http://climacom.mudancasclimaticas.net.br/queimando-o-futuro/

Queimando o futuro: impactos socioambientais da exploração petrolífera do pré-sal e da margem equatorial brasileira

Daniel Antoine Abou Jaoude[1]

RESUMO: Este artigo analisa criticamente os danos sociais e ambientais associados à expansão das fronteiras petrolíferas no Brasil, com foco no pré-sal e na margem equatorial. A partir da revisão da literatura recente em economia ambiental, justiça climática e políticas energéticas, o estudo argumenta que os debates públicos e institucionais sobre novos empreendimentos fósseis tendem a subestimar seus impactos socioambientais de longo prazo, especialmente no que se refere à mortalidade associada às emissões de dióxido de carbono. Para enfrentar essa lacuna analítica, o artigo propõe uma nova métrica para estimar os danos humanos futuros decorrentes de projetos de exploração de petróleo e gás. A metodologia integra estimativas de emissões potenciais desses empreendimentos com parâmetros consolidados na literatura internacional, incluindo o custo social do carbono e o valor estatístico da vida (Value of a Statistical Life – VSL). Com base nesses parâmetros, a proposta busca estimar tanto o número de mortes futuras associadas às emissões adicionais de CO_2 quanto os custos econômicos correspondentes para a sociedade. Ao aplicar essa abordagem ao contexto brasileiro, o estudo contribui para ampliar o debate sobre responsabilidade socioambiental, planejamento energético e justiça climática, oferecendo uma ferramenta analítica que pode apoiar avaliações de políticas públicas, processos de licenciamento ambiental e iniciativas de litigância climática.

PALAVRAS-CHAVE: Mudanças climáticas. Justiça climática. Danos climáticos. Combustíveis fósseis. Custo social do carbono.

Burning the future: the socio-environmental impacts of oil exploration in the brazilian pre-salt and equatorial margin

ABSTRACT: This article critically examines the social and environmental damages associated with the expansion of oil extraction frontiers in Brazil, focusing on the Pre-Salt fields and the Equatorial Margin. Drawing on recent literature in environmental economics, climate justice, and energy policy, the study argues that public and institutional debates on new fossil fuel projects tend to underestimate their long-term socio-environmental impacts, particularly the mortality associated with carbon dioxide emissions. To address this analytical gap, the article proposes a new metric to estimate future human damages resulting from oil and gas development projects. The methodology combines estimates of potential emissions from these projects with established parameters in the international literature, including the Social Cost of Carbon and the Value of a Statistical Life (VSL). Based on these parameters, the proposed approach seeks to estimate both the number of future deaths attributable to additional CO_2 emissions and the corresponding economic costs to society. By applying this framework to the Brazilian context, the study contributes to debates on socio-environmental responsibility, energy planning, and climate justice, offering an analytical tool that may support public policy assessment, environmental licensing processes, and climate litigation strategies.

KEYWORDS: Climate change. Climate justice. Climate damages. Fossil fuels. Social cost of carbon.

Introdução

Desde a descoberta do pré-sal em 2006, o Brasil, por meio da Petrobras, vem se consolidando como um dos maiores produtores de petróleo do planeta, sendo considerado o nono maior produtor da atualidade[2], e planejando subir ainda mais no ranking mundial[3], mas já é em termos de emissão de poluentes, um dos cinco maiores[4].

Considerando apenas a Petrobras, contudo, para além das narrativas de valorização da empresa mobilizadas por atores políticos de diferentes espectros ideológicos, é fato que a Petrobras é uma das maiores poluidoras do mundo. Em um estudo conduzido pelo Climate Accountability Institute, a empresa aparece como uma das 20 empresas que mais destroem o planeta[5], sendo responsável pela emissão de quase 11 gigatoneladas de $C0_2$ desde 1965[6]. E justamente por conta deste motivo, a empresa brasileira foi considerada por outra pesquisa[7], como responsável pela reparação de cerca de 4 bilhões de dólares em danos ambientais climáticos para o período que vai de 2025 até 2050. Vale notar que esta pesquisa foi conservadora em suas projeções e não igualou a responsabilidade brasileira à das empresas de países considerados desenvolvidos. Além disso, vale destacar que apesar de diversas outras empresas estarem atuando tanto na extração de petróleo do pré-sal como também na extração da foz do amazonas, neste estudo será enfatizado o papel da Petrobras por conta de seu caráter estatal, e portanto de responsabilidade do estado brasileiro, e por ser a principal empresa executora dos projetos e a maior emissora de poluentes nestes casos.

O fato de a empresa ser majoritariamente estatal torna a situação ainda mais grave, na medida em que o governo brasileiro se comprometeu a combater as mudanças climáticas pelo menos desde a ECO-92, que aconteceu no Rio de Janeiro. Portanto, há pelo menos 30 anos que a atuação do Estado brasileiro vem sendo contraditória, no que concerne à sua responsabilidade com a Petrobras. A pesquisa busca estimar a magnitude dos danos socioambientais causados pelas atividades da empresa e projetar os impactos potenciais associados à realização integral de seus investimentos previstos.

Metodologia

A presente pesquisa adota uma abordagem qualitativa, com base em revisão bibliográfica e na análise crítica da literatura científica recente sobre os impactos socioambientais da exploração de combustíveis fósseis no Brasil. Foram selecionados artigos publicados em periódicos revisados por pares, com ênfase em estudos que tratam da relação entre atividade extrativa, mudanças climáticas, mortalidade e justiça intergeracional. Além da base científica, a metodologia inclui o exame crítico do ordenamento jurídico climático brasileiro. O objetivo é confrontar os dados

científicos sobre os riscos e danos da exploração petrolífera com o arcabouço normativo vigente, identificando incoerências, lacunas e contradições na formulação e na aplicação das políticas públicas energéticas e ambientais. Essa abordagem permite não apenas quantificar potenciais consequências das novas fronteiras exploratórias, como também qualificar o debate sobre a responsabilidade legal, política e ética do Estado e das empresas frente à sociedade e às gerações futuras.

Os combustíveis fósseis e o Brasil

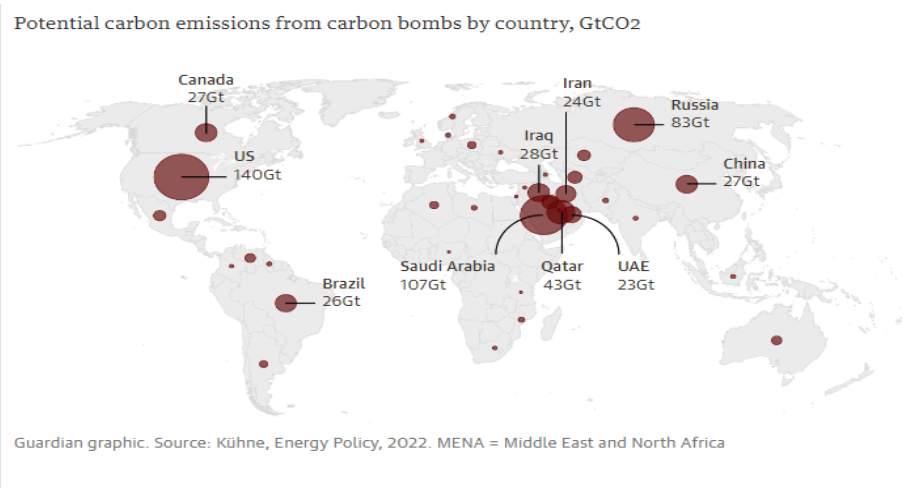
Diversos estudos publicados recentemente apontam a necessidade de não se investir na exploração de novas fontes de combustíveis fósseis, caso se deseje alcançar as metas estabelecidas pelo Acordo de Paris. Dentre os mais relevantes, merece destaque o relatório divulgado pela Agência Internacional de Energia em maio de 2021[8] onde se afirma, categoricamente, que nenhum novo projeto energético deve ser iniciado se quisermos ter sucesso nesta meta[9].

No mesmo sentido, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente destacou em estudo (PNUMA,2021) que 15 dos maiores produtores de combustíveis fósseis do mundo, incluindo o Brasil, planejam continuar investindo em combustíveis fósseis num patamar muito acima do que seria possível para se respeitar o Acordo de Paris. Além disso, cabe notar que um relatório da ONU divulgado em novembro de 2023 mostrou que o Brasil já poderia ser considerado em termos de emissões futuras um *Petro-estado*, visto que a produção de Petróleo planejada pelo país até 2030 não apenas vai ficar muito além das metas do acordo de Paris, como já ressaltamos, como também coloca o Brasil como o terceiro, praticamente empatado com os EUA, na lista dos países que mais ameaçam as metas climáticas do acordo de Paris com seus planos de produção futura, e ficando à frente de países como Emirados árabes, Kuwait e Rússia, por exemplo, que são tradicionalmente enormes produtores de Petróleo[10]. O relatório inclusive destaca a ambição brasileira de sair da oitava para a quarta posição entre os maiores produtores, o que é absolutamente contraditório com todas as metas climáticas[11]. Grave também é o fato de que a Petrobras vai investir apenas entre 2023 e 2027 dez vezes mais na exploração de novos pontos de petróleo do que em energia sustentável, o que demarca claramente a falta de interesse do Brasil na transição energética justa[12].

Entre os estudos que apontaram a necessidade do abandono de novos investimentos, merece destaque um, conduzido pela Universidade de Leeds, no Reino Unido[13], que mapeou ao menos 195 projetos de exploração de petróleo ou gás ao redor do mundo, fontes de combustíveis fósseis que se forem todas exploradas, poderão contribuir decisivamente para o agravamento da crise climática de forma tão destrutiva que poderia ameaçar toda a civilização humana. Somadas às emissões que todas elas podem produzir durante seu tempo de uso, chega-se ao número de 646 gigatoneladas de CO2, um número muito acima do limite necessário para limitar o aquecimento em 1,5 graus. Contudo, para termos cerca de 80% de chances de limitar o aquecimento ao limite desejado de 1,5 graus, a quantidade máxima de CO2 (orçamento de carbono[14]) que o planeta ainda pode produzir é de no máximo 300 gigatoneladas[15].

Dentre estes 195 projetos ao redor do mundo, 10 deles se encontram no Brasil (vide figura 1 abaixo), e juntos podem produzir, sozinhos, aproximadamente 26 gigatoneladas de CO2. Esse número, de acordo com o estudo, coloca o Brasil em termos de potencial de emissões à frente de países como Irã e Venezuela, historicamente dois dos maiores produtores de petróleo. O Brasil possui uma das maiores reservas, o nono da lista de todos os países considerados no estudo, especialmente por conta da extração do pré-sal, e por esta razão, poderá ter um papel decisivo para evitar o pior cenário que foi delineado.

Figura 1 – Potenciais emissões de bomba de carbono por país



(Fonte: Guardian Graphic. Source: Kuhne, Energy Policy, 2022.)

Contudo, para que isso ocorra, os tomadores de decisão e a opinião pública precisam conhecer este problema e entender as suas implicações, sendo este um dos objetivos deste trabalho. Além disso, não podemos deixar de destacar os imensos e pouco debatidos danos ambientais e sociais da extração do pré-sal. A sociedade precisa compreender que, para além dos ganhos econômicos e da geração de empregos, a exploração do petróleo pela Petrobras apresenta riscos socioambientais significativos, com potenciais consequências para o futuro do Brasil e do mundo, conforme será discutido adiante. Segundo relatório do Instituto de Estudos Socioeconômicos, o Brasil figura entre os dez maiores produtores mundiais de petróleo. Entre 2000 e 2021, a produção nacional de petróleo equivalente mais que dobrou, passando de 1,65 milhão para 3,52 milhões de barris por dia, enquanto as exportações atingiram recorde em 2020, com média de 1,4 milhão de barris diários. Nesse contexto, a contribuição brasileira para a escalada das emissões globais oriundas de combustíveis fósseis pode ser observada sob duas perspectivas: diretamente, pois a queima desses combustíveis representa cerca de 19% das emissões nacionais; e indiretamente, na medida em que o petróleo exportado alimenta cadeias energéticas em diferentes países. Como observa o relatório, trata-se de um cenário que deveria “soar como uma sentença de morte para os combustíveis fósseis, antes que destruam o planeta”.[16]

Além disso, o Brasil é um dos países que mais ofereceu subsídios aos combustíveis fósseis desde 2015. O histórico do Brasil com os subsídios têm estreita relação com o lugar que vem ocupando no sistema capitalista (Wallerstein, 2004, p. 30), de país fornecedor de matérias-primas, ou seja, na periferia ou semiperiferia do sistema.

Até meados de 1930[17], o Brasil era eminentemente agrário e foi apenas a partir da Era Vargas (1930-45) que o país começou a adotar uma política energética consistente, com vistas a desenvolver a sua industrialização. Neste período, começaram as primeiras obras de infraestrutura energética, e vale destacar aqui, com dinheiro emprestado do exterior surgiram os primeiros subsídios para favorecer o comércio de petróleo. Em 1953 nascia a Petrobras e desde então o governo brasileiro estabeleceu uma série de subsídios para favorecer o setor energético nacional[18], sempre com a alegada meta de favorecer a indústria nacional ou permitir um maior desenvolvimento econômico do país. A crescente flexibilização do mercado nacional, que culminou

com o fim do monopólio da Petrobras em 1995, não teve o efeito de reduzir a dependência nacional desta fonte de receitas, o que apenas se agravou com a descoberta do pré-sal em 2010.

Deste momento em diante o Brasil viu à sua frente uma imensa promessa de enriquecimento e não faltaram discursos ufanistas para argumentar que o país viveria agora uma nova fase de bonança com a exploração do petróleo[19]. Contudo, de forma bastante contraditória, já naquela época o planeta se erguia claramente contra as mudanças climáticas e é digno de nota que no mesmo governo que fazia intenso marketing com nova exploração do petróleo, lançava sua primeira grande lei relativa às mudanças climáticas, a Lei nº 12.187 de 2009, que instituía a Política Nacional de Mudança do Clima (PNMC)[20]. A opinião pública, muito por conta do imenso marketing governamental e do lobby da indústria, não percebeu que a imensa dependência de uma *commodity* apenas, desfavoreceria economicamente o Brasil[21] e mais do que isso, que essa mesma *commodity* e suas derivadas, como por exemplo o GNV (Gás Natural Veicular), é que seriam os principais responsáveis pela degradação do clima.

Aqui cabe citar o fato de que a indústria do petróleo, da qual a Petrobras faz parte, tem conhecimento dos danos oriundos do aquecimento global desde 1959 pelo menos[22]. Além disso, cumpre destacar que a empresa Exxon Mobil, uma das maiores petroleiras do mundo, parceira de longa data de negócios da Petrobras e parceira do governo brasileiro desde pelo menos 1912[23], tem conhecimento inequívoco dos danos que causa ao clima desde os anos 70, conforme documentos internos da empresa demonstraram[24][25].

Por isso, é muito provável que a empresa brasileira também soubesse destes riscos naquela época, o que a torna ainda mais passível de ser responsabilizada judicialmente, junto com o governo brasileiro, tal como vem ocorrendo em diversos países mundo afora[26].

A lei federal que acabamos de citar, nº 12.187, que instituiu a PNMC, vem, portanto, desde seu berço sendo descumprida na medida em que o Estado brasileiro segue abertamente, desde seu surgimento, favorecendo a expansão das emissões e para isto basta vermos como vem sendo a expansão do setor energético brasileiro, e como a Petrobras e o governo planejam investir seus recursos, isto é, em completo desacordo com as metas assumidas pelo Brasil.

Vejamos por exemplo o Artigo 3º, incisos I e II desta Lei, ambos descumpridos, com grifos nossos:

> Inciso I: (...) todos têm o dever de atuar, em benefício das presentes e futuras gerações, para a redução dos impactos decorrentes das

> interferências antrópicas sobre o sistema climático", e Inciso II: **"**(...) serão tomadas medidas para prever, evitar ou minimizar as causas identificadas da mudança climática com origem antrópica no território nacional, sobre as quais haja razoável consenso por parte dos meios científicos e técnicos ocupados no estudo dos fenômenos envolvidos.

É digno de nota que a lei mencione expressamente o tema das futuras gerações e com isso ampare a pretensão de que estas teriam um direito líquido e certo tal qual defendemos acima, e como vem defendendo parte da jurisprudência climática mundo afora. Contudo, uma simples pesquisa pelos investimentos que o Brasil fez no setor de energia desde a promulgação da lei, deita por terra a pretensão ali expressa de proteger as gerações futuras. O supracitado inciso II, em particular, é de tal forma desrespeitado não apenas pela política energética, pela exploração de combustíveis fósseis e os seus subsídios, como também, pela baixa ambição da NDC brasileira no que concerne ao Acordo de Paris, como discutiremos adiante.

A afronta a este dispositivo legal é tão direta quando se fala em novas perfurações de petróleo no Brasil afora, que ele já poderia ter sido objeto inclusive de controle judicial, tal como ocorreu em outros países que possuem legislações semelhantes[27]. Outro ponto que merece nossa atenção e que diz respeito diretamente à nossa discussão, são os vetos realizados a esta lei que institui o PNMC, de modo especial o veto ao inciso III do artigo 4º e o veto integral ao artigo 10º que diziam, em suas redações originais, com grifos nossos[28]:

> Art. 4º (...)
> III - ao estímulo ao desenvolvimento e ao uso de tecnologias limpas e **ao paulatino abandono do uso de fontes energéticas que utilizem combustíveis fósseis;**
>
> Art. 10. **A substituição gradativa dos combustíveis fósseis,** como instrumento de ação governamental no âmbito da PNMC, consiste no incentivo ao desenvolvimento de energias renováveis e no aumento progressivo de sua participação na matriz energética brasileira, em substituição aos combustíveis fósseis. (...)

Os textos vetados do art. 4º e, especialmente, do art. 10 da PNMC previam ações de preservação ambiental hoje amplamente defendidas no mundo. Se implementados há 15 anos, teriam colocado o Brasil na vanguarda do combate às mudanças climáticas. No entanto, devido à lógica do capitalismo global (Wallerstein, 2001) e ao papel periférico do Brasil na economia baseada em commodities, não surpreende que esses dispositivos tenham sido vetados — o art. 10, inclusive, integralmente, sob o argumento de proteger a indústria fóssil. Chama a atenção que, à época, o Congresso tenha aprovado esses artigos, algo improvável hoje dada sua composição conservadora, e que tenha sido justamente o mesmo presidente dos dias atuais, dito progressista, a suprimir o ponto central daquela lei: o abandono dos combustíveis fósseis, hoje um consenso científico. Esse fato histórico por si mesmo já nos ensina muito a respeito das discussões atuais a respeito da exploração de petróleo na margem equatorial[29].

Da responsabilidade moral, civil e criminal das emissões brasileiras

Na literatura política e científica das mudanças climáticas é corrente que se utilizem apenas dados técnicos, referentes à quantidade de emissões projetadas e como isso poderá causar indiretamente danos climáticos. Contudo, diante do agravamento da emergência climática mundo afora, vem ganhando projeção uma nova metodologia mais direta que busca quantificar de modo claro a quantidade de vidas humanas que a emissão de gases de efeito estufa poderá causar, e a seguir, passaremos a discutir algumas destas novas abordagens.

Em um estudo como este, voltado para a proteção dos direitos humanos, é importante ter sempre em mente que tipo de danos a violação estudada pode causar. Em se tratando de mudanças

climáticas, e especificamente do aquecimento global causado pelo uso de combustíveis fósseis, os cientistas já elencaram diversos tipos de danos que poderiam ser causados, dentre os quais, vale recordar aqui de passagem alguns dos mais graves, de acordo com o IPCC[30]:

1. Impactos diretos do clima: temperaturas extremas mais altas, ondas de calor mais longas, mais inundações e secas, ciclones tropicais mais intensos e frequentes;
2. Oceanos: aumento do nível do mar, temperatura mais alta, acidificação; declínio dos recifes de coral;
3. Vida aquática: impactos de longo prazo ou irreversíveis na biodiversidade e nos ecossistemas, incluindo perda e extinção de espécies, habitat, reprodução, doenças, espécies invasoras e branqueamento de corais;
4. Terra: alcance geográfico de insetos, plantas e vertebrados, degradação e perda de tundra de alta latitude e florestas boreais, descongelamento do permafrost;
5. Para os seres humanos: efeitos na saúde, meios de subsistência, segurança alimentar, oferta de água, segurança, crescimento econômico; maior mortalidade relacionada ao calor e ao ozônio; maior propagação de doenças transmitidas por vetores (malária, dengue); menores rendimentos de milho, arroz, trigo, soja; menor qualidade nutricional de arroz e trigo; maiores efeitos negativos sobre a pecuária, incluindo mudanças na qualidade dos alimentos, propagação de doenças e disponibilidade de recursos hídricos.

Estes danos poderiam, inclusive, ser tratados em termos de reparações civis e compensações financeiras. Neste sentido, um estudo recente[31] fez uma estimativa de que as principais empresas poluidoras do planeta devem, em reparações financeiras, ao menos 5,4 trilhões de dólares até o ano de 2050, e a Petrobras está entre as 21 empresas que devem ser responsabilizadas financeiramente, pois é considerada uma das maiores poluidoras do planeta[32]. Contudo, conforme veremos adiante, outras estimativas mais ousadas e que levam em conta outros fatores sociais, além dos danos financeiros, poderão fazer esta cifra mencionada acima parecer muito pequena.

Contudo, com o fito de tornar o argumento aqui apresentado ainda mais direto, convém destacar que o resultado mais danoso e possível de quantificar as emissões de combustíveis fósseis é a

morte, seja ela causada direta ou indiretamente pelas alterações do clima. Portanto, é imprescindível que discutamos a responsabilidade das emissões brasileiras em termos de mortalidade atual e futura, para assim invocar inclusive uma maior conscientização social sobre este problema. Neste sentido, o autor americano John Nolt (2015) escreveu:

> As mudanças climáticas causarão um grande número de vítimas, talvez se estendendo por milhares de anos. As vítimas têm um claro significado moral que as medidas econômicas e outras medidas técnicas de dano tendem a mascarar. Além disso, elas são universalmente compreendidas, enquanto outras medidas de dano não o são. Portanto, os danos das mudanças climáticas devem ser regularmente expressos em termos de vítimas por agências como o Grupo de Trabalho III do IPCC, além de quaisquer outras medidas usadas. Além disso, as estimativas de acidentes devem ser utilizadas para obter estimativas de vítimas por fonte de emissão até uma determinada data. Tais estimativas teriam amplas margens de erro, mas aumentariam substancialmente a compreensão da humanidade sobre os custos morais de determinadas emissões de gases de efeito estufa[33] (tradução nossa).

Neste sentido, em anos recentes, a literatura científica[34] tem buscado quantificar de um modo mais socialmente relevante os danos causados pela emissão de combustíveis fósseis. Assim, foi cunhada a expressão “custo social de carbono”, que busca denotar em termos financeiros quanto custaria a emissão e uma certa quantidade de carbono na atmosfera, e com isto, encontrar meios de buscar algum tipo de responsabilização dos emissores, tais como taxação, obrigação de compensação, ou até mesmo quantificar indenizações.

Nesta busca por números mais concretos e que vão além da mera quantificação de emissões de poluentes, o Unicef (2023), por exemplo, ainda que não considere diretamente a mortalidade, mas apenas o risco climático, apontou em recente documento[35] que cerca de 1 bilhão de crianças já são afetadas hoje pelas mudanças climáticas, sendo que destas:

-240 milhões de crianças estão altamente expostas às inundações costeiras;

-330 milhões de crianças estão altamente expostas às cheias dos rios;

-400 milhões de crianças estão altamente expostas a ciclones;

-600 milhões de crianças estão altamente expostas a doenças transmitidas por vetores;

-815 milhões de crianças estão altamente expostas à poluição por chumbo;

-820 milhões de crianças estão altamente expostas a ondas de calor;

-920 milhões de crianças estão altamente expostas à escassez de água;

-1 bilhão de crianças estão altamente expostas a níveis extremamente altos de poluição do ar.

A letalidade das emissões de poluentes

Aprofundando ainda mais esta questão dos custos sociais das emissões, diversos estudos, também recentes, vêm chamando atenção para um dado que seria o mais relevante de todos quando se pensa em custos sociais das mudanças: a mortalidade, ou seja, o número de vítimas que o agravamento da emergência climática poderá causar nas próximas décadas. A intenção destes estudos é superar a linguagem excessivamente matemática, pretensamente neutra, e que termina por empregar eufemismos[36] quando trata dos danos oriundos das mudanças climáticas e apontar diretamente para a consequência mais grave de todas, a letalidade, e assim despertar a atenção da opinião pública e dos agentes políticos.

A depender da metodologia utilizada, os números poderão variar bastante caso considerem apenas as mortes diretas, como as causadas por exemplo, por ondas de calor anormais, ou se incluem também as mortes indiretas, causadas por exemplo, por falta de alimentos decorrentes das mudanças climáticas. Pelo menos desde 2010 já existiam estudos sérios que apontavam a possibilidade das mudanças climáticas causarem mais de 1 milhão de mortes por ano a partir de 2030[37]. Neste sentido, considerando as estimativas mais conservadoras e que consideram apenas o calor excessivo como causa, um estudo publicado na revista Nature [38] defendeu a substituição do termo custo social do carbono pelo termo *custo mortal do carbono*, enfatizando assim sua letalidade, e estimou a cifra de 83 milhões de mortes até 2100, sendo a imensa maioria de pessoas no Sul global.

Avançando ainda mais nestas discussões a respeito do custo mortal do carbono, uma meta-análise recente[39], feita a partir do estudo combinado de 180 artigos científicos ao redor do mundo[40], estimou que as mudanças climáticas causariam nada menos que 1 bilhão de mortes se o aumento da temperatura alcançar os 2º graus centígrados. Para se chegar a estes números, o estudo considerou uma série de fatores diretos (como por exemplo, a elevação do nível do mar), e indiretos (como por exemplo, a fome), relacionados às mudanças climáticas e que poderiam causar

mortes. Analisando as principais estimativas que a ciência tem hoje a respeito do número de fatalidades e a partir disso, considerando os melhores e piores cenários possíveis em termos numéricos, os pesquisadores então definiram uma estimativa intermediária, que é a marca de 1 bilhão de mortes se a temperatura alcançar os 2º C. O estudo detalha ainda o modo como se chegou a esta cifra, mas dois pontos merecem ser destacados. Primeiro, que o número é apenas uma estimativa e não se pretende exato, pois, como ressaltam os autores, existe a chance de o número ser menor, ou, o que é mais provável, bem maior:

> Faz uma década ou mais que está claro que o número final de mortes devido ao Aquecimento Global Antropogênico (AGW) será muito maior do que 100 milhões, ou um milhão por ano ao longo de um século - um cenário extremo ideal se as taxas atuais de mortes por AGW milagrosamente permanecerem constantes em cerca de um milhão por ano (um nível que pode já ter sido alcançado). Por outro lado, o número final de mortes em um cenário de aquecimento de 2°C certamente será muito inferior a 10 bilhões, que é a previsão da população humana global em 2100 na ausência de AGW. Embora as mudanças climáticas representem claramente um risco global catastrófico para o fornecimento de alimentos, apenas uma pequena minoria sugere que um aquecimento de 2°C poderia causar a extinção humana. No entanto, um aquecimento bem acima de 2°C poderia, de fato, desencadear retroalimentações climáticas naturais fora de controle, levando eventualmente à extinção humana. Entre esses limites extremos, é provável que mais de 300 milhões (melhor cenário provável) e menos de 3 bilhões (pior cenário provável) morrerão como resultado de um aquecimento de 2°C devido ao AGW. Essa previsão é consistente com previsões detalhadas da ciência climática resumidas pela Organização Mundial da Saúde e suas prováveis consequências para a mortalidade humana" (Pearce e Parncutt, 2023) (tradução nossa).

O segundo ponto importante a destacar é que esta cifra apontada pelo estudo levou em consideração um importante elemento de Justiça Climática, pois conjugou em seus cálculos não apenas dados relativos ao aquecimento global propriamente dito, como por exemplo mortes oriundas do calor excessivo, como também considerou outros fatores de grande relevância social, como, por exemplo, pobreza, poluição, desigualdade social, entre outros, inovando um pouco além da metodologia já citada do Unicef, que também chegou em um número muito alto com critérios semelhantes[41].

Se este impressionante número de 1 bilhão de mortes está relacionado ao aumento de 2º C da temperatura terrestre (atualmente elevada em cerca de 1,2º, conforme o IPCC), devemos lembrar do fato de que ainda em 2021 a ONU lançou um relatório[42] onde se constatava o fato de que se for mantido o atual ritmo das emissões do planeta (*business as usual*, na terminologia técnica em inglês), a temperatura deverá alcançar a marca 2,7º graus. E mais, em um novo documento de 2023[43], a ONU confirmou estas projeções enfatizando o fato de que esta temperatura altíssima seria alcançada mesmo se todos os países signatários do acordo de Paris cumprissem integralmente o que foi acordado em 2015. Por esta razão, não deve em nada ser celebrada a decisão do governo Lula (2023-2026) de fazer voltar a valer a NDC original do Brasil[44], vigente antes dela ser alterada pelo governo anterior, no famoso caso das pedaladas climáticas. Afinal, mesmo a NDC original do Brasil é insatisfatória no sentido de corrigir o rumo que a destruição ambiental está tomando[45].

Em suma, mesmo o número altíssimo de 1 bilhão de vidas perdidas, que foi estimado pela meta-análise mencionada, deverá ser ultrapassado na medida em que esta cifra diz respeito ao aumento de 2º C e não aos prováveis 2,7º C ou índices maiores[46][47]. Diante deste número quase apocalíptico de pessoas que podem morrer em decorrência das mudanças climáticas de causa humana, número este praticamente além da nossa capacidade de apreensão, se torna urgente questionarmos o modo como o Brasil toma responsabilidades neste cenário.

Neste ponto torna-se importante compreender os mecanismos pelos quais o aquecimento global pode resultar em mortalidade humana. Pearce e Parncutt (2023) destacam que esses impactos podem ser classificados em efeitos diretos, intermediários e indiretos, evidenciando a complexa cadeia causal que conecta a mudança climática a mortes humanas:

> A mudança climática causa mortes humanas de várias maneiras, que podem ser divididas em efeitos diretos, intermediários e indiretos, além de suas interações. Os efeitos mortais diretos da mudança climática incluem ondas de calor, que já causaram milhares de mortes humanas por uma combinação de calor e umidade (temperatura de bulbo úmido > 35 °C, de forma que o corpo humano seja fisicamente incapaz de se resfriar através da transpiração). As causas intermediárias de morte (entre diretas e indiretas) envolvem falhas nas safras, secas, inundações, condições climáticas extremas, incêndios florestais e o aumento do nível do mar. As falhas nas safras podem agravar a fome e a desnutrição global, resultando

> em dezenas de milhares de mortes humanas. Secas mais frequentes ou severas podem levar a incêndios florestais mais frequentes ou intensos, que também causam mortes humanas. As secas levam à contaminação da água, doenças e mortes por desidratação. O Relatório do IPCC de 2022 (6º Relatório de Avaliação) previu que a seca deslocaria 700 milhões de pessoas na África até 2030. A mudança climática pode causar inundações e destruição de propriedades e safras, o que também gera fome e doenças. A mudança climática provoca o aumento do nível do mar e a submersão de áreas costeiras de baixa altitude, erosão da linha costeira, intrusão de água salgada, danos causados por tempestades nas costas e riscos agravados de inundação. Esses perigos representam uma ameaça à vida de bilhões de pessoas em cidades costeiras que enfrentam a perspectiva de migração forçada. A mudança climática aumenta eventos climáticos extremos (por exemplo, furacões), que indiretamente causam mortes e danos econômicos significativos. Eventos climáticos extremos causam mortes de várias maneiras, incluindo falhas na rede elétrica e falta de energia que reduzem o acesso a cuidados médicos dependentes de eletricidade. Indiretamente, a mudança climática aumenta a probabilidade de conflitos. À medida que o número de refugiados climáticos aumenta, países mais distantes do equador podem cada vez mais recusar-se a oferecer asilo. Em um cenário de pior caso, o colapso social é possível (Pearce e Parncutt, 2023).

A classificação apresentada pelos autores demonstra que os impactos mortais da mudança climática não se limitam a eventos extremos imediatos, mas se manifestam também por meio de processos socioambientais mais amplos, como insegurança alimentar, deslocamentos populacionais e aumento da probabilidade de conflitos. Uma outra grande inovação que este estudo trouxe, e que é muito pertinente para nossas discussões, é a introdução de uma medida de cálculo, chamada de “regra das mil toneladas”, a respeito de quanto de carbono é necessário emitir para que uma pessoa morra no futuro. Essa regra é uma consequência matemática direta do número de mortes estimadas, de que falamos logo acima. De acordo com os autores, baseados nas diversas pesquisas anteriores que fazem parte da meta-análise, é possível estimar que a cada 1000 toneladas de Carbono[48] emitidas uma pessoa perderá sua vida no futuro:

> A regra das 1000 toneladas estabelece que uma pessoa futura é morta sempre que a humanidade queima 1000 toneladas de carbono fóssil. Isso é derivado de um cálculo simples: a queima de um trilhão de toneladas de carbono fóssil causará um aquecimento global antropogênico (AGW) de 2°C, o que por sua vez resultará em aproximadamente um bilhão de mortes prematuras futuras espalhadas ao longo de um período muito aproximado de um século. Com a suposição de que um aquecimento de 2°C é inevitável

> (dadas as enormes dificuldades políticas e econômicas de alcançar um limite inferior) ou intencional (dado que os planos de negócios das grandes indústrias de combustíveis fósseis o tornam inevitável), pode-se concluir que a queima de 1000 toneladas de carbono fóssil causa uma morte prematura futura.(...) Dividindo um trilhão por um bilhão, mil toneladas é a quantidade de carbono que precisa ser queimada hoje para causar uma morte prematura futura no futuro: 1000 toneladas (Pearce e Parncutt, 2023) (tradução nossa).

Explicando de outro modo o raciocínio por trás da regra das mil toneladas, e que será utilizado neste trabalho a seguir:

1. Se a Humanidade queimar 1 trilhão de toneladas de carbono a temperatura certamente subirá a 2ºC, com base nas melhores previsões científicas.
2. Se chegar a este patamar, o número médio de mortes estimado, entre o máximo e mínimo possível, é de 1 bilhão.
3. Ao se dividir 1 trilhão por 1 bilhão, chega-se ao resultado de 1000. Ou seja, eles chegam à regra das 1000 tn fazendo uma divisão do total de carbono necessário para causar o aumento da temperatura, pelo número estimado de mortes.

Conforme salientam os autores, tomando como base o supracitado estudo do Unicef, estas mortes sempre têm maior probabilidade de ocorrer em um país do sul global. Além disso, importante destacar novamente, que a regra das mil toneladas não se pretende um número exato, mas sim um número aproximado, ainda que bem embasado empiricamente e que sirva de modelo a inspirar uma nova forma de se discutir os chamados “custos sociais do carbono” em termos de mortalidade.

As estimativas oficiais mais conservadoras em termos de mortes causadas pelas mudanças climáticas indicam que 250 mil mortes por ano podem ocorrer devido às mudanças climáticas[49] até a metade do século. Contudo, outros estudos[50][51], que também podem ser ditos mais conservadores, na medida em que focam apenas em poluição e problemas relativos ao calor, colocam a estimativa entre 1 milhão e 8 milhões de mortes anuais. Ou seja, se milagrosamente o atual estado de coisas permanecer idêntico e não houver mais nenhuma nova emissão de

poluentes, é razoável estimar que o número de mortes decorrentes de mudanças climáticas poderá estar entre 100 a 800 milhões. Ou seja, a estimativa apontada anteriormente de 1 bilhão de mortes, e que leva em consideração outros fatores para além da poluição, como por exemplo a pobreza, é apenas um pouco mais ousada que as estimativas mais tímidas e portando, o número de mortes após 2100 poderá de fato, ser muito maior que 1 bilhão[52].

A responsabilidade do Brasil e da Petrobras

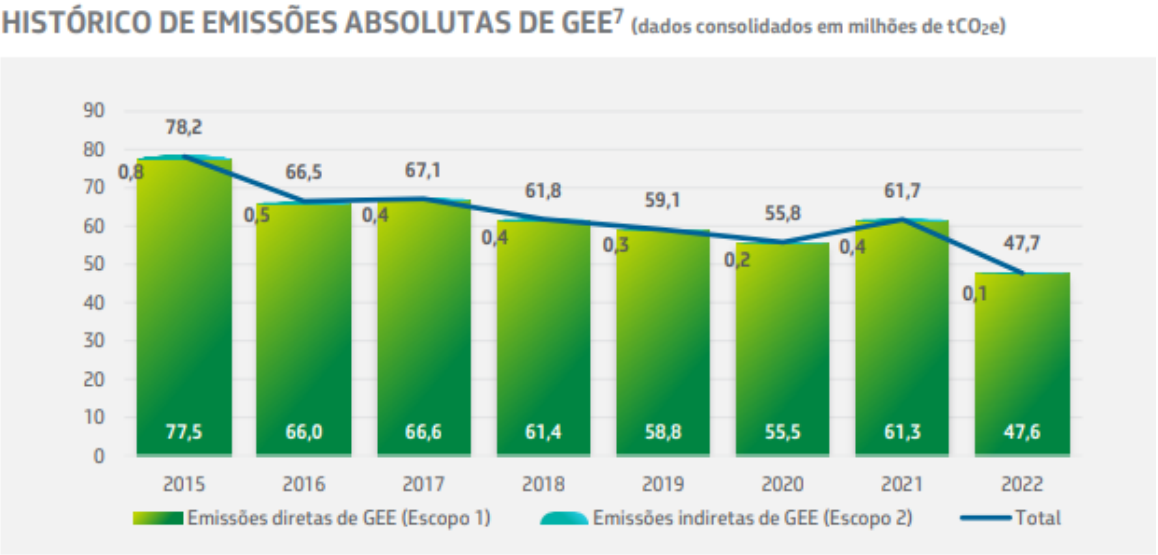
Tomando como base esta ferramenta, poderemos agora estimar de uma forma mais concreta e direta a responsabilidade do Brasil, e de modo particular o setor de energia e sua protagonista a Petrobras.

Apesar de adotarem diversas metodologias, todos os estudos a respeito da mortalidade relacionada à emissão de CO2 buscam trazer estes dados para tornar mais claro o vislumbre das consequências e responsabilidades da poluição. Afinal, o modo pretensamente estéril com que as emissões são calculadas, em toneladas e gigatoneladas de carbono, não deixa transparecer o caráter destruidor da poluição, o que corrobora com a visão de que toda a indústria poluidora nada mais faz que produzir o *Greenwashing* ou lavagem verde, um mecanismo marqueteiro de omitir ou maquiar a destrutividade envolvida naquela atividade econômica[53].

Para tentarmos nos desvencilhar deste caráter cosmético, vamos vislumbrar como poderia ser diferente a percepção do público ou de acionistas ao se depararem com a seguinte comparação entre a emissão de CO2 da Petrobras no período 2015-2022 e o seu equivalente em número de possíveis mortes futuras, segundo a metodologia acima mencionada da regra das 1000 toneladas.

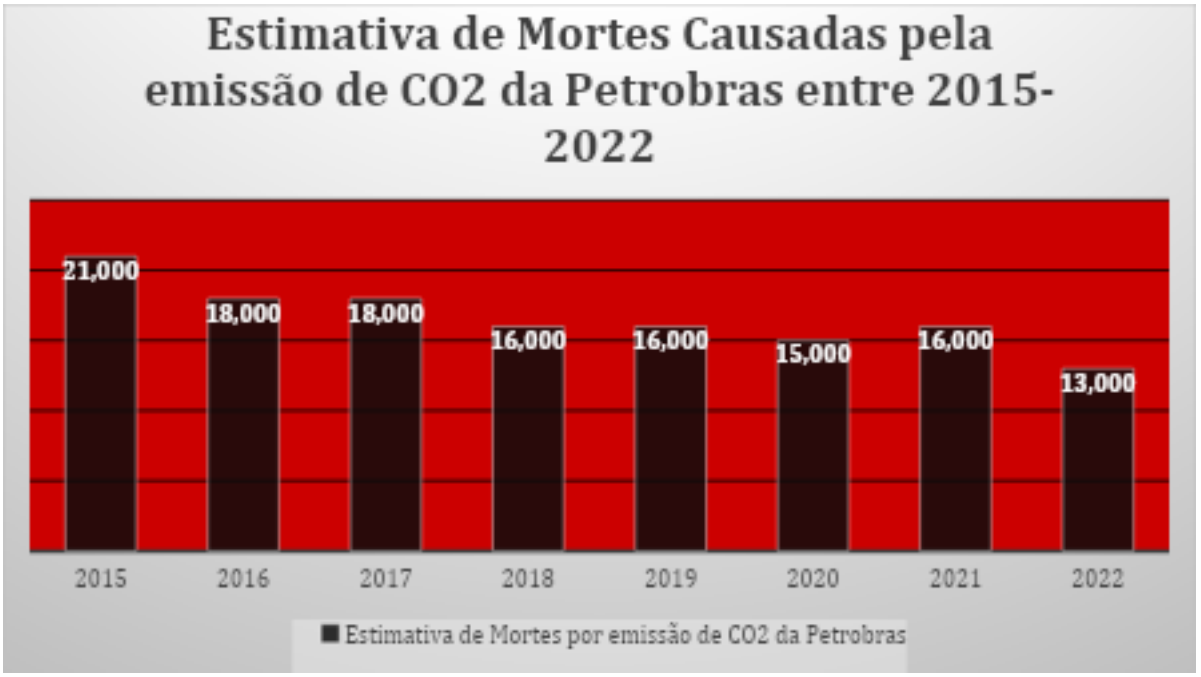
O primeiro gráfico (Figura 2) foi extraído diretamente dos relatórios de “sustentabilidade” da empresa e o segundo (Figura 3) criamos fazendo um cálculo aproximado. Antes, vale destacar que os números fornecidos pela empresa não levam em consideração as emissões oriundas do uso do combustível após sair da cadeia de produção, o chamado escopo 3. Se este fosse incluído na contagem, como seria o mais correto para dimensionar a realidade das emissões, o valor seria muito maior do que o que aparece a seguir em ambas as figuras:

Figura 2 – Histórico de Emissões Absolutas



Fonte: Relatório de Sustentabilidade da Petrobras 2022. Pg 102

Figura 3 - Mortalidade por ano com base nas emissões



Fonte: criação própria com base em Pearce e Parncutt, 2023

Ao compararmos ambos os quadros podemos perceber de imediato alguns pontos críticos. Por exemplo, pode até parecer positivo que nestes 8 anos o número de emissões tenha se reduzido e

que seja possível celebrar uma queda de 78 gigatoneladas de carbono em 2015 para cerca de 48 em 2022. Contudo, se analisarmos estes números com base na mortalidade que eles causam nós poderíamos dizer o mesmo? É algo a ser celebrado reduzir a moralidade potencial de 21 mil pessoas para 13 mil? Ou seja, 13 mil vidas perdidas por conta das atividades econômicas da Petrobras é um número que se justifica? Quantas mortes por ano são justificáveis em nome do "desenvolvimento" nacional? Temos o direito de causar a morte de uma pessoa futura em um país do Sul Global em nome da nossa prosperidade?

É evidente que a resposta é negativa, sendo a quantidade de mortes justificáveis igual a zero, tal qual asseveram todos os tratados de direitos humanos internacionais, a começar pela Declaração Universal de 1948 e a Constituição Federal de 1988. Contudo, enquanto não houver conscientização destes impactos exatamente desta maneira direta, será muito difícil que haja uma alteração no curso do desenvolvimento econômico baseado na destruição da natureza.

Dando um passo além e utilizando da mesma ferramenta teórica, tentaremos vislumbrar qual seria o impacto em termos de mortalidade de alguns dos principais projetos extrativistas brasileiros. Por exemplo, se a extração dos dez principais campos petróleo do pré-sal descobertos até hoje for levado a cabo, será responsável pela emissão combinada de 26 bilhões de toneladas de C02[54], que por sua vez resultariam em aproximadamente 7 milhões de mortes futuras, conforme figura a seguir:

Figura 4 - Mortalidade X Emissão de CO2 por campo de pré-sal

Campo do pré-sal	Emissão CO2 em Gtn	Mortalidade associada: estimativa
Santos Offshore	4,3398	**1,172 milhões de pessoas**
Llandovery Shale	4,2735	**1,155 milhões de pessoas**
Buzios (x-Franco)	3,6382	**983 mil pessoas**
Irati Shale	2,6953	**728 mil pessoas**
Lula (X-Tupi)	2,5458	**688 mil pessoas**
Parnaiba Onshore	1,9986	**540 mil pessoas**
Libra	1,8917	**511 mil pessoas**
Candeias Shale	1,6418	**443 mil pessoas**
Campos Offshore	1,5610	**422 mil pessoas**
Mero (Libra NW)	1,2870	**348 mil pessoas**
Total	**26 Gtns**	**7 Milhões de pessoas**

Fonte: criação própria.

Se o número potencial de mortes futuras causada pelas emissões de C02 ainda não for suficiente para convencer os agentes econômicos da necessidade de se alterarem os rumos da política climática nacional, há ainda uma última possibilidade. Um estudo publicado recentemente na revista Nature[55] quantificou pela primeira vez o custo financeiro associado a cada morte decorrente das mudanças climáticas. Uma das metas deste estudo foi quantificar financeiramente os danos oriundos dos eventos climáticos extremos associados às mudanças climáticas e desenvolver possíveis métricas que pudessem ser utilizadas para o cálculo das "Perdas e Danos" em matéria climática, um tema que tem causado há décadas fortes embates nas negociações internacionais[56][57].

Para estimar o custo econômico associado à perda de vidas humanas, diversos estudos utilizam o chamado Valor Estatístico da Vida (Value of a Statistical Life – VSL). Trata-se de um indicador amplamente empregado em análises socioeconômicas e em avaliações governamentais de políticas públicas voltadas à redução de riscos, permitindo atribuir um valor monetário aproximado

às perdas humanas (Newman; Noy, 2023). A partir dessa metodologia, os autores estimam que o custo econômico médio de uma vida perdida pode ser considerado, de forma aproximada, em torno de 7 milhões de dólares, ou cerca de 35 milhões de reais no câmbio atual. Sobre o procedimento metodológico adotado para esse cálculo, os autores explicam:

> Para avaliar o custo econômico da mortalidade, utilizamos cálculos do Valor da Vida Estatística (VSL); esta é a abordagem padrão em muitas decisões de política (por exemplo, sobre melhorias na segurança nas estradas). O VSL descreve uma taxa marginal de substituição entre dinheiro e risco de mortalidade em um período definido e as estimativas de VSL diferem muito entre países. O VSL que utilizamos aqui é uma média de duas estimativas de VSL usadas pelos governos dos Estados Unidos e do Reino Unido. A primeira é a estimativa do Departamento de Transportes dos Estados Unidos para 2020, que define o VSL em US$ 11,6 milhões, que por sua vez é uma média de estimativas de VSL da literatura acadêmica. A segunda estimativa é do Tesouro do Reino Unido, que avalia o VSL em £2 milhões, estimado a partir de valores médios de dados de pesquisas com amostras representativas da população. Segundo Viscusi, a mediana do VSL fora dos Estados Unidos é de US$ 7,36 milhões (ajustado para USD de 2020). Para este estudo, é utilizado o resultado de referência de US$ 7,08 milhões por vida perdida, que não está muito distante da mediana fora dos Estados Unidos relatada por Viscusi**.** Por simplicidade e, mais importante ainda, por questões de equidade, usamos o mesmo VSL para mortes em todos os países/regiões e todos os anos, o que implica que a morte tem um valor econômico equivalente, independentemente do momento e local em que ocorreu[58] (tradução nossa).

A partir desse procedimento, os autores adotam como valor de referência US$ 7,08 milhões por vida perdida, valor que buscam aplicar de maneira uniforme entre países e períodos, com o objetivo de evitar distorções associadas a diferenças nacionais de renda e a variações temporais. Vale destacar que, segundo os autores, mesmo este valor imenso para o chamado VSL é apenas uma estimativa conservadora, podendo inclusive ser maior.[59]

Ainda assim, se utilizarmos esta cifra de 7 milhões de dólares (aproximadamente 35 milhões de reais) por cada vida perdida estimada pelos autores da Nature (Newman & Noy, 2023) e a combinarmos com a metodologia acima delineada no outro estudo anteriormente destacado, (Pearce e Parncutt, 2023), que foi usada na tabela acima para calcular o número de mortes causados pela emissão de CO2, os resultados assim combinados serão assustadores devido ao valor astronômico dos custos associados. Lembrando que, a cada emissão de mil toneladas de

carbono (3700 tn de CO2) teremos uma morte, e que cada vida humana perdida gera um custo de aproximadamente 35 milhões de reais, a nossa tabela anterior (Figura 4) ficaria assim:

Figura 5 - Mortalidade X Custos do Pré-sal

Santos Offshore	4,3398	**1,172 milhões de pessoas**	**41,2 trilhões de reais**
Llandovery Shale	4,2735	**1,155 milhões de pessoas**	**40,4 trilhões de reais**
Buzios (x-Franco)	3,6382	**983 mil pessoas**	**34,4 trilhões de reais**
Irati Shale	2,6953	**728 mil pessoas**	**25, 5 trilhões de reais**
Lula (X-Tupi)	2,5458	**688 mil pessoas**	**24,1 trilhões de reais**
Parnaiba Onshore	1,9986	**540 mil pessoas**	**19 trilhões**
Libra	1,8917	**511 mil pessoas**	**18 trilhões**
Candeias Shale	1,6418	**443 mil pessoas**	**15,5 trilhões**
Campos Offshore	1,5610	**422 mil pessoas**	**14, 7 Trilhões**
Mero (Libra NW)	1,2870	**348 mil pessoas**	**12, 1 trilhões**
Total	**26 Gtns**	**7 Milhões de pessoas**	**245 trilhões de reais**

Fonte: criação própria.

Apenas para efeito de comparação e para termos uma ideia da dimensão destes números, lembremos que o Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro em 2024 ficou em 11,7 trilhões[60].

Danos oriundos da margem equatorial

Utilizando a mesma linha de raciocínio delineada acima, poderíamos então vislumbrar os possíveis danos oriundos da exploração de petróleo da margem equatorial, região de altíssima sensibilidade ecológica[61] e onde se localiza a Bacia da Foz do rio Amazonas. Dados da própria Petrobras[62] dão conta de que seria possível extrair dali cerca de 30 bilhões de barris de petróleo, que por sua vez, poderiam causar a emissão de cerca de 13 gigatoneladas de C02 na atmosfera[63], um

número exorbitante[64]. Com base nos mesmos cálculos descritos acima a respeito do Pré-sal, poderíamos estimar então em 3,5 milhões o número de mortes futuras causadas pela exploração do petróleo da margem equatorial. E utilizando os mesmos cálculos acima para calcular o custo estimado de uma vida perdida (VSL), chegaremos à imensa cifra de 122,5 trilhões de reais, outro valor astronômico (Figura 6):

Figura 6 – Estimativa de Custos e Mortalidade da exploração da margem equatorial

Margem Equatorial	**13 Gtn**	**3,5 milhões de pessoas**	**122,5 trilhões de reais**

Fonte: criação própria.

Além da responsabilidade civil decorrente dos danos causados pelo Brasil por meio da Petrobras, aqui cabe trazer uma outra reflexão inovadora e muito pertinente trazida pelo já citado estudo de Pearce e Parncutt (2023), que é a possível responsabilidade penal daqueles que causam mortes por emissão de poluentes[65]. Afinal, hoje a ciência já tem certeza a respeito das consequências destrutivas do aquecimento global e, ainda mais importante, que ele causa mortes e que este fenômeno vem sendo causado pela atividade humana. Além disso, a indústria petrolífera já sabe há mais de meio século[66], pelo menos desde 1959 ou antes[67], dos danos que sua atividade causaria ao clima do planeta.

Se este é o caso, então as mortes causadas pelo aquecimento global não são um ato impensado, acidental ou indesejado. Muito pelo contrário, a emissão de poluentes é um ato sabidamente destrutivo e que por isso pode e deve ser tratado como um ato ilícito, ou melhor, um ato criminoso. Afinal, o ordenamento jurídico considera crimes as ações que terminam por causar mortes, e tendo em vista que o estudo em questão é focado especificamente neste ponto, o tipo penal a ser considerado é justamente o do homicídio. Neste sentido, os autores chamam atenção

para o fato de que as cerca de 1 bilhão de mortes que poderão ser causadas pela emissão de poluentes devem ser equiparadas às mortes decorrentes de homicídios, senão dolosos, ou ao menos na modalidade culposa:

> Claramente, se um bilhão de pessoas vai morrer prematuramente devido ao aquecimento global de causa humana, essas mortes devem ser evitadas. Se essa pergunta fosse feita a pessoas de todas as esferas da vida e a líderes de diversos países, a resposta certamente seria sempre a mesma. Há também um acordo universal de que prevenir mortes é melhor do que lamentá-las depois. Consequentemente, deve haver um acordo universal de que a humanidade deve parar imediatamente de matar cada pessoa futura individual, parando imediatamente de queimar cada quiloton individual de carbono. Aqueles que ainda lucram com a emissão de carbono podem objetar razoavelmente que a cadeia de causa e efeito entre a ação de um poluidor de carbono e uma morte futura resultante é complexa. Como os poluidores podem ter certeza de que são a causa de uma determinada morte futura? **(**Pearce & Parncutt, 2023)

Partindo dessa questão, os autores utilizam uma analogia criminal para demonstrar melhor o argumento:

> Uma pergunta jurídica semelhante pode ser feita a um atirador que aponta uma arma para uma vítima e puxa o gatilho com a intenção de matar a vítima. A tentativa pode falhar por uma série de razões, algumas das quais estão além do controle do atirador: a arma pode estar com defeito ou não carregada, o atirador pode errar o alvo, o alvo pode se mover repentinamente, o alvo pode ser ferido, mas não morto, ou a polícia pode chegar repentinamente, fazendo com que o atirador fuja. No entanto, o atirador é culpado de assassinato ou homicídio culposo se duas condições forem satisfeitas: **a intenção de matar pode ser demonstrada e a vítima morre como resultado da tentativa de assassinato. Da mesma forma, os líderes da indústria de combustíveis fósseis sabem antecipadamente, por meio de relatórios da mídia (mesmo sem ler este artigo ou outra literatura acadêmica relevante), que suas emissões provavelmente matarão pessoas futuras.** Isso é verdade mesmo se eles não tiverem a intenção de matar essas pessoas, mas estiverem apenas sendo negligentes ao maximizar seus lucros enquanto prestam um serviço público no mercado energético. Novamente, nesse caso, a cadeia de causa e efeito é complexa e pode ser interrompida de maneiras que estão além do controle da indústria. **A indústria é, no entanto, culpada se puder ser demonstrado que eles foram informados antecipadamente sobre as consequências mortais de suas ações ou poderiam razoavelmente ter deduzido essas**

> **consequências com base em informações publicamente disponíveis" (**Pearce & Parncutt, 2023) (tradução e grifos nossos).

Essa argumentação ajuda a deixar claro, portanto, o motivo de utilizarmos doravante a métrica da mortalidade, e não apenas a fria conta das emissões, quando tratamos de novos projetos de petróleo e atividades similares. Assim, se essa premissa for verdadeira, isto é, se a emissão de poluentes pode levar, no futuro, à morte de pessoas em decorrência do colapso ambiental que provoca, então a sociedade deve fazer de tudo para eliminar esse perigo, o que por óbvio implica no abandono imediato da produção de combustíveis fósseis, tal como hoje se advoga com crescente intensidade.[68]Então, se nós sabemos que a emissão deste poluente vai certamente ceifar vidas e nada for feito diante deste fato, estaríamos, nas palavras dos autores, diante de um assassinato, ou pelo menos uma morte causada por omissão:

> Isso levanta outra questão interessante. Quem deliberadamente faz com que 1000 toneladas de carbono sejam queimadas, conhecendo as consequências com antecedência, mas mesmo assim o faz, é culpado de matar uma pessoa no futuro. Como se pode presumir que não há motivo ou intenção de matar, isso não constitui assassinato no sentido legal. Se o poluidor provoca mortes futuras, ele é culpado de homicídio culposo. **Portanto, medir as emissões de carbono em vidas humanas não apenas torna os números mais fáceis de entender, mas também esclarece quais devem ser as prioridades na política, já que permitir que uma política cause homicídio culposo é intuitivamente inaceitável (**Pearce & Parncutt, 2023) (tradução e grifos nossos).

Considerações finais

Pesquisas futuras poderão aprofundar a análise destes números que apresentamos aqui bem como ampliar o escopo para outros empreendimentos, ou ainda utilizar nossa metodologia para cálculos relativos à principal fonte de emissão de poluentes do Brasil, aquelas decorrentes das alterações do uso do solo, mormente atividades agropecuárias e desmatamento. Contudo, até aqui, ao menos duas conclusões evidentes já podem ser tiradas destes cálculos apresentados:

Primeiro, devemos lembrar que de acordo com a melhor ciência de hoje, manter o aquecimento abaixo de 1,5º C é praticamente impossível, e, portanto, devemos lidar com a realidade de que a

nossa geração optou conscientemente por legar às futuras gerações um planeta pelo menos 2ºC mais quente, e as consequências disto são terríveis, como já discutimos ao longo do texto. Em segundo lugar, se levarmos a sério a proteção à vida prevista no ordenamento jurídico brasileiro — ou seja, o princípio de que cada vida importa —, e se for genuíno o compromisso com o mandamento constitucional de proteger o meio ambiente para as futuras gerações, então a interrupção de novas explorações de combustíveis fósseis torna-se uma exigência inadiável.

Afinal, cada tonelada a menos de CO2 que deixarmos de emitir hoje vai fazer diferença entre a vida e a morte no futuro. Aqui a sociedade precisa reavaliar e decidir o real valor que atribui a cada vida, não apenas daqueles de um futuro distante, mas às crianças que nascem hoje em território nacional. A continuidade da exploração do pré-sal, da margem equatorial, bem como de novas jazidas que venham a ser exploradas no país, longe de trazer prosperidade ao Brasil, poderá ser fonte de um número inacreditável de mortes e terá custo financeiro altíssimo, tornando patente, portanto, sua inviabilidade no longo prazo.

Independentemente do grau final em que o aquecimento chegará, se dois ou três graus mais quente, precisamos entender, como ensina o autor libanês Assaad Razzouk[69], que cada grau, ou melhor, cada décimo de grau que evitarmos aquecer significará necessariamente que mais vidas serão preservadas, humanas e não humanas, no planeta. Por exemplo, se nós lutarmos para manter a temperatura em 1,9ºC, um número muito ruim em termos de consequências ambientais, ainda assim precisamos saber que este número é melhor, em termos de destruição, que 2ºC. E se tragicamente ultrapassarmos a margem de 2ºC, como muitos cientistas e até a ONU já preveem[70], ainda assim precisamos entender que este número é melhor que 2,2ºC ou 2,5ºC, e assim por diante. Então se cada grau importa e se as consequências do aquecimento que fazemos hoje vão perdurar, nas palavras do IPCC, milhares de anos[71], então devemos interromper imediatamente a produção de novas fontes de poluentes, a começar pelo nosso país.

Bibliografia

BRESSLER, R. D. The mortality cost of carbon. ***Nature Communications***, v. 12, n. 1, 4467, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1038/s41467-021-24487-w. Acesso em: 25 jun. 2025.

FRANTA, B. Early oil industry knowledge of CO_2 and global warming. ***Nature Climate Change***, v. 8, p. 1024–1025, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1038/s41558-018-0349-9. Acesso em: 25 jun. 2025.

GRASSO, Marco; HEEDE, Richard. Time to pay the piper: Fossil fuel companies' reparations for climate damages. ***One Earth*****,** v. 6, n. 5, p. 459-463, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.oneear.2023.04.006. Acesso em: 25 jun. 2025.

INESC – Instituto de Estudos Socioeconômicos**.** ***Matriz energética brasileira no contexto do Acordo de Paris*****.** Brasília, 2022.

IEA – International Energy Agency. ***Net Zero by 2050****: A Roadmap for the Global Energy Sector*. Disponível em: https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050. Acesso em: 25 jun. 2025.

IPCC. ***Sixth Assessment Report – Climate Change 2021****: The Physical Science Basis*. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1. Acesso em: 25 jun. 2025.

JAOUDE, Daniel Antoine Abou. A queima do futuro: capitalismo, mudanças climáticas e o direito das futuras gerações ao meio ambiente saudável. Disponível em: https://tinyurl.com/DANIELJAOUDE-UFRJ. Acesso em: 23 ago. 2024.

KURZ, Robert. **A queima do futuro**. 2007. Disponível em: http://obeco-online.org/rkurz251.htm. Acesso em: 9 out. 2021.

KÜHNE, Kjell; BARTSCH, Nils; TATE, Ryan Driskell; HIGSON, Julia; HABET, André. Carbon bombs: mapping key fossil fuel projects. ***Energy Policy*****,** v. 166, p. 112950, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.112950. Acesso em: 25 jun. 2025.

NOLT, J. Casualties as a Moral Measure of Climate Change. ***Climatic Change*****,** v. 130, p. 347–358, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s10584-014-1147-0. Acesso em: 25 jun. 2025.

NEWMAN, R.; NOY, I. The global costs of extreme weather that are attributable to climate change. ***Nature Communications***, v. 14, 6103, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1038/s41467-023-41888-1. Acesso em: 25 jun. 2025.

OLIVEIRA, A.; LAAN, T. Lessons learned from Brazil's experience with fossil-fuel subsidies. ***SSRN Working Paper***. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1623743. Acesso em: 25 jun. 2025.

PEARCE, J. M.; PARNCUTT, R. Quantifying Global Greenhouse Gas Emissions in Human Deaths to Guide Energy Policy. ***Energies***, v. 16, n. 16, 6074, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.3390/en16166074. Acesso em: 25 jun. 2025.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. ***Emissions Gap Report 2021****: The Heat is On – A World of Climate Promises Not Yet Delivered*. Nairobi, 2021. Disponível em: https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2021. Acesso em: 25 jun. 2025.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. ***Global Climate Litigation Report: 2023 Status Review***. Nairobi, 2023. Disponível em: https://www.unep.org/resources/report/global-climate-litigation-report-2023-status-review. Acesso em: 25 jun. 2025.

WALLERSTEIN, Immanuel. **Capitalismo histórico e civilização capitalista**. 2. ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 2001. 144 p.

Recebido em: 15/02/2026

Aceito em: 15/09/2026

---

[1] Pesquisador de Doutorado FAPERJ NOTA 10 em Justiça Climática, vinculado ao PPGSS-UERJ. Mestre em Direitos Humanos e Políticas Públicas pela UFRJ. Especialista em Ajuda Humanitária Internacional pela PUC-RJ. Advogado Mediador de Conflitos pela OAB-RJ. Email: danieljaoude@gmail.com

[2]https://www.visualcapitalist.com/charted-worlds-biggest-oil-producers-in-2022/

[3]Brasil pode ser o quarto maior produtor de óleo do mundo | Brasil | Valor Econômico (globo.com)

[4]https://piaui.folha.uol.com.br/brasil-emitiu-6-de-cada-100-toneladas-de-co2-produzidas-no-planeta-em-2021/

[5]20 maiores poluidores respondem por um terço de toda a emissão de CO2 no mundo, segundo estudo; Petrobras está na lista | Natureza | G1 (globo.com)

[6]Esta informação, com dados atualizados até 2022, foi obtida diretamente com o autor principal do estudo, professor Richard Heede em comunicação por mensagem eletrônica. Vide nota 7 abaixo.

[7]GRASSO, Marco; HEEDE, Richard. Time to pay the piper: Fossil fuel companies' reparations for climate damages[1]. *One Earth*, v. 6, n. 5, p. 459-463, 19 maio 2023. Disponível em: Time to pay the piper: Fossil fuel companies' reparations for climate damages - ScienceDirect. Acesso em: 17 outubro 2023.
[8]Desde 2021 diversos relatórios e estudos vem apontando a absoluta necessidade de se impedir novas extrações de combustíveis fósseis para limitar o aquecimento a 1,5º. O mais ruidoso destes estudos foi feito pela Agência Internacional de Energia e foi atualizado e seguidos de diversos outros estudos semelhantes ao longo dos últimos anos. Link para o estudo original: https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050
[9]HARVEY, Fiona. No new oil, gas or coal development if world is to reach net zero by 2050, says world energy body. The Guardian[online]. Reino Unido, 18 de maio de 2021. Disponível em: https://www.theguardian.com/environment/2021/may/18/no-new-investment-in-fossil-fuels-demands-top-energy-economist. Acesso em: 31 de maio de 2022.
[10]The Production Gap: Phasing down or phasing up? Top fossil fuel producers plan even more extraction despite climate promises. Stockholm Environment Institute, Climate Analytics, E3G, International Institute for Sustainable Development and United Nations Environment Programme. https://doi.org/10.51414/sei2023.050
[11]Idem. Pg 38 e 70. Ver também nota 85 acima.
[12]https://apnews.com/article/fossil-fuels-transition-cop28-climate-change-c15dd2d062590dce38f2e136e375e114
[13]KÜHNE, Kjell et al. "Carbon Bombs" - Mapping key fossil fuel projects. Energy Policy, Volume 166, 2022, p. 112950. ISSN 0301-4215. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.112950. Acesso: Nov, 2022.
[14]Figure AR6 WG1 | Climate Change 2021: The Physical Science Basis (ipcc.ch)
[15]Global Carbon Budgets - Carbon Budget Calculator
[16]Instituto de Estudos Socioeconômicos (INESC). Matriz energética brasileira no contexto do Acordo de Paris: entre a falta de ambição e os desafios para implementação das NDCs. Brasília: INESC, 2022. Pág. 26. Disponível em: INESC-Rel_NDC-v6.pdf.Acesso em: 20 de outubro de 2023.
[17]OLIVEIRA, A.; LAAN, T. Lessons learned from Brazil's experience with fossil-fuel subsidies. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1623743. Acesso em: 18 out. 2023.
[18]Idem.
[19]Da euforia à crise: a trajetória do pré-sal em 16 manchetes – DW – 11/11/2016
[20]https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm
[21]Em 1 década, Brasil se tornou dependente de exportação de commodities | Monitor Mercantil
[22]Early oil industry knowledge of CO2 and global warming | Nature Climate Change.
[23]Our history in Brazil | ExxonMobil
[24]Exxon Knew about Climate Change Almost 40 Years Ago - Scientific American
[25]Revealed: Exxon made 'breathtakingly' accurate climate predictions in 1970s and 80s | ExxonMobil | The Guardian
[26]United Nations Environment Programme (2023). Global Climate
Litigation Report: 2023 Status Review. Nairobi. Disponível em: Global Climate Litigation Report: 2023 Status Review | UNEP - UN Environment Programme. Acesso em: 18 de Outubro de 2023.
[27]'Game changing': spate of US lawsuits calls big oil to account for climate crisis | US news | The Guardian
[28]Razões oficiais do veto disponíveis em: Mensagem nº 1123 (planalto.gov.br)
[29]Lula volta a defender exploração de petróleo na Margem Equatorial | Agência Brasil
[30]Sixth Assessment Report — IPCC
[31]GRASSO, M.; HEEDE, R. Time to pay the piper: Fossil fuel companies' reparations for climate damages. One Earth, v. 6, n. 4, p. 463-479, 2023. Disponível em: https://www.cell.com/one-earth/fulltext/S2590-3322(23)00198-7#articleInformation. Acesso em: 11 out. 2023.
[32]Petrobras está na lista das vinte empresas mais poluidoras do mundo | VEJA (abril.com.br)
[33]NOLT, J. Casualties as a Moral Measure of Climate Change. Clim. Chang., v. 130, p. 347-358, 2015.
[34]Um dos estudos mais citados, e agora também dos mais contestados (vide nota 245 abaixo) por conta de suas limitações, é o seguinte: Revisiting the social cost of carbon - PMC (nih.gov)
[35]Unicef. One billion children at extremely high risk from impacts of climate crisis - Unicef. 2023. Disponível em: https://www.unicef.org/turkiye/en/press-releases/one-billion-children-extremely-high-risk-impacts-climate-crisis-unicef. Acesso em: 03 de outubro de 2023.
[36]When Idiot Savants Do Climate Economics (theintercept.com)
[37]PHYS.ORG. Climate change causing 400,000 deaths a year, new study says. 2010. Disponível em: https://phys.org/news/2010-12-climate-million-deaths-year.html. Acesso em: 03 de outubro de 2023.

[38]BRESSLER, R.D. The mortality cost of carbon. Nat Commun, v. 12, n. 1, p. 4467, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1038/s41467-021-24487-w. Acesso em: 03 de outubro de 2023.
[39]Pearce, Joshua M., and Richard Parncutt. 2023. "Quantifying Global Greenhouse Gas Emissions in Human Deaths to Guide Energy Policy" Energies 16, no. 16: 6074. https://doi.org/10.3390/en16166074
[40]Banerji, N. (2023, 04 de setembro). Study warns of a billion human deaths if global warming reaches or exceeds 2°C. DownToEarth. Disponível em: https://www.downtoearth.org.in/news/climate-change/study-warns-of-a-billion-human-deaths-if-global-warming-reaches-or-exceeds-2-c-91537. Acesso em: 04 de outubro de 2023.
[41]Vide nota 33 acima.
[42]United Nations Environment Programme. (2021). Emissions Gap Report 2021: The Heat Is On – A World of Climate Promises Not Yet Delivered. Nairobi. Disponível em Emissions Gap Report 2021 (unep.org). Acesso 3 de outubro de 2023.
[43]Mundo está na rota para aquecer de 2,4°C a 2,6°C, alerta ONU. Folha de S.Paulo, São Paulo, 08 set. 2023. Disponível em: https://www1.folha.uol.com.br/ambiente/2023/09/mundo-esta-na-rota-para-aquecer-mais-de-20c-diz-avaliacao-mais-ampla-ja-feita-pela-onu.shtml. Acesso em: 04 de outubro de 2023
[44]Marina anuncia correção de compromisso climático do Brasil para 48% até 2025 e 53% até 2030 | Brasil | Valor Econômico (globo.com)
[45]Não caia no erro: nova meta climática não representa aumento de ambição - ((o))eco (oeco.org.br)
[46]Vale ressaltar ainda que uma grande parte dos principais cientistas climáticos do mundo já acredita que o mundo vai ultrapassar 3º ou até mesmo 4 graus. Conforme recente pesquisa mencionada na nota abaixo.
[47]https://www.ihu.unisinos.br/categorias/639608-perguntamos-a-380-dos-principais-cientistas-do-clima-o-que-eles-sentiam-sobre-o-futuro-eles-estao-aterrorizados-mas-determinados-a-continuar-lutando-aqui-esta-o-que-eles-disseram

[48]Importante destacar que conforme explicam os pesquisadores, 1000 tn de carbono equivalem a aproximadamente a emissão 3700 Tn de CO2 (dióxido de carbono). Este dado será considerado nos cálculos que aparecerão a seguir no nosso texto.
[49]Climate change and health (who.int)
[50]World's largest study of global climate related mortality links 5 million deaths a year to abnormal temperatures - Medicine, Nursing and Health Sciences (monash.edu)
[51]Fossil fuel air pollution responsible for 1 in 5 deaths worldwide – C-CHANGE | Harvard T.H. Chan School of Public Health
[52]Os autores do estudo já citado, colocam como pior estimativa o número de 3 bilhões de mortes, e o de melhor estimativa em 300 milhões (Pearce e Parncutt, 2023).
[53]Oil firms' climate claims are greenwashing, study concludes | Oil | The Guardian
[54]KÜHNE, Kjel et al. "Carbon Bombs" - Mapping key fossil fuel projects. Energy Policy, Volume 166, 2022, p. 112950. ISSN 0301-4215. Disponível em https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.112950. Acesso: Nov, 2023.

[55]The global costs of extreme weather that are attributable to climate change | Nature Communications. Newman, R., Noy, I. The global costs of extreme weather that are attributable to climate change. Nat Commun 14, 6103 (2023). https://doi.org/10.1038/s41467-023-41888-1
[56]O que são as "perdas e danos" das mudanças climáticas? | WRI Brasil
[57]COP27 chega a acordo histórico sobre perdas e danos, mas deixa a desejar no combate ao aquecimento global | Mundo | Valor Econômico (globo.com)
[58]Idem.
[59]"O custo econômico usado nessa pesquisa subestima os verdadeiros custos das mudanças climáticas no período observado", afirmam os autores em matéria publicada pela Folha, disponível em :Perdas humanas lideram custos associados à crise do clima - 14/10/2023 - Ambiente - Folha (uol.com.br)

[60]Produto Interno Bruto - PIB | IBGE
[61]https://climainfo.org.br/artigos/amazonia-livre-de-petroleo/
[62]Margem equatorial: uma nova fronteira offshore | Petrobras

[63]"As emissões de dióxido de carbono (CO_2) por barril de petróleo bruto são calculadas multiplicando-se o conteúdo energético do petróleo pelo coeficiente de carbono, pela fração oxidada e pela razão entre a massa molecular do CO_2 e a do carbono (44/12). Segundo a EPA (2024), o conteúdo energético médio do petróleo bruto é de 5,80 milhões de BTU (mmbtu) por barril, o coeficiente médio de carbono é de 20,31 kg de carbono por mmbtu, e a fração de carbono oxidado é assumida como 100% (conforme o IPCC, 2006). Assim, a equação é: 5,80 mmbtu/barril × 20,31 kg C/mmbtu × 44/12 × 1/1.000 = 0,43 toneladas métricas de CO_2 por barril." Fonte: U.S. EPA - Greenhouse Gas Equivalencies Calculator: Calculations and References (EPA 2024), disponível em: https://www.epa.gov/energy/greenhouse-gas-equivalencies-calculator-calculations-and-references#:~:text=The%20average%20carbon%20dioxide%20coefficient,gallon%20barrel%20(EPA%202024b).Greenhouse Gas Equivalencies Calculator - Calculations and References | US EPA

[64]A mesma cifra de 13 GT foi citada pelo especialista Felipe Barcellos, do Instituto de Energia e Meio Ambiente (Iema) em matéria da Agencia Publica disponível em: Nova exploração de petróleo anula ganho de zerar desmatamento

[65]Esta nova abordagem vem se consolidando na medida em que surgem cada vez mais estudos que buscam debater a responsabilidade penal de mortes relacionadas às mudanças climáticas. Ver por exemplo novo estudo da Universidade de Harvard*: Climate Homicide: Prosecuting Big Oil For Climate Deaths*. Disponível em https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4335779. Acesso em 27 de junho de 2025.

[66]Franta, B. Early oil industry knowledge of CO2 and global warming. Nature Clim Change 8, 1024–1025 (2018). https://doi.org/10.1038/s41558-018-0349-9

[67]GreenBiz. What Big Oil Knew About Climate Change in 1959. Disponível em: https://www.greenbiz.com/article/what-big-oil-knew-about-climate-change-1959. Acesso em: 18 out. 2023.

[68]Vide nota 7, acima.

[69]Assaad Razzouk: Saving the Planet without the Bull$h!t | Sarde (after dinner) Podcast #119 - YouTube

[70]Vide notas 41, 42 e 45 e 46, acima.

[71]Climate change widespread, rapid, and intensifying – IPCC — IPCC