

11º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

AVALIAÇÃO DOS PRINCIPAIS INDICADORES DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA DE EMPRESAS PRODUTORAS DE PETRÓLEO

AUTORES:

Thais dos Santos Lucena¹
Clarice Campelo de Melo Ferraz²

INSTITUIÇÃO:

¹Bolsista de Graduação PRH-17 ANP, Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, ²Departamento de Engenharia Química, Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

AVALIAÇÃO DOS PRINCIPAIS INDICADORES DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA DE EMPRESAS PRODUTORAS DE PETRÓLEO

Resumo

A pressão externa atual por maior transparência e engajamento em iniciativas climáticas reflete o cenário mundial de grande urgência para redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) do setor de óleo e gás (O&G). Técnicas de captura, de estocagem e de utilização de CO₂ (CCS e CCUS) são consideradas ferramentas importantes para balancear o impacto das atividades desta indústria. O montante de carbono capturado é considerado um indicador relevante para o balanço final relação de GEE emitidos. Nos anos recentes, empresas produtoras de petróleo passaram a divulgar relatórios anuais relacionando o impacto ambiental classificando-as, com relação à sua origem, entre emissões diretas, emissões indiretas, relacionadas à energia importada, além de outras emissões indiretas, respectivamente nomeados Escopos 1, 2 e 3. A fim de avaliar a evolução recente dos níveis de emissões do setor, o presente estudo propõe analisar os resultados dos relatórios anuais divulgados por 10 grandes produtoras de petróleo: Sinopec, Royal Dutch Shell, Saudi Aramco, PetroChina, BP, Exxon Mobil, Total, Chevron, Gazprom e Petrobras. Foram recolhidos e avaliados individualmente os relatórios de 2015 a 2020 em relação aos valores de emissões apresentados nos indicadores dos Escopos 1, 2 e 3, a pegada de carbono e os montantes de carbono capturados por cada uma destas empresas, com objetivo de entender seus posicionamentos e, sobretudo, seus resultados efetivos em relação ao controle e mitigação da mudança climática. Ao final, a análise dos dados apresentada por esse estudo revela que a redução das emissões anuais de GEE das empresas avaliadas, majoritariamente, não vêm ocorrendo de maneira consistente com as metas globais de controle de desequilíbrio climático. Enquanto as emissões de GEE globais para os 3 Escopos chegam a 18.000 Mt CO₂ para o setor de O&G, os valores emitidos pelas empresas chegam ao máximo de 1200 Mt CO₂ anuais. Já o carbono capturado anualmente representou uma faixa máxima de 0,1 – 2,0 Mt CO_{2eq} entre as empresas avaliadas, a qual não alcança sequer o equivalente a 1% da taxa emitida. Além disso, o estudo demonstra que o emprego das tecnologias de CCS e de CCUS permanece incipiente entre as grandes produtoras. Os resultados do estudo demonstram como as ambições destacadas pelas grandes produtoras de O&G ainda não se refletem de forma relevante nos indicadores de GEE anuais e que o emprego de novas estratégias para alcançar menores somas no balanço final de emissões é requerido.

Palavras-chave: Indicadores de Emissões, Gases de efeito estufa, Transição Energética, Mudança Climática.

Abstract

The current global pressure for reduction of greenhouse gases (GHG) emissions of oil and gas (O&G) players increase external requirements for GHG emissions transparency and engagement in climate initiatives. Given that scenarios, CO₂ capture, storage and utilization techniques (CCS and CCUS) are considered important tools to balance the impact of the industry's activities. The amount of carbon captured by oil producers is considered a relevant indicator of their final balance GHG emissions. In the last years, oil producing companies have started to release annual reports relating the environmental impact of their activities and the values of theirs GHG key performance indicators (KPI) according to the emissions scopes of the production activities (respectively know as 1, 2 e 3) for the

direct emissions, indirect emissions related to imported energy and other indirect emissions. In order to assess the recent evolution of emission levels in the sector, the present study proposes to analyze these GHG related KPIs from annual reports released by 10 major oil producers: Sinopec, Royal Dutch Shell, Saudi Aramco, PetroChina, BP, Exxon Mobil, Total, Chevron, Gazprom, and Petrobras, between 2015 and 2020 years. Values relation for: Scopes 1, 2 and 3 emissions amounts, net carbon footprint and carbon captured amounts indicators were collected and evaluated for each company in order to understand their positions regarding climate change contributions. Finally, analysis in this study reveals that the reduction of annual GHG emissions by the companies evaluated has not been occurring consistently with the global goals for managing climate imbalance. While global GHG emissions for the three Scopes reach 18,000 Mt CO₂ for O&G sector, the values emitted by studied companies reach a maximum of 1200 Mt CO₂ per year. The annual carbon captured amount released by studied companies were at a maximum range of 0.1 - 2.0 Mt CO₂eq, which does reach less than 1% of the emitted rate. In addition, the study shows that the use of CCS and CCUS technologies is still incipient among the major producers. Study results show that ambitions released by large O&G producers are not significantly reflected in the annual GHG indicators and the use of new strategies to achieve lower sums in the final balance of emissions is required.

Keywords: Emissions Indicators, Green House Gases, Energy Transition, Climate Change.

Introdução

Estima-se atualmente que 70% da demanda global de energia elétrica, sistemas de transporte e parte das atividades industriais é suprida por combustíveis fósseis, no entanto, na contra-mão à crescente demanda energética global, há a urgência pela descarbonização das atividades de produção e consumo de petróleo impostas pelo aquecimento do clima (IPCC, 2022).

Afim de atingir-se o cenário de desenvolvimento sustentável global (zero emissões líquidas globais em 2070), o setor de energia deve ser responsável pela captura de cerca de 4 GtCO_{2e} por ano em 2070, sendo cerca de 50% deste valor (2GtCO_{2e}) de responsabilidade da cadeia de utilização e produção de combustíveis fósseis. Trata-se de uma captura expressiva frente as emissões totais (Escopos 1,2 e 3) de 18.000 GtCO₂ para o setor de O&G em 2019. (Perspectivas Tecnológicas de Energia, IEA, 2020).

Nos últimos anos, produtoras filiadas a iniciativas climáticas passaram a divulgar relatórios de emissão de GEE que permitem a análise dos resultados de dados de emissão de GEE do período, bem como resultados de seus indicadores-chave, os key performance indicators (KPI) relacionados a mudança climática, como emissões dos Escopos 1, 2 e 3 e “pegada de carbono” das operações. A intensidade de carbono (pegada de carbono) é um indicador complexo que reflete o impacto ambiental das atividades através da relação entre os valores de emissões poluidoras e a produção do exercício.

De acordo com a metodologia presente no GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard (2015), estipulada pelo World Resources Institute (WRI) e o World Business Council on Sustainable Development (WBCSD), o Escopo 1 contabiliza as emissões diretas resultantes das atividades produtivas das empresas. O Escopo 2, contabiliza as emissões indiretas relacionadas a importação de energia e, por último, o Escopo 3, estima as emissões relacionadas à utilização e ao transporte dos produtos.

Além disso, as tecnologias de captura e estocagem (CCS) e de captura, estocagem e utilização de carbono (CCUS) vêm sendo vistas como importantes ferramentas para atingir o balanceamento do

impacto produzido por atividades do setor de óleo e gás (O&G) (IPCC, 2013). Por serem tecnologias praticáveis em larga escala e facilmente contabilizadas em relação a montantes de dióxido de carbono equivalente (CO_{2e}) capturados, podem também servir como indicador-chave (do inglês “*key performance indicator*” - KPI) dos resultados de compensação de emissões das empresas (IPCC, 2005).

O presente estudo tem por objetivo avaliar a evolução recente dos níveis de emissões de GEE de empresas do setor de O&G frente ao cenário de necessária redução de emissões, assim como o potencial de contribuição das tecnologias de CCS e CCUS na redução das emissões do setor. Através do mapeamento dos indicadores de emissões de 10 grandes empresas produtoras de petróleo, serão analisadas as tendências entre os anos e as empresas e também o potencial de impacto de ações de CCS e CCUS nos seus índices de emissões finais.

Metodologia

Para avaliar a evolução das emissões de GEE da contribuição das tecnologias de CCS e de CCUS para redução relevante dos montantes líquidos finais das atividades, o estudo analisou os dados dos Relatórios de Sustentabilidade das 10 maiores empresas petrolíferas globais em relação a receita, segundo ranking da Forbes (2019), que são: Sinopec, Royal Dutch Shell, Saudi Aramco, PetroChina, BP, Exxon Mobil, Total, Chevron, Gazprom e Petrobras, de 2015 a 2020.

Os dados de emissões dos relatórios foram compilados para cada empresa, considerando a base de cálculo operacional, segundo metodologia de cálculo da IPIECA. Os Escopos 1, 2 e 3 foram identificados entre as tabelas de performance empresarial ou ambiental de cada relatório e os dados das emissões foram compilados juntos em unidades equivalentes. Dados de intensidade de carbono e de montantes de CO_2 capturados ou transferidos demonstrados nestas tabelas também foram reunidos.

Foram considerados apenas os dados de intensidade de carbono com a base de cálculo relacionando massa de CO_2 e barris de óleo equivalente (boe) produzidos e quaisquer dados não encontrados nos relatórios ou sites das empresas foram considerados não disponíveis/não aplicáveis. Os demais dados como volumes de produção anuais e receitas foram recolhidos de fontes oficiais das empresas.

Resultados e Discussão

Diretrizes de cálculo dos escopos

Foram observadas discrepâncias entre metodologias de cálculo dos indicadores utilizadas pelas empresas em seus relatórios de impacto ambiental, com as empresas a Sinopec, Petrochina e a Gazprom, sediadas na China e na Rússia, empregando metodologias definidas nacionalmente.

As empresas sediadas na China utilizam como base o Guia de Relatórios Ambientais, Sociais e de Governança (ESG) publicado pela Bolsa de Valores de Hong Kong (abrev. HKEX). Já as diretrizes publicadas pelo Ministério Russo de Recursos Naturais e Meio Ambiente, estabelecem a orientação metodológica sobre a quantificação das emissões de gases de efeito estufa por entidades envolvidas em negócios e outras atividades na Federação Russa (Ordem nº300 - Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation - MNRE, 2015) utilizadas pela Gazprom.

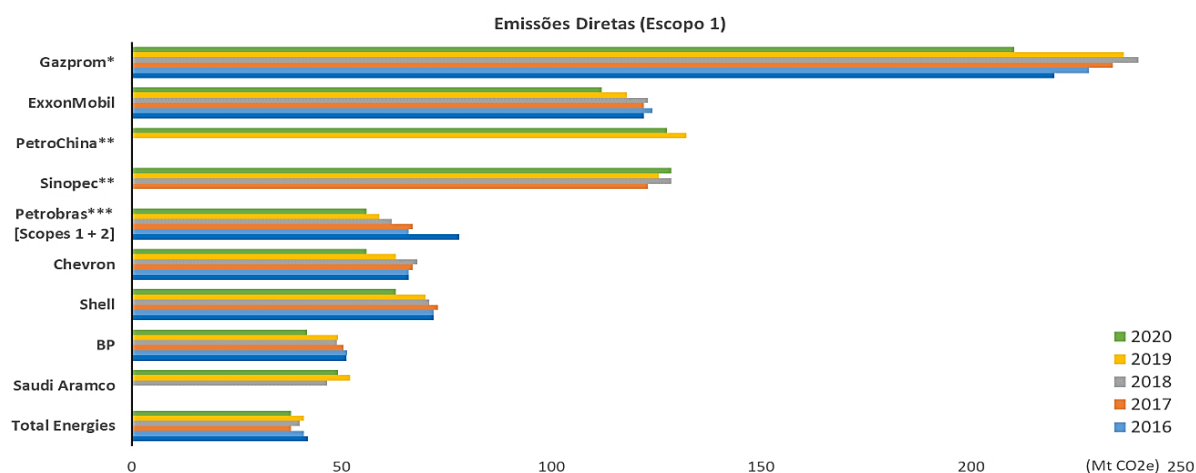
Embora as distintas metodologias nacionais para cálculo dos KPIs possuam compatibilidade a estipulada pelo WRI, as distinções adotadas podem gerar desvios nos resultados. As demais empresas listadas realizam cálculos de balanço de emissões padronizados segundo metodologia publicada pelo

WRI e desta forma, demonstram pressumível compatibilidade entre resultados de cada Escopo publicado e da elaboração dos valores de indicadores de pegada de carbono e carbono capturado e estocado/transferido.

Dados de emissões

Os dados de emissões dos Escopos 1 e 2 das 10 empresas listadas podem ser observados através das Figuras 1 e 2.

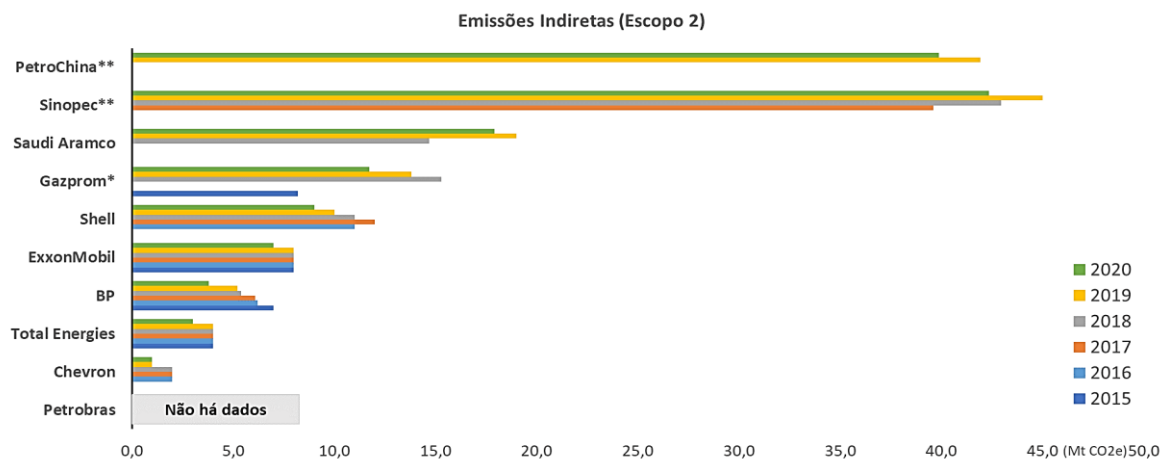
Figura 1 – Gráfico de emissões diretas das empresas - Escopo 1 (segundo metodologia da IPIECA/WRI).



*A Gazprom utiliza metodologia de cálculos de emissões estipulada internamente pelo MNRE.**Metodologia das empresas chinesas foi publicada pela HKEX.

***Dados disponibilizados pela Petrobras relacionam apenas valores da soma dos Escopos 1 e 2.

Figura 2 – Gráfico de emissões indiretas do Escopo 2 das empresas (segundo metodologia da IPIECA/WRI).



*A Gasprom utiliza metodologia de cálculos de emissões estipulada internamente pelo MNRE.**Metodologia das empresas chinesas foi publicada pela HKEX.

***Dados disponibilizados pela Petrobras relacionam apenas valores da soma dos Escopos 1 e 2.

A Figura 1 demonstra que para o primeiro Escopo 1 é possível visualizar algumas quedas súbitas dos valores de carbono para cada ano para as empresas, sendo Petrobras, BP, Shell e Chevron as que apresentaram o maior nível de redução. Enquanto para o Escopo 2 (vide Figura 2), de maneira geral, não se observa tendência clara de reduções dos montantes expressados, sendo mais estáveis que os do

Escopo 1, o que é esperado pelo fato de não ser comum que haja grandes variações na quantidade de energia comprada externamente pelas produtoras.

Os gráficos dos valores anuais demonstram que o Escopo 1 apresenta maiores valores de emissões que o segundo Escopo, o que corrobora a natureza íntima de maior geração de poluentes atmosféricos das empresas em suas atividades produtoras que as relativas a seus consumos de energia importada. A Tabela 1 a seguir contém as médias dos cinco anos para os valores destes escopos avaliados para cada empresa.

Tabela 1 – Valores das médias do Escopo 1 e 2 para os cinco anos avaliados.

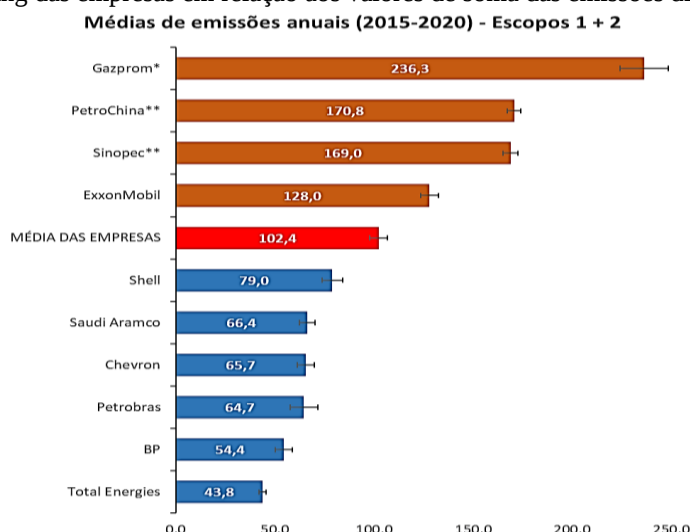
Empresa	Média (5 anos) - Escopo 1 (Mt CO _{2e})	Média (5 anos) - Escopo 1 + 2 (Mt CO _{2e})	Desvios Padrões - Média 1 + 2 (Mt CO _{2e})	Porcentagem Escopo 2:1 (%)
Total Energies	40,0	43,8	1,77	10%
BP	48,8	54,4	4,26	12%
Petrobras	64,7	64,7	7,06	N/A
Chevron	64,3	65,7	4,35	2%
Saudi Aramco	49,2	66,4	3,98	35%
Shell	70,2	79,0	5,16	13%
MÉDIA DAS EMPRESAS	92,8	102,4	4,48	10%
ExxonMobil	120,2	128,0	4,43	7%
Sinopec**	126,5	169,0	3,65	34%
PetroChina**	129,9	170,8	3,32	31%
Gazprom*	228,1	236,3	12,24	4%
Média das porcentagens				16%

*A Gazprom utiliza metodologia de cálculos de emissões estipulada internamente pelo MNRE. **Metodologia das empresas chinesas foi publicada pela HKEX.

O valor para a relação entre os montantes das emissões diretas e indiretas variam entre 2 e 35% para cada empresa, alcançando um resultado de 16% na média geral deste proporção (Escopo 2: Escopo1). A comparação dos percentuais demonstra que as companhias Saudi Aramco, Sinopec e Petrochina apresentam os maiores valores dos percentuais de Escopo 2 em relação ao 1 dentre as empresas, representando maior faixa de consumo de energia importada dessas players em relação a suas emissões de produção.

Já as somas dos Escopos 1 e 2, vistas na Tabela 1, tem valores correspondentes a uma faixa entre cerca de 40 – 250 CO_{2e}, com a média de todas as empresas equivalente a 102,4 Mt CO_{2e} e a relação do Escopo 2:1 com valor de 10%. Utilizando as médias representadas na Tabela 1, foi também construído o gráfico da Figura 3 contendo a soma dos Escopo 1 e 2 para ranquear as companhias entre volumes médios emitidos direta e indiretamente (Escopos 1+2).

Figura 3 –Ranking das empresas em relação aos valores de soma das emissões diretas e indiretas.



*A Gazprom utiliza metodologia de cálculos de emissões estipulada internamente pelo MNRE. **Metodologia das empresas chinesas foi publicada pela HKEX.

11º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS

O gráfico da Figura 3 mostra que as empresas Gazprom, PetroChina, Sinopec e ExxonMobil são aquelas que possuem as somas de emissões acima da média dentre as empresas avaliadas. Vê-se também que os valores das somas dos Escopos 1 e 2 têm alta variação entre as empresas, assim como para os resultados de cada Escopo individualmente.

Em seguida, foram montadas as duas tabelas das Figuras 4 e 5 contendo as médias de suas receitas e produção dos anos de 2015 a 2020.

Figura 4 – Ranking das empresas em relação aos valores de suas receitas (Bi U\$) para o ano de 2018.

Ranking de receitas	Empresa	Valores das receitas 2018 (Bi U\$)
1	Sinopec*	420,38
2	Shell	388,38
3	Saudi Aramco	356,00
4	PetroChina	342,21
5	BP	298,76
6	ExxonMobil	279,33
MÉDIA DAS EMPRESAS		266,03
7	Total Energies	209,36
8	Chevron	158,90
9	Gazprom	111,38
10	Petrobras	95,58

*Produzido nacionalmente apenas. Não foi possível encontrar dados contabilizando produção internacionalmente/ de ventures.

Figura 5 – Ranking das empresas em relação aos valores da média de produção de hidrocarbonetos (milhões de barris equivalentes) para os anos de 2015-2020.

Ranking de produção	Empresa	Produção de hidrocarbonetos (MMboe/ano)	
		Média de Produção (5 anos)	Desvios Padrões - Média de Produção
1	Saudi Aramco	4720,67	248,15
2	Gazprom	3468,83	225,83
3	PetroChina	1536,53	60,95
MÉDIA DAS EMPRESAS		1575,96	93,30
4	Shell	1278,18	97,10
5	Chevron	1035,08	72,26
6	Total Energies	974,85	85,91
7	Petrobras	973,04	43,40
8	BP	821,49	70,76
9	ExxonMobil	494,50	25,12
10	Sinopec*	456,47	3,54

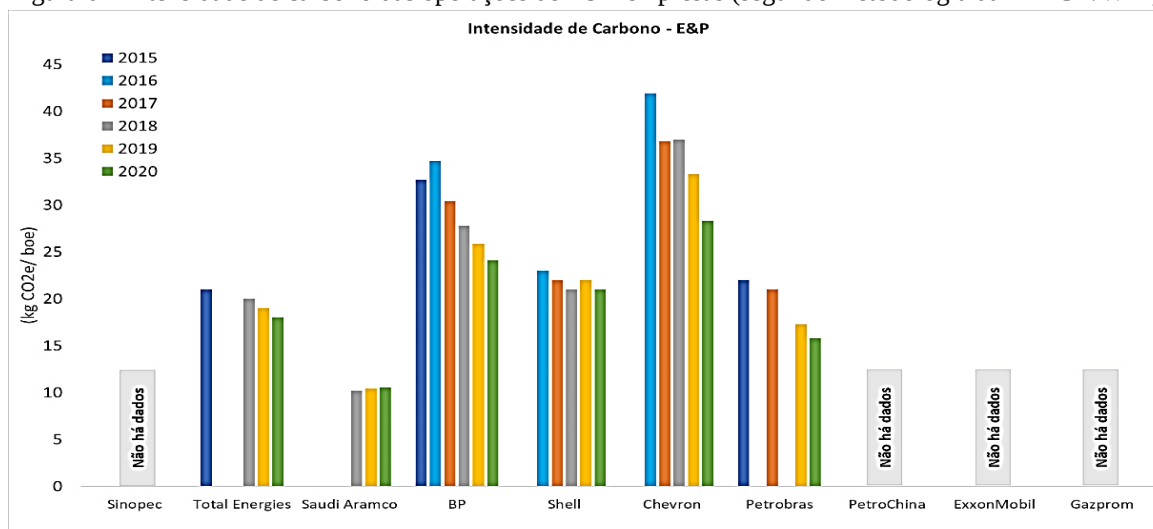
*Produzido nacionalmente apenas. Não foi possível encontrar dados contabilizando produção internacionalmente/ de ventures.

A partir destes dados, nota-se então que a somas dos montantes de emissões dos Escopos 1 e 2 não acompanham estritamente as tendências dos volumes de produção e de receitas para a maior parte das empresas, como por exemplo para a Saudi Aramco e a Shell. Algumas empresas possuem altas produções e emissões, mas receitas abaixo da média, como a Gazprom. Enquanto outras apresentam receitas e nível de emissões acima da média, mas menores produções, como a ExxonMobil.

Esta observação corrobora o fato das emissões destes Escopos estarem diretamente relacionados à gestão das operações pela relatora. Empresas de operações mais intensas em consumo de energia e emissão de poluentes acabam por apresentar as maiores emissões direta e indiretas, não refletindo diretamente apenas em seus valores de receitas e produção.

A avaliação da intensidade de carbono, que mede a relação entre as emissões de GEE e o resultado de produção da companhia, pode ser realizada através do gráfico contido na Figura 6 abaixo.

Figura 6 – Intensidade de carbono das operações de E&P empresas (segundo metodologia da IPIECA/WRI).



(****) Intensidade de carbono apenas do óleo.

Embora todas as empresas que reportaram sua pegada de carbono, exceto a Saudi Aramco, aparentemente estar tendo melhora em seu impacto das operações ao longo dos anos, os resultados de pegada de carbono das empresas isoladamente não são capazes de indicar precisamente quais ações foram responsáveis pela eventual melhora nos números. A diminuição da intensidade de carbono pode decorrer, por exemplo, de ações de melhoria da eficiência energética ou por optar-se por transferir/desfazer posições em ativos altamente poluentes.

Figura 7 traz os dados de CO₂ estocado e transferido que foram encontrados nos relatórios de sustentabilidade (segundo metodologia da IPIECA).

Figura 7 – Dados de CO₂ estocado e transferido segundo relatórios anuais das empresas (2015-2020).

Ano/Empresa	CO2 estocado (MtCO2)			CO2 utilizado/transferido (MtCO2)			SER(I) (MtCO2e)
	Sinopec (II)	Shell	Chevron	Sinopec (II)	Shell	Chevron	
2015	-	-	-	-	-	-	0,2
2016	-	1,11	-	-	0,58	1	0,7
2017	0,27	1,14	<1	-	0,45	1	0,5
2018	1,01	1,07	<1	-	0,46	1	1,3
2019	1,26	1,13	1	-	0,43	1	1,4
2020	1,29	0,94	3	-	0,3	1	1

Notas: (I) Sigla para Sustainable GHG emissions reductions, trata-se de uma categoria que inclui atividades de CCS e CCUS mas que seria mais ampla que apenas a captura (incluindo medidas de Eficiência Energética ou Compra de créditos de compensação). (II) Foi utilizada metodologia nacional para contabilização do montante CO₂ reportado.

Por fim, observa-se que três dentre as seis empresas que publicaram o KPI de intensidade de carbono também disponibilizaram resultados do débito de GEE para o período. Apenas a Chevron e a Sinopec demonstraram tendência de leve aumento nos montantes de captura de CO₂ a partir de 2015. Os valores emitidos pelas empresas chegam ao valor máximo de 1200 Mt CO₂ anuais para o Escopo 3 das atividades apenas da Gazprom. Já o carbono capturado anualmente representou uma faixa máxima de 0,1 – 2,0 Mt CO₂eq entre as empresas avaliadas, a qual não alcança sequer o equivalente a 1% da taxa emitida somente para o Escopo 3.

Além disso, 5 das 10 companhias avaliadas não reportaram dados de montantes emitidos no Escopo 3, mesmo este sendo o âmbito que corresponde aos maiores volumes finais. A baixa disponibilidade nos relatórios atuais dos resultados para as emissões do Escopo 3, o mais abrangente da cadeia produtiva do petróleo, faz com que a avaliação comparativa da soma dos impactos finais das empresas não possa ser feita de maneira completa.

Considerações finais

A disparidade das metodologias, assim como dos resultados encontrados revela a necessidade de uma maior padronização entre os métodos de reporte e contabilização de emissões e abatimentos se faz necessária para o setor de O&G. Os dados dos KPIs de emissões avaliados não demonstram um movimento relevante de redução para as empresas entre 2015 e 2020 em nenhum dos Escopos, com resultados com baixo desvios entre os anos e médias altamente distintas entre as empresas devido suas particulares operações.

Além disso, a análise dos dados apresentada por esse estudo revela que o emprego das tecnologias de CCS e de CCUS ainda é incipiente, correspondendo à soma de 5,8 MtCO_{2e} capturados por ano de uma média de 1078 MtCO_{2e} emitidos anualmente pelas empresas (apenas Escopo 1 e 2), o que se refere a apenas 0,54% de carbono mitigado do total gerado.

Nota-se então que, embora haja metas ambiciosas de reduções de pegada de carbono de operações e níveis de emissões equivalentes a até 1% por parte de diversas das companhias estudadas, os valores estagnados de carbono capturado e a não redução do carbono emitido não corroboram estas metas atuais. Desse modo, embora haja distintas estratégias em curso para que haja uma redução no balanço final do nível de emissões de suas atividades, os resultados ainda não indicam reduções significantes para o setor.

Agradecimentos

Agradecimentos ao Programa de Recursos Humanos nº 17 (PRH17) instituído pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) em conjunto com a FINEP, pelo suporte financeiro ao projeto deste estudo. Agradecimentos também à Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Referências Bibliográficas

- BP. (2020). Energy Outlook 2020. BP. Disponível em: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/energyoutlook.html>. Acesso em 2022.
- BP. (2020). Sustainability Reports. BP. Disponível em: <https://www.bp.com/en/global/corporate/sustainability.html>. Acesso em 2022.
- Chevron. (2020). Sustainability Reports. Chevron. Disponível em: <https://www.chevron.com/sustainability>. Acesso em 2022.
- Cuéllar-Franca, R.M., & Azapagic A. (2015). Carbon capture, storage and utilization technologies: A critical analysis and comparison of their life cycle environmental impacts. Journal of CO2 Utilization, 9(1), 82–100. <https://doi.org/10.1016/j.jcou.2014.12.001>
- ExxonMobil. (2020). Sustainability Reports. ExxonMobil. Disponível em: <https://corporate.exxonmobil.com/Sustainability/Sustainability-Report>. Acesso em 2022.
- Gazprom. (2020). Sustainability Reports. Gazprom. Disponível em: <https://sustainability.gazpromreport.ru/en/2020/>. Acesso em 2021.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2014). Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/>. Acesso em 2022.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2005). Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage. Cambridge University Press. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/carbon-dioxide-capture-and-storage/>. Acesso em 2021.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2022). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>. Acesso em 2022.
- International Energy Agency (IEA). (2019). World Energy Outlook 2019. IEA. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/worldenergy-outlook-2019>. Acesso em 2022.
- International Petroleum Industry Environmental Conservation Association (IPIECA). (2011). Petroleum industry guidelines for reporting greenhouse gas emissions. IPIECA. Disponível em: <https://www.ipieca.org/resources/goodpractice/petroleum-industry-guidelines-for-reporting-greenhouse-gas-emissions-2nd-edition/>. Acesso em 2022.
- Petrobras. (2020). Relatórios de Sustentabilidade. Petrobras. Disponível em: <https://sustentabilidade.petrobras.com.br/#ondeestamos>. Acesso em 2022.

11º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS

Petrochina. (2020). Environmental Social and Governance Reports. Petrochina. Disponível em: <http://www.petrochina.com.cn/ptr/shyhj/2018kcxfzbggen.shtml>. Acesso em 2021

Saudi Aramco. (2020). Saudi Aramco Annual Reports. Saudi Aramco. Disponível em: https://www.aramco.com/en/newsmedia/publications-archive?facets=publication_category_s%253D781ece1685d64f1d971612a0d20f5ece&sort=pubdate%257cTrue. Acesso em 2021.

Sinopec. (2020). Sustainability Reports. Sinopec. Disponível em: <http://spc.sinopec.com/spc/en/csr/> Acesso em 2021.

Total Energies. (2020). Climate Reports. Total Energies. Disponível em: <https://totalenergies.com/investors/publications-andregulated-information/reports-and-publications>. Acesso em 2021.