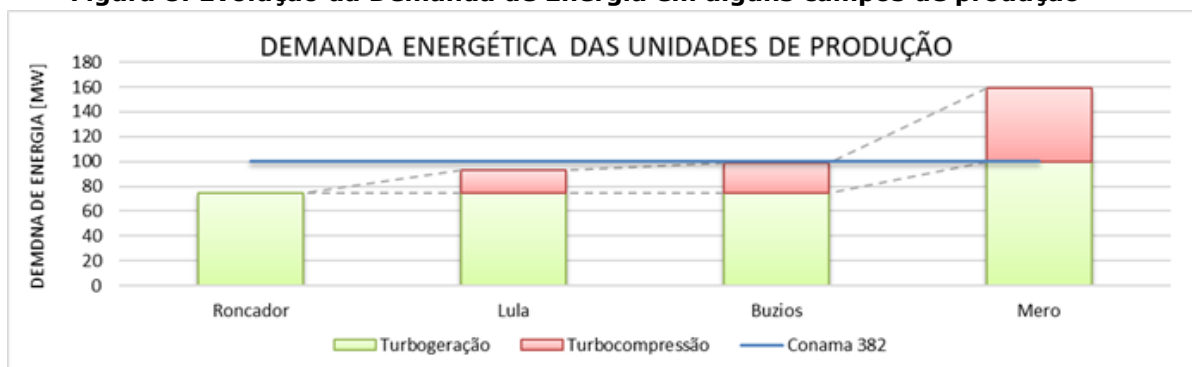
Atualmente, para as unidades de produção é solicitado um Índice de Utilização do Gás Associado (IUGA) maior que 97%¹⁰, o que também gera uma demanda energética das unidades. Essa condição permite a queima de 3% do gás produzido, de forma que o restante deve ser exportado ou reinjetado nos reservatórios. Em ambos os casos, são necessárias altas pressões e demandas energéticas para vencer os longos percursos dos gasodutos marítimos, tendo em vista as distâncias dos campos do pré-sal, bem como das grandes profundidades dos poços de injeção de gás.

A evolução da demanda de energia para alguns campos nos últimos anos está

¹⁰ Limite estabelecido na Portaria ANP 249/2000.

demonstrada na Figura 8, a seguir.

Figura 8: Evolução da Demanda de Energia em alguns campos de produção



Fonte: Estudos Internos Petrobras.

A opção pela geração elétrica por turbinas a gás, usando uma fração do gás produzido ainda não especificado, é a que promove a maior eficiência energética para a unidade. Para permitir uma disponibilidade adequada do sistema de geração, as turbinas devem poder usar combustível líquido (diesel) para momentos onde não houver disponibilidade de gás. Estes momentos acontecem durante o início da operação das plataformas e a cada momento onde houver uma parada de produção (*shutdown*). As turbinas que utilizam tanto o gás natural quanto diesel na sua operação são as turbinas bicompostíveis.

A experiência demonstra que há dificuldades na utilização de turbinas bicompostíveis, quando especificadas para baixas emissões (turbinas do tipo *Dry Low Emission - DLE*). Diante destas dificuldades, o sistema de geração de energia elétrica nas unidades tem utilizado turbinas do tipo SAC (*Single Anular Combustor*) que são bicompostíveis mais robustas e com maior disponibilidade, e com requisitos de emissões de NOx conhecidos e aceitos pelo mercado, porém, individualmente, num nível superior àquele requerido na tabela do item 3 do Anexo V da Resolução CONAMA 382/2006.

Pelo exposto, a geração de energia elétrica a gás natural (gás não especificado) nas unidades de produção tem sido limitada a 100MWe, de forma que o conjunto das turbinas atendam aos limites de emissões requeridos no Anexo V da Resolução CONAMA 382/2006. A demanda de energia adicional aos 100MWe, como se vê na Figura 8: Evolução da Demanda de Energia em alguns campos de produção, tem sido compensada com a instalação de turbinas acionando diretamente (mecanicamente) algumas das grandes cargas, tipicamente compressores (turbocompressores).

A limitação da geração de energia elétrica, de forma prática, tem causado grandes dificuldades em tornar viáveis técnica e economicamente projetos de engenharia de plataformas de produção para os novos campos do pré-sal.

5.2.2 Alternativas para atingimento dos limites do Anexo V do CONAMA 382/2006 e dificuldades na utilização de turbinas de baixas emissões (DLE) bicompostíveis

As alternativas para atendimento do limite de 50 mg/Nm³ a 15% de O₂ base seca (tabela 1 acima) são:

- I. Redução da geração de NOx:

- a) Injeção de água ou vapor: Elevado consumo de água ou vapor de água tratada, impacto na campanha das máquinas;
- b) Modificação em câmara de combustão (Dry Low Emission - DLE): Tecnologia não qualificada para uso em máquinas com capacidade bicombustível.

Ressalta-se que para essas duas tecnologias, a variação da qualidade do gás utilizado na plataforma torna o atendimento ao limite inviável, haja vista o potencial da variação do índice de Wobbe.

II. Abatimento de NOx:

- a) Controle de emissões com unidades de tratamento: Inviável em plataforma pela área ocupada, peso de dispositivo, mais complexidade operacional e risco de saúde pelo potencial uso de produtos, como amônia.

Tanto as alternativas relacionadas à redução da geração de NOx quanto ao abatimento de NOx não são adequadas para as plataformas. Sendo assim, as soluções para a geração de energia acabarão por passar a ser o uso de tecnologias menos eficientes de geração.

A utilização de turbinas a gás com tecnologia *DLE (Dry Low Emissions)*, para substituir os combustores *SAC (Single Annular Combustor)*, tradicionalmente usados em plataformas, permitiria atender os requisitos de emissão. No entanto, há limitações técnicas e operacionais, ressaltados os seguintes problemas:

- a) Grande aumento na complexidade e sensibilidade do sistema de combustão leva à uma taxa de falhas de ignição maior e uma disponibilidade menor nas turbinas DLE;
- b) Demanda periódica de manutenção altamente especializada para ajustes na parametrização do sistema de controle de combustão (*mapping*). Os menores desvios tornam a turbina indisponível;
- c) A indisponibilidade das turbinas implica em queima de gás combustível na tocha e, conseqüentemente, no aumento da emissão de gases poluentes, indo contra o objetivo primordial destes sistemas;
- d) A tecnologia DLE para turbinas bicombustíveis apresenta problemas de contaminação cruzada entre os "*manifolds*" de gás e de combustível líquido. Além disso, estes equipamentos não necessariamente atendem aos limites para ambos os combustíveis líquido e gasoso;
- e) Perda no controle de emissões na operação em carga parcial. Quando o ponto de operação se situa entre 60 e 50% da carga máxima, a emissão de NOx de uma turbina DLE é similar à de uma turbina com combustor SAC;
- f) A eficiência de uma turbina a gás com combustores DLE é menor do que a de uma turbina convencional com combustor SAC – o que implica em aumento de consumo de combustível;
- g) Turbinas DLE possuem menor capacidade de lidar com variações no índice de Wobbe do que turbinas SAC. Não existe experiência comprovada de turbinas DLE operando com gás combustível contendo alto teor de inertes.

Os pontos levantados, implicam em uma menor confiabilidade, que acabará por potencializar mais descontinuidade operacional e queima de gás em tocha, provocando maiores emissões, além de perdas de produção.

5.2.3 Utilização de turbocompressores

Diante da demanda energética crescente e das dificuldades para a utilização de turbinas de baixas emissões em sistemas de geração com capacidade maior que 100MWe, a solução técnica aplicada nos projetos das unidades de produção marítimas, até o momento, tem sido a instalação de turbocompressores a gás nas cargas cujas demandas excedam os 100MWe.

No entanto, a utilização de turbocompressores, aumenta a indisponibilidade total da planta de gás da unidade resultando em:

- I. Maior número de *shutdowns* nas unidades de produção, levando a maiores emissões de NOx na tocha da unidade devido à queima do inventário despressurizado;
- II. Menor eficiência operacional, quando comparada à solução com a instalação de motores elétricos e, por conseguinte, menor atratividade econômica dos projetos de desenvolvimento dos campos;
- III. Alto grau de dificuldade para a implantação de unidades de produção de grande porte (maiores que 180 mil barris de óleo por dia).

5.2.4 Unidades de Grande Capacidade

Uma tendência do mercado mundial de petróleo e, em particular, uma grande oportunidade para campos que possuem poços de alta produtividade como os do pré-sal, é a de utilização de unidades de maior capacidade (superiores a 180 mil bopd).

Análises preliminares para um campo hipotético com 10 (dez) áreas, apontam para a possibilidade de economia de até 33% no número de unidades e de até 22% no investimento necessário para o desenvolvimento da produção (considerando as instalações de superfície como sendo 1/3 do investimento total do sistema de produção).

No entanto, uma barreira técnica a ser vencida para a utilização de unidades de grande capacidade é o uso de sistemas de geração de energia elétrica, também de maior capacidade, de forma a se evitar o impacto de eficiência operacional causado por uma grande quantidade de turbocompressores. Atualmente, a necessidade fática da limitação do sistema de geração de energia elétrica em 100MWe com as demais grandes cargas acionadas por turbocompressores têm apontado para severas dificuldades técnicas de ocupação de área e de eficiência operacional.

5.2.5 Qualidade do Combustível – Não aplicabilidade adicional

Como citado, o Anexo V da Resolução CONAMA 382/2006 tem como objetivo principal estabelecer limites para usinas termoeletricas a gás natural, evitando impacto na qualidade do ar nas comunidades no entorno.

O Anexo II dessa resolução apresenta a definição de gás natural como combustível fóssil gasoso, conforme especificação da ANP - Agência Nacional do Petróleo. O gás natural utilizado nas plataformas para a geração de energia elétrica não foi ainda tratado nas unidades de processamento de gás (UPGN), localizadas em terra e, portanto, contém ainda hidrocarbonetos mais pesados (C2, C3+). Sua denominação é gás natural não especificado.

Os fabricantes de turbinas a gás garantem emissões de NOx, quando há garantia da

qualidade do combustível. Sendo assim, é ainda maior a complexidade de atendimento aos limites estipulados na Resolução 382/2006 por equipamentos de mercado com confiabilidade adequada para aplicações offshore.

De outra forma, a aplicação de turbinas a gás natural para geração de energia elétrica, ainda que estas sejam especificadas para baixos níveis de emissões atmosféricas, não é garantida uma vez que o combustível usado nas plataformas é gás natural não especificado.

5.3 Identificação dos Atores Afetados

Os principais atores afetados pela mudança regulatória proposta, qual seja, a não aplicabilidade do Anexo V da Resolução CONAMA 382/2006 para as instalações situadas além do mar territorial brasileiro são:

- I. Operadores da indústria de óleo e gás;
- II. Empresas de engenharia, construção, montagem, comissionamento e operação de plataformas marítimas de produção; e
- III. Empresas fornecedoras de turbinas a gás para aplicações offshore.

Para o problema regulatório posto, a possibilidade de não aplicação dos limites de emissões previstos na versão atual da Resolução CONAMA 382/2006 para plataformas de produção além dos limites das águas territoriais nacionais é um ponto positivo.

Para os operadores a possibilidade de sistemas de geração de energia elétrica de maior capacidade contribui para melhoria das emissões de NOx total das unidades de produção em relação às soluções adotadas atualmente (solução combinada de geração elétrica + turbocompressores), maior disponibilidade e eficiência operacional das unidades, implicando em maior atratividade econômica.

Para as empresas de engenharia, construção e montagem, a eventual alteração na resolução não traz impactos que mereçam menção significativa. No entanto, o trabalho destas empresas nos períodos de comissionamento, tanto em estaleiro quanto *offshore*, podem ser reduzidos na sua duração, uma vez que haveria a maximização do uso de motores elétricos para acionamento dos grandes compressores. Com isto, a complexidade no comissionamento dos grandes compressores seria reduzida, resultando em maior competitividade e menor exposição de pessoas a riscos.

Para as empresas fornecedoras de turbinas será aberto um novo mercado de fornecimento offshore para máquinas de maior capacidade, o que é um ponto positivo para estes fornecedores. Atualmente, turbinas limitadas a capacidades de 25 a 28 MW têm predominância no mercado para a geração de energia elétrica, devido às características de engenharia dos projetos e, principalmente, à limitação fática imposta pelo texto atual da resolução.

5.4 Identificação da Base Legal

O objeto da alteração proposta é o Anexo V da Resolução CONAMA 382/2006. A base legal para as alterações está expressa a seguir:

- I. CONAMA. (1989). Resolução CONAMA 05/89. Institui o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar - PRONAR. Brasília, DF, Brasil: CONAMA.
- II. CONAMA. (1990). Resolução CONAMA 03/90. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR. DF, Brasília, Brasil: CONAMA.
- III. CONAMA. (2006). Resolução CONAMA 382/2006. Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas. Brasília, Brasil: MMA.
- IV. CONAMA. (2011). Resolução CONAMA 436/2011. Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas instaladas ou com pedido de licença de instalação anteriores a 02/01/2007. Brasília, BR: MMA.
- V. CONAMA. (2018). Resolução CONAMA 491/2018. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar. Brasília, DF, Brasil: MMA.
- VI. CONAMA. (2019). Regimento Interno do CONAMA. Brasília, DF, Brasil: MMA.

A competência para a revisão da Resolução CONAMA 382/2006 é do próprio CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, conforme item (VI) acima.

5.5 Definição dos Objetivos

Os objetivos a serem atingidos são:

- I. Compatibilizar a legislação atual, no caso o Anexo V da Resolução CONAMA 382/2006 às necessidades atuais do setor de óleo e gás, no que concerne às demandas de energia elétrica das unidades de produção dos novos campos do pré-sal,
- II. Conceder, no âmbito do Anexo V da Resolução CONAMA 382/2006, aos sistemas de geração de energia elétrica baseados em turbinas a gás natural situados além dos limites do mar territorial o mesmo entendimento do Anexo I da própria Resolução CONAMA 382/2006 que ao estabelecer os limites para sistemas de óleo combustível considera que as emissões das fontes além do mar territorial "não atingem significativamente as comunidades". Esse entendimento já existe para o mesmo Anexo V da Resolução CONAMA 436/2011.

5.6 Descrição de Alternativas para o Problema Regulatório

O problema regulatório proposto pode ser abordado por meio de ações regulatórias ou de ações não regulatórias.

5.6.1 Ações Não Regulatórias

As ações não regulatórias para lidar com a questão apontada são aquelas que estão descritas de forma geral nos itens 5.2.2 e 5.2.3 do presente documento. De forma geral, se concentram em:

- I. Redução da geração de NOx
 - a) Injeção de água ou vapor na câmara de combustão das turbinas;
 - b) Utilização de turbinas aeroderivadas *Dry Low Emission*.

II. Abatimento de NOx;

- i) Limitar turbogeração a 100MWe e acionar cargas adicionais com turbocompressores.

As alternativas 1 e 2, como exposto em 5.2.2 não são tecnicamente viáveis pelas razões já expostas. Adicionalmente, cabe um esclarecimento quanto às turbinas DLE. É extenso o uso de turbinas aeroderivadas nas unidades de produção. Elas são mais leves, compactas e de altíssima confiabilidade. O outro tipo de turbina, mais aplicável às termoelétricas em terra, são as turbinas do tipo industriais (*heavy duty*), que possuem inerentemente sistemas de controle e de combustão preparados para baixas emissões. Geralmente são turbinas com capacidades significativamente maiores do que aquelas que se aplicariam a plataformas marítimas de produção. Desta forma, principalmente pelo seu tamanho e seu peso, mas também pela ausência de equipamentos deste tipo adequados ao ambiente offshore, estas turbinas não possuíam aplicação *offshore*. Recentemente, apenas um dos fabricantes de turbinas tem anunciado um modelo de turbina industrial que estaria apta ao mercado *offshore*. No entanto, não se considera ainda que este equipamento esteja apto a se tornar uma alternativa viável para o problema regulatório apresentado, tendo em vista que:

- I. não é uma alternativa que favoreça a competitividade; e
- II. não há equipamentos mencionados por este fabricante já instalados e em operação na indústria do petróleo *offshore* (*field proven*).

A alternativa 3 é a alternativa atualmente adotada para lidar com as limitações impostas pelo compromisso de atendimento aos requisitos do Anexo V da Resolução CONAMA 382/2006 e o aumento da demanda de energia das unidades. A consequência do entendimento de ser necessário atender aos limites tem implicado na inviabilidade técnica e econômica de unidades de produção com alta demanda energética e no projeto e operação de unidades de produção com um grande número de turbocompressores de alta capacidade. Por conseguinte, destaca-se que há também impacto ambiental resultante das emissões com a queima do inventário na tocha na ocasião de paradas e despressurização das unidades.

Convém observar que, com a perspectiva de continuidade no aumento da demanda energética das unidades, não se vislumbra que a alternativa 3 produza um cenário de melhoria frente ao problema regulatório apresentado.

5.6.2 Ações Regulatórias

Pelo já exposto, destacando-se as questões relacionadas: (i) a produção de energia elétrica por turbinas a gás em ambiente offshore; (ii) a localização "além do mar territorial", que está totalmente fora do ambiente dos centros urbanos e cujas emissões não atingem significativamente as comunidades; e (iii) a condição estabelecida no Anexo V da resolução CONAMA 436/2006, entende-se que a ação regulatória proposta é a adequação da Resolução CONAMA 382/2006, de forma a trazer clareza e coerência para as referidas resoluções.

Assim, indica-se a necessidade de inclusão do seguinte item no Anexo V da resolução CONAMA 382/2006:

"3.4. Os limites estabelecidos nesta resolução não se aplicam a turbinas a gás localizadas além do mar territorial brasileiro."

5.7 Exposição de Impactos das Alternativas - NOx e Gases Efeito Estufa (CO₂)

As alternativas não regulatórias apresentadas não são viáveis para resolver o problema regulatório. Já a alternativa regulatória apresentada (ajuste do Anexo V da Resolução CONAMA 382/2006), se implementada, permitirá que os sistemas de geração a gás natural das unidades marítimas de produção além do mar territorial, possam ter tratamento semelhantes àquele dispensado às fontes previstas no Anexo I da resolução CONAMA 382/2006, assim como as fontes dos Anexos I e V da Resolução CONAMA 436/2011.

Adicionalmente, a alternativa regulatória apresentada permite cumprir o objetivo de viabilizar que sistemas de geração a gás natural das plataformas possam ter capacidade adequada para atendimento das demandas energéticas dos campos atuais do Pré-sal, utilizando-se equipamentos de mercado, preservando a competitividade, a boa técnica e os aspectos de segurança e meio ambiente. Pode-se considerar, como um desdobramento ao cumprimento deste objetivo, que se cria a oportunidade para o desenvolvimento de projetos de unidades de grande capacidade.

De forma a verificar eventuais impactos da alteração regulatória proposta para sistemas de geração a gás natural, foi realizada uma avaliação comparativa das emissões totais de NOx para dois casos: (i) a aplicação da resolução CONAMA 382/2006 para fontes além do mar territorial, com suas restrições e (ii) considerando a exceção na aplicação da resolução CONAMA 382/2006

Ambos os casos consideraram uma unidade marítima de produção com uma demanda energética total de 159MWe. O objetivo desta avaliação comparativa é o de demonstrar que a solução do problema regulatório como proposto não promove prejuízos em termos de emissões de NOx, que é o principal aspecto regulado do Anexo V da Resolução CONAMA 382/2006.

- I. Caso fosse considerada a aplicabilidade do atual Anexo V da Resolução CONAMA 382/2006 às plataformas, como não é possível atender o limite de turbinas a gás em plataformas, a solução seria a geração da seguinte forma:
 - a) 5 turbogeradores de 25 MWe (4 em operação e 1 em *standby*)
 - b) + 5 Turbocompressores (59MW no total)Neste caso a geração de energia elétrica está limitada a 100 MWe, ficando excluída do anexo V da Resolução CONAMA 382/2006. Isso porque dos 5 (cinco) turbogeradores de 25MWe, apenas 4 (quatro) estariam em funcionamento contínuo gerando, no máximo, 100MWe. O 5º turbogerador ficaria na reserva por questões de continuidade e segurança operacional. Como a demanda total de energia considerada é 159MWe, as cargas adicionais aos 100MWe são acionadas por grandes turbocompressores. Assim, para a configuração da planta de produção utilizada, foi considerada a instalação de 5 (cinco) turbocompressores totalizando a demanda de 59MWe.
- II. Considerando que a resolução CONAMA 382/2006 não é aplicável às plataformas, solução planta 100% eletrificada (caso alternativo):

Trata-se de uma proposta de ajuste da Resolução CONAMA 382/2006 esclarecendo a não aplicabilidade do Anexo V em fontes fixas instaladas além do mar territorial brasileiro – seria uma planta *all electric*:

TGs:

- ✓ 4 x 42 MWe - 3 operando
- ✓ 2 x 25 MWe - 1 operando

Neste caso foi considerada a mesma planta de produção, porém, com uma capacidade de geração que não se limitou aos 100MWe, utilizando turbinas convencionais. Para este caso, é considerado que todas as cargas são acionadas eletricamente e não há, portanto, turbocompressores.

A demanda total de energia elétrica, por conseguinte, é de 159MWe. A capacidade total instalada proposta para o sistema de geração deste caso, já considerada a capacidade na reserva, é de 218MWe.

Após o cálculo das emissões totais de NOx para ambos os casos, foram observados os seguintes resultados:

Tabela 9: Comparativo de Emissões atmosféricas entre diferentes sistemas de geração de energia elétrica.

	Caso base Parcialmente eletrificada	Caso alternativo 100% eletrificada
Emissões Totais de NOx [kg/h]	709	547

Fonte: Petrobras

Estes resultados evidenciam que a planta 100% eletrificada é a menos emissora, ou seja, a alteração da resolução (esclarecimento quanto a não aplicabilidade) na forma como proposta não promove regressão do ponto de vista ambiental quando analisadas as emissões totais de NOx em comparação com o estado atual de aplicação da legislação.

Emissão de Gases Efeito Estufa

A Tabela 10 amplia a análise considerando a intensidade de emissões do fornecimento de energia, também para CO₂. Observa-se o menor consumo de gás e o aumento da produção.

Tabela 10: Intensidade de emissões – Fornecimento de Energia – alternativas

Libra 3N	Turbinas a Gás instaladas (em operação)		Turbo compressor instalado (em operação)	Produção Real Petróleo (bopd)	Consumo de Gás (kg/h)	NOx (kg NO2/h)	NOx (kg NO2 / bopd)	CO2 (kg/h)	CO2 (kg/ bopd)
	42 MWe	25 MWe							
Planta parcialmente eletrificada		5 (4)	5 (3)	180.000	37.800	709	0,09	106.961	13,86
Planta 100% eletrificada	4 (3)	2(1)	0	181.800*	30.900	547	0,07	85.108	11,24

*Este valor apresenta o aumento na efetividade de produção esperado para plataformas 100% eletrificadas.

5.8 Estratégia para Implantação da Alternativa Sugerida

A estratégia de implementação sugerida para a alteração proposta é bastante simples, tendo em vista que se baseia em precedentes que já existem tanto na própria Resolução CONAMA 382/2006, quanto na integralidade da aplicação da resolução CONAMA 436/2011. Julga-se necessária apenas a alteração do texto da resolução CONAMA 382/2006 na forma proposta no item 6.2 do presente documento

Não se vislumbra nesta análise algum tipo de preparação específica ou de um período de adaptação de outros órgãos ou do próprio mercado para a implementação da solução regulatória proposta.

Adicionalmente, não se vislumbra riscos técnicos que demandem um plano de ação específico para a implementação da alteração regulatória proposta. Também não se vislumbra nenhum tipo de fiscalização adicional por parte dos órgãos de fiscalização competentes, principalmente o IBAMA, ou da criação e acompanhamento de indicadores específicos para o acompanhamento das unidades de produção, diferentes daqueles já utilizados para a fiscalização dos sistemas de geração a gás natural das unidades de produção regidas pela Resolução CONAMA 436/2011.

5.9 Experiência Internacional

De forma a buscar referências internacionais, tendo como objetivo investigar a existência de problema regulatório similar ao tratado nesta AIR em outros países, foi realizado um mapeamento de regulamentos ou resoluções semelhantes. A pesquisa não engloba todas as legislações existentes, haja vista a enorme abrangência e os diferentes formatos de regulamentação, que demandam interpretação e conhecimento local.

Mais detalhes serão apresentados a seguir, por região, nos itens 5.9.1 a 5.9.3, e um breve resumo no item 5.9.4.

5.9.1 União Europeia (UE)

O documento *Industrial Emissions Directive (IED) 2010/75/EU on industrial emissions (integrated pollution prevention and control)* (UE, 2010) estabelece limites para emissão de gases poluentes e tóxicos em instalações industriais acima de 50 MW na União Europeia (EU).

Os limites para instalações industriais de médio porte, até 50 MW, estão contidos na *Industrial Emissions Directive (IED) 2015/2193/EU on the limitation of emissions of certain pollutants into the air from medium combustion plants.*(UE, 2015)

As emissões de turbinas e motores a gás de instalações offshore não fazem parte do escopo de nenhuma das duas diretrizes, conforme texto abaixo:

¹¹ "Este Capítulo é aplicável a plantas de combustão, as quais possuam carga térmica nominal igual ou superior a 50 MW, independentemente do tipo de combustível utilizado.

Este Capítulo¹²; não é aplicável às seguintes fontes de combustão:...

(i) turbinas a gás e motores a gás usados em plataformas marítimas"

IED 2010/75/EU

"Esta Diretriz não é aplicável a:(...).

(h) turbinas a gás a motores a gás e a diesel, quando usados em plataformas offshore;"

IED 2015/2193/EU

Não foram encontradas diretrizes para instalações marítimas na EU.

5.9.2 Reino Unido (UK)

O documento *The Offshore Combustion Installations (Pollution Prevention and Control) Regulations 2013* (UK GOV, 2013), estabelece os requisitos para prevenção e controle de poluição nas unidades marítimas de produção de petróleo e gás do Reino Unido. Esta utiliza os limites de emissões da Diretiva 2010/75/EU porém abre exceções para valores menos restritos conforme abaixo.

¹³ "Limites de emissão

¹¹3. This Directive shall not apply to: (h) gas turbines and gas and diesel engines, when used on offshore platforms;

¹²"This Chapter shall apply to combustion plants, the total rated thermal input of which is equal to or greater than 50 MW, irrespective of the type of fuel used.

This Chapter shall not apply to the following combustion plants:...

(i) gas turbines and gas engines used on offshore platforms;"

¹³ "Emission limit values

10.—(1) Where paragraph (2) applies and subject to paragraph (3), the Secretary of State may set emission limit values as a condition of a permit which are less strict than the values required by Article 15(3) of the 2010 Directive ("the Article 15(3) values").

(2) The Secretary of State must—

(a) assess that to impose the Article 15(3) values would lead to disproportionately higher costs compared to the environmental benefits because of—

- (i) the geographical location of, or the local environmental conditions at, the relevant platform where the offshore combustion installation is installed; or
- (ii) the technical characteristics of the offshore combustion installation;

and

(b) be satisfied that by setting the emission limit values, no significant pollution will be caused and a high level of protection of the environment as a whole will be achieved.

(3) The Secretary of State must include in an annex to the permit—

10. — (1) onde o parágrafo (2) é aplicável e sujeito ao parágrafo (3), o Secretário de Estado pode estabelecer como condição para uma licença [de operação] valores limite de emissões menos restritivos que os valores requeridos pelo Artigo 15(3) da Diretriz 2010.

(2) O Secretário de Estado deve — avaliar se a imposição dos valores do Artigo 15(3) levaria a custos desproporcionalmente elevados comparados aos benefícios ao meio ambiente devido à localização geográfica da, ou as condições ambientais na, plataforma marítima relevante onde a fonte de combustão será instalada; suas características técnicas da instalação de combustão marítima; e estar convencido de que, ao estabelecer os valores limite de emissão, nenhuma poluição significativa será causada e um alto nível de proteção do meio ambiente como um todo será alcançado.”

(3) O Secretário de Estado deve incluir em anexo à licença [de operação] —

(a) o resultado da avaliação de acordo com o parágrafo (2)(a); e

(b) a justificativa por estar satisfeito conforme o parágrafo (2)(b).”

Offshore PPC Regulations 2013.

O Anexo V (Parte 2, item 6) da 2010 *Directive (IED 2010/75/EU)* mencionada acima estabelece os limites de emissão de NOx e CO para turbinas a gás das instalações industriais que começaram a operar a partir de 1 de janeiro de 2016.

Para as instalações industriais que começaram a parte de 1 de janeiro de 2016, os limites de emissão de NOx e CO para turbinas a gás da 2010 *Directive (IED 2010/75/EU)* encontram-se na Parte 2, item 6, do Anexo V (ver figura 1).

Observa-se que o limite de emissão de NOx de turbinas a gás em ciclo simples que possuem eficiência acima de 35% na potência nominal ISO é ligeiramente superior aos limites da tabela. Além disso, estes limites são aplicados apenas para turbinas operando acima de 70% da carga nominal.

(a) the result of the assessment under paragraph (2)(a); and

(b) the justification for being satisfied under paragraph (2)(b).”

Figura 1 - Limites de emissão para plantas de combustão utilizando gás como combustível (DIRECTIVE 2010/75/EU)

6. Emission limit values (mg/Nm³) for NO_x and CO for gas fired combustion plants

	NO _x	CO
Combustion plants other than gas turbines and gas engines	100	100
Gas turbines (including CCGT)	50 ⁽¹⁾	100
Gas engines	75	100

Note:
⁽¹⁾ For single cycle gas turbines having an efficiency greater than 35 % – determined at ISO base load conditions – the emission limit value for NO_x shall be $50\eta/35$ where η is the gas turbine efficiency at ISO base load conditions expressed as a percentage.

For gas turbines (including CCGT), the NO_x and CO emission limit values set out in this point apply only above 70 % load.

Gas turbines and gas engines for emergency use that operate less than 500 operating hours per year are not covered by the emission limit values set out in this point. The operator of such plants shall record the used operating hours.

Conforme mencionado no item 5.7, acima, a avaliação comparativa das emissões totais de evidenciaram que a planta 100% eletrificada (aquela que considera a exceção na aplicação da Resolução CONAMA 382/2006) apresenta vantagens de produção e menor intensidade de emissões, tanto de NOx quanto de CO₂. Além disso, verifica-se que a dispersão de NOx não promove impacto na qualidade do ar nas regiões próximas à costa.

Ao avaliar estes resultados sob a ótica da legislação do Reino Unido, conclui-se que o órgão licenciador (representado neste caso pelo Secretário de Estado) teria todos os resultados necessários (e exigidos no item (2) da Offshore PPC Regulations 2013) para permitir o uso de valores menos restritivos do que aqueles apresentados na figura 2 e que são similares aos valores do Anexo V da Resolução CONAMA 382/2006.

5.9.3 Estados Unidos da América (EUA)

A Parte 550 (OIL AND GAS AND SULPHUR OPERATIONS IN THE OUTER CONTINENTAL SHELF) do Título 30 (Mineral Resources) do Code of Federal Regulations (CFR) (EPA, 2020) contém os regulamentos para as atividades de exploração, desenvolvimento e produção de óleo, gás e enxofre nos limites exteriores da plataforma continental (Outer Continental Shelf – OCS) dos EUA.

Segundo este documento, o Plano de Exploração (EP) deve conter informações sobre as emissões projetadas de diversos poluentes, dentre eles o NOx e o CO.

Tomando como exemplo o NOx , caso as emissões anuais excedam o valor de E =

33,3 D, onde E são as emissões totais em ton/ano e D é a distância da unidade até a costa em milhas, então o EP deverá realizar uma avaliação do impacto destas emissões na qualidade do ar na costa, utilizando um dos modelos de qualidade do ar aprovados pela *Environmental Protection Agency (EPA)*.

A concentração de NOx oriundo da plataforma marítima deverá resultar em concentrações na costa abaixo dos níveis de significância presentes na Tabela 11 a seguir.

Tabela 11: Limites de emissões totais para plataformas marítimas na OCS.
SIGNIFICANCE LEVELS—AIR POLLUTANT CONCENTRATIONS

[µg/m³]

Air pollutant	Averaging time (hours)				
	Annual	24	8	3	1
SO ₂	1	5			25
TSP	1	5			
NO ₂	1				
CO				500	2,000

Fonte: EPA, 2020.

Os resultados de emissões da planta 100% eletrificada (aquela que considera a exceção na aplicação da Resolução CONAMA 382/2006) apresentados no item 7 deste Anexo C atendem aos requisitos da tabela 11 acima, uma vez que os resultados da concentração máxima de NOx a 50 km da fonte e 290 km da costa atingem o valor de 1 µg/m³ na média anual conforme mostra a tabela 12 abaixo.

Tabela 12 - Resumo dos resultados das modelagens (Cluster de plataformas)

Caso	Concentração de NOx máxima (340 km da costa)				concentração de NOx máxima (50 km da fonte e 290 km da costa)	
	Média horária	Frequência ultrapassagem	Média Anual	Frequência ultrapassagem	Média horária	Média Anual
Padrão CONAMA 491/18	260	-	60	-	260	60
Libra 3 NW Base	1101	0,78%	79,9	0,01%	60	1
Libra 3 NW Alternativo	1101	0,77%	79,9	0,01%	60	1

Ou seja, valores menores do que o limite máximo permitido pela legislação americana chegariam à costa. Desta forma, conclui-se que o exemplo da planta 100% eletrificada atende aos limites da legislação americana.

5.9.4 Resumo

O levantamento mostrou que nas resoluções pesquisadas, as plantas *offshore* não estão submetidas aos mesmos limites das plantas industriais em terra. Há, em alguns casos, demanda por avaliação de impacto em terra.

5.10 Responsáveis pela Avaliação de Impacto Regulatório

Esta AIR foi conduzida pelos seguintes empregados da Petrobras:

- Daniele Lomba Zaneti Puelker – Gerente Geral de Licenciamento Ambiental e Relacionamento Externo;
- Gustavo Limp Nascimento – Gerente de Licenciamento E&P;
- Flavio Torres Lopes da Cruz – Gerente de Relacionamento Externo em SMS
- Marcio Mattoso de Padua – Gerente de Sistemas Elétricos e Instrumentação da Engenharia de Sistemas de Superfície;
- Gustavo Henriques Regianni Alves – Gerente de Engenharia de Sistemas Elétricos de Sistemas de Superfície;
- Ronan Bichuette Vieira – Gerente Setorial de Engenharia de Equipamentos Dinâmicos e Confiabilidade;
- Leticia de Rezende Tapajoz – Engenheira de Equipamentos – Mecânica;
- Glenda Rangel Rodrigues – Consultora de Desenvolvimento do Refino;
- Andre Pinhel Soares – Gerente Setorial de Estudos Ambientais; e
- Ana Beatriz de Sousa Ferreira – Engenheira Ambiental.

6 BIBLIOGRAFIA

Baird, C. (2002). Química Ambiental . São Paulo: Bookman.

CENPES. (12 de 2019). Modelagem de Dispersão - CENPES PDISO AER. EDA Plataformas Off Shore. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: PETROBRAS.

CONAMA . (15 de junho de 1989). CONAMA 05/89. Institui o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar - PRONAR. Brasília, DF, Brasil: CONAMA.

CONAMA. (22 de Agosto de 1990). Resolução CONAMA 3/90. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR. DF, Brasília, Brasil: CONAMA.

CONAMA. (2006). RESOLUÇÃO CONAMA 382. Brasília, Brasil: MMA.

CONAMA. (2011). RESOLUÇÃO CONAMA 436. Brasília, BR: MMA.

CONAMA. (21 de 11 de 2018). RESOLUÇÃO CONAMA 491. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar. Brasília, DF, Brasil: MMA.

CONAMA. (17 de 09 de 2019). Revisão Versão precedente da 133ª RO. Regimento interno do conselho nacional do meio ambiente. Brasília, DF, Brasil: MMA.

CONAMA 482/2017. (06 de 10 de 2017). utilização da técnica de queima controlada emergencial como ação de resposta a incidentes de poluição por óleo no mar. Brasília, DF, Brasil: CONAMA.

Conselho Nacional do Meio Ambiente. (26 de Dezembro de 2006). Resolução CONAMA 382/2006. Resolução CONAMA 382/2006. Brasília, DF, Brasil: CONAMA.

EPA. (08 de 01 de 2020). Title 30 of the Code of Federal Regulations – Part 550 (30 CFR §550.303). Fonte: USEPA ECRF: https://www.ecfr.gov/cgi-bin/retrieveECFR?gp=&SID=0c967014ef98c33bb433b53b600e28db&mc=true&n=pt30.2.550&r=PART&ty=HTML#se30.2.550_1303

legcounsel. (12 de 9 de 2019). US FEDERAL LAW. Fonte: CLEAN AIR ACT: <https://legcounsel.house.gov/Comps/Clean%20Air%20Act.pdf>

Martins, L. D. (2006). Tese. Sensibilidade da formação do ozônio troposférico às emissões veiculares na RMSP. São Paulo, SP, Brasil: USP.

PCVE. (10 de 01 de 2020). Fonte: <http://www.mme.gov.br: http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/petroleo-gas-natural-e-bicombustiveis/acoes-e-programas/programas/pcve>

Rodrigues, G. R. (março de 2019). PI IND/PO/DRF 01/19. Avaliação Aplicabilidade da CONAMA 328 em plataformas. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Petrobras.

UE. (10 de 11 de 2010). Industrial Emissions Directive (IED) 2010/75/EU .

Fonte: Industrial emissions (integrated pollution prevention and control): <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010L0075>

&qid=1571595575388&from=EN

UE. (2015). Industrial Emissions Directive (IED) 2015/2193/EU. Fonte: The limitation of emissions of certain pollutants into the air from medium combustion plants: <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010L>

0075&qid=1571595575388&from=EN

UK GOV. (2013). (Pollution Prevention and Control) Regulations 2013. Fonte: The Offshore Combustion Installations:
<http://www.legislation.gov.uk/uksi/2013/971/contents/made>

UK GOV. (22 de 01 de 2013). GOV UK Guidance . Fonte: Oil-and-gas-offshore-environmental-legislation:
<https://www.gov.uk/guidance/oil-and-gas-offshore-environmental-legislation>

WHO. (2005). Summary of risk assessment. WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulphur dioxide. WHO.

ANEXO A - PREMISSAS DA RESOLUÇÃO CONAMA 05/1990 E DA RESOLUÇÃO CONAMA 382/2006

As premissas de ambas as resoluções estão detalhadas nos “considerandos” do texto dos regulamentos, conforme destacados a seguir:

- i. Resolução CONAMA 05/1990, que estabelece o PRONAR – Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar.
 - a) “Considerando o acelerado crescimento urbano e industrial brasileiro e da frota de veículos automotores;
 - b) Considerando o progressivo e decorrente aumento da poluição atmosférica, principalmente nas regiões metropolitanas;
 - c) Considerando seus reflexos negativos sobre a sociedade, a economia e o meio ambiente;
 - d) Considerando as perspectivas de continuidade destas condições e,
 - e) Considerando a necessidade de se estabelecer estratégias para o controle, preservação e recuperação da qualidade do ar, válidas para todo o Território Nacional, conforme previsto na Lei no 6.938, de 31/08/81, que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente, resolve: Instituir o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar - PRONAR, como um dos instrumentos básicos da gestão ambiental para proteção da saúde e bem-estar das populações e melhoria da qualidade de vida com o objetivo de permitir o desenvolvimento econômico e social do País de forma ambientalmente segura, pela limitação dos níveis de emissão de poluentes por fontes de poluição atmosférica.”

- ii. Resolução CONAMA 382/2006
 - a) “Considerando o disposto na Resolução CONAMA nº 5, de 15 de junho de 1989, que estabelece o Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar - PRONAR;
 - b) “Considerando os altos níveis de poluição atmosférica já alcançados, principalmente nas regiões metropolitanas, e seus reflexos negativos sobre a saúde, o meio ambiente e a economia;
 - c) Considerando a crescente industrialização de várias regiões do país com o conseqüente aumento do nível de emissões atmosféricas e da degradação da qualidade do ar;
 - d) Considerando a necessidade de compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico;
 - e) Considerando a necessidade de se estabelecer base de referência nacional sobre limites de emissão de poluentes atmosféricos, visando coibir excessos não condizentes com a defesa do meio ambiente;
 - f) Considerando a necessidade de se estabelecer estratégias para o controle e recuperação da qualidade do ar e a prevenção de sua degradação;
 - g) Considerando a necessidade de se estabelecer critérios orientadores para definição dos limites de emissão de poluentes atmosféricos e prover os órgãos ambientais de instrumentos adequados para análise de processos e licenciamento de empreendimentos;
 - h) Considerando que a poluição deve ser controlada na fonte, seja por meio de equipamentos de controle do tipo “fim de tubo”, seja utilizando processos

- menos poluidores, em razão do Princípio de Prevenção à Poluição;
- i) Considerando que existem tecnologias disponíveis para a redução da emissão de poluentes para diversos processos produtivos;
 - j) Considerando que os estados possuem níveis diferenciados de industrialização e de poluição do ar, cabendo aos órgãos ambientais estaduais e locais estabelecerem, quando for o caso, limites de emissão mais restritivos;
 - k) Considerando que o atendimento aos limites de emissões de poluentes atmosféricos objetiva minimizar os impactos sobre a qualidade do ar e, assim, proteger a saúde e o bem-estar da população;
 - l) Considerando que a determinação de limites nacionais de emissão atmosférica deve também levar em conta seu custo e o impacto deste nas economias regionais, resolve: estabelecer limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas.”

Como é possível concluir, o objetivo da Resolução é garantir a qualidade do ar, em especial nas áreas urbanas. O texto da Resolução se inicia pelo disposto no PRONAR, fazendo adicionalmente os “considerandos” citados acima, que reforçam a premissa de preocupação com os centros urbanos e os impactos da saúde.

ANEXO B - DIFICULDADES RELACIONADAS ÀS TURBINAS DLE (DRY LOW EMISSIONS) PARA USO EM PLATAFORMAS

A utilização de turbinas a gás com tecnologia DLE (Dry Low Emissions), para substituir os combustores SAC (Single Annular Combustor), tradicionalmente usados em plataformas, permitiria atender os requisitos de emissão. No entanto, há limitações técnicas e operacionais, ressaltados os seguintes problemas:

- Grande aumento na complexidade e sensibilidade do sistema de combustão leva à uma taxa de falhas de ignição maior e uma disponibilidade menor nas turbinas DLE;
- Demanda periódica de manutenção altamente especializada para ajustes na parametrização do sistema de controle de combustão (mapping). Os menores desvios tornam a turbina indisponível;
- A indisponibilidade das turbinas implica em queima de gás combustível na tocha e, conseqüentemente, no aumento da emissão de gases poluentes, indo contra o objetivo primordial destes sistemas;
- A tecnologia DLE para turbinas bicombustíveis apresenta problemas de contaminação cruzada entre os "manifolds" de gás e de combustível líquido. Além disso, estes equipamentos não necessariamente atendem aos limites para ambos os combustíveis líquido e gasoso;
- Perda no controle de emissões na operação em carga parcial. Quando o ponto de operação se situa entre 60 e 50% da carga máxima, a emissão de NOx de uma turbina DLE é similar à de uma turbina com combustor SAC;
- A eficiência de uma turbina a gás com combustores DLE é menor do que a de uma turbina convencional com combustor SAC – o que implica em aumento de consumo de combustível;
- Turbinas DLE possuem menor capacidade de lidar com variações no índice de Wobbe do que turbinas SAC. Não existe experiência comprovada de turbinas DLE operando com gás combustível contendo alto teor de inertes;

Os pontos levantados implicam em uma menor confiabilidade, que acabará por potencializar mais descontinuidade operacional e queima de gás em tocha, provocando maiores emissões, além das perdas de produção.

Relatório de análise de documento referente à resolução CONAMA 382/2006

Prof. Paulo Artaxo

Instituto de Física da USP, artaxo@if.usp.br

Rua do Matão 1371, CEP05508-090, São Paulo, S.P., fone (11) 991158970

1 - Introdução

O documento do Instituto Brasileiro de Petróleo, gás e biocombustíveis (IBP) datado de janeiro de 2020, com o título “*Justificativa para a proposta de ajustes resolução CONAMA 382/2006*” trata da questão de emissão de contaminantes atmosféricos em plataformas de exploração de petróleo na área do Pré-sal. As novas plataformas demandam geração de energia por turbinas a gás, produzido no campo. A necessidade de geração acima de 100 MWe levanta questões quanto aos limites de emissões atmosféricas para fontes fixas e a questão da qualidade do ar. Os padrões de qualidade do ar estabelecidos pela resolução CONAMA 491/2018 não devem ser ultrapassados em áreas habitadas para minimizar os potenciais impactos na saúde da população. Destaca-se que as plataformas de produção de petróleo situam-se a pelo menos 150 Km da costa e estão em área marítima, com topografia plana, e com alta taxa de ventilação que favorece a dispersão de poluentes. Há questões em relação ao Anexo V, que trata de limites de emissões para turbinas a gás natural de centrais termelétricas acima de 100 MWe.

A resolução CONAMA 436/2011, mais recente, contém observações em relação a fontes além do mar territorial brasileiro (caso do Pré-Sal), colocando que estas naturalmente têm menor impacto na qualidade do ar de populações. Por sua localização, suas emissões não atingem significativamente as comunidades, e não afetam, de modo significativo a qualidade do ar dentro dos limites dos padrões de qualidade do ar do CONAMA para os poluentes controlados (CO, O₃, NO_x, SO₂ e material particulado).

Neste sentido, foi produzido o documento em análise, contendo cálculos de estudo de dispersão de um cluster de plataformas, analisando seu potencial impacto na qualidade do ar em comunidades da costa brasileira. É também apresentado uma análise do impacto regulatório.

A resolução CONAMA 382/2006 é muito importante na proteção da qualidade do ar para a população brasileira, por estabelecer limites de emissões para diversas tipologias de fontes poluidoras. O foco é o atendimento do PRONAR – Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar, estabelecido pela resolução CONAMA 05/1989, que regulamenta poluentes com foco nos impactos na saúde da população causada pela poluição atmosférica em centros urbanos. Importante salientar que as atividades discutidas neste relatório ocorrem muito longe de centros urbanos, em área de fácil dispersão de poluentes atmosféricos, fazendo com que o potencial

impacto na saúde da população seja muito limitado. Cabe salientar que tradicionalmente o impacto ambiental de emissões atmosféricas em plataformas de produção de petróleo se dá na emissão de gases de efeito estufa, principalmente dióxido de carbono e metano, e não de poluentes atmosféricos como NO_x , CO, O_3 e material particulado.

Os limites de emissões do anexo V da resolução CONAMA 382/2006 refere-se a turbinas de geração termoelétrica a gás com potência elétrica superior a 100 MWe. O foco é na operação de termelétricas para geração de eletricidade próximas a centros urbanos. O limite estipulado para emissões de NO_x é de 50 mg/Nm^3 a 15% de O_2 base seca. Importante salientar o argumento da inviabilidade de uso de controle emissões de NO_x em plataformas de produção de petróleo, pois estas tecnologias que podem ser usadas em termelétricas de grande capacidade exigem uso de produtos químicos como amônia, que podem trazer riscos adicionais na operação das plataformas em relação à saúde dos trabalhadores.

No tópico 1.4 do relatório do IBP, são discutidos a questão da previsão na legislação para fontes “além do mar territorial”, nas resoluções CONAMA 382/2006 e 436/2011. Para emissões além do mar territorial, a resolução 436/2011 coloca no anexo II que “os limites estabelecidos nesta resolução não se aplicam as fontes de combustão a gás natural localizadas além do mar territorial brasileiro, cujas emissões não atingem significativamente as comunidades”. O anexo V da resolução 436/2011 coloca que “os limites nesta resolução não se aplicam a turbinas a gás localizadas além do mar territorial brasileiro”. Portanto, é explícita na resolução que estes limites de emissões de NO_x não se aplicam a fontes além do mar territorial brasileiro.

No item 2 do documento em análise, discute-se a potencial emissão de NO_x e formação de ozônio. Entretanto, como não há comunidades, não costumam ser realizados estudos de dispersão atmosférica para avaliar as concentrações dos poluentes primários em alto mar. Apesar disso, no documento foram realizados estudos de modelagem de dispersão atmosférica para NO_x ($\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2$) a partir da localidade do pré-sal, para uma potencial avaliação do impacto de um cluster de plataformas.

2 - Aspectos regulatórios

Os valores de concentração atmosférica a serem analisados tem que estar de acordo com os novos padrões nacional de qualidade do ar da resolução CONAMA 491/2018, visando a proteção da saúde da população. A figura 1 abaixo mostra os padrões de qualidade do ar estipulados pela Resolução 491/2018, bem como os antigos valores da resolução 03/1990. Para NO_2 o valor máximo em 1 hora é de $260 \mu\text{g/m}^3$, e a média anual é de $60 \mu\text{g/m}^3$ para PI-1 com valores finais almejados em $200 \mu\text{g/m}^3$ e $40 \mu\text{g/m}^3$. A legislação paulista que estipula os padrões de qualidade do ar está contida no decreto estadual 59.113, que segue as diretrizes estabelecidas pela OMS (Organização Mundial da Saúde). Os valores finais para NO_2 neste decreto foram estipulados em

200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para valores máximos horários, e de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para média aritmética anual. A legislação paulista também estipula os critérios para episódios agudos de poluição do ar através do decreto estadual no. 59113 de 23/04/2013, onde para NO_2 o nível de atenção fica em 1.130 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, e o de emergência em 3.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabela 1 – Padrões de qualidade do ar vigentes na legislação nacional pela resolução CONAMA 491/2018. Também são apresentados os padrões de qualidade do ar antigos, da resolução CONAMA 03/1990.

RES. 03/1990				RES. 491/2018						
POLUENTE	PERÍODO	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppm	POLUENTE	PERÍODO	PI-1	PI-2	PI-3	PF	ppm
						$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
MP10	24 h	150	—	MP10	24 h	120	100	75	50	—
	Anual ¹	50	—		Anual ¹	40	35	30	20	—
MP 2.5	24 h	—	—	MP 2.5	24 h	60	50	37	25	—
	Anual ¹	—	—		Anual ¹	20	17	15	10	—
SO2	24 h	365	—	SO2	24 h	125	50	30	20	—
	Anual ¹	80	—		Anual ¹	40	30	20	—	—
NO2	1 h ²	320	—	NO2	1 hora ²	260	240	220	200	—
	Anual ¹	100	—		Anual ¹	60	50	45	40	—
O3	1 h ²	160	—	O3	8 h ³	140	130	120	100	—
Fumaça	24 h	150	—	Fumaça	24 h	120	100	75	50	—
	Anual ¹	60	—		Anual ¹	40	35	30	20	—
CO	8 h	—	9	CO	8 h ³	—	—	—	—	9
	1 h	—	35		—	—	—	—	—	—
PTS	24 h	240	—	PTS	24 h	—	—	—	240	—
	Anual ⁴	80	—		Anual ⁴	—	—	—	80	—
Chumbo ⁵	Anual ¹	—	—	Chumbo ⁵	Anual ¹	—	—	—	0,5	—

Observações: (1) média aritmética anual; (2) média horária; (3) máxima média móvel obtida no dia; (4) Média geométrica anual; (5) medido nas partículas totais em suspensão.

3 - Dispersão atmosférica das emissões

No tópico 2.2 do documento em análise, é feita uma análise de dispersão atmosférica para calcular se as emissões de NO_x na região do Pré-sal impactam em regiões habitadas da costa brasileira. Foi feita uma análise comparativa das emissões totais de NO_x em dois casos, em uma plataforma com demanda de energia de 159 MWe. No caso base, teríamos turbinas a gás gerando até 100 MWe, e no caso alternativo, geração de 159 MWe. Importante salientar que no caso base (emissão de 100 MWe), não há dúvida quanto à não aplicabilidade da resolução CONAMA 382/2006. Estes cenários levam a emissões de 709 Kg/h de NO_x para o caso base e de 547 Kg/h para o caso alternativo onde temos 100% da energia eletrificada. Nesta condições, foram analisados 2 cenários de posições geográficas.

As simulações foram realizadas pelo Centro de Pesquisas da Petrobras (CENPES) utilizando o software “AMS/EPA Regulatory Model” AERMOD View. Este pacote de software é o sistema padrão da US-EPA (*Environmental Protection Agency dos Estados Unidos*). Foi desenvolvido pela *American Meteorological Society (AMS)* e a *United States Environmental Protection Agency (US EPA)*, e é distribuído pela *Lakes Environment Software*. Ele é utilizado em todos os processos regulatórios dos Estados Unidos, juntamente com o modelo ISCST3 (*Industrial Source Complex Short Term model*). O AERMOD view é um modelo de dispersão baseado em pluma gaussiana em estado estacionário. O modelo pode fornecer estimativas de dispersão para até 50 Km de distância da fonte. O campo de vento é homogêneo, e a estabilidade da atmosfera é baseada nos conceitos de turbulência atmosférica. O detalhamento do modelo, com as vantagens e suas limitações pode ser obtido em <https://www.weblakes.com/guides/aermod/toc/index.html>.

Os dados meteorológicos entrados no modelo correspondem à Bacia de Santos, no período de 1 de janeiro de 2018 a 31 de agosto de 2019, com medidas horárias. Foram avaliados valores da concentração de NO_x para 1 hora e para média anual, lembrando que os valores na resolução CONAMA 491/2018 são de 260 µg/m³ para valores máximos horários e de 60 µg/m³ para média aritmética anual. Os resultados mostrados nas figuras 4, 5 e 6 do documento e sintetizados na Tabela 6 mostram claramente que o impacto atmosférico é desprezível em qualquer ponto da costa brasileira. Enquanto a média anual de NO₂ pela resolução CONAMA é de 60 µg/m³, a potencial contribuição no exemplo 1 é de 0,3 µg/m³ no caso base e 0,2 µg/m³ no caso alternativo. Isso a uma distância de 50 Km da fonte e a cerca de 290 Km da costa. Portanto a análise mostra uma contribuição absolutamente desprezível para as concentrações de NO₂ na costa brasileira. Importante salientar que na média anual, o valor máximo de 0,2 µg/m³ não se dá na direção da costa, mas na direção sudoeste em área marítima, sequer atingindo a costa brasileira.

No caso do tópico 2.3 foram analisados estudos de dispersão para um conjunto de plataformas. Os resultados foram apresentados na Tabela 7, com uma contribuição a 290 Km da costa de 1 µg/m³ também desprezível.

Os resultados da modelagem de dispersão mostram claramente que em qualquer circunstância modelada, a contribuição média da plataforma para a concentração de NO₂ na costa é menor que 1 µg/m³, que corresponde a cerca de 1.6% dos valores permitidos pela legislação brasileira.

4 – Análise do conteúdo normativo

As análises do documento mostram claramente que é necessário uma adequação e explicitação na resolução CONAMA 382/2006 referente a operação de turbinas a gás em plataformas de exploração de petróleo. O documento preconiza que seja explícito no anexo V da resolução CONAMA 382/2006 para que não parem dúvidas:

“Assim, indicamos a necessidade de inclusão do seguinte item no Anexo V da Resolução CONAMA 382/2006: 3.4. Os limites estabelecidos nesta Resolução não se aplicam a turbinas a gás localizadas além do mar territorial brasileiro.”

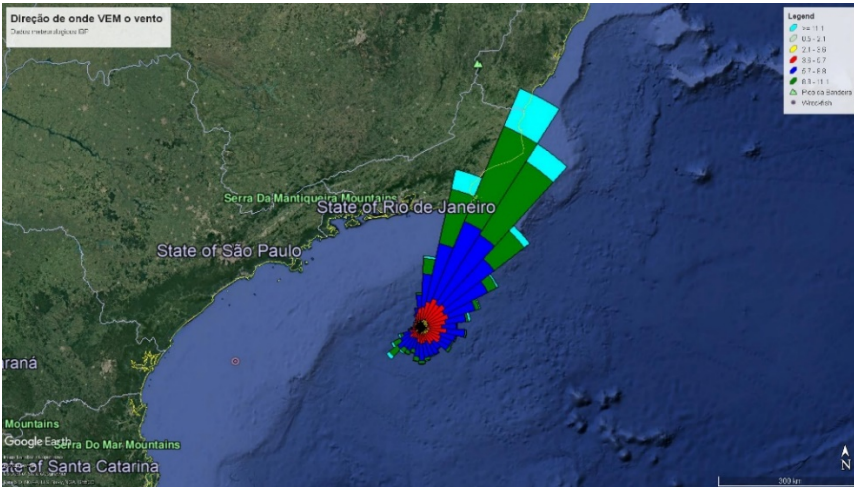
Considerando que os impactos na costa brasileira são na melhor das hipóteses menores que 1%, o pleito faz sentido do ponto de vista científico e de engenharia, e deve ser recomendado para aprovação pelo CONAMA.

5 – Análises alternativas de trajetórias de massas de ar e dispersão de poluentes com o modelo HYSPLIT da NOAA

O modelo AERMOD View é o modelo oficial da USEPA, e apesar de já ter mais de 30 anos em termos de formulação é atualizado frequentemente, para incluir os avanços do conhecimento. O AERMOD é o modelo regulatório padrão da EPA. Atualmente a NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) dos Estados Unidos desenvolveu em conjunto com o Bureau de Meteorologia da Austrália o sistema de modelagem atmosférico “*Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory model*” - HYSPLIT. O site principal do modelo HYSPLIT é muito amigável e pode ser encontrado em: <https://www.arl.noaa.gov/hysplit/hysplit/>. Simulações de trajetórias de massas de ar e de dispersão podem ser feitas online e offline. Existem dezenas de publicações que validaram o modelo, e contribuíram para seu desenvolvimento, e que podem ser encontrados nos vários web sites do sistema HYSPLIT e em muitas publicações científicas tais como (<https://doi.org/10.1175/BAMS-D-14-00110.1>). Para o correto uso do modelo de dispersão e de trajetórias, é necessário conhecimento meteorológico, e as bases de dados meteorológicas dos últimos 20 anos podem ser obtidas no site do sistema.

O CENPES realizou as simulações meteorológicas com o sistema AERMOD View e dados meteorológicos que foram compilados e plotados em termos de rosas de vento. A Figura 5.1 abaixo apresenta a rosa dos ventos dos dados utilizados pelo CENPES na simulação de dispersão pelo modelo AERMOD View. Dados de janeiro de 2018 a agosto de 2019. Salienta-se que as direções representam de onde VEM o vento. O vento na região do Pré-sal vem da direção nordeste. Para visualizar a área de possível impacto pode ser mais fácil observar para onde VAI o vento depois de passar pela área do Pré-sal. É claro neste gráfico que o vento somente atinge a costa muito pouco frequentemente. A maior parte, em mais de 90% dos casos, o vento continua em região oceânica no Atlântico Sul, e não atinge a costa, mesmo no litoral mais ao sul, nas regiões dos estados de Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Portanto, mesmo que as emissões fossem extremamente elevadas, elas não atingiriam com frequência áreas habitadas do Brasil, atingindo majoritariamente áreas oceânicas somente. Observa-se esta condição independente de modelos de dispersão ou trajetória, mostrando que as emissões do Pré-sal na baía de Santos atingem predominantemente áreas oceânicas, com pouco impacto na saúde de

peças que morem no litoral brasileiro. A figura 5.3 apresenta a distribuição de frequência de velocidade dos ventos para os dados do CENPES que foram utilizados no estudo de dispersão pelo sistema AERMOD View. Notamos que a mediana da velocidade do vento é relativamente elevada em torno de 7 m/s. A frequência da condição de vento calmo é muito baixa, da ordem de 0.2%. Estas condições favorecem a dispersão dos poluentes na atmosfera.



5.1 – Cálculos de trajetórias de massas de ar pelo sistema HYSPLIT

Foi realizado uma série de cálculos de trajetórias forward de massas de ar ao longo de todo o ano de 2018 e 2019 utilizando o sistema HYSPLIT de trajetórias. As trajetórias forward foram geradas com lançamento a 100 metros de altura, e seguidas por 48 horas. Dados meteorológicos foram obtidos do sistema GDAS com resolução espacial de 1 grau. As trajetórias geralmente seguem a preferência da direção do vento, o que podem ser observadas na **figura 5.4**. Do total de trajetórias calculadas, observa-se um pequeno número que atinge a região costeira. As poucas trajetórias que chegam à costa o fazem depois de viajar por mais de 300 Km, o que dilui a pluma e dispersa as emissões de modo muito significativo.

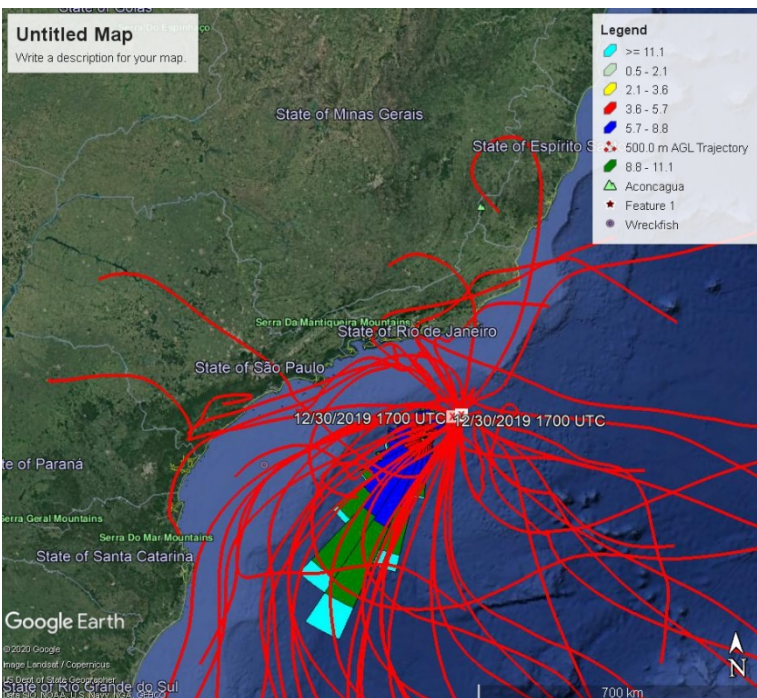


Figura 5.4 – Conjunto de trajetórias de massas de ar forward, que mostram para onde as emissões vão para cada dia do ano. Lançamento das emissões a 100 metros de altura e simuladas por 48 horas.

5.2 - Modelos de dispersão pelo sistema HYSPLIT da NOAA

Foram rodadas muitas simulações de dispersão pelo sistema HYSPLIT, todas tendo início nas coordenadas UTM: Zona 24J, UTM North (m) 7278754, UTM East (m) 776895. Latitude: S-25.00, Long: W43.00. As emissões de NOx totais foram assumidas como no caso base que correspondem a 709 Kg/h. Para termos uma ideia da variabilidade anual rodamos para cada início de mês 3 dias de trajetórias, que serão discutidos nas figuras a seguir. As concentrações médias finais foram calculadas na altura de 0 a 100 metros. Todos estes casos podem ser rodados e checados novamente com estes parâmetros acima, em modo de dispersão no site: https://www.ready.noaa.gov/HYSPLIT_disp.php. Clicando no link “Archive dispersion”, usando a meteorologia do sistema GDAS com 0.5 grau de resolução global para a data de emissão. Estipula-se emissão constante e gera-se todos os plots necessários para o diagnóstico.

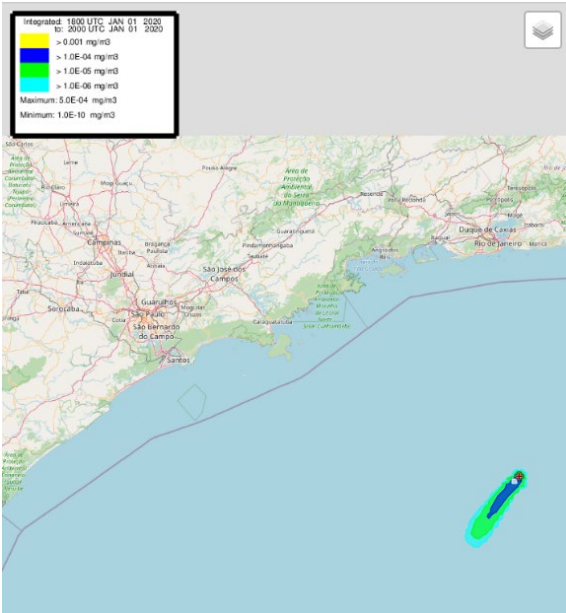


Figura 5.5 – Dispersão da pluma mais comum nas simulações. Esta foi feita para o dia **1 de janeiro de 2020** e seguida por 3 dias. Ela segue a direção preferencial do vento. Quantitativamente, aponta para concentrações no limite da cor azul claro de valores da ordem de $1 \cdot 10^{-6} \text{ mg/m}^3$. Isso corresponde a valores extremamente baixos, menores que $0.001 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. A pluma não tem qualquer impacto na costa brasileira, em qualquer tempo ou região.

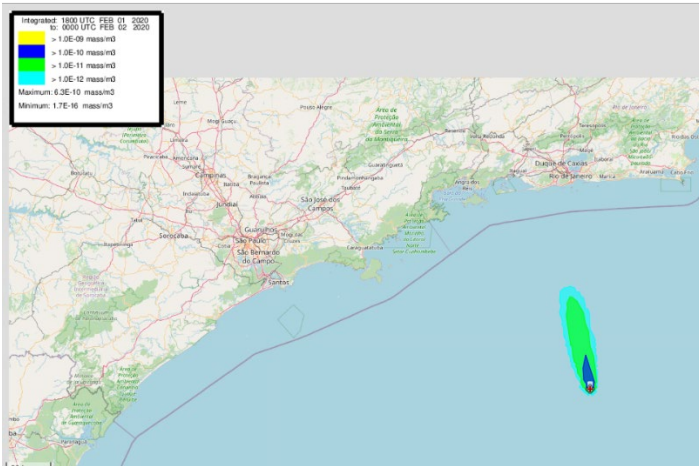


Figura 5.6 – Dispersão da pluma no dia **1 de fevereiro de 2020** e seguida por 3 dias. Esta pluma atinge a costa brasileira, mas aponta para concentrações no limite da cor azul claro de valores da ordem de $1 \cdot 10^{-12} \text{ kg/m}^3$. Isso corresponde a valores extremamente baixos, menores que $0.001 \text{ } \mu\text{g/m}^3$.

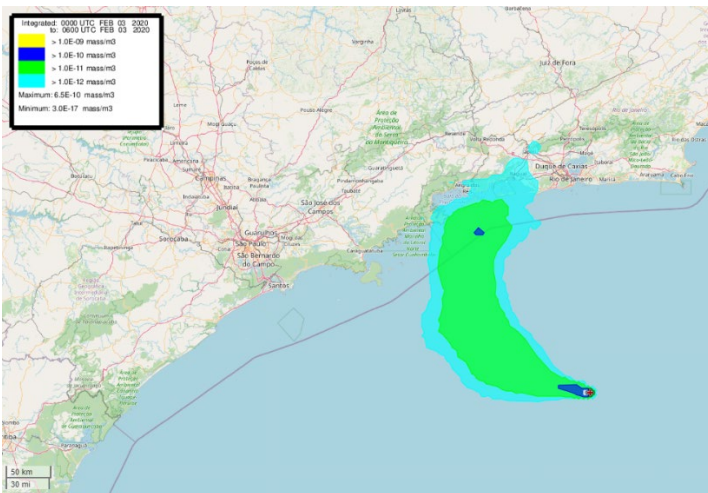


Figura 5.7 – Dispersão da pluma no dia 1 de fevereiro de 2020. Depois de 2 dias (em **3 de fevereiro de 2020**) esta pluma atinge a costa brasileira, mas aponta para concentrações no limite da cor azul claro de valores da ordem de $1 \cdot 10^{-12} \text{ kg/m}^3$. Isso corresponde a concentrações extremamente baixas, menores que $0.001 \text{ } \mu\text{g/m}^3$.

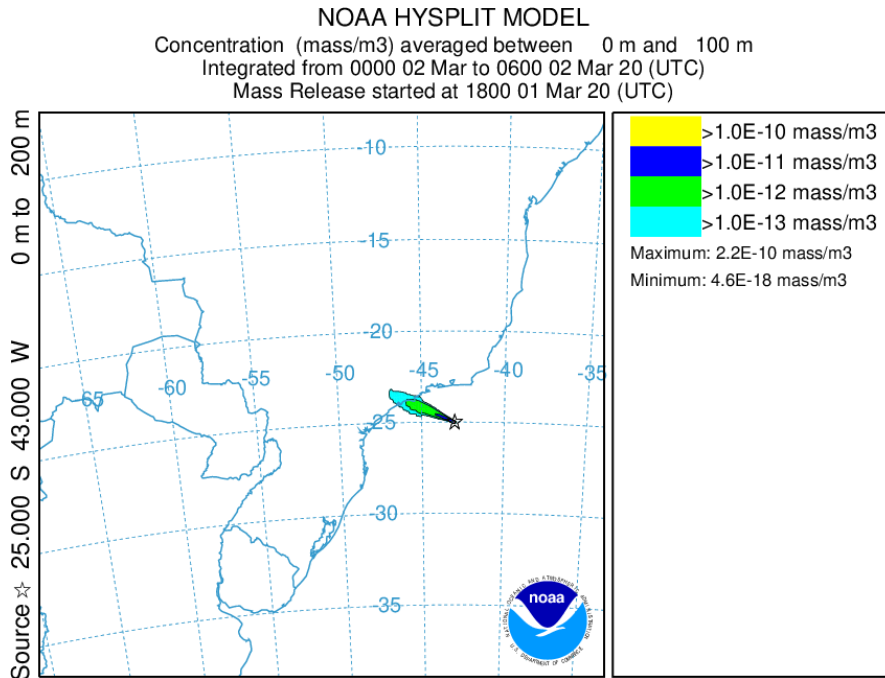


Figura 5.8 – Dispersão da pluma emitida a partir de 1 de março de 2020. Posição da pluma **em 2 de março de 2020**. Esta pluma atinge a costa brasileira, mas aponta para concentrações no limite da cor azul claro de valores da ordem de $1 \cdot 10^{-13}$ kg/m³. Isso corresponde a concentrações de $0.001 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Este caso do dia 1-2 de março de 2020 é importante porque a pluma é modelada indo diretamente para a costa na altura de Ilhabela. É o trajeto mais curto possível entre as emissões e a costa. Mesmo neste caso, que é raro, as concentrações simuladas na costa brasileira atingem valores de $0.001 \mu\text{g}/\text{m}^3$, lembrando que o padrão de qualidade do ar é de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Portanto, mesmo no caso extremo da pluma indo direto para a costa, a contribuição para NO₂ é desprezível.

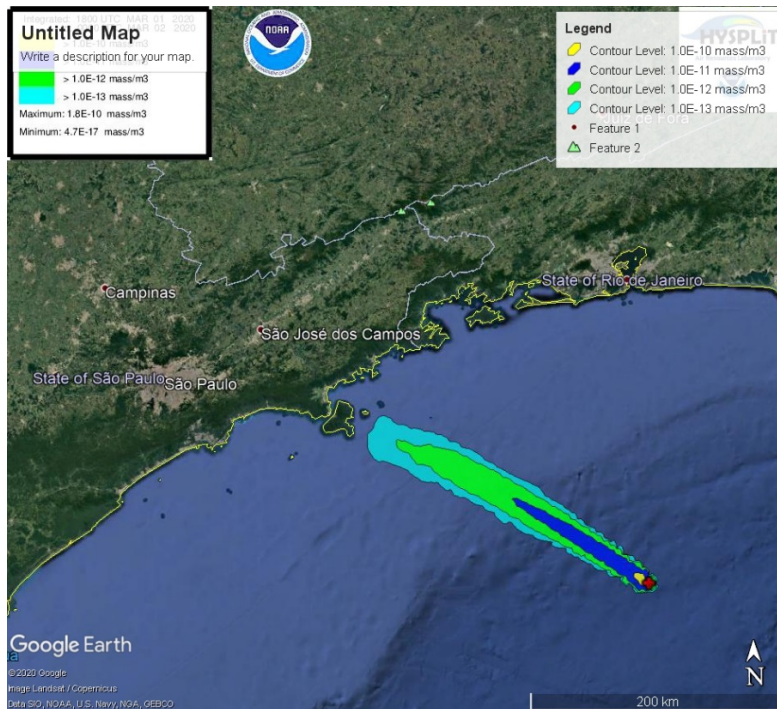


Figura 5.9 – Plot usando Google Earth da dispersão da pluma emitida a partir de 1 de março de 2020. Posição da pluma **em 2 de março de 2020**. Esta pluma atinge a costa brasileira, mas aponta para concentrações no limite da cor azul claro de valores da ordem de $1 \cdot 10^{-13}$ kg/m³. Isso corresponde a baixíssimas concentrações de $0.001 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

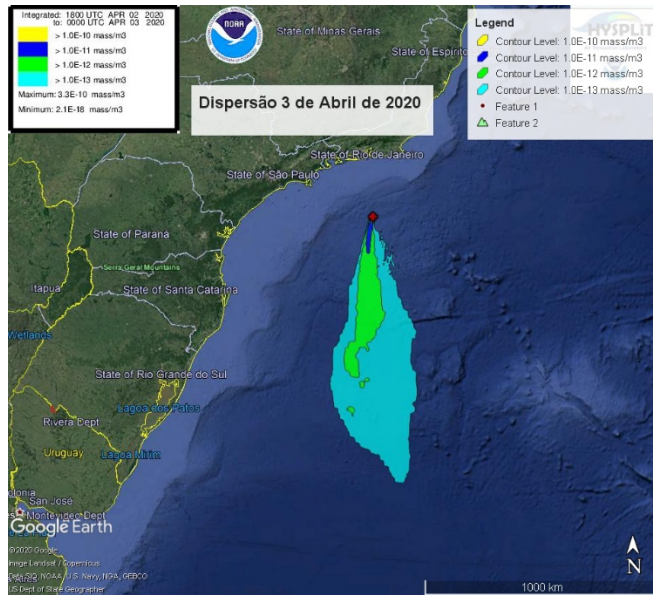


Figura 5.10 – Plot usando Google Earth da dispersão da pluma emitida a partir de 1 de abril de 2020. Posição da pluma **em 3 de abril de 2020**. Esta pluma vai na direção preferencial do vento e representa de 60 a 700 das trajetórias. As concentrações no limite da cor azul claro têm valores da ordem de $1 \cdot 10^{-13} \text{ kg/m}^3$. Isso corresponde a baixíssimas concentrações de $0.001 \mu\text{g/m}^3$.

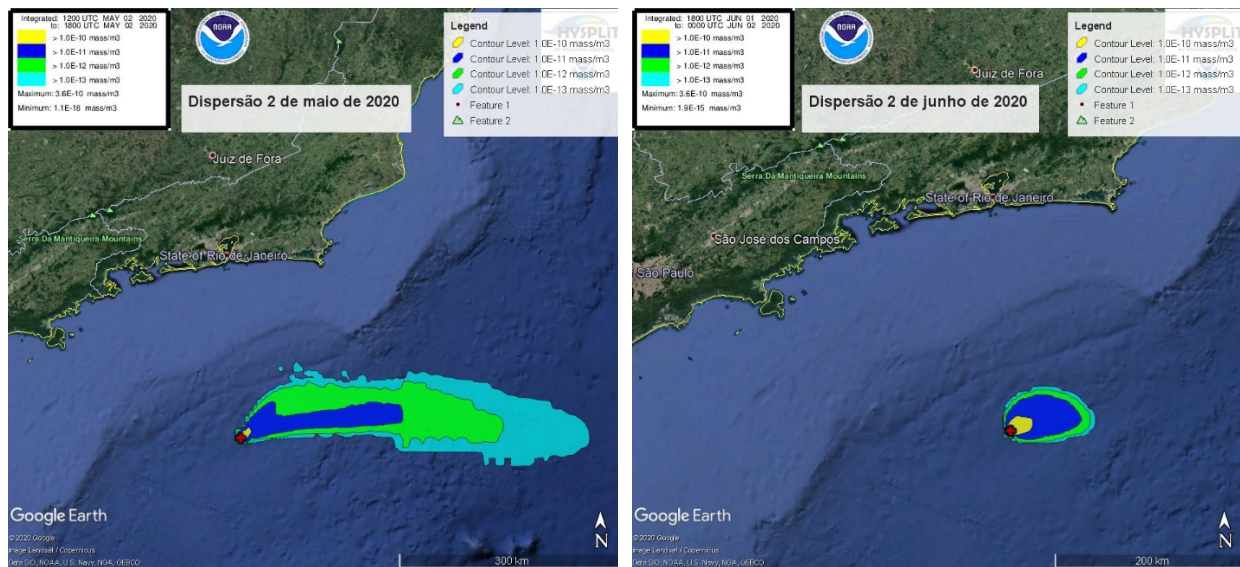


Figura 5.11 – Dispersão de NO₂ nos dias 2 de maio e 2 de junho de 2020. Em ambas as ocasiões, a pluma vai na direção oposta ao continente, restringindo seu impacto somente em áreas oceânicas, sem afetar a população na costa.

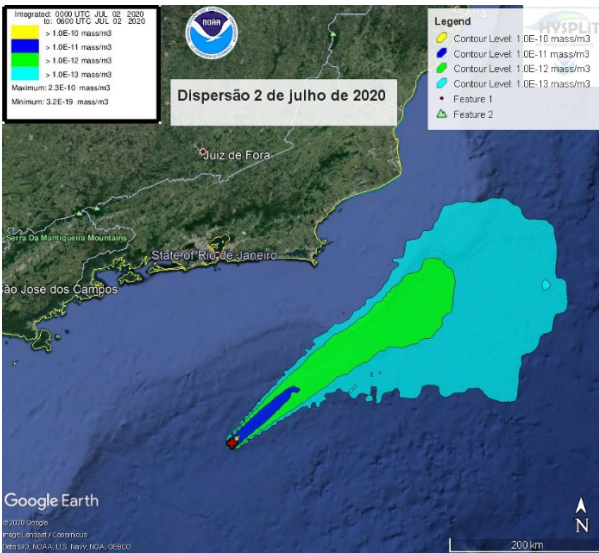


Figura 5.12 – Dispersão atmosférica de NO_2 no dia 2 de julho de 2020. A pluma de NO_2 novamente não atinge o continente, impactando somente o oceano. E não atinge áreas habitadas.

Foram feitas centenas de simulações como as calculadas acima, e o padrão de dispersão segue sempre o mesmo. A maioria das trajetórias não atinge a área continental, e as poucas trajetórias que vão diretamente na área continental sua contribuição para as concentrações de NO_2 são desprezíveis, sempre menores que 2% dos padrões de qualidade do ar, como esperado pela distância e pela baixa emissão de poluentes.

6 – Conclusões

Após análise cuidadosa e detalhada do documento do CENPES, observamos que a geração de eletricidade nas plataformas de petróleo de até 159 MWe levando a uma emissão de NO_x de 547 Kg/h, tem um impacto desprezível na qualidade do ar nas áreas continentais brasileiras. A análise da rosa de ventos mostra que a direção preferencial dos ventos não se dá na direção continental. O modelo de dispersão utilizado pelo CENPES, que é padrão regulatório nos Estados Unidos o AERMOD View mostra que a operação de plataformas com geração termoelétrica a gás com potência de até 159 MWe não impacta significativamente a qualidade do ar e a saúde da população brasileira que vive na região costeira. Simulações adicionais realizadas com o software HYSPLIT da NOAA, aponta para as mesmas conclusões, fortalecendo o fato da contribuição desprezível para a qualidade do ar da operação em questão. Ressalta-se que a citada referência de 159 MW é devido ao caso particular trabalhado neste estudo, não se tratando de um limite.

Em processos associados à exploração de petróleo, em geral as maiores emissões são de gases de efeito estufa (GEE), em particular de CO_2 . É importante também reduzir as emissões de CO_2 , embora não seja poluente atmosférico e não seja regulado pela resolução CONAMA 491/2018. Há todo um forte esforço do Brasil e da indústria na redução de emissões de GEE. Salientamos

que além do impacto das emissões de NO₂ ser desprezível, o impacto em intensidade de emissões de NO₂ e CO₂ da alternativa “*all electric*” como explicitado no relatório é positiva.

Importante também é o fato de que as emissões de GEE e de regulados serão maiores, caso se mantenha como está atualmente a redação atual da resolução Conama, em relação à eletrificação total da plataforma. Além de na maioria dos casos a pluma não tocar na costa, a emissão de GEE e de regulados será menor com a revisão da Resolução que limita a geração de energia em 100 MW. Isso trará um efeito positivo nas emissões.

As análises do documento do CENPES mostram claramente que é necessário uma adequação e explicitação na resolução CONAMA 382/2006 referente a operação de turbinas a gás em plataformas de exploração de petróleo. O documento preconiza que seja explícito no anexo V da resolução CONAMA 382/2006 para que não parem dúvidas:

“Assim, indicamos a necessidade de inclusão do seguinte item no Anexo V da Resolução CONAMA 382/2006: 3.4. Os limites estabelecidos nesta Resolução não se aplicam a turbinas a gás localizadas além do mar territorial brasileiro.”

Todas as análises realizadas mostram que o pleito faz sentido do ponto de vista científico, ambiental e de engenharia, e deve ser recomendado para aprovação pelo CONAMA.



Prof. Dr. Paulo Artaxo

Instituto de Física

Universidade de São Paulo



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
SECRETARIA EXECUTIVA

OFÍCIO Nº 6343/2020/MMA

Brasília, 16 de setembro de 2020.

Ao Senhor
DAVI BOMTEMPO
Conselheiro Titular no CONAMA
Representante da Confederação Nacional da Indústria (CNI)
Gerência Executiva de Meio Ambiente e Sustentabilidade
SBN Quadra 1, Bloco C, Ed. Roberto Simonsen, 11º Andar
CEP 70040-903 – Brasília DF

Assunto: Proposta de Resolução Conama que altera a Resolução nº 382/2006, que estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas.

Referência: Processo nº 02000.004685/2020-41.

Senhor Conselheiro,

1. Trata-se de Proposta de Resolução apresentada pela Confederação Nacional da Indústria (CNI), que altera a Resolução nº 382/2006, que estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas (SEI 0610007).

2. Considerando a necessidade de manifestação técnica desta Secretaria sobre a matéria e que da análise dos documentos com a justificativa técnica remetidos ao DCONAMA pelo representante titular da entidade no colegiado não foi possível avaliar de forma conclusiva a proposta de modificação da Resolução nº 382/2006, vimos solicitar complementação quanto às seguintes questões:

I - No estudo apresentado para subsidiar o pedido de modificação da Resolução Conama nº 382/2006 foi analisado somente um cenário de demanda energética e em uma bacia específica.

a) Outros campos de produção terão demanda energética superior ao valor de 159 MWe utilizado na avaliação do impacto?

b) Foram realizados outros estudos de dispersão sobre o impacto das emissões de plataforma na região costeira em outros campos de produção?

II - É possível afirmar que todas as plataformas de exploração de petróleo apresentarão impactos insignificantes na costa brasileira?

III - Foi avaliada a influência das condições meteorológicas na costa brasileira para verificar, nos locais de produção de petróleo, que a preferência da direção do vento não era àquela em direção a costa?

IV - Foram realizados estudos de dispersão atmosférica do poluente secundário ozônio, que é formado na atmosfera através da reação entre os compostos orgânicos voláteis (COV's) e óxidos de nitrogênio (NOx) em presença de luz solar?

Atenciosamente,

LUÍS GUSTAVO BIAGIONI
Secretário-Executivo

Esplanada dos Ministérios, Bloco B, sala 600 - Telefone: (61) 2028-1182
CEP 70068-901 Brasília/DF - <http://www.mma.gov.br> - se@mma.gov.br



Documento assinado eletronicamente por **Luís Gustavo Biagioni, Secretário-Executivo**, em 17/09/2020, às 17:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.mma.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0624417** e o código CRC **CE5A9C18**.

Processo nº 02000.004685/2020-41

SEI nº 0624417

Esplanada dos Ministérios, Bloco B, Brasília/DF, CEP 70068-901 - <http://www.mma.gov.br/>, sepro@mma.gov.br, Telefone: (61)2028-1206



Confederação Nacional da Indústria

PELO FUTURO DA INDÚSTRIA

CARTA-01072/2020

CNI - Gerência Executiva Meio Ambiente e Sustentabilidade

Brasília, 28 de setembro de 2020.

Ao Senhor
LUÍS GUSTAVO BIAGIONI
Secretário-Executivo
MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA

Assunto: **Resposta ao Ofício Nº 6343/2020/MMA, sobre a Proposta de Ajuste na Resolução CONAMA 382/2006 (Processo nº 02000.004685/2020-41)**

Prezado Senhor,

Segue documento (anexo), elaborado pela equipe técnica do Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás (IBP), tendo a colaboração do Professor Paulo Artaxo, do Instituto de Física da USP, em resposta à solicitação de informações complementares conforme Ofício nº 6343/2020/MMA.

Importante considerar, como pode ser examinado no documento em anexo, que:

1. A demanda de energia das plataformas recentes do pré-sal, sistematicamente superior aos 100MWe, tem levado à elaboração de projetos cuja solução tem sido instalar mais turbinas para acionamento mecânico direto de compressores, de forma a manter a geração de energia elétrica abaixo do limite requerido pela Resolução CONAMA 382/2006. Não se vislumbra em outras regiões, até o momento, a conjunção dos fatores encontrados no pré-sal e que levariam a unidades com demandas energéticas semelhantes.
2. O atual limite de concentração de NOx estabelecido no anexo V, caso continue sendo considerado aplicável para plataformas localizadas além do mar territorial brasileiro, inviabiliza algumas das configurações mais eficientes de projetos para o pré-sal.
3. A maioria das trajetórias de modelagem de dispersão apresentadas anteriormente não atinge a área continental, e as poucas trajetórias que a atingem, comprovam que as concentrações de NO₂, nessas circunstâncias, são desprezíveis, como esperado pela distância dos campos do pré-sal e pela baixa emissão de poluentes.
4. É possível concluir que as condições de emissões e, por conseguinte, concentrações de NOx, independentemente da localização da unidade avaliada, serão piores em configurações que atendam ao texto atual da resolução, em comparação com uma planta maximizada no uso de energia elétrica.

Diante do exposto, ressaltamos a importância e urgência do assunto, visto que desde o leilão do Excedente da Cessão Onerosa, em 2019, não tem sido possível incorporar soluções mais eficientes nos projetos de novas unidades de produção.



Confederação Nacional da Indústria

PELO FUTURO DA INDÚSTRIA

Algumas das unidades já tiveram sua engenharia desenvolvida e estão em fase de licitação, não possuindo mais a possibilidade de incorporar os ganhos ambientais e econômicos que poderiam ser promovidos com a aprovação do pleito ora proposto. No entanto, novas unidades de grande capacidade estão em fase de engenharia e podem capturar ganhos promovidos pelo texto ajustado da resolução, caso venha a ocorrer ainda no ano de 2020.

Desde já agradecemos e estamos à disposição para novos esclarecimentos que se fizerem necessários.

Atenciosamente,

Davi Bomtempo

Conselheiro Titular no CONAMA

Gerente Executivo de Meio Ambiente e Sustentabilidade
Confederação Nacional da Indústria

ANEXO

Resposta ao Ofício Nº 6343/2020/MMA, sobre a Proposta de Ajuste na Resolução CONAMA 382/2006, que estabelece os limites máximos de emissões de poluentes atmosféricos para fontes fixas

Referência: Processo nº 02000.004685/2020-41, tratado no Ofício nº 6343/2020/MMA

1. Trata-se de resposta aos questionamentos apresentados no ofício em epígrafe, constante do processo em referência. No sentido de contextualizar as respostas, apresentamos, no início, breve resumo do pleito, seguido de complementações e esclarecimentos a serem encaminhados à Secretaria de Qualidade Ambiental do Ministério de Meio Ambiente, de forma a permitir uma análise conclusiva do pleito de origem.

Contextualização

2. O pleito em questão se refere à não aplicabilidade dos limites de emissões estabelecidos na resolução CONAMA 382/2006 às fontes localizadas além do mar territorial brasileiro, em especial os constantes no seu anexo V, que trata de turbinas a gás para a geração de energia elétrica.
3. Pleiteia-se que seja acrescido no Anexo V da resolução o parágrafo a seguir:
“Os limites estabelecidos nesta Resolução não se aplicam a fontes localizadas além do mar territorial brasileiro, cujas emissões não atingem significativamente as comunidades”.
4. No que tange aos limites constantes nesta resolução e na CONAMA 436/2011 e sua aplicabilidade, cabe destacar que:
 - 4.1. Os limites estabelecidos na resolução CONAMA 382/2006, bem como aqueles constantes na resolução CONAMA 436/2011 têm como objetivo “minimizar o impacto sobre a qualidade do ar e, assim, proteger a saúde e o bem-estar da população”, especialmente nos centros urbanos;
 - 4.2. O item 3.4 do Anexo I¹ da resolução CONAMA 382/2006, que trata de processos de geração de calor a partir da combustão externa de óleo combustível, deixa claro que os limites não se aplicam para fontes além do mar territorial, sem que haja impacto às comunidades, estendendo a não aplicabilidade a outros combustíveis;
 - 4.3. Os Anexos I, II e V da Resolução CONAMA 436/2011 que tratam, respectivamente, de processos de geração de calor a óleo combustível e a gás, bem como turbinas para geração de energia elétrica a gás natural, deixam claro que os limites constantes na referida resolução não se aplicam para fontes além do mar territorial;

¹ CONAMA 382/2006, Anexo I, item 3.4. Para as fontes de emissão de poluentes gerados em processos de geração de calor, situadas além do mar territorial brasileiro, cujas emissões não atingem significativamente as comunidades, deverá ser realizado somente o controle de eficiência de queima de combustível, obedecido o limite de emissão de 80 mg/Nm³ de monóxido de carbono - CO, independente da potência ou do combustível utilizado.

- 4.4. Não há menção na resolução CONAMA 382/2006 a plataformas de petróleo localizadas na bacia sedimentar brasileira; e
 - 4.5. Mesmo tendo em vista o exposto em 4.1, os limites da resolução constantes no Anexo V da resolução CONAMA 382/2006 têm sido exigidos para as plataformas instaladas além do mar territorial brasileiro, especialmente aquelas localizadas na região do pré-sal, em distâncias superiores a 150 km de distância da costa.
5. A exigência de tais limites para as plataformas *offshore* não considera as suas especificidades, dentre as quais pode-se destacar:
 - 5.1. As plataformas de petróleo utilizam gás natural não especificado para a geração de energia elétrica em turbinas, o que dificultaria por si só a garantia do atendimento dos limites;
 - 5.2. Por questões de segurança e de confiabilidade é necessário que as turbinas utilizadas nas plataformas sejam do tipo *dual fuel* (gás não especificado e diesel, normalmente), o que não pode ser conseguido de forma adequada com as turbinas de baixas emissões de NO_x (turbinas aeroderivadas DLE) existentes no mercado. Tal inadequação poderia gerar descontinuidades operacionais frequentes, levando a um aumento de *flaring* na plataforma e, portanto, um aumento das emissões de NO_x, o que seria um contrassenso com o intuito original da instalação de um equipamento adequado a baixas emissões; e
 - 5.3. Outras soluções técnicas para atendimento à resolução para montante de geração superior a 100MWe foram estudadas, mas não se mostram adequadas para o uso nas instalações *offshore*.
 6. A demanda de energia das plataformas tem aumentado significativamente ao longo do tempo. Especificamente os campos localizados na região do pré-sal, possuem como características demandantes de energia: i) o alto valor de lâmina d'água; ii) as grandes profundidades dos reservatórios; iii) os elevados valores de RGO (razão gás-óleo) dos campos; iv) os altos teores de contaminantes como CO₂ e H₂S; e v) a necessidade de atendimento a requisitos legais mais rigorosos, incluindo aqueles que demandam soluções para menores emissões de gases de efeito estufa (como, por exemplo, o estabelecimento de IUGA=97% pela ANP), dentre outros. Estas condições são bastante características dos campos dessa região.
 7. De forma a atender a demanda de energia das plataformas recentes do pré-sal, sistematicamente superior aos 100MWe, a solução tem sido instalar mais turbinas para acionamento mecânico direto de compressores, de forma a manter a geração de energia elétrica abaixo do limite requerido pela Resolução CONAMA 382/2006.
 8. No entanto, conforme demonstrado no estudo comparativo constante no documento encaminhado a CNI "Justificativa para a proposta de ajustes Resolução CONAMA 382/2006 - Janeiro/2020, IBP" essa solução tem uma intensidade de emissões maior (tanto de poluentes regulados como de gases de efeito estufa), e também tem impacto em confiabilidade e, por conseguinte, em sua eficiência operacional, ao contrário, se a planta fosse 100% eletrificada.

9. No estudo foi utilizada como base uma unidade com características semelhantes a Mero 3 em termos de demanda energética e localizada naquele campo. Esta localização permitiu a utilização de modelos e dados climatológicos e meteorológicos representativos para a região do polígono do pré-sal, localização na qual se dá atualmente o maior desenvolvimento da produção e onde se vislumbra a aplicação de unidades de grandes capacidades, com demandas energéticas daquela ordem de grandeza.
10. Os resultados do estudo mostram que as emissões totais de NO_x, para uma plataforma com demanda de 159MW, numa configuração de turbogeradores e turbocompressores que atendam integralmente à resolução CONAMA 382, é maior que numa configuração totalmente eletrificada (sem turbocompressores), independentemente da localização. Desta forma, conclui-se que as condições de emissões e, por conseguinte, concentrações de NO_x, independentemente da localização da unidade avaliada, serão piores em configurações que atendam ao texto atual da resolução, em comparação com uma planta maximizada no uso de energia elétrica.
11. Em termos de dispersão atmosférica, foi evidenciado por meio de duas análises independentes que, para os casos estudados, os impactos da concentração de NO_x são insignificantes na região costeira defronte ao polígono do pré-sal.
 - 11.1. Um dos estudos realizados, utilizou o software AERMOD, credenciado pela US-EPA para avaliação da dispersão atmosférica dos poluentes atmosféricos regulados, com um domínio máximo de 50km. Foram feitos dois exemplos: i) apenas uma plataforma no domínio; e ii) um cluster com quatro plataformas no domínio. Em ambos os exemplos, foi utilizada a unidade de Mero 3 como referência e a resolução CONAMA 491/2018 como referência de qualidade do ar (apesar da aplicação desta resolução ser específica para o continente). Adicionalmente, foram utilizados dados meteorológicos de reanálise da região, de janeiro de 2016 a agosto de 2019, com amostragem horária.
 - 11.2. Os resultados para ambos casos citados em 11.1 indicaram que na borda do domínio de 50km a concentração máxima de NO_x é pelo menos 3 vezes inferior ao padrão de qualidade do ar requerido pela resolução CONAMA 491/2018 nas médias horárias e em torno de 60 vezes inferior para a média anual.
 - 11.3. Um segundo estudo, realizado pelo Professor Paulo Artaxo, do Instituto de Física da USP, uma referência brasileira para o tema, utilizando-se o software HYSPLIT da NOAA, que chegou a conclusões semelhantes.
12. Diante do exposto, de forma abreviada, pode-se concluir que:
 - 12.1. O ajuste da resolução será positivo na redução de emissões de NO_x e principalmente de gases de efeito estufa;
 - 12.2. A resolução não trata das especificidades das plataformas de petróleo e, desta forma, impõe limites de emissões de NO_x não aplicáveis;
 - 12.3. Os estudos de emissões totais e de dispersão realizados na área do pré-sal são representativos para a região de maior desenvolvimento da indústria do petróleo nacional e onde se tem maiores demandas energéticas atualmente.

Tempestividade do Pleito

13. O contexto atual do desenvolvimento do pré-sal tem ensejado uma movimentação significativa no mercado de óleo e gás nacional. Um eventual ajuste da resolução promoveria uma melhoria significativa na possibilidade de haver projetos mais eficientes ambiental e operacionalmente, beneficiando operadores, agentes do setor de óleo e gás e a sociedade como um todo.
14. Os limites estabelecidos no texto atual do Anexo V da resolução CONAMA 382/2006 estão levando ao desenvolvimento de projetos menos eficientes e mais emissores de poluentes, afetando todos os operadores do campo.
15. O leilão do Excedente da Cessão Onerosa foi um importante marco no ano de 2019, a partir do qual os operadores têm buscado o desenvolvimento de novas unidades de produção. Algumas das unidades já tiveram sua engenharia desenvolvida e estão em fase de BID (licitação), não possuindo mais a possibilidade de incorporar os ganhos ambientais e econômicos que poderiam ser promovidos com a aprovação do pleito ora proposto.
16. Novas unidades de grande capacidade estão em fase de engenharia e podem capturar ganhos promovidos pelo texto ajustado da resolução, caso venha a ocorrer ainda no ano de 2020.
17. O modelo energético de uma plataforma pode ser conceitualmente o que define sua capacidade e, por conseguinte, a viabilidade econômica de um campo. O ajuste pleiteado para a resolução contribui para viabilizar unidades de maior capacidade, e por consequência, tornar mais atrativos campos menos robustos a variações de *brent*, dólar e outras variáveis. Neste sentido, vale ressaltar que a depender das condições do campo, o uso de plataformas de maior capacidade em lugar de mais plataformas de menor capacidade pode resultar em menor emissão de NO_x no cômputo global do campo.
18. Adicionalmente, cabe ressaltar que o ajuste proposto para a resolução contribui significativamente para o grau de eletrificação dos projetos das plataformas. A eletrificação é a base para plantas no estado da arte em termos de emissões de carbono ao permitir a incorporação futura de outras fontes de energia mais limpas que possam substituir o uso do gás. Hoje tais fontes têm dificuldade de serem viabilizadas para as instalações *offshore*, e o ajuste do pleito pode ser um impulso deste mercado.

Resposta às questões apresentadas no Ofício nº 6343/2020/MMA

1. No estudo apresentado para subsidiar o pedido de modificação da Resolução CONAMA nº382/2006 foi analisado somente um cenário de demanda energética e em uma bacia específica.

a). Outros campos de produção terão demanda energética superior ao valor de 159 MW utilizado na avaliação do impacto?

Como exposto, a demanda de energia das unidades de produção depende de muitos fatores, tais como, lâmina d'água, profundidades, RGO, teor de contaminantes, requisitos legais, dentre outros. A conjunção destes fatores na região do pré-sal permite afirmar que continuará a haver demandas energéticas dessa ordem de grandeza naquela localização, que é onde atualmente se encontra o maior vetor do desenvolvimento da produção *offshore* brasileira. As unidades previstas para os campos de Buzios e de Mero são exemplos destes casos.

Caberá a cada projeto e cada operador buscar a configuração de maior otimização energética e menores emissões. Infelizmente, o atual limite de concentração de NO_x estabelecido no anexo V, caso continue sendo considerado aplicável para

plataformas localizadas além do mar territorial brasileiro, inviabiliza algumas das configurações mais eficientes.

Não se vislumbra em outras regiões, até o momento, a conjunção dos fatores encontrados no pré-sal e que levariam a unidades com demandas energéticas semelhantes. No entanto, caso haja, é importante mencionar, que para tais casos o ajuste na resolução seria positivo para as emissões totais de NO_x e, por conseguinte, da sua dispersão, independentemente da localização.

b). Foram realizados outros estudos de dispersão sobre o impacto das emissões de plataforma na região costeira em outros campos de produção?

Atualmente, a região do pré-sal é aquela que concentra o maior desenvolvimento da produção de petróleo brasileiro para os próximos anos, ensejando maiores investimentos nessa região em relação a outras. Desta forma, o estudo apresentado a esta secretaria foi elaborado para a região do pré-sal de forma a disponibilizar uma informação mais aderente ao desenvolvimento do mercado de óleo e gás *offshore* no Brasil. Este estudo, conforme já mencionado, considerou condições significativamente representativas e conservadoras e, desta forma, se entende que pode ser estendido ao polígono do pré-sal. Seus resultados demonstraram haver impacto insignificante das emissões de NO_x na região costeira do Sudeste.

Cabe ressaltar ainda que para a região do pré-sal e seus arredores, o estudo de dispersão realizado, como já exposto, utiliza uma base de dados representativa da região de forma que se entende que é cabível sua extensão para o polígono do pré-sal.

Ainda acerca da dispersão na costa na região do pré-sal, cabe destacar os seguintes trechos do parecer do prof. Paulo Artaxo, da USP:

- *“Os dados meteorológicos entrados no modelo correspondem à Baía de Santos, no período de 1 de janeiro de 2018 a 31 de agosto de 2019, com medidas horárias. Foram avaliados valores da concentração de NO_x para 1 hora e para média anual, lembrando que os valores na resolução CONAMA 491/2018 são de 260 µg/m³ para valores máximos horários e de 60 µg/m³ para média aritmética anual. Os resultados mostrados nas figuras 4, 5 e 6 do documento e sintetizados na Tabela 6 mostram claramente que o impacto atmosférico é desprezível em qualquer ponto da costa brasileira”* (Pag. 4, Cap. 4, Parecer documento IBP Resolução CONAMA 382/2006)

Enfatiza-se, aqui, os resultados do estudo de dispersão constantes na documentação apresentada pelo IBP (Justificativa para a proposta de ajustes Resolução CONAMA 382/2006 - Janeiro/20), onde se evidencia a representatividade da modelagem e a insignificância dos valores de dispersão encontrados na costa brasileira naquela região.

Em outros trechos do prof. Paulo Artaxo, destacados abaixo, há um maior detalhamento do comportamento da pluma de NO_x mediante as condições de vento modeladas, evidenciando ausência prática de impacto na costa brasileira devido às emissões de NO_x das plataformas modeladas nos estudos.

- *“A maior parte, em mais de 90% dos casos, o vento continua em região oceânica no Atlântico Sul, e não atinge a costa, mesmo no litoral mais ao sul, nas regiões dos estados de Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Portanto, mesmo que as emissões fossem extremamente elevadas, elas não atingiriam com frequência áreas habitadas do Brasil, atingindo majoritariamente áreas oceânicas somente. Observa-*

se esta condição independente de modelos de dispersão ou trajetória, mostrando que as emissões do Pré-sal na bacia de Santos atingem predominantemente áreas oceânicas, com pouco impacto na saúde de pessoas que morem no litoral brasileiro” (Pag. 5, Cap. 5, Parecer documento IBP Resolução CONAMA 382/2006).

- *“Foram feitas centenas de simulações como as calculadas acima, e o padrão de dispersão segue sempre o mesmo. A maioria das trajetórias não atinge a área continental, e as poucas trajetórias que vão diretamente na área continental sua contribuição para as concentrações de NO₂ são desprezíveis, sempre menores que 2% dos padrões de qualidade do ar, como esperado pela distância e pela baixa emissão de poluentes”. (Pag. 11, Cap. 5, Parecer documento IBP Resolução CONAMA 382/2006).*

II - É possível afirmar que todas as plataformas de exploração de petróleo apresentarão impactos insignificantes na costa brasileira?

É possível afirmar que os impactos das emissões de NO_x serão insignificantes na costa para as plataformas localizadas na região do pré-sal brasileiro, onde até o momento se encontram as condições mais extremas de demanda energética das unidades de produção no Brasil. Os blocos do pré-sal encontram-se a um afastamento maior que 50km da costa, distância utilizada para o domínio das simulações no software AERMOD e para a qual foram encontradas concentrações significativamente menores que as requeridas pelo padrão de qualidade do ar da resolução 491/2018. Resultados similares foram encontrados nos estudos realizados pelo prof. Paulo Artaxo, utilizando o software HYSPLIT, corroborando as conclusões.

É também possível afirmar que em outras regiões, mais próximas da costa, como já mencionado, caso haja unidades com demanda energética maior que 100MWe, estas estarão sujeitas ao devido licenciamento ambiental que avaliará, caso a caso, os impactos relacionados aos poluentes atmosféricos e poderá exigir a adoção de medidas específicas para mitigação. Desta forma, o ajuste da resolução se mostra desejável, pois possibilita a aplicação da melhor solução ambiental. É importante ressaltar que o pleito, item 3 deste parecer, solicita a não aplicabilidade dos limites de emissões do Anexo V da resolução, mas preserva a necessidade de não impactar as comunidades para as instalações localizadas além do mar territorial. Desta feita, como já mencionado, sempre será possível solicitar avaliações complementares ao longo do ciclo de vida dos projetos de desenvolvimento dos campos, para empreendimentos e localizações específicas, caso necessário.

O prof. Paulo Artaxo conclui, em seu parecer:

- *“Em processos associados à exploração de petróleo, em geral as maiores emissões são de gases de efeito estufa (GEE), em particular de CO₂. É importante também reduzir as emissões de CO₂, embora não seja poluente atmosférico e não seja regulado pela resolução CONAMA 491/2018. Há todo um forte esforço do Brasil e da indústria na redução de emissões de GEE. Salientamos que além do impacto das emissões de NO₂ ser desprezível, o impacto em intensidade de emissões de NO₂ e CO₂ da alternativa “all electric” como explicitado no relatório é positiva”. (Pag. 11, Cap. 6, Parecer documento IBP Resolução CONAMA 382/2006).*

III -Foi avaliada a influência das condições meteorológicas na costa brasileira para verificar, nos locais de produção de petróleo, que a preferência da direção do vento não era àquela em direção à costa?

Como já exposto, para unidades que possuam demanda energética superior a 100MWe, o atendimento ao texto atual da resolução será mais impactante em termos de emissões de NO_x.

Os estudos de dispersão de poluentes realizados utilizaram dados meteorológicos detalhados e representativos da região do pré-sal, onde se apresentam condições extremas em termos de demanda energética das plataformas e onde se concentra o maior desenvolvimento da produção de petróleo no Brasil atualmente. Foi constatado nestes estudos que a direção preferencial de dispersão não é a da costa, portanto em mais de 90% dos dias, a pluma sequer atinge regiões onde vivem populações. Não foram avaliadas condições meteorológicas em outras regiões.

IV Foram realizados estudos de dispersão atmosférica do poluente secundário ozônio, que é formado na atmosfera através da reação entre os compostos orgânicos voláteis (COV's) e óxidos de nitrogênio (NO_x) em presença de luz solar?

A formação de ozônio troposférico requer a existência de NO_x, COVs e radiação solar. Como já demonstrado a concentração de NO_x devido à geração de energia elétrica das plataformas é pouco significativa e sua dispersão vai majoritariamente na direção do mar, e não na direção do continente na região do pré-sal. Adiciona-se a este fato, que é também insignificante a emissão de COVs pelo oceano, causando concentrações baixíssimas de COVs na atmosfera oceânica. Isso acarreta concentrações de ozônio troposférico no oceano da ordem de algumas poucas partes por bilhão (extremamente baixas), o que, no nosso entendimento, não seria objeto de preocupação tal que levasse à necessidade da realização de estudos específicos.