



ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE DA PETROBRAS A PARTIR DE INDICADORES AMBIENTAIS, OPERACIONAIS, SOCIAIS E FINANCEIROS: revisitado

Joao Mateus Ferreira dos Santos Costa (Petróleo, Labecopet, Poli/UFRJ)

Rosemarie Bröker Bone (Labecopet, Poli/UFRJ)

Resumo

A Petrobras, uma empresa brasileira cujo principal acionista é a União, busca se alinhar as metas do país sede. Em 2007 publicou o primeiro relatório de sustentabilidade, a fim de disponibilizar as metas e os resultados. As metas do Brasil com data de 2021 são: redução das emissões de gás de efeito estufa (EGEE) em 50% até 2030 e a neutralidade climática até 2050. Diante desse propósito, este estudo analisa os indicadores ambiental, social, operacional e financeira da empresa a fim de identificar a influência dos investimentos totais (IT), dos investimentos em projetos socioambientais (IPA) e da produção de hidrocarbonetos (PH) sobre as demais variáveis. Para tanto, as variáveis selecionadas para o período de 2007 a 2022 são: vazamentos de óleo e derivados, emissões de gás de efeito estufa, reservas provadas, produção de hidrocarbonetos, investimento totais, investimento em projetos socioambientais, fatalidades e taxa de acidentes fatais e registráveis. A metodologia inclui análise descritiva e cálculos do Coeficiente de Correlação de Pearson para captar o comportamento das relações e a influência do IT, IPA e PH sobre as variáveis, respectivamente. Os resultados mostram que há significância as seguintes relações (sinal; %): EGEE/IT(+;5%), VOD/IPA(+;5%), TAF/IT(-;1%), IPA/IT(+;5%), VOD/PH(-;5%), RP/PH(-;1%), FA/PH(-;5%). As demais relações não são estatisticamente significativas. As relações que contribuíram para com a empresa e sociedade a partir dos resultados são: TAF/IT, IPA/IT, VOD/PH, FA/PH. Concluiu-se que a empresa teve desempenho positivo na redução na taxa de acidentes fatais, no aumento dos investimentos em projetos socioambientais sobre os investimentos totais e no vazamento e na fatalidade sobre a produção de hidrocarbonetos. Isso evidencia a importância de se analisar ao longo dos anos, o impacto dos investimentos e produção de uma empresa no desenvolvimento sustentável, visando identificar a eficácia das metas traçadas pela empresa.

Palavras-chave: Brasil, Petrobras, relatórios de sustentabilidade, *indicadores, correlação de Pearson*.

Introdução

Em 2007, a Petrobras emitiu o seu primeiro relatório de sustentabilidade com o objetivo de apresentar um conjunto de indicadores e metas de desempenho em relação a importantes variáveis que englobam questões ambientais, operacionais e financeiras. Com isso, tornou possível o monitoramento de suas estratégias em relação ao “Programa Petrobras Desenvolvimento e Cidadania” (PETROBRAS, 2024a).

A Petrobras comprometeu-se em adotar uma gestão alinhada aos dez princípios do Pacto Global da Organização das Nações Unidas (ONU) (PETROBRAS, 2007), uma vez signatária desde 2003. São eles:

- a) proteção aos direitos humanos; não participação em violações desses direitos;
- b) apoio à liberdade de associação e à negociação coletiva;
- c) eliminação do trabalho escravo;
- d) abolição efetiva do trabalho infantil;
- e) fim da discriminação no emprego;
- f) abordagem preventiva quanto aos desafios ambientais;
- g) promoção da responsabilidade ambiental;
- h) incentivo à difusão de tecnologias sustentáveis;
- i) combate à corrupção.

Os dez princípios adotados pela empresa mostram (PETROBRAS, 2007):

“impactos, riscos e oportunidades nas áreas econômicas, sociais e ambientais além de novos produtos, em direção a um mercado de baixo carbono; atuar de forma competitiva na comercialização de petróleo e derivados, maximizando a captura de valor através da integração e operação segura e eficiente da cadeia logística de upstream e downstream; e inovar para gerar valor em nossos negócios, de hoje e do futuro, e atingir os objetivos em descarbonização.”.

Diante das metas e resultados da Petrobras ao longo dos anos, este artigo tem como objetivo geral analisar de forma descritiva e estatística as áreas ambiental, social, operacional e financeira para identificar a influência dos investimentos totais – CAPEX, dos investimentos em projetos socioambientais e produção de hidrocarbonetos nas demais variáveis selecionadas. As variáveis extraídas dos Relatórios de Sustentabilidade contemplam os anos de 2007-2022. As variáveis a serem analisadas são: (a) vazamento de óleo e derivados (VOD); (b) emissões de gás de efeito estufa (EGEE); (c) reservas provadas (RP) de óleo, condensado e gás natural; (d) produção de hidrocarbonetos (PH) total de óleo, condensado, gás natural liquefeito (GNL), gás natural sem liquefeito; (e) fatalidades (FA) (f) taxa de acidentes fatais (TAF) e registráveis (TAR), (g) investimentos totais (IT)(*Capital Expenditure* - CAPEX); (h) investimento em projetos socioambientais (IPA). Para atingir o objetivo geral, o artigo será dividido em três seções, além da introdução e conclusão. A primeira seção apresentará a adesão da Petrobras ao Pacto Global. A segunda seção apresentará as variáveis selecionadas e a metodologia e a terceira seção analisará os resultados a partir dos cálculos do Coeficiente de Correlação de *Pearson*.

1 - Adesão da Petrobras ao pacto global para a sustentabilidade

O objetivo dessa seção é mostrar a adesão da Petrobras ao pacto global para a sustentabilidade, como forma de dar visibilidade às metas e resultados ao mundo e, principalmente, aos investidores. Entretanto, as metas do Brasil são o norteador que a empresa deverá se pautar ao fixar as suas metas. Isso porque em novembro de 2021, o governo brasileiro anunciou suas metas revisadas para as emissões na Conferência das Nações Unidas sobre Mudança Climática (COP26).

O Brasil registra participação em 2,9% das emissões globais país, atrás de China, EUA, Índia, Rússia e Indonésia. Na COP26, o Brasil anunciou uma redução das emissões de GEE em 50% até 2030, na comparação com os níveis de 2005. Esse anúncio foi uma atualização do compromisso anterior de reduzir as emissões em 43% no mesmo período. É importante salientar que o Brasil, nos anos de pandemia pela Covid teve o registro de aumento das emissões de GEE, enquanto o mundo registrou queda nas EGEE (IEMA, 2021).

Os novos compromissos do Brasil incluem objetivos de longo prazo. O primeiro é alcançar a neutralidade climática até 2050, envolvendo a Contribuição Nacionalmente Determinada (em inglês *Nationally Determined Contribution* – NDC), que significa um plano de ação climática para a redução das emissões. O segundo é a adaptação aos impactos climáticos e Estratégias de Longo Prazo (em inglês *Long Term Strategies* – LTS) ou Estratégias de Desenvolvimento de Longo Prazo com Baixas Emissões de GEE tendo como objetivo atingir emissões líquidas zero (OPEC, 2022b).

As empresas produtoras de hidrocarbonetos, em destaque, por extraírem e produzirem energia altamente poluente estão no centro das atenções. No Brasil, a Petrobras encontra-se nesse centro, e de acordo com as metas estabelecidas pelo país, tem papel importante na mitigação das emissões de GEE.

1.2 Petrobras

A Petrobras é uma empresa brasileira e aderiu ao Pacto Global das Nações Unidas em 2003, e junto aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), prioriza o desenvolvimento de iniciativas que contribuam para a solução de problemas sociais e ambientais, que em última análise aumentam a qualidade de vida de toda a sociedade (PETROBRAS, 2021).

Para conectar as metas com o seu cumprimento foram inseridas no Planejamento Estratégico (PE) 2020, documento onde a empresa estabelece a missão, a visão, as estratégias e os objetivos corporativos para o futuro. O PE mantém a estratégia de expandir a atuação nos mercados de petróleo, derivados, petroquímico, gás, energia, biocombustíveis e distribuição com rentabilidade, responsabilidade social e ambiental e crescimento integrado e sustentável. Além disso, o Planejamento Estratégico 2020 destaca também a atuação com excelência operacional, em gestão, recursos humanos e tecnologia de acordo com as seguintes estratégias (PETROBRAS, 2021):

“Exploração e Produção: crescer produção e reservas de petróleo e gás, de forma sustentável, e ser reconhecida pela excelência na atuação em E&P;

- Downstream e distribuição: expandir no Brasil e exterior, a atuação integrada em refino, comercialização, logística e distribuição com foco na Bacia do Atlântico;
- Petroquímica: ampliar a atuação em petroquímica no Brasil e na América do Sul, de forma integrada com os demais negócios do Sistema Petrobras;
- Gás e Energia: desenvolver e liderar o mercado brasileiro de gás natural e atuar de forma integrada nos mercados de gás e energia elétrica com foco na América do Sul;
- Biocombustíveis: atuar globalmente na comercialização e logística de biocombustíveis, liderando a produção nacional de biodiesel e ampliando a participação no negócio de etanol;
- Disciplina de Capital: buscar maior eficiência na implantação de projetos (prazos e custos); gestão de estoques; redução de custos operacionais e administrativos e gestão de portfólio;
- Recursos Humanos: ser referência internacional na gestão de pessoas, tendo seus empregados como seu maior valor;
- Responsabilidade Social: ser referência internacional em responsabilidade social na gestão dos negócios, contribuindo para o desenvolvimento sustentável;
- Mudança Climática: atingir patamares de excelência na indústria de energia, quanto à redução da intensidade de emissões de gases de efeito estufa nos processos e produtos, contribuindo para a sustentabilidade do negócio e para a mitigação da mudança climática global;
- Tecnologia: ser referência mundial em tecnologias que contribuam para o crescimento sustentável no petróleo, gás natural, petroquímica e biocombustíveis.”

A Petrobras desde 2007 emitiu continuamente relatórios de sustentabilidade como parte de seu compromisso com a transparência na prestação de contas e na responsabilidade corporativa. Esses relatórios contêm informações detalhadas sobre as práticas da empresa em relação as questões ambientais, sociais e de governança (sigla ASG). Essa iniciativa permite que a empresa compartilhe suas realizações, desafios e metas com investidores, comunidades locais e o público em geral.

Os relatórios de sustentabilidade da Petrobras são publicados anualmente atendendo às exigências da Lei brasileira no.13.303 de 2016 no seu artigo 12 (BRASIL, 2016):

“Art. 12. A empresa pública e a sociedade de economia mista deverão:
I - divulgar toda e qualquer forma de remuneração dos administradores;
II - adequar constantemente suas práticas ao Código de Conduta e Integridade e a outras regras de boa prática de governança corporativa, na forma estabelecida na regulamentação desta Lei.”

As diretrizes para o relatório de sustentabilidade da Petrobras são elaboradas de acordo com a *Global Reporting Initiative* (GRI), organização multissetorial sem fins lucrativos criada em 1997 (PETROBRAS, 2022), cuja tarefa é desenvolver modelos de relatórios de sustentabilidade com as melhores práticas globais para diferentes impactos econômicos, ambientais e sociais. O relatório de sustentabilidade com base nas normas da GRI fornece informações sobre as contribuições positivas e/ou negativas para o seu desenvolvimento sustentável.

A Petrobras, especificamente, segue a metodologia dos indicadores fornecidos pelo Conselho de Padrões de Contabilidade de Sustentabilidade (em inglês: *Sustainability Accounting Standards Board* - SASB), voltados para a indústria de óleo e gás. A

metodologia engloba as atividades de exploração e produção, transporte, armazenamento, refino e comercialização (PETROBRAS, 2022). De forma complementar, mas não menos importante, o relatório segue o modelo dos relatórios de sustentabilidade da *International Petroleum Industry Environmental Conservation Association* (IPIECA). Neste caso, as informações referem-se às atividades da empresa no país sede e fora dele, incluindo dados referentes às controladas contidas nas Demonstrações Financeiras, quando relevantes para a controladora. No caso da Petrobras, este relatório passa por aprovação da Diretoria Executiva (DE) da empresa e validações do Comitê de Assessoramento (CA) e do Comitê de Segurança, Meio-Ambiente e Saúde (CSMS) (PETROBRAS, 2022).

Diante dos vários indicadores constantes nos relatórios de sustentabilidade da Petrobras, neste artigo foram selecionados os ambientais, sociais, operacionais e financeiros.

2. Indicadores, Variáveis e Metodologia

Esta seção apresenta os indicadores e variáveis selecionadas e a metodologia pautada em análise descritiva das variáveis e nos cálculos do Coeficiente de Correlação de *Pearson*. As variáveis são aquelas que apresentam maior relevância quantitativa em cada um dos indicadores. Os cálculos terão o intuito de entender a influência das variáveis entre si, principalmente dos investimentos totais, em projetos socioambientais e da produção de hidrocarbonetos sobre os indicadores operacionais, ambientais e sociais.

2.1. Indicadores e Variáveis Selecionadas

As variáveis selecionadas para os indicadores ambientais são:

- vazamento de óleo e derivados – VOD (metros cúbicos - m³);
- emissões de gases de efeito estufa – EGEE (milhões de toneladas de CO₂ ou equivalente - milhões tCO₂e).

Para indicadores operacionais, as variáveis são:

- reservas provadas de óleo, condensado e gás natural - RP (bilhões de barris de óleo equivalente - Bboe)
- produção total de óleo, condensado, LGN, gás natural sem liquefeito – PH (milhões de barris por dia - Mbpd)

Para indicadores sociais, as variáveis utilizadas são:

- Fatalidades – FA (unidade de empregados e terceirizados)
- taxa de acidentes fatais – TAF (fatalidades por 100 milhões de homens-hora de exposição ao risco – empregados e terceirizados)
- taxa de acidente registráveis (substituto do TAF desde 2015)

Para indicadores financeiros e contribuições para a sociedade, as variáveis selecionadas são:

- investimentos totais - IT(*Capital Expenditure* – CAPEX) (R\$ milhões)
- investimentos em projetos socioambientais – IPA (R\$ milhões)

2.1.1 Indicadores Ambientais: vazamentos de óleo e derivados e emissões de GEE

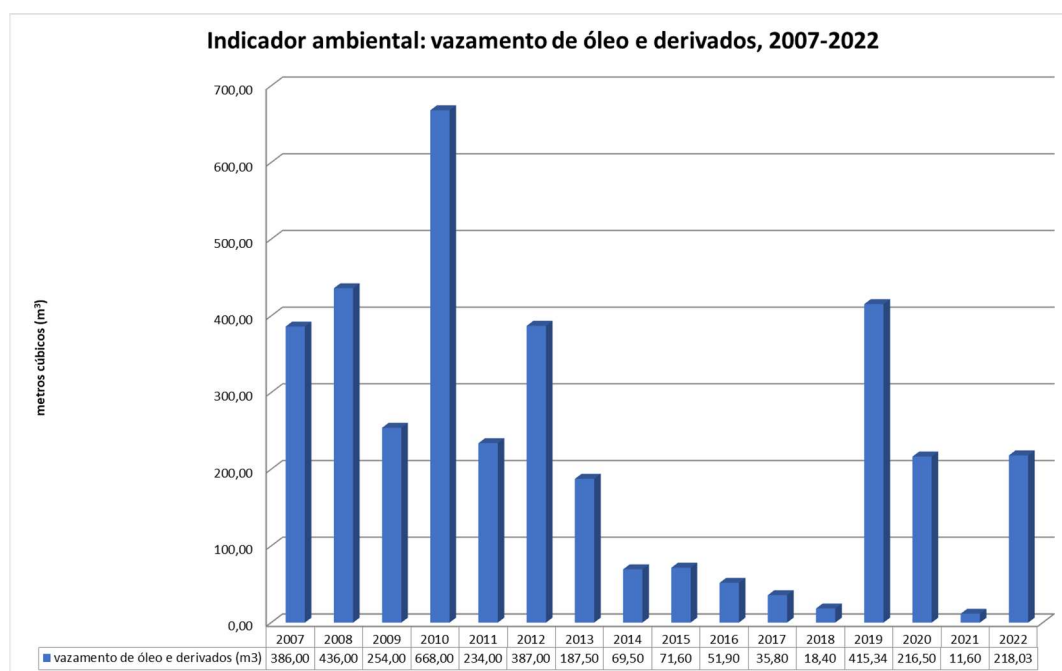


Figura 1 – Vazamento de óleo e derivados (metros cúbicos), 2007-2022

Fonte: Relatórios de Sustentabilidade Petrobras, 2008-2023.

A figura 1 permite observar o indicador ambiental: vazamento de óleo e derivados de 2007 a 2022. Os piores anos dessa série foram 2008, 2010, 2012 e 2019. Em 2010, considerado o pior ano, o vazamento atingiu a marca de 668 m³. A principal causa dos vazamentos de petróleo no mar brasileiro é a falha em equipamentos durante as operações de acordo com a empresa. Porém, os melhores anos para a variável vazamento considerando 2007 a 2022 foram 2014 a 2018 e 2021. Em 2021, o menor valor da série, atingiu 11,6 m³. É uma variável sensível que precisa de constantes investimentos no aperfeiçoamento operacional e no treinamento da mão de obra para debelar as consequências nocivas ao meio ambiente.

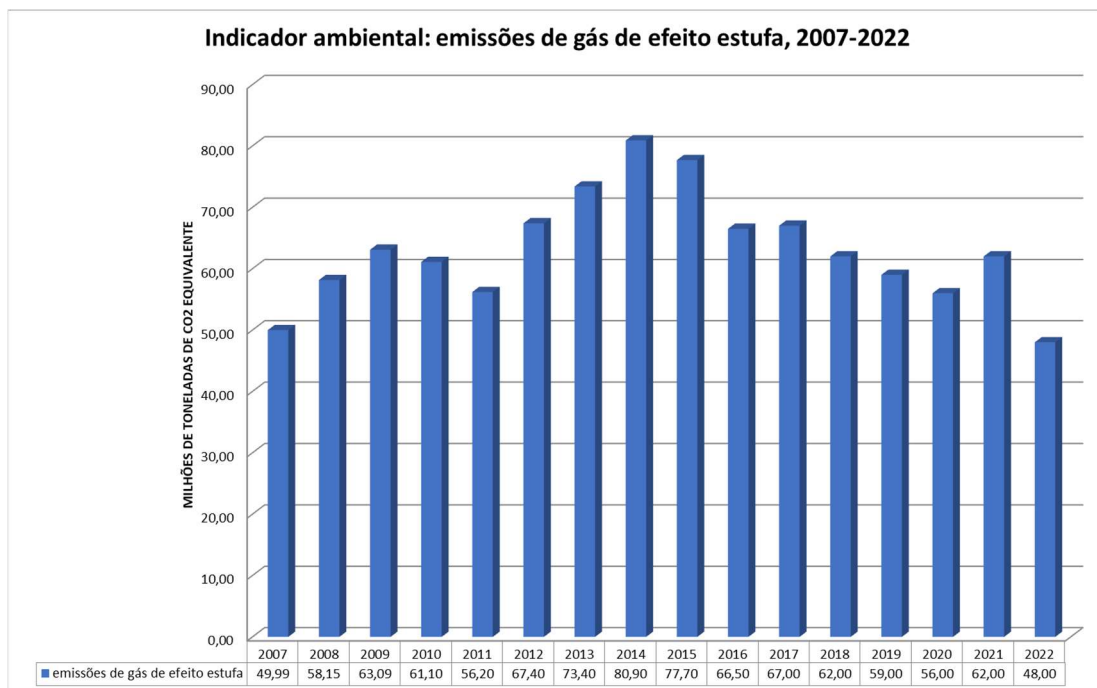


Figura 2 – Emissões de Gás de Efeito Estufa (milhões de tCO₂e), 2007-2022

Fonte: Relatórios de Sustentabilidade Petrobras, 2008-2023.

As emissões de Gás de Efeito Estufa (EGEE) para o período de 2007 a 2022 constam na figura 2. Os piores registros ocorreram em 2013, 2014 e 2015. Em 2014, emissão mais expressiva, o total atingiu a marca de 80,90 milhões tCO₂e. Conforme a Petrobras, são emissões provenientes da expansão das atividades nos segmentos de Exploração e Produção, Abastecimento e despacho das térmicas. Os melhores anos para a variável foram 2007, 2011, 2020 e 2022. Em 2022, o menor valor da série, atingiu 48 milhões tCO₂e, que comparado a 2007 teve uma redução de apenas 4%.

2.1.2 Indicadores Operacionais: reservas provadas e produção de hidrocarbonetos

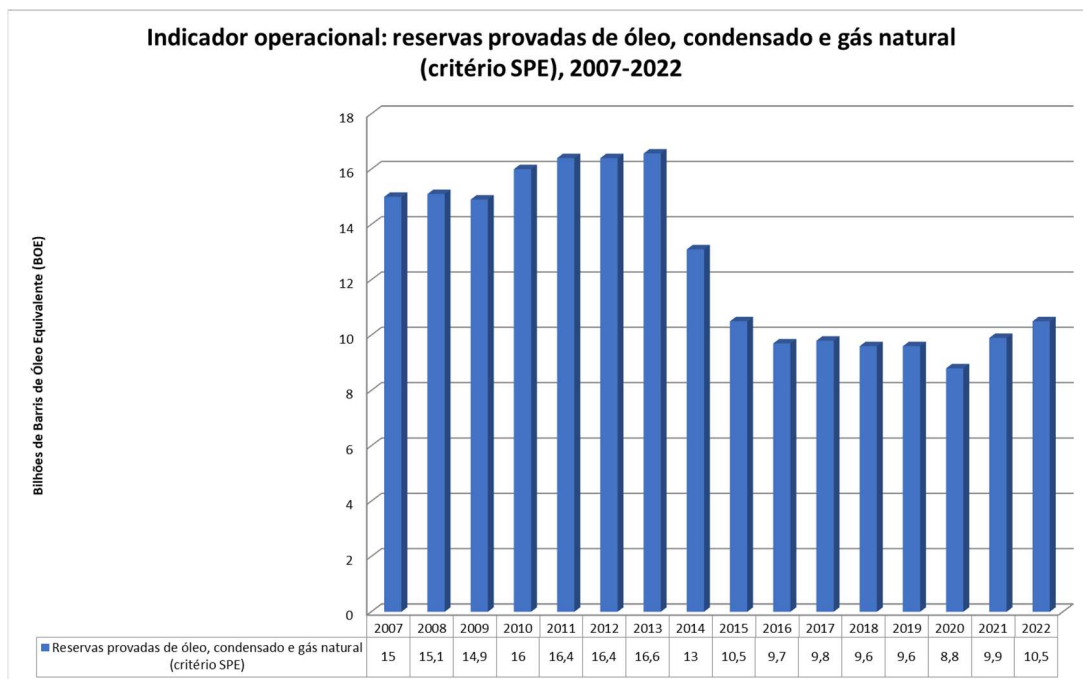


Figura 3 – Reservas Provadas de Hidrocarbonetos (Bilhões de boe), 2007-2022

Fonte: Relatórios de Sustentabilidade Petrobras, 2008-2023.

Nota: SPE: Society of Petroleum Engineers.

A figura 3 permite observar o indicador operacional: Reservas Provadas de Hidrocarbonetos de 2007 a 2022. Os anos de destaque foram de 2007 a 2013, quando superou a marca de 16 bilhões de barris de óleo equivalente (Biboe). A empresa justifica esses números a partir das descobertas em águas profundas na bacia de Santos. Em 2022, mais 10 bilhões de boe são atingidos, em função de novos projetos, principalmente no campo de Búzios na bacia de Santos, e da prorrogação do prazo contratual dos campos de Rio Urucu e Leste do Urucu (PETROBRAS, 2015; 2022).

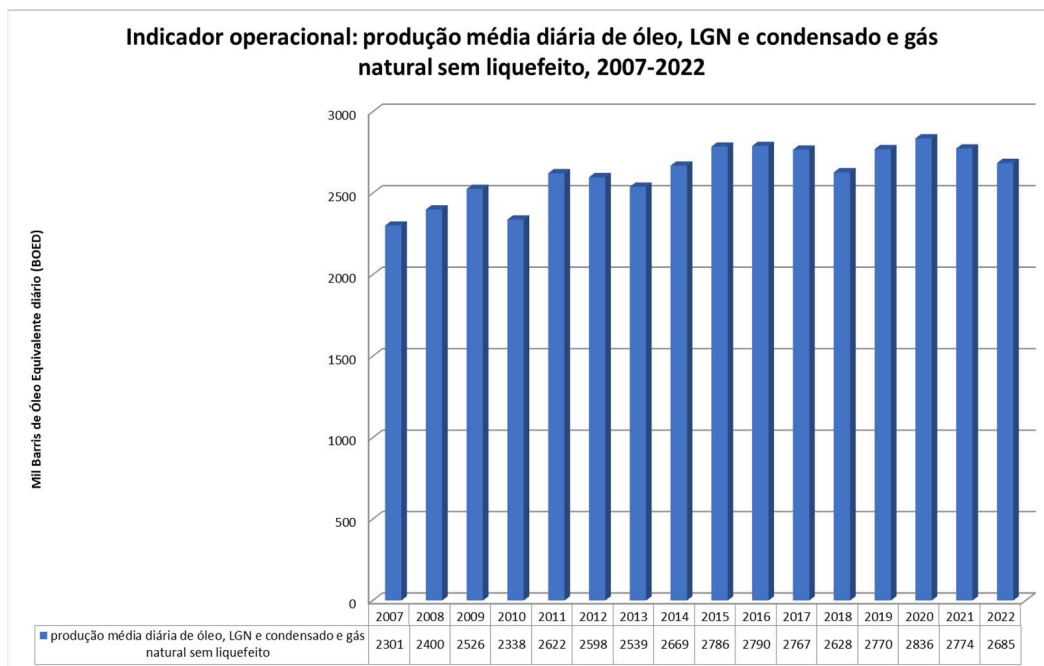


Figura 4 – Produção de Hidrocarbonetos (mil boed), 2007-2022

Fonte: Relatórios de Sustentabilidade Petrobras, 2008-2023.

A figura 4 mostra o indicador operacional produção de hidrocarbonetos de 2007 a 2022. Os resultados mostram um crescimento médio acima de 2500 mil boed no período. O ano de 2020 é o de maior destaque, em função dos novos sistemas de produção nos campos de Búzios e Tupi (PETROBRAS, 2020).

2.1.3. Indicadores Sociais: fatalidade e taxa de acidentes fatais/registráveis

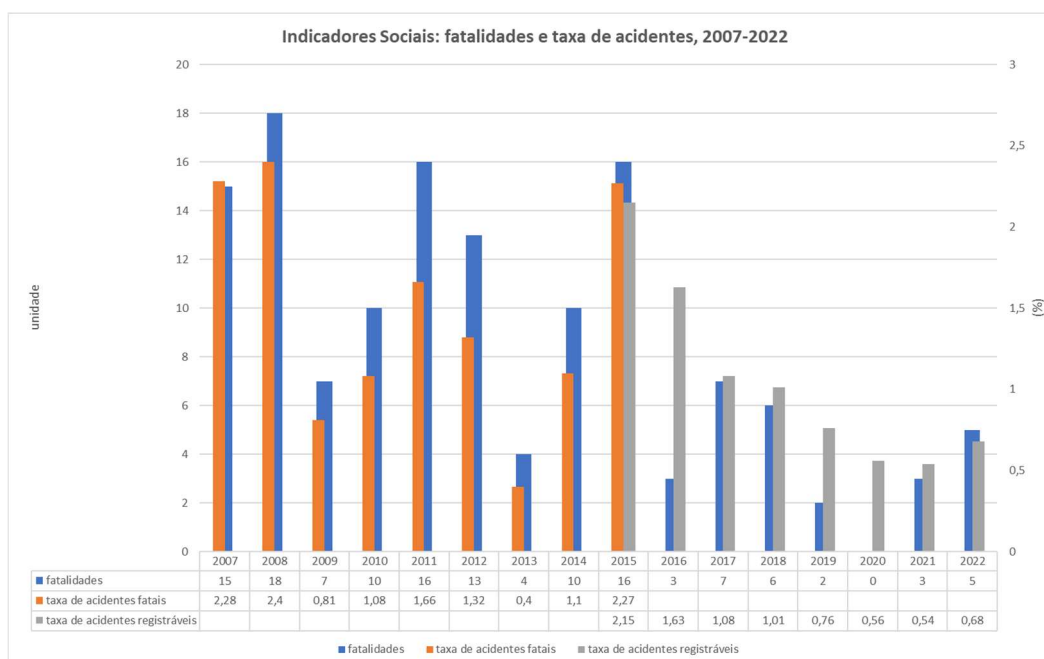


Figura 5 – Fatalidades e Taxa de Acidentes Fatais e Registráveis, 2007-2022

Fonte: Relatórios de Sustentabilidade Petrobras, 2008-2023.

Nota: fatalidade por 100 milhões de homens-hora de exposição ao risco - empregados e terceirizados.

A figura 5 apresenta o indicador social fatalidades e taxa de acidentes fatais e registráveis de 2007 a 2022. Os resultados mostram que há uma correlação forte entre a variável fatalidades e a taxa de acidentes fatais. Essa última foi substituída em 2015 pela taxa de acidentes registráveis. O comportamento da nova taxa foi decrescente de 2015 a 2020. A variável fatalidade igualou a zero apenas em 2020. Em 2022 ocorreram 5 fatalidades, mesmo em um contexto em que a empresa vem aprimorando os processos para torná-los mais seguros e resilientes por meio da escuta ativa da força de trabalho (PETROBRAS, 2022).

2.1.4 Indicador financeiro: investimentos totais e investimento em projetos socioambientais

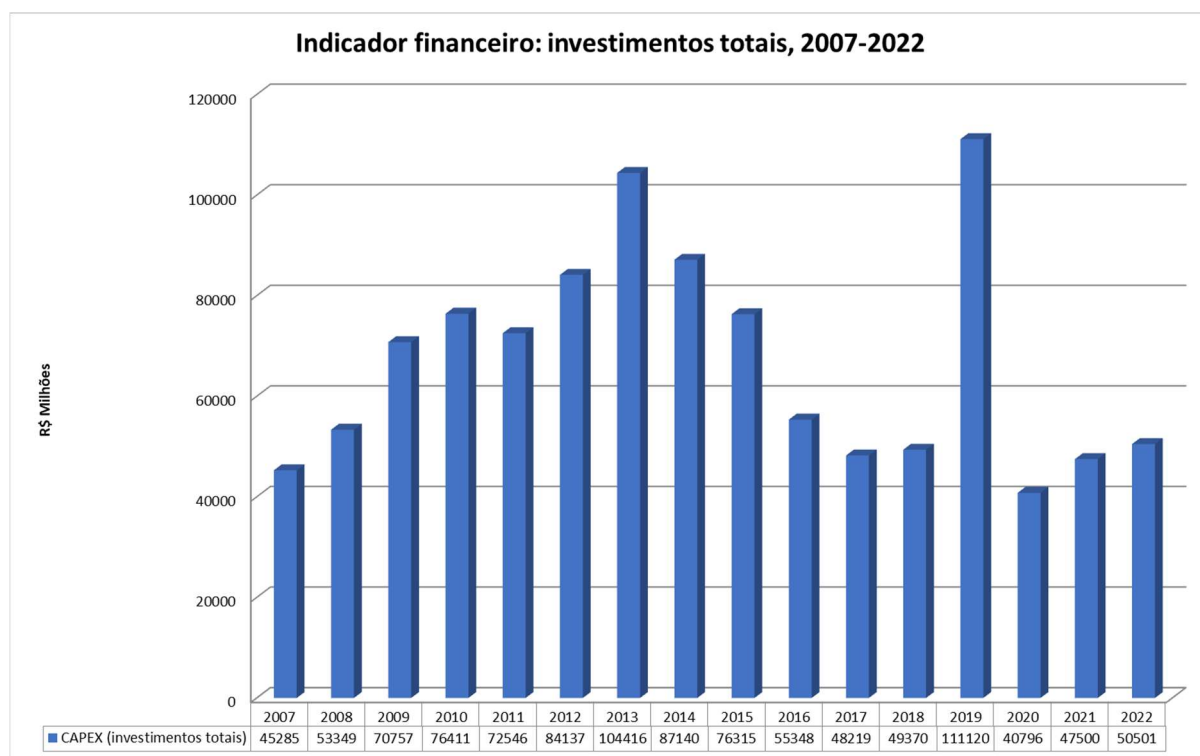


Figura 6 – Investimentos Totais (R\$ milhões), 2007-2022

Fonte: Relatórios de Sustentabilidade Petrobras, 2008-2023.

Na figura 6 têm-se os investimentos totais de 2007 a 2022. Os resultados destacam os anos de 2013 e 2019, sendo 2019 o ano de maior investimento visando garantir um crescimento sustentável da curva de produção de óleo e gás. Este investimento se deu por meio da reposição de reservas e projetos de desenvolvimento da produção (PETROBRAS, 2019). O desempenho abaixo do esperado na gestão e implantação dos projetos pode acarretar um aumento de custos e prazo dos projetos, com perda de valor para a empresa. Logo, os piores resultados ocorreram em 2007, 2017, 2020 e 2021.

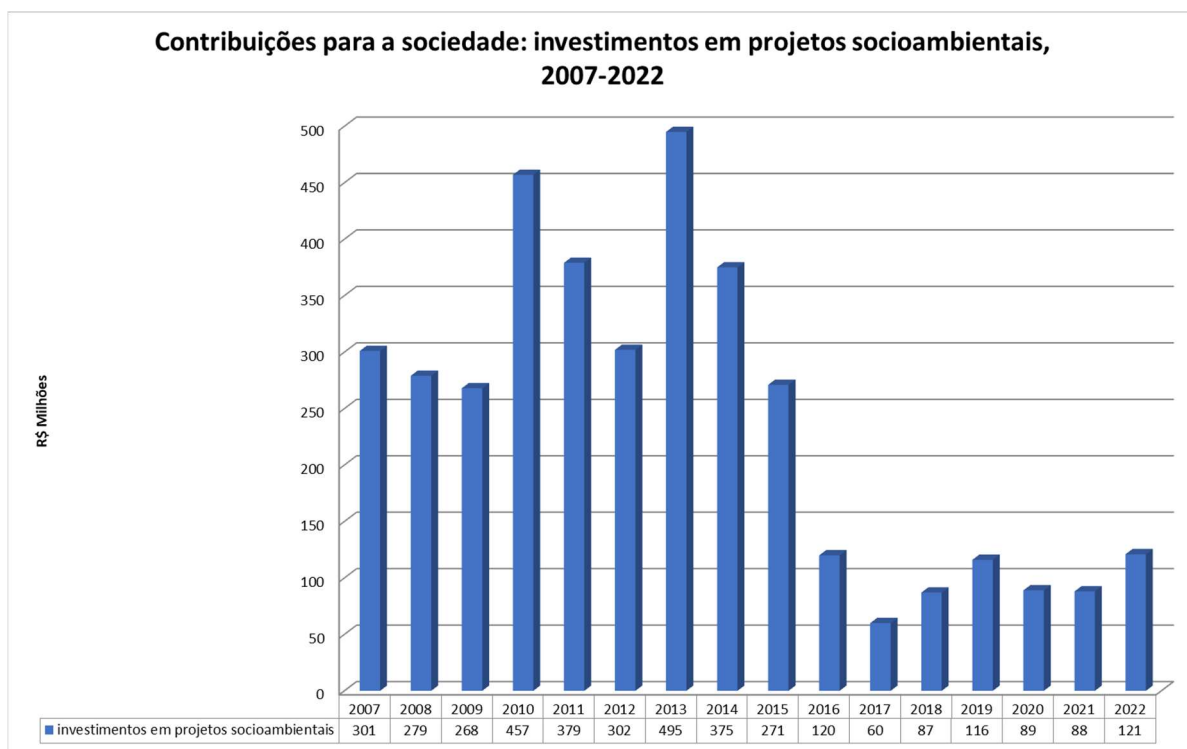


Figura 7 – Investimentos em Projetos Socioambientais (R\$ milhões), 2007-2022

Fonte: Relatórios de Sustentabilidade Petrobras, 2008-2023.

A figura 7 permite observar o indicador financeiro *proxy* do indicador contribuições para a sociedade: Investimentos em Projetos Socioambientais de 2007 a 2022. Verifica-se que o investimento esteve acima de R\$ 350 milhões em 2010, 2011, 2013 e 2014. Os resultados dos Programas Petrobras Desenvolvimento e Cidadania (2007 a 2013) e Petrobras Ambiental (2008 a 2013) permitiram investimentos na ordem de R\$ 2,4 bilhões em projetos sociais e ambientais em todo o Brasil. A Petrobras afirma que os Programas Petrobras Desenvolvimento e Cidadania contribuem para o fortalecimento da sociedade civil e da democracia (PETROBRAS, 2007b). Os piores valores ocorreram de 2016 a 2022 motivados pelo Programa Petrobras Socioambiental alinhado ao Plano de Negócios e Gestão (PNG 2018-2022).

2.2. Metodologia

Esta seção terá como objetivo específico apresentar um aprimoramento da metodologia usada em Costa e Bone (2024) com novas correlações para os cálculos do Coeficiente de Correlação de *Pearson* a partir dos mesmos dados em logaritmo natural (LN) extraídos dos Relatórios de Sustentabilidade da Petrobras de 2007 a 2022.

2.2.1. Coeficiente de Correlação de *Pearson*

O Coeficiente de Correlação de *Pearson* visa verificar a correlação entre os investimentos totais, em projetos socioambientais e produção de hidrocarbonetos e as variáveis ambientais, operacionais, sociais.

Na fórmula 1, como exemplo, tem-se a aplicação do coeficiente de correlação (GUJARATI, 2011) para o investimento total (IT) e os vazamentos de óleo e derivados (VOD) com dados anuais de 2007 a 2022:

$$r(\text{VOD}, \text{IT}) = \frac{\sum(\text{VOD} - \text{média VOD})(\text{IT} - \text{média IT})}{\sqrt{\sum(\text{VOD} - \text{média VOD})^2 \sum(\text{IT} - \text{média IT})^2}} \quad (1)$$

O coeficiente de correlação será calculado também para as emissões de GEE (EGEE), reservas provadas (RP), produção de hidrocarbonetos (PH), fatalidades (FA) e taxa de acidentes fatais e registráveis (TAF e TAR) e investimento em projetos socioambientais (IPA), conforme as fórmulas 2 a 9 e em relação a produção de hidrocarbonetos (PH) vide fórmulas 10 a 15:

$$r(\text{EGEE}, \text{IT}) = (\sum(\text{EGEE} - \text{média EGEE})(\text{IT} - \text{média IT})) / \sqrt{(\sum(\text{EGEE} - \text{média EGEE})^2 \sum(\text{IT} - \text{média IT})^2)} \quad (2)$$

$$r(\text{RP}, \text{IT}) = (\sum(\text{RP} - \text{média RP})(\text{IT} - \text{média IT})) / \sqrt{(\sum(\text{RP} - \text{média RP})^2 \sum(\text{IT} - \text{média IT})^2)} \quad (3)$$

$$r(\text{PH}, \text{IT}) = (\sum(\text{PH} - \text{média PH})(\text{IT} - \text{média IT})) / \sqrt{(\sum(\text{PH} - \text{média PH})^2 \sum(\text{IT} - \text{média IT})^2)} \quad (4)$$

$$r(\text{FA}, \text{IT}) = (\sum(\text{FA} - \text{média FA})(\text{IT} - \text{média IT})) / \sqrt{(\sum(\text{FA} - \text{média FA})^2 \sum(\text{IT} - \text{média IT})^2)} \quad (5)$$

$$r(\text{TA}, \text{IT}) = (\sum(\text{TA} - \text{média TA})(\text{IT} - \text{média IT})) / \sqrt{(\sum(\text{TA} - \text{média TA})^2 \sum(\text{IT} - \text{média IT})^2)} \quad (6)$$

$$r(\text{IPA}, \text{IT}) = (\sum(\text{IPA} - \text{média IPA})(\text{IT} - \text{média IT})) / \sqrt{(\sum(\text{IPA} - \text{média IPA})^2 \sum(\text{IT} - \text{média IT})^2)} \quad (7)$$

$$r(\text{VOD}, \text{IPA}) = (\sum(\text{VOD} - \text{média VOD})(\text{IPA} - \text{média IPA})) / \sqrt{(\sum(\text{VOD} - \text{média VOD})^2 \sum(\text{IPA} - \text{média IPA})^2)} \quad (8)$$

$$r(\text{EGEE}, \text{IPA}) = (\sum(\text{EGEE} - \text{média EGEE})(\text{IPA} - \text{média IPA})) / \sqrt{(\sum(\text{EGEE} - \text{média EGEE})^2 \sum(\text{IPA} - \text{média IPA})^2)} \quad (9)$$

$$r(\text{VOD}, \text{PH}) = (\sum(\text{VOD} - \text{média VOD})(\text{PH} - \text{média PH})) / \sqrt{(\sum(\text{VOD} - \text{média VOD})^2 \sum(\text{PH} - \text{média PH})^2)} \quad (10)$$

$$r(\text{EGEE}, \text{PH}) = (\sum(\text{EGEE} - \text{média EGEE})(\text{PH} - \text{média PH})) / \sqrt{(\sum(\text{EGEE} - \text{média EGEE})^2 \sum(\text{PH} - \text{média PH})^2)} \quad (11)$$

$$r(\text{RP}, \text{PH}) = (\sum(\text{RP} - \text{média RP})(\text{PH} - \text{média PH})) / \sqrt{(\sum(\text{RP} - \text{média RP})^2 \sum(\text{PH} - \text{média PH})^2)} \quad (12)$$

$$r(\text{FA}, \text{PH}) = (\sum(\text{FA} - \text{média FA})(\text{PH} - \text{média PH})) / \sqrt{(\sum(\text{FA} - \text{média FA})^2 \sum(\text{PH} - \text{média PH})^2)} \quad (13)$$

$$r(\text{TA}, \text{PH}) = (\sum(\text{TA} - \text{média TA})(\text{PH} - \text{média PH})) / \sqrt{(\sum(\text{TA} - \text{média TA})^2 \sum(\text{PH} - \text{média PH})^2)} \quad (14)$$

$$r(\text{IPA}, \text{PH}) = (\sum(\text{IPA} - \text{média IPA})(\text{PH} - \text{média PH})) / \sqrt{(\sum(\text{IPA} - \text{média IPA})^2 \sum(\text{PH} - \text{média PH})^2)} \quad (15)$$

Os resultados esperados das relações estão nas tabelas 1 e 2:

Tabela 1 – Resultados esperados das relações entre as variáveis selecionadas e IT e IPA (fórmulas 1 a 9)

	VOD/IT	EGEE/IT	RP/IT	PH/IT	FA/IT	TAF/IT	TAR/IT	IPA/IT	VOD/IPA	EGEE/IPA
Resultado esperado	correl neg	correl neg	correl posit	correl posit	correl neg	correl neg	correl neg	correl posit	correl neg	correl neg

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 2 – Resultados esperados das relações entre as variáveis selecionadas e PH (fórmulas 10 a 15)

	VOD/PH	EGEE/PH	RP/PH	FA/PH	TAF/PH	TAR/PH	IPA/PH
Resultado esperado	correl posit	correl posit	correl posit	correl posit	correl posit	correl posit	correl posit

Fonte: Elaboração própria.

Tem-se a aplicação do teste de significância (BUSSAB e MORETTIN, 2017) para 1%, 5% e 10% do coeficiente de correlação para o período de 2007 a 2022, com $n = 15$.

Na seção 3, encontram-se os resultados do coeficiente de correlação de *Pearson*.

3. Resultados

Calculou-se a correlação das variáveis conforme as fórmulas apresentadas na seção 2.2.1 com dados anuais (2007-2022) vide tabela 2.

Tabela 3 - Coeficiente de Correlação de *Pearson* para a relação de variáveis selecionadas e IT e IPA, 2007-2022 (anual)

	VOD/IT	EGEE/IT	RP/IT	PH/IT	FA/IT	TAF/IT	TAR/IT	IPA/IT	VOD/IPA	EGEE/IPA
Coef. Correlação	0,36	0,52	0,43	-0,06	0,14	-0,74	0,32	0,59	0,58	0,24
Teste de significância	1,37	2,18	1,72	-0,20	0,52	-4,02	1,22	2,63	2,57	0,89
p-valor	0,19	0,05	0,11	0,84	0,61	0,00	0,24	0,02	0,02	0,39
Conclusão	NÃO SIGNIF	SIGNIF 5%	NÃO SIGNIF	NÃO SIGNIF	NÃO SIGNIF	SIGNIF 1%	NÃO SIGNIF	SIGNIF 5%	SIGNIF 5%	NÃO SIGNIF

Fonte: Elaboração própria a partir de Petrobras, 2008-2023.

Onde: VOD Vazamento; IT Invest. Totais; EGEE Emissão Gás Efeito Estufa; RP Reservas Provas; PH Produção Hidrocarbonetos; FA Fatalidades; TAF Taxa Acidentes Fatais; TAR Taxa Acidentes Registráveis; IPA Investimento em Projetos Socioambientais.

Nota: valores originais transformados em LN.

Com periodicidade anual e amostra de 15 anos (2007-2022) obteve-se o coeficiente de correlação significativo para a seguintes variáveis/relações: EGEE/IT com significância de 5%; TAF/IT com significância de 1%; IPA/IT com significância de 5% e VOD/IPA com significância de 5%. Isso mostra que as relações propostas permitem alguma previsibilidade das ações da Petrobras. Por outro lado, há a rejeição da hipótese nula, onde as correlações são não significativas: VOD/IT, RP/IT, PH/IT, FA/IT, TAR/IT, EGEE/IPA. Salienta-se que a correlação positiva entre EGEE/IT se mostrou significativa, porém evidencia que a empresa tem gerado mais EGEE com os investimentos totais realizados. A relação TAF/IT tem uma correlação negativa e esperada e significativa, logo as ações para a redução de acidentes fatais estão tendo êxito. Os investimentos em

projetos socioambientais relacionados aos investimentos totais apresentaram correlação positiva e significativa; portanto, há um esforço em manter os investimentos em projetos socioambientais ao longo dos anos de 2007 a 2022. Por fim, a relação VOD/IPA resultou em correlação positiva e significativa, o que mostra que os investimentos em meio ambiente têm gerado mais vazamentos de óleo e derivados, o que contraria o resultado esperado.

Tabela 4 - Coeficiente de Correlação de *Pearson* para a relação de variáveis selecionadas e PH, 2007-2022 (anual)

	VOD/PH	EGEE/PH	RP/PH	FA/PH	TAF/PH	TAR/PH
Coef. Correlação	-0,57	0,28	-0,78	-0,59	-0,10	0,00
Teste de significância	-2,51	1,04	-4,46	-2,62	-0,38	0,01
p-valor	0,03	0,32	0,00	0,02	0,71	0,99
Conclusão	SIGNIF 5%	NÃO SIGNIF	SIGNIF 1%	SIGNIF 5%	NÃO SIGNIF	NÃO SIGNIF

Fonte: Elaboração própria a partir de Petrobras, 2008-2023.

Onde: VOD Vazamento; IT Invest. Totais; EGEE Emissão Gás Efeito Estufa; RP Reservas Provasdas; PH Produção Hidrocarbonetos; FA Fatalidades; TAF Taxa Acidentes Fatais; TAR Taxa Acidentes Registráveis; IPA Investimento em Projetos Socioambientais.

Nota: valores originais transformados em LN.

A tabela 4 mostra o coeficiente de correlação para as novas relações propostas. As relações significativas são: VOD/PH com significância de 5%; RP/PH com significância de 1%; FA/PH com significância de 5%. Apesar de esperar que os vazamentos aumentassem em relação a produção de hidrocarbonetos, obteve-se uma correlação negativa, o que evidencia os efeitos positivos de investimentos específicos em operações. O sinal negativo da correlação entre as reservas provadas e a produção de hidrocarbonetos indica que há a necessidade de descobertas de novas reservas para manter a produção crescente. A relação fatalidades e produção de hidrocarbonetos obteve sinal negativo, logo há investimentos em processos que asseguram a segurança nas operações em E&P. As relações em que houve rejeição da hipótese nula, isto é, não significativas são: EGEE/PH, TAF/PH, TAR/PH.

A despeito dos resultados, é importante destacar que a aplicação do coeficiente de correlação nas novas relações de variáveis evidenciou, mais uma vez, a necessidade de aprimoramento das ações e do controle dos resultados, em especial para as emissões de gás de efeito estufa (EGEE). A EGEE/IT resultou em correlação positiva e significativa e a EGEE/PH em positiva e não significativa. Porém, o sinal positivo contraria a suposta contribuição da empresa junto as metas nacionais.

4. Conclusão

A Petrobras diante das pressões mundiais com relação as mudanças climáticas aderiu ao Pacto Global e brasileiro e inseriu no Planejamento Estratégico as metas a serem cumpridas ao longo dos anos.

O comprometimento da empresa e a transparência de suas ações e metas estão presentes no Relatório Anual de Sustentabilidade. Neste relatório têm-se indicadores ambientais, sociais, financeiros e operacionais. Em cada indicador há uma série de variáveis para serem monitoradas pelos investidores e sociedade em geral. Entretanto, sabe-se que os

investimentos da empresa são a mola mestra de toda uma mudança de rumo e convergência com os anseios globais.

As variáveis selecionadas de 2007 a 2022 foram: (a) vazamento de óleo e derivados (VOD); (b) emissões de gás de efeito estufa (EGEE); (c) reservas provadas (RP) de óleo, condensado e gás natural; (d) produção (PH) total de óleo, condensado, gás natural liquefeito (GNL), gás natural sem liquefeito; (e) fatalidades (FA) (f) taxa de acidentes fatais (TAF) e registráveis (TAR), (g) investimentos totais (IT); (h) investimento em projetos socioambientais (IPA). E as relações entre elas se deram com o intuito de buscar saber quais mostraram êxito ou não, como segue: *VOD/IT, EGEE/IT, RP/IT, PH/IT, FA/IT, TAF/IT, TAR/IT, IPA/IT, VOD/IPA, EGEE/IPA, VOD/PH, EGEE/PH, IPA/PH, RP/PH, FA/PH, TAF/PH, TAR/PH*.

Aplicando do coeficiente de correlação nos dados em LN obteve-se os seguintes resultados: EGEE/IT positivo e com significância de 5%; TAF/IT negativo e com significância de 1%; IPA/IT positivo e com significância de 5%, VOD/IPA positivo e com significância de 5%, VOD/PH negativo e com significância de 5%, RP/PH negativo e com significância de 1%, FA/PH negativo e com significância de 5%. Por outro lado, há a rejeição da hipótese nula, onde as correlações são não significativas: VOD/IT, RP/IT, PH/IT, FA/IT, TAR/IT, EGEE/IPA, EGEE/PH, IPA/PH, TAF/PH, TAR/PH. As relações TAF/IT, IPA/IT, VOD/PH, FA/PH tiveram resultado esperado e significativo para a empresa e sociedade. A TAF/IT significa que à medida que os investimentos totais aumentam, há redução da taxa de acidentes fatais. O IPA/IT teve correlação positiva, logo quando os investimentos totais aumentam, os investimentos em projetos socioambientais também e vice-versa. O VOD/PH com sinal negativo significa que à medida que a produção avança, os vazamentos se reduzem, logo há investimentos em processos. A fatalidade sobre a produção de hidrocarbonetos (FA/PH) negativa também representa que os novos processos de produção estão minimizando as ocorrências de mortes.

Os desafios detectados neste artigo envolveram a definição das variáveis a serem utilizadas, uma vez que mudanças metodológicas nos relatórios de sustentabilidade da empresa ocorreram de 2008 a 2023. Neste sentido, é preciso uma definição e a mensuração das variáveis padronizada, para que o acompanhamento das ações promovidas pela empresa seja correto e se possa saber o quanto está alinhada com as metas de sustentabilidade brasileiras.

Bibliografia

- BRASIL (2016). Lei 13.303. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/113303.htm Acessado em: 13/03/2024.
- BUSSAB W. & MORETTIN P. (2017). Estatística Básica. 9.ed. Saraiva.
- COSTA, J. M. F.S. & BONE, R.B. (2024). Análise da sustentabilidade da Petrobras a partir de indicadores ambientais, operacionais, sociais e financeiros. Disponível em: www.labecopet.org Acessado em: 19/04/2024.
- GUJARATI, D.N. (2011). Econometria Básica. Editora MCGraw Hill, 5ª. edição.

- INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE - IEMA (2021). Na contramão do mundo, Brasil aumentou emissões em plena pandemia. Disponível em: <https://energiaambiente.org.br/na-contramão-do-mundo-brasil-aumentou-emissoes-em-plena-pandemia-20211028#:~:text=As%20emiss%C3%B5es%20brasileiras%20de%20gases,desvantagem%20no%20Acordo%20de%20Paris>. Acessado em: 19/04/2024.
- ORGANIZATION OF THE PETROLEUM EXPORTING COUNTRIES - OPEC (2022a). World oil outlook 2045: energy policy, climate change and sustainable development – Brazil. Disponível em: https://www.opec.org/opec_web/static_files_project/media/downloads/WOO_2022.pdf Acessado em: 13/03/2024.
- ORGANIZATION OF THE PETROLEUM EXPORTING COUNTRIES – OPEC (2022b). World oil outlook 2045: energy policy, climate change and sustainable development – Brazil. Disponível em: https://www.opec.org/opec_web/static_files_project/media/downloads/WOO_2022.pdf Acessado em: 13/03/2024.
- PETROBRAS (2007a). Balanço Social e Ambiental 2007. Disponível em: <https://www.investidorpetrobras.com.br/apresentacoes-relatorios-e-eventos/relatorios-anuais/> Acessado em: 13/03/2024.
- PETROBRAS (2007b). Plano de Negócios 2008 – 2012. Disponível em: <http://siteempresas.bovespa.com.br/consbov/ArquivosExibe.asp?site=&protocolo=132681> Acessado em: 15/03/2024.
- PETROBRAS (2008-2023). Relatórios de Sustentabilidade -2007-2022. Disponível em: <https://sustentabilidade.petrobras.com.br/> Acessado em: 13/03/2024.
- PETROBRAS (2015-2022). Form 20/SEC - Exploração e Produção. Disponível em: <https://www.investidorpetrobras.com.br/apresentacoes-relatorios-e-eventos/relatorios-anuais/> Acessado em: 13/03/2024.
- PETROBRAS (2019). Form 20/SEC - Iniciativas em Segurança, Meio Ambiente e Saúde. Disponível em: <https://www.investidorpetrobras.com.br/apresentacoes-relatorios-e-eventos/relatorios-anuais/> Acessado em: 13/03/2024.
- PETROBRAS (2021). Plano Estratégico Petrobras 2020. Disponível em: <file:///C:/Users/roseb/Downloads/RELAT%C3%93RIO%20DE%20GEST%C3%83O%202020.pdf> Acessado em: 15/03/2024.
- PETROBRAS (2024a). Programa Petrobras Socioambiental. Disponível em: <https://petrobras.com.br/sustentabilidade/selecoes-publicas> Acessado em: 13/03/2024.
- PETROBRAS (2024b). Glossário. Disponível em: <https://www.investidorpetrobras.com.br/servicos-ao-investidor/glossario/> Acessado em: 13/03/2024.

Anexos

Anexo 1 - Glossário

Variáveis	
Reservas provadas de óleo, condensado e gás natural (Biboe)	As reservas provadas correspondem à quantidade de petróleo ou gás natural que a análise de dados de geociências e engenharia indica com razoável certeza como recuperáveis comercialmente, na data de referência do Boletim Anual de Recursos e Reservas. Quando são usados métodos probabilísticos, a probabilidade de que a quantidade recuperada seja igual ou maior que a estimativa deverá ser de pelo menos 90%
Produção média diária de óleo, LGN e condensado e gás natural (Mbpdd)	Produção: Óleo - porção do petróleo existente na fase líquida nas condições originais do reservatório e que permanece líquida nas condições de pressão e temperatura de superfície; Líquido de Gás Natural - (frações mais pesadas do gás natural, obtidas através do processamento primário do gás em uma unidade de processamento de gás natural (UPGN) que permanecem na fase líquida em condições especiais de armazenamento, sob alta pressão e temperatura ambiente); Óleo Condensado - fração de hidrocarbonetos líquida obtida através da passagem do gás pelo processo de separação normal de campo, e que permanece na fase líquida nas condições atmosféricas de pressão e temperatura.
Produção de gás natural (Mboed)	Produção de gás natural - é a porção de petróleo que existe na fase gasosa ou em solução no óleo, nas condições originais de reservatório, e que permanece no estado gasoso nas condições atmosféricas de pressão e temperatura.
Investimentos Totais (milhões R\$)	“Capex” é a abreviatura de “Capital Expenditure” em inglês, que se traduz como “despesas de capital”. Em resumo, “Capex” representa as inversões realizadas por uma empresa em ativos. Esses recursos se destinam à aquisição de bens de capital, como equipamentos, maquinarias, veículos, imóveis, entre outros. É um conceito muito importante pois avalia o fluxo de caixa utilizado em investimentos das empresa. Por exemplo, os gastos com a construção de uma nova fábrica ou a aquisição de frotas de veículos são exemplos de “Capex”
Vazamentos de óleo e derivados (m3)	Um vazamento de petróleo é um evento em que o óleo ou derivados são liberados de um reservatório e se espalham para o meio ambiente, causando danos ambientais e econômicos significativos.
Emissões de gases de efeito estufa (milhões tCO2e)	Os gases do efeito estufa são moléculas capazes de absorver calor. Esses gases retêm a energia proveniente do Sol e aumentam a temperatura do planeta, ocasionando o fenômeno natural chamado de efeito estufa. O dióxido de carbono equivalente (CO2eq) é uma medida internacionalmente aceita que expressa a quantidade de gases de efeito estufa (GEEs) em termos equivalentes da quantidade de dióxido de carbono (CO2). A equivalência leva em conta o potencial de aquecimento global dos gases envolvidos e calcula quanto de CO2 seria emitido se todos os GEEs fossem emitidos como esse gás. O dióxido de carbono (CO2), o metano (CH4), o óxido nitroso (N2O), o ozônio (O3), os clorofluorocarbonos (CFCs) e o vapor d'água são exemplos de gases do efeito estufa
Fatalidades	Evento que resulta em danos graves ou morte.
Taxa de acidentes	Indicador que mede o grau em que os trabalhadores estão sujeitos a acidentes
Investimentos em projetos socioambientais (R\$ milhões)	Investimentos que apoiam iniciativas sustentáveis que geram valor para a sociedade

Fonte: Petrobras, 2024b.

Anexo 2

Principais indicadores ambientais
Vazamentos de óleo e derivados (m3)
Emissões de gases de efeito estufa (milhões tCO2e)
Intensidade de GEE no E&P (kgCO2e/boe)
Intensidade de emissões de metano no E&P (tCH4/mil tHC)
Intensidade de GEE no Refino (kgCO2e/CWT)
Captação de água doce (Megalitros)
Geração de resíduos sólidos perigosos de processos (mil t)
Instalações com plano de ação de biodiversidade (PAB)

Anexo 3 -

Indicadores Operacionais
Reservas provadas de óleo, condensado e gás natural (Biboe)
Produção de óleo, LGN e condensado (Mbpd)
Produção de gás natural (Mboed)
Receita de vendas (milhões R\$)
Lucro operacional (milhões R\$)
Ebitda ajustado (milhões R\$) Lucro líquido (prejuízo) — Acionistas Petrobras (milhões R\$)
Lucro líquido (prejuízo) - Acionistas Petrobras (milhões R\$)
Fluxo de caixa livre (milhões R\$)
Dívida bruta (milhões US\$)
Capex (milhões R\$)
Alavancagem de Mercado (%)
Percentual de empregados treinados em ética e integridade
Medidas disciplinares a empregados
Usuários no site de Transparência Petrobras (média mensal)

Anexo 4

Indicadores Sociais
Fatalidades (unidade)
Taxa de Acidentados Registráveis (TAR)
Investimentos em projetos culturais (milhões R\$)
Investimentos em projetos esportivos (milhões R\$)
Investimentos em projetos de NCT25 (milhões R\$)
Investimentos em projetos socioambientais (milhões R\$)
Projetos socioambientais com mensuração de retorno social (%)
Doações (milhões R\$)
Número de empregados (unidade)
Número de empregadas mulheres (unidade)
Cargos de chefia ocupados por empregadas mulheres (%)
Número de empregados negros (unidade)
Cargos de chefia ocupados por empregados negros (%)
Número de empregados com deficiência (unidade)