



AS POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES DAS POLÍTICAS PÚBLICAS E PRIVADAS NO BRASIL PARA A REDUÇÃO DA EMISSÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA PELA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL NO PAÍS

UILMER RODRIGUES XAVIER DA CRUZ; EMANUELLY CAMPOS CARVALHO
MARIA EDUARDA ELIZIÁRIO C. R. DA ROCHA BÁRBARA MOTA FONSECA

RESUMO

Este trabalho visa refletir a respeito da indústria de petróleo e gás natural brasileiros e a sua possível relação com a emissão de gases de efeito estufa, que colaboram para a degradação ambiental a nível global. Além disso, também é um convite para se pensar a respeito de como o Brasil também pode se estabelecer enquanto um potencial ator no combate e na mitigação dos danos ocasionados por essa indústria, seja a partir de políticas públicas ou de medidas assumidas pelo setor privado que se estabeleçam enquanto práticas contínuas para a redução de impactos ao meio ambiente.

Palavras-chave: Potencialidades e limitações; Emissão de Gases; Efeito Estufa; Indústria de Petróleo; Indústria de Gás.

1. INTRODUÇÃO

Neste sentido, convém organizar essa breve reflexão em três principais momentos. O primeiro momento, organiza-se no sentido de discutir a respeito da indústria de petróleo e gás natural no Brasil, sua importância para o mercado interno e externo, e a consequente emissão de gases de efeito estufa. Em seguida, será discutido quais são as políticas públicas e privadas assumidas por e a partir do cenário brasileiro servem de mecanismos para se regular essa indústria em busca da redução de impactos ambientais relacionados à emissão de gases. Finalmente, o terceiro momento trata sobre como as políticas públicas e privadas adotadas na indústria brasileira de petróleo e gás podem colaborar na redução de impactos gerados pela emissão de gases do efeito estufa.

Ainda convém destacar que o objetivo deste texto é de apresentar uma reflexão crítica a respeito dessa discussão e, para tanto, estabelecer diálogo com diversos autores e documentos disponibilizados por órgãos públicos e privados, não pretendendo saturar o campo, nem aprofundar-se sobre este em demasia. Em outras palavras, este é um ensaio construído em decorrência de uma revisão bibliográfica não sistematizada de autores e discussões da legislação sobre o assunto.

Quando se fala a respeito da indústria petrolífera no Brasil, é importante destacar que houve um grande *boom* datado, a partir da década de 1950, após a crise dos anos 1930, também conhecida como a ‘Grande Depressão’, em que houve uma forte recessão econômica que se iniciou na década de 20, que atingiu diversos países, afetando diretamente os seus desenvolvimentos no sentido capitalista. Dentre os países afetados no mundo, o Brasil acompanhou a crise, apresentando um crescimento lento e um processo gradativo de mudança, alterando-se o foco da indústria anterior, focada principalmente na produção e exportação de café para o mercado externo e reforçando o aumento de produção interna, com

uma perspectiva de uma formação industrial sólida de outro recurso, o petróleo, política bastante fortalecida durante os governos do presidente Getúlio Vargas, dando origem à Petrobrás (SOARES, 2003).

A herança da estatal, que atualmente acompanha uma lógica de economia mista, com capital aberto e investimento estrangeiro, não afetou apenas a produção de combustíveis fósseis, mas também a extração de petróleo enquanto matéria prima para uma série de produtos, inclusive o Gás Natural (GN), que assume um importante papel na matriz energética do país.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Esta revisão teórica foi baseada em curadoria realizada nos dias 20, 21 e 23 de maio de 2023, nas plataformas acadêmicas Google Acadêmico, nas principais revistas de meio ambiente. Para realizar a pesquisa, foram utilizadas as seguintes palavras chaves: Potencialidades e Limitações; Emissão de Gases; Efeito Estufa; Indústria de Petróleo; Indústria de Gás.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Negreiros (2013), entre os 1970 e início da década de 2010, o consumo de energia no Brasil cresceu em cerca de 3%. Em decorrência disso, como também de outros pontos, como a crise energética no país, materializada por meio dos apagões no início da década de 2000, o Gás Natural se estabelece enquanto uma importante fonte energética. Nas palavras do autor:

De acordo com dados da ANP e do Relatório Mensal Acompanhamento de Conjuntura: Gás e Termoeletricas, referente a fevereiro de 2012, a produção de petróleo e de gás em 2011 foi a maior já registrada no país. O crescimento em relação a 2010 foi de 2,5% na produção de petróleo e de 4,9% na produção de GN. Ao longo do ano foram produzidos 768 milhões de barris de petróleo e 24 milhões de metros cúbicos de GN, o que representa um total de 919 milhões de barris de óleo equivalente (BOE). Nos últimos 10 anos, a produção de GN subiu 55%, de acordo com dados da ANP. (NEGREIROS, 2013, p. 20).

A grande importância do GN em termos de economia para o Brasil, como também enquanto fonte de energia, revelam o papel de protagonismo da indústria de petróleo e gás no país, já bastante consolidada. O ponto é que, com os ganhos, também estão acompanhadas as perdas que, para efeitos do presente ensaio, dizem respeito aos impactos ambientais gerados a partir dessa indústria.

Segundo Dias (2015), a indústria de petróleo e Gás Natural produz impactos diretamente, no tocante à emissão de gases de efeito estufa, incluindo as denominadas emissões fugitivas, que, resumidamente, são aquelas que liberam gases de efeito estufa de forma deliberada ou inesperada durante a extração, processamento e transporte de petróleo e gás natural. Isso não inclui as emissões de combustíveis para produção de calor ou energia.

O autor destaca que há três principais emissões fugitivas ligadas a essa indústria: *flaring*, *venting* e outras. O *flaring* é a queima controlada de gás natural durante as operações normais da indústria de petróleo e gás. Essa queima produz principalmente vapor d'água e dióxido de carbono (CO₂). Isso é feito por motivos operacionais e de segurança, como queima de gases excessivos ou de sistemas de alívio e emergência.

A liberação controlada de gases para a atmosfera durante a produção de petróleo e gás, incluindo descargas de emergência, é conhecida como *venting*. O tratamento do petróleo ou do gás natural pode resultar na separação do gás natural, outros vapores de hidrocarbonetos, vapor d'água ou outros gases, como CO₂. Em muitos casos, essa prática é invisível e pode ser

a melhor opção. Isso ocorre quando o gás associado possui uma alta concentração de gases inertes, o que torna inviável queimar em tochas.

Fatores como a quantidade de gás a ser eliminada, a natureza do gás e as circunstâncias específicas, como questões ambientais, de segurança e regulatórias, influenciam a decisão de *flaring* ou venting do gás residual. As instalações de produção, processamento e refino de petróleo usam mais *flaring*, enquanto os sistemas de transporte de gás usam mais venting. Ao contrário do venting, o flaring é responsável principalmente pelas emissões de CH₄ (metano).

Além do flaring e do venting, outras fontes de emissões fugitivas incluem vazamentos em vários componentes e equipamentos, perdas por evaporação e diferenciais de pressão, e liberações inesperadas resultantes de derramamentos, rupturas de dutos e explosões. Bombas, válvulas, conectores, compressores, dispositivos de alívio de pressão e linhas abertas, como mangueiras ou tubos expostos à atmosfera, podem ter vazamentos.

Se especificamente a indústria do GN produz ônus ambientais em decorrência da emissão de gases, com a indústria do petróleo, em sentido amplo, não é diferente. Conforme argumenta Martins (2015), os principais impactos ambientais no meio físico, causados pela produção de petróleo, impactam diretamente na qualidade das águas, do solo e, especificamente ao assunto aqui abordado, do ar.

Segundo o autor, as emissões atmosféricas relacionadas a essa indústria geralmente são compostas de Óxido de Nitrogênio (NO_x), Gás Carbônico (CO), Dióxido de Enxofre (SO₂), Dióxido de Carbono (CO₂), Metano, Óxido Nítrico (NO) e material particulado. Em todo processo de combustão, as emissões de dióxido de carbono (CO₂) são inevitáveis, o que se relaciona diretamente ao efeito estufa.

Diante disso, convém destacar que, na busca pelo controle e regulação da indústria petrolífera e de gás natural responsável pelo impacto gerado a partir da emissão de gases de efeito estufa, o Brasil corrobora com o quadro da Convenção das Nações Unidas sobre mudança do clima (CQNUMC), assumindo a responsabilidade da obrigação primária de criar e manter um inventário nacional de emissões antrópicas de gases de efeito estufa. Essa responsabilidade decorre do compromisso do Brasil em combater as mudanças climáticas e reduzir as emissões de gases destruidores da camada de ozônio, conforme destaca um documento publicado pela Petrobrás (2010).

A Petrobras desempenha um papel importante na avaliação e monitoramento das emissões de gases de efeito estufa no setor de petróleo e gás do Brasil. O envolvimento da empresa no desenvolvimento do Inventário Brasileiro de Emissões Atmosféricas de Fontes e Remediação de Emissões Atmosféricas de Sumidouros de Gases com Forte Efeito Radiativo não Controlados pelo Protocolo de Montreal, mostra sua dedicação em enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas e em auxiliar a reduzir os efeitos ambientais causados pela indústria de petróleo e gás natural do país.

Entender as diferentes fontes de emissões de petróleo e gás natural é fundamental para o desenvolvimento de estratégias eficazes para reduzir as mudanças climáticas. Os países podem identificar os pontos cruciais em que precisam adotar medidas para reduzir suas emissões, promovendo uma transição para um setor energético mais limpo e sustentável, examinando essas categorias de emissões. Além disso, para avaliar os esforços de mitigação das emissões em nível global e promover a cooperação internacional na luta contra as mudanças climáticas, é necessário que as informações sobre as emissões sejam divulgadas com clareza.

Segundo relatório da Petrobrás (2010), a metodologia utilizada pelo *Intergovernmental Panel on Climate Change*^{6 1} (IPCC) afirma que as emissões fugitivas de gás natural e

¹ Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas

petróleo, particularmente o metano (CH₄), são cruciais para a mudança dos efeitos ambientais. O IPCC criou as Diretrizes de 1996, que fornecem uma metodologia padrão para estimar as emissões em nível nacional. Essas diretrizes descrevem as várias fontes de CH₄ que contribuem para as emissões de petróleo e gás natural.

No que diz respeito às emissões fugitivas, os sistemas de petróleo e gás natural devem considerar liberações que ocorrem durante as operações de rotina, como ventilação e queima; vazamentos contínuos e descargas resultantes do processo de ventilação; e emissões relacionadas à manutenção e acidentes inesperados que afetam o sistema.

As Diretrizes de 1996 oferecem vários níveis de complexidade e detalhamento para estimar essas emissões de CH₄. Estas camadas são organizadas em ordem de sofisticação e necessidade de dados (PETROBRÁS, 2010), sendo: “Tier 1: usando fatores de emissão de média com base na produção; Tier 2: abordagem do balanço de massa; Tier 3: abordagem rigorosa que leva em conta fontes específicas de emissões” (PETROBRÁS, 2010, p 16).

A Petrobras está implementando o ‘Tier 2’ para obter uma análise mais abrangente e necessária das emissões fugitivas de CH₄ de suas operações de petróleo e gás natural. Essa abordagem permite a quantificação precisa dos efeitos ambientais e a identificação de fontes de emissões específicas, auxiliando no desenvolvimento de planos para mitigação e controle dessas emissões.

Para além da responsabilidade assumida pela Petrobrás na utilização de métodos para mensuração e tomada de decisões que possam mitigar e reduzir a emissão de gases, também convém destacar como a legislação brasileira busca estabelecer normas e diretrizes para a indústria do petróleo e gás natural.

A Lei do Petróleo (Lei nº 9.478/1997) estabelece diretrizes para a exploração, produção, refino e transporte de petróleo, gás natural e derivados, com ênfase na preservação ambiental. A legislação obriga as atividades do setor a se adequarem às normas ambientais vigentes, buscando minimizar as emissões de gases poluentes, incluindo os gases de efeito estufa, ao longo de todo o processo.

Outro aspecto previsto por essa lei está na elaboração do Plano de Desenvolvimento e Produção (PDP) para os campos de petróleo e gás, que deve contemplar medidas para o controle e redução das emissões atmosféricas. Além disso, a legislação estabelece a necessidade de monitoramento contínuo das emissões e a apresentação de relatórios periódicos sobre os resultados obtidos. Essas diretrizes evidenciam o compromisso em mitigar os impactos ambientais decorrentes da indústria de petróleo e gás, incluindo as emissões de gases de efeito estufa.

Adicionalmente, a Resolução CONAMA nº 237/1997, que dispõe sobre o licenciamento ambiental, complementa a legislação, ao estabelecer que os empreendimentos da indústria de petróleo e gás devem ser submetidos ao processo de licenciamento ambiental, o qual avalia os aspectos relacionados às emissões e aos impactos ambientais. Essa resolução consolida a preocupação com a proteção ambiental e fortalece as diretrizes presentes na Lei do Petróleo, contribuindo para o controle e a redução das emissões de gases de efeito estufa.

Portanto, a legislação brasileira, representada pela Lei do Petróleo e pela Resolução CONAMA, estabelece um arcabouço jurídico para controlar e regular a indústria de petróleo e gás, visando a preservação do meio ambiente e a mitigação dos impactos ambientais, incluindo as emissões de gases de efeito estufa. Essas normas estabelecem diretrizes para a adoção de medidas e tecnologias que minimizem as emissões poluentes ao longo de todas as etapas do processo produtivo, bem como para o monitoramento e a apresentação de relatórios sobre os resultados obtidos, reforçando o compromisso com a sustentabilidade do setor.

Os argumentos até aqui apontados demonstram a importância para a indústria do petróleo e gás no Brasil, mas também a busca do setor público e privado, sobretudo representado pela Petrobrás no campo de uma empresa de economia mista e pelas legislações

apontadas, para que os impactos resultantes da emissão de gases de efeito estufa possa ser diminuídos. Estes desafios demonstram o quão fundamental é estabelecer políticas públicas e privadas que visem à redução desses impactos ambientais.

A colaboração entre o setor privado e as políticas governamentais é essencial para controlar e regular a indústria petrolífera e de gás natural, buscando mitigar os efeitos negativos das emissões de gases de efeito estufa. A Petrobrás, como uma das principais empresas do setor, tem o potencial de influenciar positivamente a redução dessas emissões, por meio de investimentos em tecnologias mais limpas, diversificação das fontes de energia e adoção de práticas sustentáveis em toda a cadeia produtiva.

Uma das colaborações importantes entre as políticas do setor privado, representado pela Petrobrás e a legislação está relacionada à promoção de investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) de tecnologias limpas. Através de parcerias com instituições de pesquisa e universidades, a indústria petrolífera pode impulsionar a inovação e a adoção de soluções mais eficientes e sustentáveis na produção e no processamento de petróleo e gás natural.

Essas tecnologias podem incluir a captura e armazenamento de carbono (CCS, na sigla em inglês), que consiste em capturar as emissões de dióxido de carbono (CO₂) provenientes das instalações industriais e armazená-las de forma segura no subsolo. O investimento nessa tecnologia pode contribuir significativamente para a redução das emissões de gases de efeito estufa pela indústria de petróleo e gás natural.

Outra colaboração relevante é o estabelecimento de metas e compromissos voluntários por parte das empresas do setor privado. Por meio de compromissos ambientais e sociais, as empresas podem se comprometer a reduzir suas emissões, adotar práticas mais sustentáveis e reportar publicamente seus progressos. Esses compromissos podem ser baseados em critérios científicos, como as metas estabelecidas pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), ou em iniciativas globais, como a Iniciativa de Relato Climático (CRI, na sigla em inglês).

A Lei do Petróleo, por sua vez, desempenha um papel fundamental na definição de diretrizes e exigências para o setor, promovendo a responsabilidade ambiental e estabelecendo metas para a redução das emissões de gases de efeito estufa. Ao regulamentar a atividade petrolífera, essa legislação proporciona maior segurança jurídica e orienta as empresas no cumprimento de suas obrigações ambientais.

Além disso, as resoluções do CONAMA, sobretudo a nº 237/1997, têm um papel relevante na gestão ambiental e no licenciamento das atividades relacionadas à indústria de petróleo e gás natural. Ao estabelecer diretrizes claras e rigorosas, o CONAMA contribui para a redução das emissões de gases de efeito estufa e para a preservação dos ecossistemas afetados pela indústria petrolífera.

Entretanto, é importante reconhecer que ainda existem desafios a serem superados na implementação efetiva dessas políticas e regulamentações. Um dos principais deles é garantir a fiscalização e o cumprimento das normas estabelecidas. Para isso, é fundamental fortalecer os órgãos de controle e monitoramento ambiental, proporcionando-lhes recursos adequados para que possam desempenhar suas funções de forma eficiente.

Além disso, é imprescindível fomentar a conscientização e a participação da sociedade civil. A educação ambiental e o engajamento da população são essenciais para promover a adoção de práticas sustentáveis e para pressionar por políticas públicas e privadas mais robustas e comprometidas com a redução das emissões de gases de efeito estufa.

É preciso ressaltar que a redução das emissões de gases de efeito estufa não se limita apenas à indústria petrolífera e de gás natural. É necessário adotar uma abordagem holística, considerando todas as fontes de emissões e setores econômicos, como transporte, agricultura e energia. A transição para uma matriz energética mais limpa e a adoção de tecnologias de

baixo carbono são fundamentais para alcançar as metas estabelecidas no Acordo de Paris e mitigar os impactos das mudanças climáticas.

Em suma, as políticas públicas e privadas desempenham um papel essencial no controle e na regulação da indústria de petróleo e gás natural no Brasil, visando à redução das emissões de gases de efeito estufa. A colaboração entre o setor privado, representado pela Petrobrás e as políticas governamentais, representadas pela Lei do Petróleo e pelas resoluções do CONAMA, são fundamentais para alcançar resultados significativos.

No entanto, é necessário um esforço contínuo e aprimoramento constante das estratégias adotadas. A conscientização da sociedade, a promoção da educação ambiental, o fortalecimento dos órgãos de controle e monitoramento e o estímulo à inovação tecnológica são elementos-chave para avançar em direção a um futuro mais sustentável, no qual a indústria de petróleo e gás natural contribuam efetivamente para a redução das emissões de gases de efeito estufa e para a preservação do meio ambiente.

Para além disso, também deve-se pensar em alternativas de combustíveis e de energias mais limpas, além de renováveis, que permitam a substituição, ainda que não completa, parcial do Petróleo e Gás Natural. A diversificação da matriz energética é uma forma importante de reduzir as emissões de gases de efeito estufa, visto que o uso de combustíveis fósseis é a principal causa dessas emissões (MENDONÇA; GUTIEREZ, 2000).

As fontes de energia renováveis, como a hidroeletricidade, a energia eólica e a solar apresentam sua perspectiva sobre o potencial dessas fontes no Brasil. A eficiência energética tem grande destaque pela redução do consumo e desperdício de energia, como outra forma de reduzir as emissões de gases de efeito estufa.

As fontes de energia renováveis são importantes porque elas ajudam a reduzir a dependência de combustíveis fósseis, recursos finitos que emitem gases do efeito estufa e poluentes atmosféricos que afetam a saúde humana e prejudicam o meio ambiente. Além disso, as fontes de energia renováveis são mais seguras para o meio ambiente e para a saúde humana, porque não produzem resíduos tóxicos e perigosos, como as fontes de energia baseadas em combustíveis fósseis. Por isso é importante investir na pesquisa e no desenvolvimento de soluções que permitam uma transição do modelo atual para um modelo mais sustentável e adaptado às necessidades das gerações futuras.

4. CONCLUSÃO

Assim, as políticas e investimentos devem incluir incentivos para fontes de energia renováveis e para a adoção de práticas mais eficientes, sendo importantes para o desenvolvimento tecnológico e a adoção de alternativas energéticas mais limpas e eficientes no Brasil.

Em última análise, a busca por soluções que conciliem o desenvolvimento econômico com a proteção ambiental é um desafio complexo e de longo prazo. É necessário um compromisso conjunto e a atuação de todos os atores envolvidos para enfrentar os desafios e construir um futuro mais verde e resiliente para o Brasil e para o mundo. A redução das emissões de gases de efeito estufa pela indústria de petróleo e gás natural é um passo crucial nessa jornada rumo à sustentabilidade global.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Escola Técnica Sandoval Soares de Azevedo - Fundação Helena Antipoff, por meio da qual levamos adiante o ensaio do mérito científico do Torneio Brasil de Robótica – TBR. Ressaltamos o empenho do Coordenador do Projeto de Robótica e Professor Rodrigo de Almeida Jorge.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997.** Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 7 ago. 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19478.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%209.478%2C%20DE%206%20DE%20AGOSTO%20DE%201997&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20pol%C3%ADtica%20energ%C3%A9tica,Petr%C3%B3leo%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A2ncias. Acesso em: 27 de junho de 2023.

Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997.** Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 dez. 1997. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=237. Acesso em: 27 de junho de 2023.

DIAS, Anderson do Nascimento. **As emissões fugitivas de gases de efeito estufa da indústria de petróleo e gás natural no Brasil – Inventário, cenários e propostas de mitigação.** Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético). Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2015. 121p.

MARTINS, S. S. S. et al. Produção de Petróleo e impactos ambientais: algumas considerações. **Holos**, a. 31, v. 6, 2015, p. 54-76.

MENDONÇA, Mário Jorge Cardoso de; GUTIEREZ, Maria Bernadete Sarmiento. O efeito estufa e o setor energético brasileiro. **Texto para discussão nº 719**, IPEA, 2000, 30p.

NEGREIROS, Anny Resende. **Considerações sobre a indústria do gás natural no Brasil.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos de Goytacazes, 2013. 75f.

PETROBRÁS. **Emissões fugitivas de gases de efeito estufa na Indústria de petróleo e gás natural.** Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2010, 38p.

SOARES, Paul Meyer et al. A indústria de petróleo no Brasil: Avaliação histórica da concepção da empresa Petrobrás. **ENIAC Pesquisa**, v. 1, n. 2, p. 124-143, jul-dez./2003.