UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA QUÍMICA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Desenvolvimento de Indicadores de Sustentabilidade Para Gasodutos de Distribuição

Lucas Silva Lima

CAMPINA GRANDE – PB

2023

Lucas Silva Lima

Desenvolvimento de Indicadores de Sustentabilidade Para Gasodutos de Distribuição

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Unidade Acadêmica de Engenharia Química, do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito para obtenção do título de Engenheira Química.

Orientadora: Prof.ª Dr.ª Lúcia Maria de Araújo Lima Gaudêncio

Campina Grande – PB

2023

L732d Lima, Lucas Silva.
Desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade para gasodutos de distribuição / Lucas Silva Lima. - Campina Grande, 2023.
60 f. : il. color.

Monografia (Bacharelado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia, 2023.
"Orientação: Profa. Dra. Lúcia Maria de Araújo Lima Gaudêncio."
Referências.

1. Gás Natural. 2. Distribuição de Gás Natural. 3. Impacto Ambiental. 4. Impacto Socioeconômico. 5. Indicadores de Sustentabilidade. I. Gaudêncio, Lúcia Maria de Araújo Lima. II. Título.

CDU 665.612(043)

FICHA CATALOGRAFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECARIA ITAPUANA SOARES DIAS GONÇALVES CRB-15/093

Lucas Silva Lima

Desenvolvimento de Indicadores de Sustentabilidade Para Gasodutos de Distribuição

Aprovado em _____ de _____ de _____.

BANCA EXAMINADORA

_____

Prof.ª Dr.ª Lúcia Maria de Araújo Lima Gaudêncio

UAEQ – UFCG

Orientadora

_____

Prof. Dr. Vimário Simões Silva

UAEQ – UFCG

Examinador 1

_____

Prof. Dr. Laércio Gomes de Oliveira

UAEQ – UFCG

Examinador 2

Agradecimentos

"Primeiramente, gostaria de expressar minha profunda gratidão a todos que contribuíram para a realização deste trabalho. Sem o apoio e a colaboração de cada um de vocês, essa conquista não teria sido possível.

Agradeço primeiramente minha orientadora, Professora Lúcia, pela orientação precisa, dedicação e valiosos insights ao longo de todo o processo. Seu comprometimento e expertise foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

À minha família e amigos, sou imensamente grato pelo apoio incondicional e encorajamento ao longo dessa jornada acadêmica. Vocês foram minha fonte de motivação nos momentos desafiadores e me ajudaram a manter o foco nos meus objetivos.

Não poderia deixar de agradecer aos colegas de curso, que compartilharam conhecimento, trocaram experiências e se tornaram grandes amigos. O companheirismo e o espírito de equipe foram essenciais para superar obstáculos e alcançar esse marco.

Por fim, agradeço a todas as instituições e pessoas que, de alguma forma, contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho, mesmo que indiretamente. Suas contribuições foram valiosas para enriquecer esta pesquisa.

Este trabalho representa o culminar de anos de estudo, esforço e dedicação. Mais uma vez, expresso minha gratidão a todos que estiveram ao meu lado nessa jornada. Vocês fazem parte dessa conquista e sou imensamente grato por cada contribuição.

Muito obrigado!"

RESUMO

Nos anos 1960-1980, movimentos ambientalistas surgiram e desastres ambientais trágicos impulsionaram a conscientização sobre a importância da sustentabilidade. Isso levou ao desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade, que são amplamente utilizados atualmente para avaliar o impacto das atividades humanas. No presente estudo, foi realizado um levantamento abrangente sobre o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade para a distribuição de gás natural. Foram consideradas as dimensões ambiental, social, econômica e operacional, com base em pesquisas bibliográficas e análise de documentos regulatórios e técnicos relacionados à atividade. Os impactos ambientais e socioeconômicos identificados no Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) da Comgas foram utilizados como base para a seleção de 21 indicadores. Além desses, foram acrescentados mais oito indicadores considerados de grande relevância para a análise da sustentabilidade do projeto. Esses indicadores foram desenvolvidos com base em melhores práticas internacionais e considerando as necessidades específicas do setor de distribuição de gás natural. Eles refletem as expectativas das partes interessadas e fornecem uma ferramenta eficaz para medir o progresso em direção aos objetivos de sustentabilidade. O conjunto de indicadores desenvolvidos neste estudo contribui para avaliar e aprimorar o desempenho sustentável das atividades de distribuição de gás natural, promovendo práticas responsáveis e contribuindo para um futuro mais sustentável no setor de energia.

Palavras-chave: Impacto Ambiental, Impacto Socioeconômico, Distribuição de Gás Natural, Gás Natural.

ABSTRACT

During the 1960s-1980s, environmental movements emerged and tragic environmental disasters drove awareness of sustainability. This led to the development of sustainability indicators widely used today to assess the impact of human activities. In this study, a comprehensive survey was conducted on the development of sustainability indicators for natural gas distribution. The environmental, social, economic, and operational dimensions were considered based on literature research and analysis of regulatory and technical documents related to the activity. The environmental and socioeconomic impacts identified in the Environmental Impact Report (RIMA) by Comgas were used as a basis for selecting 21 indicators. Additionally, eight indicators of significant relevance were added to the analysis of project sustainability. These indicators were developed based on international best practices and specific needs of the natural gas distribution sector. They reflect stakeholder expectations and provide an effective tool to measure progress towards sustainability goals. The set of indicators developed in this study contributes to assessing and improving the sustainable performance of natural gas distribution activities, promoting responsible practices, and contributing to a more sustainable future in the energy sector.

Key-words: Environmental impact, Socioeconomic Impact, Natural Gas Distribution, Natural Gas.

Lista de Figuras

Figura 1: Sistema de produção e distribuição do gás natural 16

Figura 2: Âmbito da Regulação Federal e Estadual 18

Figura 3: Mapa das distribuidoras 21

Figura 4: Infraestrutura de gasodutos de transporte no Brasil 23

Figura 5: Mapa da distribuição de gás na Paraíba 26

Figura 6: Mapa do traçado do gasoduto Reforço Infraestrutura de Gás 31

Figura 7: Metodologia para a seleção dos indicadores de sustentabilidade 34

Lista de Quadros

Quadro 1: Arranjo de competências na regulação da indústria do gás natural 19

Quadro 2: As distribuidoras e agências reguladoras 20

Quadro 3: Critérios para a avaliação dos impactos 32

Quadro 4: Indicadores selecionados 35

Quadro 5: Classificação dos indicadores por dimensão 48

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 10

2. LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO 13

2.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E SUSTENTABILIDADE 13

2.2 A AGENDA 21 E OS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE 16

2.3 A INDÚSTRIA DE PETRÓLEO E GÁS E A SUSTENTABILIDADE 19

2.4 GÁS NATURAL 21

2.4.1 Gás Natural sua origem e composição 22

3. CONHECENDO O OBJETO DE ESTUDO 25

3.1 ETAPA DE DISTRIBUIÇÃO DO GÁS NATURAL 27

3.2 REGULAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DE GÁS NATURAL 28

3.2.1 Rede de Gasodutos do Brasil e da Paraíba 32

3.2.2 IMPACTOS AMBIENTAIS E SOCIOECONÔMICOS DA DISTRIBUIÇÃO DO GÁS NATURAL 35

4. METODOLOGIA PARA SELEÇÃO DOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA GASODUTOS DE DISTRIBUIÇÃO 38

5. METODOLOGIA 44

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO 46

7. CONCLUSÃO 65

1. INTRODUÇÃO

Durante as décadas de 1960 e 1980, as questões relacionadas ao meio ambiente e às questões sociais ganharam cada vez mais destaque nos debates científicos e políticos. Movimentos ambientalistas surgiram nesse período, impulsionados pela necessidade de incorporar essas preocupações em diferentes esferas da sociedade. Surgiu então a demanda por políticas públicas que visavam à proteção do meio ambiente e do bem-estar das pessoas. Alguns eventos trágicos marcaram a história e serviram como alerta para os impactos devastadores das atividades humanas sobre o ecossistema.

Um dos casos mais notórios foi o envenenamento por mercúrio na baía de Minamata, no Japão, em 1956. O lançamento de efluentes industriais contaminados resultou no envenenamento de centenas de pessoas e na morte de diversas espécies marinhas (HACHIYA, 2006). Outro incidente marcante ocorreu em 1984, na cidade de Bhopal, Índia, quando uma fábrica de pesticidas da empresa *Union Carbide* vazou 40 toneladas de gases tóxicos, causando a morte de milhares de pessoas e deixando um legado de graves impactos à saúde e ao meio ambiente (BROUGHTON, 2005).

Além desses eventos industriais trágicos, desastres de origem nuclear também abalaram a consciência global. O acidente na Usina de Chernobyl, em 1986, na antiga União Soviética, resultou em um vazamento radioativo de proporções catastróficas, com efeitos duradouros para a saúde humana e o meio ambiente. Da mesma forma, o derramamento de petróleo do navio Exxon Valdez na enseada do Príncipe Guilherme, no Alasca, em 1989, deixou uma mancha indelével no ecossistema marinho e demonstrou os perigos da exploração e transporte de recursos naturais (PETERSON *et al*., 2003).

Além desses desastres causados pelo homem, os efeitos das mudanças climáticas, como inundações, furacões e secas mais frequentes, têm exacerbado os desafios ambientais enfrentados pelo planeta (EPSTEIN, 2005). Esses eventos extremos destacam a urgência de adotar medidas de preservação do meio ambiente e promover práticas sustentáveis em todas as esferas da sociedade.

A partir dessas experiências traumáticas, a conscientização sobre a importância da preservação ambiental ganhou força e impulsionou o surgimento de movimentos e discussões sobre o desenvolvimento sustentável. Os desastres destacaram a necessidade de uma abordagem holística que considerasse não apenas os aspectos econômicos, mas também os impactos sociais e ambientais das atividades humanas. Assim, o século XX testemunhou a emergência de indicadores de sustentabilidade como ferramentas essenciais para avaliar e monitorar o progresso rumo a um futuro mais equilibrado e resiliente.

Atualmente, o uso de indicadores de sustentabilidade está cada vez mais difundido e valorizado em diferentes setores e níveis de governança. Os indicadores de sustentabilidade são considerados ferramentas essenciais para avaliar o desempenho e o impacto das atividades humanas em relação aos aspectos ambientais, sociais e econômicos da sustentabilidade (ONU, 2015).

No contexto empresarial, muitas organizações adotam indicadores de sustentabilidade como parte de suas estratégias de responsabilidade social corporativa por meio de relatórios de sustentabilidade. Esses indicadores permitem que as empresas avaliem e comuniquem seu desempenho em relação a metas e compromissos ambientais, sociais e de governança, demonstrando transparência e prestação de contas aos *stakeholders (*DE SOUZA; BRIGHENTI; HEIN, 2016; PINHEIRO, 2019*)*.

No âmbito governamental, os indicadores de sustentabilidade são utilizados para monitorar o progresso em direção a metas e políticas de desenvolvimento sustentável. Os governos podem estabelecer indicadores específicos para medir o impacto das políticas públicas em áreas como proteção ambiental, redução da pobreza, educação e saúde.

Além disso, os indicadores de sustentabilidade têm sido amplamente adotados por organismos internacionais e agências de desenvolvimento como ferramentas de avaliação e monitoramento de projetos e programas. Eles auxiliam na tomada de decisões, na alocação de recursos e no acompanhamento do progresso em direção aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas.

A utilização de indicadores de sustentabilidade na distribuição de gás natural contribui para a promoção da eficiência energética, para a redução das

emissões de gases de efeito estufa, para a preservação dos recursos naturais, para o fomento da inovação tecnológica e da responsabilidade social corporativa. Essas práticas sustentáveis não apenas fortalecem a imagem e reputação das empresas, mas também garantem a sustentabilidade a longo prazo do setor, alinhando-se aos objetivos globais de desenvolvimento sustentável estabelecidos pela ONU, como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), definidos na Agenda 2030.

Este estudo tem como propósito a construção de um sistema de indicadores de sustentabilidade específico para o segmento de distribuição de gás natural no Brasil. O objetivo é estabelecer um conjunto abrangente de métricas que permitam avaliar e monitorar o desempenho ambiental, social e econômico dessas empresas, considerando as particularidades e os desafios enfrentados pelo segmento. Por meio da definição e sugestão desses indicadores, busca-se promover a adoção de práticas sustentáveis, o aprimoramento contínuo das operações e a minimização dos impactos negativos sobre o meio ambiente e sobre as comunidades locais. Além disso, a implementação de um sistema de indicadores de sustentabilidade pode proporcionar maior transparência e prestação de contas, fortalecendo a confiança dos *stakeholders* e contribuindo para a construção de um setor de distribuição de gás natural mais responsável e alinhado com os princípios da sustentabilidade.

O sistema de indicadores de sustentabilidade proposto no presente trabalho se baseou no levantamento do conhecimento sobre desenvolvimento sustentável e indicadores de sustentabilidade e a sua aplicação à atividade de distribuição de gás natural no Brasil, considerando as dimensões ambiental, social econômica e de gestão da sustentabilidade, tendo como referência um estudo de caso de distribuição de gás natural na região metropolitana de São Paulo.

2. LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

2.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E SUSTENTABILIDADE

O conceito de desenvolvimento sustentável foi inicialmente traçado após vários acontecimentos históricos (como desastres ambientais de grandes proporções) que chamaram a atenção do mundo para a importância de se conservar o meio em que vivemos. Primeiramente a conceituação de desenvolvimento sustentável foi apresentada pela IUCN - *World Conservation Strategy* (IUCN, 1980), sendo reapresentado no Relatório *Brundtland* (WCED, 1987), também denominado *Our Common Future,* estendendo-se para *Earth Summit in* (ONU, 1992), evento realizado no Rio de Janeiro, responsável pela criação da Agenda 21. Ainda com a necessidade de padronizar o conceito de desenvolvimento sustentável, em 2002, definiu-se através do *World Summit on Sustainable Development* (ONU, 2002) a conceituação de desenvolvimento sustentável, como o desenvolvimento que leva em conta o respeito ao meio ambiente e às pessoas (GAUDENCIO,2018).

Segundo a *World Conservation Strategy* (IUCN, 1980), a conservação ambiental e o desenvolvimento devem andar juntos, pois o desenvolvimento visa alcançar objetivos humanos em grande parte através do uso da biosfera (conjunto de ecossistemas onde se encontra vida), e a conservação objetiva alcançar o desenvolvimento garantindo que o uso dos recursos naturais possa continuar. Com isso, a preocupação com a sustentabilidade é uma resposta racional à natureza humana.

Em 1987, o Relatório Brundtland, publicado como resultado da reunião da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, coordenada pela então primeira-ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland, apresentava uma nova ideia de desenvolvimento sustentável, onde a preocupação com o meio ambiente, pessoas e desenvolvimento econômico era o principal apelo. No texto, destaca-se uma frase onde fica clara a nova visão: “O desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que encontra as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações de atender suas próprias necessidades” (WCED, 1987).

Com o passar dos anos, e o surgimento de novos desafios foi necessário que o conceito de desenvolvimento sustentável fosse ampliado. Em 1992, durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Eco-92)

realizada no Rio de Janeiro, com a presença de importantes líderes de 190 países, bem como representantes do setor público, privado e organizações não governamentais, foram discutidos os desafios enfrentados na manutenção da vida no planeta. Neste encontro, um documento intitulado Agenda 21 foi elaborado com 40 capítulos que buscavam conscientizar e orientar a todos sobre o comprometimento com a causa do desenvolvimento sustentável. O documento estabeleceu princípios e fundamentos que se baseiam em três pilares: ambiental, econômico e social.

Esses pilares são essenciais para garantir a sustentabilidade no longo prazo e abrangem a preservação do meio ambiente, o uso responsável dos recursos naturais, o desenvolvimento econômico equilibrado e a promoção da justiça social (ONU,1992). Com a Agenda 21, ficou estabelecido que o desenvolvimento sustentável deve ser um esforço conjunto de governos, empresas e sociedade civil, com o objetivo de construir um futuro mais justo, próspero e equilibrado para todos.

Aprofundando os estudos relacionados a sustentabilidade, Ferrer (2002) apresenta um conjunto de seis requisitos que a sustentabilidade deve considerar:

- Que a sociedade seja planetária;
- Que alcancemos um pacto de sustentabilidade com a terra;
- A capacidade de alimentar e dar uma vida digna a todos os habitantes, indistintamente;
- Recomposição da arquitetura social com o objetivo de extinguir o modelo opressor que tem por base o conforto e o progresso permitindo, portanto, a justiça social;
- Que novos modelos de governança (normas e instituições globais) sejam construídos;
- Que seja colocada a ciência e a técnica a serviço do objetivo comum.

Ao examinar esses requisitos, conforme apontado por Ferrer (2002), é possível notar que o conceito de desenvolvimento comum se baseia nos três pilares fundamentais do desenvolvimento sustentável: social, ambiental e econômico.

Esses pilares são interdependentes e inseparáveis, e devem ser considerados de maneira integrada para garantir um desenvolvimento sustentável efetivo. O pilar social envolve a promoção da equidade e da justiça social, garantindo que todas as pessoas tenham acesso a oportunidades e recursos necessários para viver com dignidade. O pilar ambiental se concentra na preservação do meio ambiente e na

conservação dos recursos naturais para as gerações presentes e futuras. Já o pilar econômico busca conciliar o crescimento econômico com a proteção do meio ambiente e a promoção da justiça social.

De acordo com Bodnar, Freitas e Silva (2016), a partir do ano de 2002, a expressão "sustentabilidade" se tornou mais conveniente do que o termo "desenvolvimento sustentável" que era utilizado anteriormente. Isso ocorreu porque a partir desse período, reforçou-se a ideia de que nenhum elemento - seja ele ecológico, social, espacial ou econômico - deve ser considerado superior ou inferior hierarquicamente em relação aos outros. Ao adotar uma abordagem holística e não hierárquica, a sustentabilidade passa a ser vista como um processo contínuo de equilíbrio entre esses diferentes elementos, em vez de um estado estático a ser alcançado (BODNAR, FREITAS e SILVA, 2016).

Após um processo de construção ao longo do tempo e inúmeras conferências internacionais para definir o conceito e as metas, líderes mundiais de 193 países se comprometeram, em 2015, com um conjunto de 17 Metas Globais para o Desenvolvimento Sustentável. Segundo o documento, a meta é alcançar ao menos três objetivos importantes até o ano de 2030 (UNPD, 2015):

- Acabar com a pobreza extrema;
- Combater a desigualdade e injustiça;
- Conter as mudanças climáticas.

Portanto, a sustentabilidade teve sua construção ao longo do tempo a partir de acontecimentos históricos, bem como, com a conscientização dos problemas ambientais, das crises econômicas e das desigualdades sociais. Todavia, a ideia de sustentabilidade deverá permear concepções, planos, políticas e agendas de ações de nova ordem mundial, desde que o desenvolvimento seja efetivado na prática. A concepção de desenvolvimento sustentável mostrou-se incompleta, limitada e, do ponto de vista da preservação ambiental, absorveu as influências de uma visão reducionista. Logo, existe uma grande esperança em encontrar soluções que possam amenizar os impactos causados pela atividade econômica sobre o meio ambiente e a sociedade.

A sustentabilidade na indústria de petróleo e gás tem sido objeto de estudos e pesquisas em todo o mundo, com o objetivo de entender os impactos ambientais e

sociais associados às atividades dessa indústria e promover a adoção de práticas mais sustentáveis.

De acordo com o relatório "Sustainable Development Goals and the Oil and Gas Industry", publicado pela Global Compact Network Brasil (2018), as empresas do setor de petróleo e gás têm um papel importante a desempenhar na promoção da sustentabilidade, através da adoção de tecnologias mais limpas e eficientes, da gestão adequada dos resíduos produzidos e da promoção da transparência e ética em suas operações.

Em resumo, a indústria de petróleo e gás tem um papel importante a desempenhar na promoção da sustentabilidade, através da adoção de práticas mais sustentáveis em suas operações e da promoção da diversificação da matriz energética mundial.

2.2 A AGENDA 21 E OS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE

A Agenda 21 é composta por 40 capítulos que abordam diversos temas relacionados à sustentabilidade, como mudanças climáticas, uso da água, biodiversidade e desenvolvimento econômico. O documento tem como objetivo propor a integração das dimensões social, ambiental e econômica em todas as esferas da atividade humana, visando garantir um futuro justo e equitativo para as presentes e futuras gerações (UNITED NATIONS, 1992). Desde a sua criação, a Agenda 21 tem sido uma importante referência para a elaboração de políticas públicas e práticas empresariais voltadas para a sustentabilidade.

Para medir o progresso em relação aos objetivos da Agenda 21 e do desenvolvimento sustentável, são recomendados indicadores de sustentabilidade, que são medidas quantitativas ou qualitativas que permitem avaliar o impacto das atividades humanas sobre o meio ambiente e a sociedade, bem como a capacidade dos sistemas naturais e sociais de se manterem a longo prazo. Através dos indicadores de sustentabilidade, é possível avaliar o desempenho de empresas, governos e organizações em relação aos objetivos de desenvolvimento sustentável.

Entretanto, uma crítica recorrente à Agenda 21 é a sua falta de efetividade na implementação de políticas sustentáveis, resultando em poucos avanços na redução dos problemas ambientais e sociais. Segundo Mota (2010), a falta de comprometimento dos governos e da sociedade em relação aos objetivos da Agenda

21 é um dos principais obstáculos para a sua implementação. Além disso, há uma falta de integração entre as diferentes áreas envolvidas, resultando em políticas isoladas e fragmentadas, sem uma visão integrada dos desafios e soluções para o desenvolvimento sustentável.

Outra crítica comum à Agenda 21 é a sua abordagem técnica e burocrática, que não leva em consideração as questões sociais e culturais envolvidas na promoção da sustentabilidade. Segundo Sachs (1997), a Agenda 21 apresenta uma visão reducionista da sustentabilidade, focada principalmente em questões ambientais e econômicas, deixando de lado as dimensões culturais, políticas e sociais que influenciam o desenvolvimento sustentável.

No que se refere aos indicadores de sustentabilidade, uma crítica importante é a sua limitação em medir a complexidade dos sistemas socioambientais e a subjetividade na definição dos critérios e variáveis utilizadas. Segundo Gudynas e Acosta (2011), os indicadores de sustentabilidade são frequentemente utilizados de forma simplista e mecanicista, sem levar em conta as diferentes perspectivas e valores dos grupos envolvidos. Além disso, há uma falta de padronização na definição e cálculo dos indicadores, dificultando a comparação e avaliação do desempenho das diferentes organizações e setores.

Diante das críticas aos indicadores de sustentabilidade utilizados anteriormente pela ONU, a organização se viu obrigada a buscar uma nova forma de orientar os países em relação ao desenvolvimento sustentável. Foi assim que, em 2015, foram estabelecidos os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) pela Organização das Nações Unidas (ONU), com o objetivo de guiar os países em direção a um futuro mais sustentável até 2030 (ONU, 2015).

Os ODS são considerados uma ferramenta importante para a promoção do desenvolvimento sustentável global e para a implementação da Agenda 2030 da ONU. Além disso, eles são uma fonte de inspiração para as empresas que desejam adotar práticas mais sustentáveis, já que muitos dos objetivos têm relação direta com as atividades empresariais, como consumo e produção responsáveis, energia limpa, trabalho decente e crescimento econômico inclusivo (ONU, 2015).

A implementação dos ODS é um desafio global, exigindo esforços coordenados dos governos, setor privado e sociedade civil. Nesse sentido, a colaboração entre as

partes interessadas é fundamental para alcançar os objetivos propostos. Além disso, a definição de indicadores claros e mensuráveis é essencial para monitorar o progresso e avaliar a eficácia das políticas públicas e iniciativas privadas (UNCTAD, 2018).

A importância dos ODS também está relacionada à sua interconexão, uma vez que as metas propostas estão intrinsecamente ligadas entre si. Por exemplo, a garantia de acesso à água potável e saneamento básico (ODS 6) tem impacto direto na promoção da saúde e bem-estar (ODS 3), além de ser um fator fundamental para a redução da pobreza (ODS 1). Portanto, ações integradas em diferentes áreas são necessárias para alcançar o desenvolvimento sustentável de forma abrangente e efetiva (ONU, 2015).

A *Global Reporting Initiative* (GRI) é uma organização internacional que tem como objetivo ajudar empresas, governos e instituições a comunicar e divulgar o impacto de suas ações e negócios no setor sustentável de modo geral. A GRI apresenta diretrizes que orientam as empresas na elaboração de Relatórios de Sustentabilidade, onde são sugeridos os indicadores que devem ser considerados. Por ser um documento público, que apresenta os impactos econômicos, sociais e ambientais dos negócios, ele torna-se importante pois serve para apresentar, identificar, avaliar e gerir indicadores de sustentabilidade das empresas e instituições públicas e privadas, com foco no desenvolvimento sustentável e na construção de uma economia mais estável e segura para todos (GRI, 2021).

A partir de 2002, a bolsa de valores Brasil, Bolsa, Balcão (B3), uma bolsa de valores brasileira, passou a exigir das empresas relacionadas nas suas listas de grandes empresas, a informação sobre a adesão aos Relatórios de Sustentabilidade da GRI, como forma de incentivar as empresas a aderirem à prática de reportar para os investidores informações e resultados relacionados às dimensões ambiental, social e de governança corporativa (B3, 2018).

No segundo ano da iniciativa, 169 empresas responderam à solicitação da B3, o que representa 39% do total de empresas listadas na B3. Dessas empresas, 26% estão divulgando seus relatórios considerando os ODS, estão em processo de elaboração dos relatórios, têm a intenção de considerar os ODS em seus relatórios ou estão estudando a possibilidade de fazê-lo (B3, 2018).

Um avanço na metodologia da pesquisa foi a inclusão do recorte das empresas listadas no Ibovespa e no Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE). Das 62 empresas listadas no Ibovespa, 41 divulgam seus relatórios considerando os ODS. Dentre essas respostas, 31 foram obtidas por autodeclaração e 10 por meio de busca ativa. Em relação ao ISE, todas as companhias consideram os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável em seus relatórios. Das 30 empresas da carteira, 27 responderam à pesquisa e 3 foram identificadas através da busca ativa (B3, 2018).

Vale destacar que o "Relate ou Explique para os Objetivos de Desenvolvimento Responsável (ODS)" foi reconhecido como um dos 10 cases vencedores do "ISAR Honours" (Intergovernmental Working Group of Experts on International Standards of Accounting and Reporting da UNCTAD), uma nova iniciativa da UNCTAD (Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento) para reconhecer as boas práticas de sustentabilidade e relato dos ODS pelas empresas (B3, 2018).

2.3 A INDÚSTRIA DE PETRÓLEO E GÁS E A SUSTENTABILIDADE

A indústria de petróleo e gás enfrenta desafios significativos em relação à sustentabilidade ambiental, social e econômica. Como resultado, as empresas do setor adotaram indicadores de sustentabilidade para medir e melhorar seu desempenho em áreas críticas. Os indicadores de sustentabilidade comuns na indústria de petróleo e gás incluem a quantidade de emissões de gases de efeito estufa, a gestão de resíduos, o uso de energia renovável, a segurança no trabalho e o envolvimento comunitário (API, 2020).

Uma das ferramentas mais usadas para relatar o desempenho sustentável na indústria de petróleo e gás são os Relatórios de Sustentabilidade baseados nas diretrizes e indicadores propostos pela Global Reporting Initiative (GRI). A GRI, por meio das suas orientações e diretrizes, ajuda as empresas a identificar e comunicar seu impacto ambiental, social e econômico, além de estabelecer metas para melhorar seu desempenho. Os relatórios GRI também ajudam as empresas a se comunicar com seus stakeholders, incluindo investidores, reguladores e comunidades locais (GRI, 2021).

O American Petroleum Institute (API), a International Association of Oil & Gas Producers (IOGP) e a International Petroleum Industry Environmental Conservation

Association (IPIECA) definem diretrizes para a elaboração de relatórios de sustentabilidade para companhias de petróleo e gás, sendo uma ferramenta essencial para auxiliar as empresas a moldarem a estrutura e o conteúdo de seus relatórios de sustentabilidade (IPIECA,2020).

Essa orientação oferece direcionamento sobre o conteúdo de um relatório típico da indústria, abrangendo 21 questões de sustentabilidade e 43 categorias de indicadores. Essas questões e indicadores foram selecionados com base no consenso da indústria, juntamente com percepções e sugestões significativas de um painel independente de partes interessadas com experiência no setor e relatórios de sustentabilidade (IPIECA,2020).

A IPIECA realiza anualmente uma pesquisa de relatórios de sustentabilidade com o objetivo de avaliar as práticas adotadas pelas empresas associadas em termos de formato e entrega, governança, processo, uso de estruturas e expectativas para o futuro dos relatórios. Os resultados da pesquisa fornecem uma visão geral das práticas atuais, identificam os indicadores de desempenho mais utilizados e as tendências emergentes, permitindo que as empresas aprendam com seus pares e melhorem a comunicação do setor sobre questões de sustentabilidade (IPIECA,2020).

Um resumo das principais descobertas da pesquisa realizada em 2020 pela IPIECA foi:

- Cerca de 89% dos entrevistados utilizam a orientação de relatório de sustentabilidade IPIECA-API-IOGP como base para desenvolver seus relatórios.
- Além disso, 92% dos entrevistados incluem ou fazem referência aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU em seus relatórios. Os ODS mais relevantes para as empresas são o ODS 8 (Trabalho decente e crescimento econômico), citado por 88% dos entrevistados, seguido pelo ODS 7 (Energia acessível e limpa) e ODS 13 (Ação climática), mencionados por 85% dos entrevistados.
- Além disso, 81% das empresas complementam seus relatórios com comunicações adicionais sobre tópicos específicos, como riscos e oportunidades relacionados à mudança climática (IPIECA,2020).

Ao adotar essa orientação, as empresas do setor de petróleo e gás têm a oportunidade de alinhar seus relatórios de sustentabilidade com padrões internacionalmente reconhecidos. Isso não apenas fortalece a credibilidade das

informações apresentadas, mas também permite que as empresas se comuniquem de maneira eficaz com seus stakeholders, como investidores, reguladores e comunidades locais. A transparência proporcionada pelos relatórios contribui para a construção de confiança e engajamento das partes interessadas, além de impulsionar melhorias contínuas no desempenho sustentável das empresas.

2.4 GÁS NATURAL

O gás natural é um recurso energético de grande importância na indústria e no setor de energia. Sua origem remonta a milhões de anos atrás, quando restos de matéria orgânica, como plantas e animais, foram depositados em sedimentos e submetidos a altas pressões e temperaturas ao longo do tempo geológico. Esse processo de decomposição orgânica, conhecido como diagênese, transformou a matéria orgânica em hidrocarbonetos, como o gás natural. O gás natural é composto principalmente por metano (CH4), embora possa conter outros hidrocarbonetos em menor quantidade, como etano, propano e butano (BRITISH GEOLOGICAL SURVEY, s.d., 2023).

A principal fonte de gás natural é encontrada em reservatórios subterrâneos, onde o gás fica retido em formações geológicas porosas, como rochas sedimentares, xistos e arenitos. Esses reservatórios podem estar localizados em terra firme ou em áreas offshore, no fundo do mar. A exploração e produção do gás natural envolvem a perfuração de poços para acessar os reservatórios e a utilização de tecnologias avançadas para extrair o gás de forma segura e eficiente (API, 2021).

Os países com as maiores reservas de gás natural são Rússia, Irã, Catar e Estados Unidos. No entanto, o gás natural é encontrado em todo o mundo, e muitos países dependem dessa fonte de energia para atender às suas necessidades internas e para exportação. Sua utilização abrange diversos setores, como geração de energia elétrica, aquecimento residencial e comercial, indústria química e como combustível veicular (UNITED STATES ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION, s.d., 2023).

É importante ressaltar que a exploração e produção de gás natural podem apresentar desafios ambientais e sociais. Por isso, é fundamental adotar práticas responsáveis, como a gestão adequada de resíduos, a minimização de impactos na biodiversidade e a mitigação de emissões de gases de efeito estufa. Além disso, o desenvolvimento de fontes de energia renovável e o aumento da eficiência energética

são estratégias importantes para reduzir a dependência do gás natural e promover uma transição sustentável para um futuro de baixo carbono.

2.4.1 Gás Natural sua origem e composição

A descoberta do gás natural remonta a tempos antigos, sendo considerado um recurso natural importante ao longo da história. No entanto, é difícil determinar com precisão a data exata das primeiras descobertas.

De acordo com algumas fontes, as primeiras evidências de uso do gás natural remontam à antiga China, onde registros indicam que o gás natural era utilizado para fins de iluminação e aquecimento por volta do século IV a.C. (SMIL, 2015). Além disso, há indícios de que o gás natural também era conhecido e utilizado pelos antigos gregos e romanos para fins semelhantes (SCHOBERT, 2013).

No entanto, é importante ressaltar que o uso comercial e a exploração sistemática do gás natural como uma fonte de energia só se desenvolveram muito mais tarde, no final do século XVIII e início do século XIX. Durante a Revolução Industrial, na Inglaterra, o gás natural começou a ser utilizado em larga escala para a iluminação pública e posteriormente para a produção de energia (SMIL, 2013).

O gás natural é uma mistura de hidrocarbonetos leves, com predominância de metano (CH4), e pode conter pequenas quantidades de outros gases, como etano (C2H6), propano (C3H8) e butano (C4H10), além de compostos não hidrocarbonetos, como nitrogênio (N2) e dióxido de carbono (CO2). Sua origem está relacionada a processos geológicos que ocorrem ao longo de milhões de anos, envolvendo a decomposição de matéria orgânica enterrada em condições de alta pressão e temperatura (BAHADORI, 2014).

A formação do gás natural ocorre em reservatórios subterrâneos, que são estruturas geológicas onde o gás é armazenado. Esses reservatórios podem estar presentes em rochas sedimentares, como arenito e calcário, ou em rochas ígneas, como basalto e diabásio (BAHADORI, 2014). A exploração do gás natural é realizada por meio de perfuração de poços que alcançam esses reservatórios, permitindo a extração do gás e seu transporte para as instalações de processamento e distribuição.

A composição do gás natural pode variar dependendo da localização e origem do reservatório. Em geral, o metano é o principal componente, representando cerca de 70-90% da composição, enquanto o etano, propano e butano podem estar

presentes em quantidades menores (BAHADORI, 2014). Além disso, a presença de compostos não hidrocarbonetos, como nitrogênio e dióxido de carbono, pode ocorrer em diferentes proporções, o que pode afetar a qualidade e o valor comercial do gás natural.

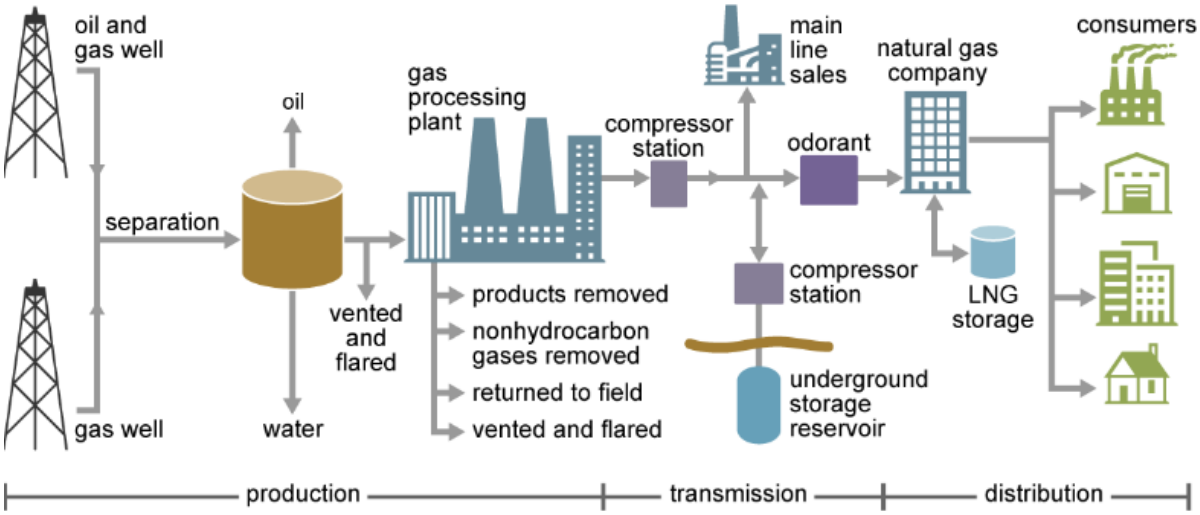
A qualidade do gás natural é avaliada com base em suas propriedades físicas e químicas. Isso inclui características como poder calorífico, densidade, teor de impurezas e umidade (BAHADORI, 2014). A determinação da composição do gás natural e o monitoramento de suas propriedades são importantes para garantir a eficiência energética e a segurança em seu uso em diversos setores, incluindo geração de energia, aquecimento residencial e industrial.

Quando extraído de poços de gás natural ou petróleo bruto, o gás natural é conhecido como "gás natural úmido". Além do metano, componente principal, ele contém uma mistura de NGLs (gases líquidos naturais), como etano, propano, butanos e pentanos, juntamente com vapor de água. Também pode conter não-hidrocarbonetos, como enxofre, hélio, nitrogênio, sulfeto de hidrogênio e dióxido de carbono. Para que seja adequado para venda aos consumidores, essas impurezas devem ser removidas do gás natural (EIA,2022).

Após ser retirado do poço, o gás natural é encaminhado para as unidades de processamento. Nesses locais, o vapor d'água e os compostos não-hidrocarbonetos são eliminados, e os NGLs são separados do gás úmido e comercializados de forma independente. Em alguns casos, parte do etano é mantido no gás natural processado. Os NGLs separados são chamados de líquidos de usinas de gás natural (NGPLs), enquanto o gás natural processado é denominado gás natural seco, de consumo ou de qualidade de gasoduto. Para garantir a detecção de vazamentos em gasodutos, substâncias odoríferas são adicionadas ao gás natural. Em seguida, o gás natural seco é transportado por dutos para campos de armazenamento subterrâneos, empresas de distribuição e, por fim, para os consumidores (EIA,2022).

A Figura 1, ilustra o fluxo de produção e comercialização do gás natural, mostrando as principais etapas envolvidas nesse processo:

Figura 1: Sistema de produção e distribuição do gás natural



Fonte**:** U.S. Energy Information Administration, 2023

3. CONHECENDO O OBJETO DE ESTUDO

3.1 ETAPA DE DISTRIBUIÇÃO DO GÁS NATURAL

Para uma análise adequada da distribuição de gás natural no Brasil, é importante compreender a classificação regulatória dos gasodutos atualmente em vigor. Os gasodutos são agrupados em cinco categorias, sendo que quatro delas estão sujeitas à regulação federal e uma à regulação estadual. Essa classificação é crucial para determinar a abrangência das normas e diretrizes que se aplicam a cada tipo de gasoduto (LEÃO *et. al.,2016)*.

Os gasodutos de transferência, escoamento da produção, integrantes de terminais de gás natural liquefeito (GNL) e de transporte estão sob a competência regulatória federal. Esses gasodutos desempenham funções específicas, como transferir gás entre diferentes redes, escoar a produção de gás natural, conectar terminais de GNL às redes de transporte e transportar grandes volumes de gás por longas distâncias. Por outro lado, os gasodutos de distribuição são objeto da regulação estadual e têm a função de levar o gás natural das redes de transporte até os consumidores finais em nível local (LEÃO *et. al.,2016)*.

Os gasodutos de distribuição são parte integrante da infraestrutura de transporte de gás natural em uma determinada região. Eles são responsáveis por levar o gás natural de pontos de suprimento, como terminais de regaseificação, gasodutos de transporte ou centros de distribuição, até os consumidores finais, como residências, empresas, comércios e instituições (ABNT, 2002).

Ao contrário dos gasodutos de transporte, que operam em alta pressão e transportam grandes volumes de gás natural em longas distâncias, os gasodutos de distribuição operam em pressões mais baixas e abrangem áreas geograficamente menores. Eles são projetados para atender às demandas locais de gás natural em uma determinada região, fornecendo o combustível de forma confiável e segura aos consumidores (ABNT, 2002).

Os gasodutos de distribuição são geralmente construídos com materiais de menor resistência, como aço carbono, e possuem diâmetros menores em

comparação aos gasodutos de transporte. Eles são equipados com dispositivos de medição e controle para garantir o gerenciamento adequado do fluxo de gás e a segurança operacional (ABNT, 2002).

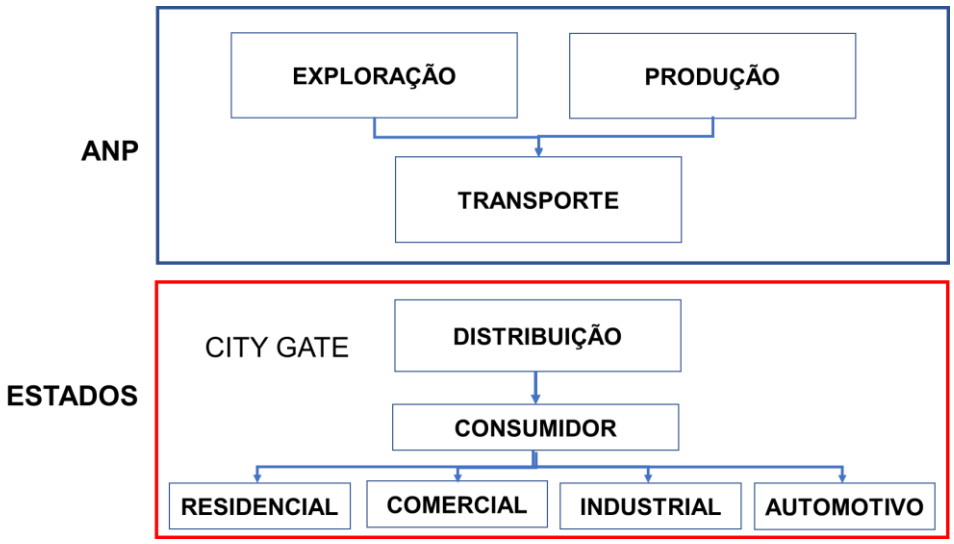
A distribuição de gás natural por meio de gasodutos de distribuição é essencial para o fornecimento contínuo e eficiente de gás natural às áreas consumidoras. Esses gasodutos são parte integrante dos sistemas de distribuição de energia e desempenham um papel fundamental na infraestrutura energética de uma região, permitindo que o gás natural seja utilizado como uma fonte de energia limpa e econômica.

3.2 REGULAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DE GÁS NATURAL

A regulação da indústria do gás natural no Brasil é dividida entre as atividades de competência federal e estadual. A Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) é responsável pela regulação do upstream (exploração e produção) e midstream (transporte) do gás natural, de acordo com as Leis do Petróleo (Lei nº 9.478/97) e do Gás Natural (Lei nº 11.909/09). Por outro lado, o segmento de distribuição de gás natural é regulado por agências estaduais e está sujeito às leis específicas de cada estado (RODRIGUES E LISBONA, 2019).

Na competência estadual, a normatização dos serviços de distribuição está sujeita às definições da regulamentação das agências reguladoras estaduais ou secretarias de estado, conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2. Âmbito da Regulação Federal e Estadual.



Fonte: Adaptado de Silvestre, 2012.

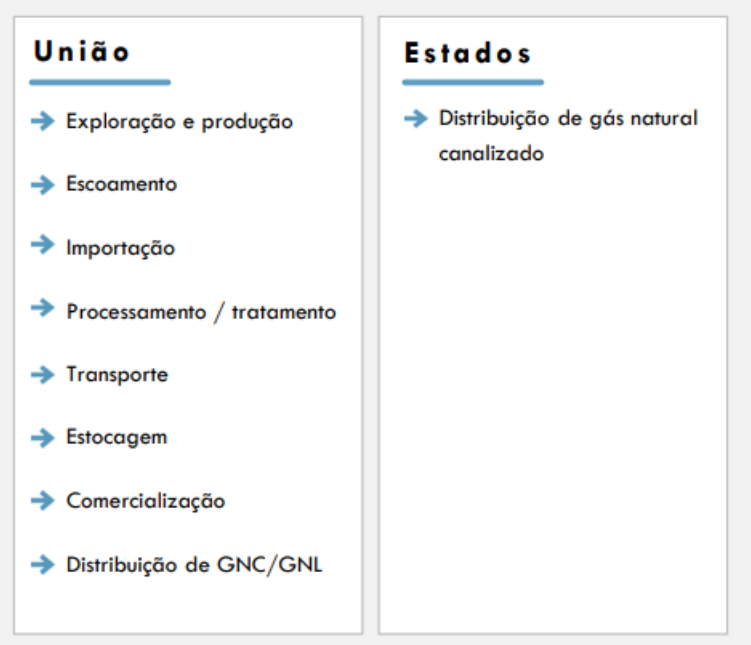
Cada estado adota modelos diferentes para conceder e regular os serviços de distribuição de gás natural em nível local. Alguns estados, como Rio de Janeiro e São Paulo, privatizaram suas companhias estaduais que eram responsáveis pelos serviços locais de gás canalizado, após a Emenda Constitucional nº 5/95. Outros estados concederam a atividade a sociedades de economia mista controladas pelo poder concedente, frequentemente com a participação da Petrobras e da Mitsui Gás e Energia do Brasil Ltda (RODRIGUES E LISBONA, 2019). Em 2019, foi instituído o Comitê de Promoção da Concorrência do Mercado de Gás Natural no Brasil, por meio da Resolução do Conselho Nacional de Política Energética - CNPE nº 4/2019, para definição e encaminhamento de recomendações de diretrizes e aperfeiçoamentos de políticas energéticas voltadas à promoção da livre concorrência no mercado de gás natural e proposições de ações a entes federativos para a promoção de boas práticas regulatórias. Como resultado das propostas apresentadas por este Comitê, o CNPE aprovou a Resolução nº 16/2019.

A referida Resolução estabelece diretrizes e aperfeiçoamentos de políticas energéticas voltadas à promoção da livre concorrência no mercado de gás natural, definindo como deve ser a transição para um mercado concorrencial e estabelecendo como de interesse da Política Energética Nacional medidas estruturais e comportamentais para serem observadas pelo

agente que ocupe posição dominante no setor de gás natural.Com isso, a Petrobras assumiu o compromisso de desinvestimentos nas empresas de transporte e distribuição, alinhados com a Resolução nº 16/2019, vendendo a Gaspetro para estados interessados ou empresas privadas.

Essa diversidade de modelos reflete a autonomia dos estados para estabelecerem suas próprias regulamentações e concessões no setor de distribuição de gás natural. No Quadro 1, têem-se o arranjo de competências na regulação da indústria do gás natural, onde pode ser verificado as competências referentes a União e aos estados.

Quadro 1 - Arranjo de competências na regulação da indústria do gás natural. Gás natural comprimido (GNC), gás natural liquefeito (GNL).



Fonte: Elaboração FGV CERI (2019)

Em consonância com a competência estadual, a regulamentação dos serviços de distribuição é estabelecida por agências reguladoras estaduais ou secretarias de estado. Essa configuração levanta a questão do conflito de interesses que surge, uma vez que esses órgãos desempenham tanto o papel regulatório do serviço quanto o controle das empresas distribuidoras. O Quadro 2 e a Figura 2 trazem um quadro explicativo de cada estado e suas respectivas agências reguladoras.

Quadro 2 - As distribuidoras e agências reguladoras.

Entidade responsável pela Regulação Estadual	Natureza do Prestador do Serviço	Estados		
Agência Reguladora	Companhia privada	Rio de Janeiro		São Paulo*
Agência Reguladora	Sociedade de Economia Mista	Alagoas Amazonas Bahia Ceará Distrito Federal Espírito Santo	Goiás Maranhão Mato Grosso** Mato Grosso do Sul Paraíba Paraná	Pernambuco Piauí Rio Grande do Norte Santa Catarina São Paulo* Sergipe
Secretaria de Estado	Sociedade de Economia Mista		Rio Grande do Sul	
Secretaria de Estado	Empresa pública		Minas Gerais	

* A Comgás (SP) e a Naturgy (GNSPS/SP) são companhias privadas e a GasBrasiliano (SP) é sociedade de economia mista.

** A concessionária do Mato Grosso possui mais de 99,9% de seu capital social de posse do Governo Estadual, enquanto o percentual restante se divide entre 12 pessoas físicas.

Fonte: Elaboração FGV CERI com base em informações dos sites das concessionárias e agências reguladoras, 2019.

Figura 3 – Mapa das distribuidoras.

Fonte: FGV, 2019.

Na maioria dos estados, a entidade responsável pela regulação da distribuição de gás geralmente atribuída a agências reguladoras estaduais, com exceção do Rio Grande do Sul e Minas Gerais, onde essa responsabilidade é assumida pelas secretarias de Estado. Além disso, é importante destacar que os estados do Acre e Roraima não possuem empresas distribuidoras de gás.

No que diz respeito à estrutura societária das empresas de distribuição, a maioria dos estados possui Sociedades de Economia Mista encarregadas desses serviços. No entanto, existem algumas variações, como em Minas Gerais, onde a empresa é pública, e em Mato Grosso, onde 12 pessoas físicas possuem uma participação de 0,01% no capital social e 99,9% pelo governo do estado. Em São Paulo, a Comgás e a Naturgy são companhias privadas, enquanto a GasBrasiliano é uma sociedade de economia mista.

O gás natural possui diversas formas de utilização, sendo o consumo energético do gás, a principal finalidade da sua distribuição. Silvestre (2012) detalha as principais formas de utilização do gás canalizado nos seguintes segmentos:

- Residencial: constitui um mercado em ascensão, principalmente nos grandes centros urbanos e em cidades de clima frio.

- Comercial: possui aplicações semelhantes ao setor residencial, podendo ser utilizado para cocção, aquecimento de água e climatização de ambientes.

Industrial: o gás natural possui características de segurança, qualidade e abastecimento contínuo. Como a queima do gás é mais uniforme, limpa e eficiente em relação a outras fontes de energia não-renovável, sua aplicação é ideal para indústrias cerâmicas e de fabricação de vidros.

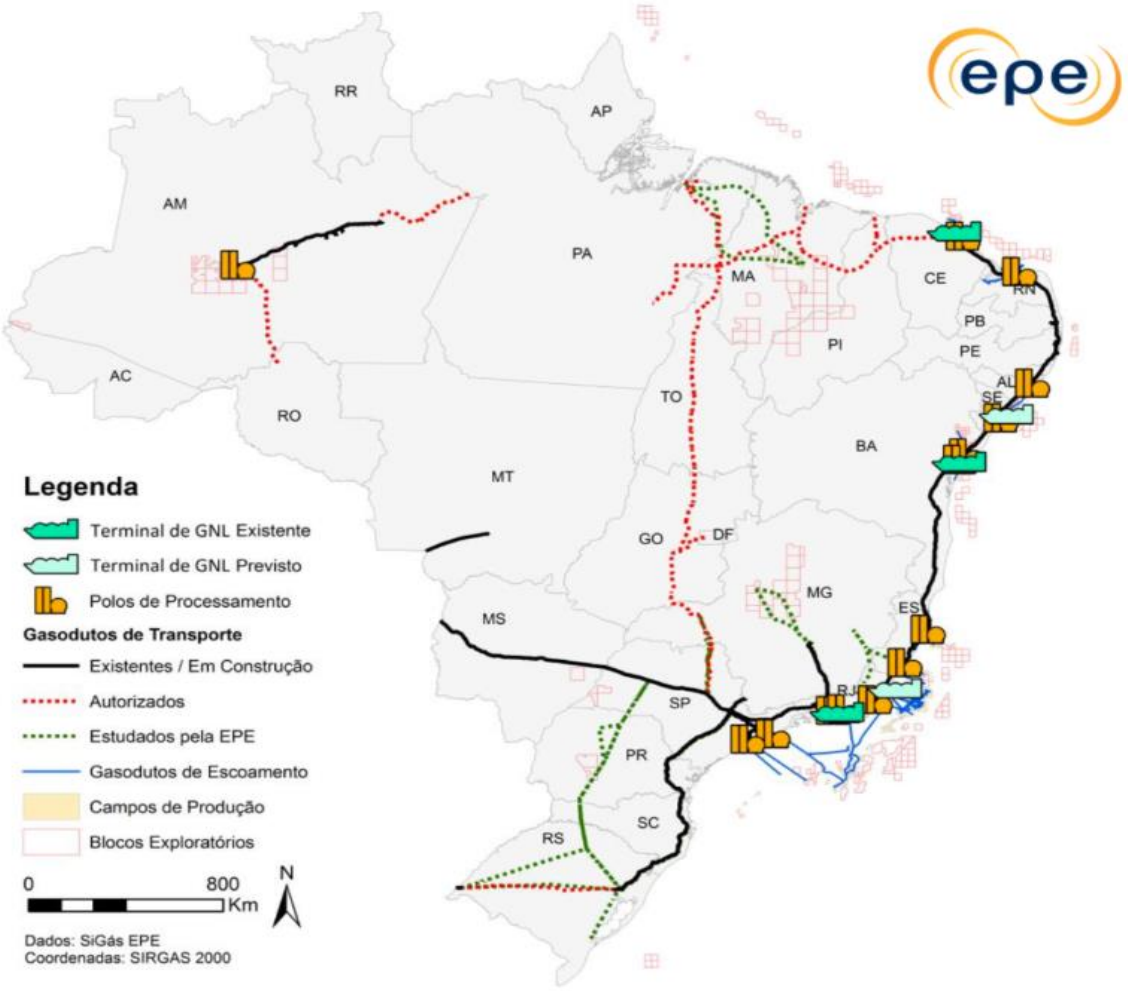
Automotivo: o gás natural apresenta características de segurança, economia e preservação do meio ambiente.

A atividade de distribuição de gás natural canalizado, segundo a Constituição Federal (1988) constitui um serviço de utilidade pública, prestado diretamente pela empresa pública estadual, ou por empresas privadas sob a forma de concessão. Os serviços públicos, assim como as indústrias de infraestrutura são considerados essenciais para as pessoas e para as empresas (NOTA TÉCNICA ANP, 2001).

3.2.1 Rede de Gasodutos do Brasil e da Paraíba

De acordo com dados da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) de 2020, a malha de transporte de gás natural no Brasil apresentou uma extensão de 9.409 km em 2019. É importante ressaltar que essa quilometragem tem se mantido estável nos últimos anos, conforme ilustrado na Figura 4. Essa figura demonstra que o crescimento da extensão dos gasodutos tem sido limitado, indicando um ritmo mais lento de expansão da infraestrutura de transporte de gás natural no país.

Figura 4 - Infraestrutura de gasodutos de transporte no Brasil, 2019



Fonte: EPE, 2020.

Ao analisar o mapa da infraestrutura de gasodutos no Brasil, observa-se uma concentração significativa de gasodutos ao longo da costa do país, especialmente nas regiões Sudeste e Nordeste. Essa concentração indica uma maior disponibilidade de infraestrutura para transporte de gás nessas áreas. Por outro lado, há estados no interior do país que ainda não são atendidos por uma rede extensa de gasodutos, o que limita o acesso dessas regiões ao gás natural.

Além disso, é importante destacar que existem apenas três terminais de regaseificação no Brasil, localizados no Rio de Janeiro, Bahia e Ceará. Esses terminais são responsáveis por receber o gás natural liquefeito (GNL) de origem estrangeira e convertê-lo novamente em estado gasoso para sua distribuição

na rede de gasodutos. É relevante ressaltar que esses terminais são de propriedade da Petrobras, a principal empresa do setor de gás natural no país.

Essa concentração de gasodutos na costa e a limitada quantidade de terminais de regaseificação podem impactar o acesso e a disponibilidade do gás natural em determinadas regiões do Brasil, especialmente aquelas distantes dos principais centros de distribuição. Essas questões evidenciam a necessidade de investimentos e expansão da infraestrutura de transporte de gás natural no país, visando promover maior acesso, competitividade e segurança no abastecimento de gás natural em todo território nacional.

O parque gasífero no Brasil é composto por uma infraestrutura diversificada. Atualmente, existem 187 pontos de entrega, também conhecidos como "city gates" (EPE, 2019). Essa instalação é onde ocorre a transferência de custódia do gás natural de uma transportadora para uma concessionária distribuidora. Similar a uma estação de entrega e recebimento de gás natural é a estação de transferência de custódia (DICIONÁRIO DO PETRÓLEO, 2020).

Além disso, são encontradas 33 estações de compressão, que desempenham um papel fundamental na manutenção do fluxo de gás natural através dos gasodutos. Essas estações de compressão são responsáveis por aumentar a pressão do gás para garantir seu escoamento eficiente ao longo das redes de transporte (EPE, 2019).

No que diz respeito ao processamento do gás natural, o parque gasífero do Brasil possui 14 plantas de processamento. Essas plantas têm uma capacidade instalada combinada de 96 milhões de metros cúbicos por dia. O processamento do gás natural nas plantas é realizado para remover impurezas, como água e outros compostos indesejados, a fim de produzir um gás de qualidade adequada para o consumo e transporte (EPE, 2019).

Essas estruturas, incluindo os pontos de entrega, estações de compressão e plantas de processamento, desempenham um papel crucial na infraestrutura de gás natural do país, garantindo o fornecimento contínuo e confiável de gás para os consumidores e assegurando o fluxo eficiente do gás ao longo da cadeia de suprimento (EPE, 2019).

A rede de gasodutos na Paraíba possui uma extensão aproximada de 359 km e abrange diversos municípios do estado. Essa infraestrutura desempenha um papel fundamental no fornecimento de gás natural para a região. No total, cerca de 16 municípios são atendidos pela rede de gasodutos, beneficiando uma ampla quantidade de consumidores. Entre os beneficiados, estão aproximadamente 26.664 residências que têm acesso ao gás natural em suas unidades habitacionais (PBGÁS, 2023).

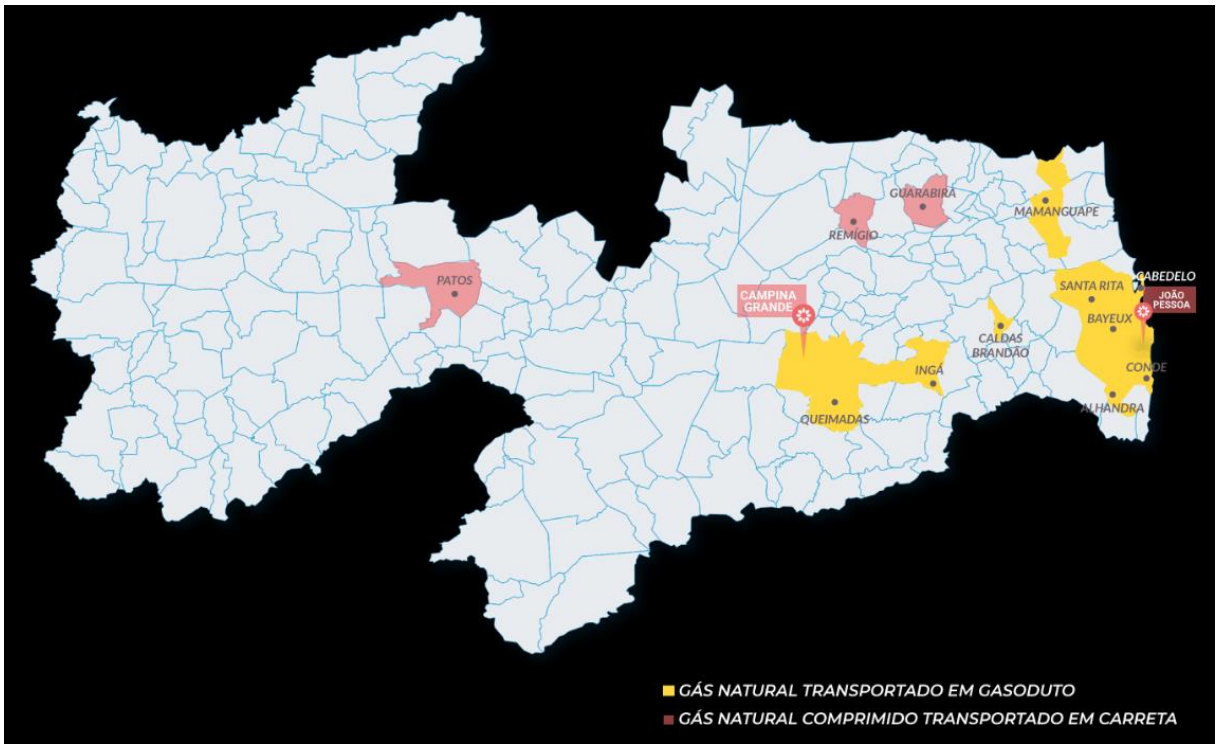
Além das residências, a rede de gasodutos também atende às demandas de 39 indústrias, que utilizam o gás natural como uma fonte de energia confiável e eficiente para seus processos produtivos. Além disso, cerca de 360 clientes comerciais também são atendidos, incluindo estabelecimentos comerciais, escritórios e empresas de serviços (PBGÁS, 2023).

Outro setor beneficiado pela rede de gasodutos é o de postos de combustível, com aproximadamente 33 estabelecimentos que utilizam o gás natural como uma alternativa mais limpa e econômica para abastecer veículos movidos a gás natural veicular (GNV) (PBGÁS, 2023).

Esses números indicam a importância e o impacto positivo que a rede de gasodutos tem na Paraíba, fornecendo energia segura e acessível para uma ampla gama de consumidores, promovendo o desenvolvimento econômico e contribuindo para a redução das emissões de gases poluentes.

Na Figura 5, é exposto o mapa da distribuição de gás natural na Paraíba, onde pode ser visto quais municípios são atendidos por gasodutos ou gás natural comprimido transportado por carreta.

Figura 5 – Mapa da distribuição de gás na Paraíba



Fonte: PBGÁS, 2023.

A rede de gasodutos na Paraíba é composta principalmente pelo Gasoduto Campina Grande-João Pessoa, que desempenha um papel crucial no abastecimento de gás natural para as principais cidades do estado. Com uma extensão de aproximadamente 128 km, esse gasoduto conecta as cidades de Campina Grande e João Pessoa, passando por diversos municípios ao longo do caminho (PBGÁS, 2023).

O Gasoduto Campina Grande-João Pessoa foi construído para atender à crescente demanda por gás natural na região e garantir o fornecimento contínuo de energia para diversos setores. Ele é operado pela PBGás, empresa responsável pela distribuição de gás natural na Paraíba.

16 municípios paraibanos são atendidos pela distribuição de gás natural através de gasodutos: João Pessoa, Campina Grande, Cabedelo, Conde, Alhandra, Santa Rita, Bayeux, Mamanguape, Queimadas, Ingá, Caldas Brandão (Cajá), São Miguel de Taipú, Gurinhém, Sobrado, Mogeiro e Pedras de Fogo. Além disso, os municípios de Guarabira, Remígio e Patos são atendidos com Gás Natural Comprimido (GNC) transportado por carretas (PBGÁS, 2023).

Em João Pessoa, o gás canalizado está presente em diversos bairros, como Aeroclube, Manaíra, Tambaú, Cabo Branco, Altiplano, Miramar, Brisamar, Tambauzinho, Torre, Jardim Oceania, Jardim Veneza, Bessa, Bancários, Bairro dos Estados, Distrito Industrial, João Agripino e Pedro Gondim (PBGÁS, 2023).

Em Campina Grande, o gás canalizado está presente em bairros como Catolé, Sandra Cavalvante, Itararé, Liberdade (Rua Odon Bezerra), Distrito Industrial, Ligeiro, Velame, Bodocongó e Estação Velha (PBGÁS, 2023).

É importante destacar que a infraestrutura de gasodutos na Paraíba está sujeita a regulamentações e fiscalização por parte de órgãos reguladores, como a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) e a Agência de Regulação da Paraíba (ARPB). Essas entidades têm o papel de garantir a segurança, a qualidade e a eficiência na operação dos gasodutos, além de regulamentar as tarifas e as condições de acesso à rede (PBGÁS, 2023).

A ARPB é responsável por estabelecer as normas, diretrizes e critérios para a prestação dos serviços de distribuição de gás natural, incluindo a definição de tarifas e condições contratuais. Ela também acompanha e fiscaliza o cumprimento das obrigações contratuais pelas concessionárias e regulamenta o relacionamento entre as empresas distribuidoras e os consumidores (ARPB, 2023).

A existência de uma rede de gasodutos na Paraíba é fundamental para impulsionar o desenvolvimento econômico e social do estado, oferecendo uma alternativa energética limpa e sustentável. A utilização do gás natural contribui para reduzir a dependência de outras fontes de energia, como o petróleo e o carvão, e promove uma matriz energética mais diversificada e ambientalmente amigável.

3.2.2 IMPACTOS AMBIENTAIS E SOCIOECONÔMICOS DA DISTRIBUIÇÃO DO GÁS NATURAL

No aspecto ambiental, a distribuição do gás natural por meio de redes de distribuição pode ter impactos relacionados à infraestrutura de armazenamento, compressão e regaseificação. Essas instalações podem

ocupar espaço significativo e requerer intervenções no ambiente para sua construção e operação. Além disso, é necessário considerar a possibilidade de vazamentos de gás durante as operações de distribuição, o que pode resultar em emissões de gases de efeito estufa e outros poluentes atmosféricos (Bartoli & Saglia, 2017).

Em termos socioeconômicos, a distribuição do gás natural pode trazer benefícios consideráveis. O acesso a uma fonte de energia confiável e eficiente pode impulsionar o desenvolvimento econômico, atraindo investimentos e estimulando setores como a indústria, o comércio e os serviços. A disponibilidade de gás natural canalizado também pode melhorar a qualidade de vida das comunidades, fornecendo uma fonte de energia mais segura, limpa e conveniente para uso doméstico, comercial e industrial (IEA, 2019).

No entanto, é importante considerar os desafios e impactos socioeconômicos associados à distribuição do gás natural. A implementação da infraestrutura de distribuição pode exigir a desapropriação de terras e a realocação de comunidades, o que pode resultar em deslocamento involuntário e impactos sociais significativos. Além disso, os custos associados à expansão da rede de distribuição e às tarifas de fornecimento de gás podem criar desafios para grupos socioeconômicos mais vulneráveis, aumentando a desigualdade no acesso à energia (Caniato, Gheorghe & Taylor, 2016).

É essencial que os projetos de distribuição de gás natural sejam acompanhados de avaliações de impacto socioambiental adequadas, envolvendo consulta pública e considerando os interesses das comunidades afetadas. A implementação de medidas de mitigação e compensação apropriadas, juntamente com a aplicação de regulamentações ambientais rigorosas, pode ajudar a minimizar os impactos negativos e maximizar os benefícios sociais e ambientais da distribuição do gás natural (Silva & Szklo, 2019).

4. METODOLOGIA PARA SELEÇÃO DOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA GASODUTOS DE DISTRIBUIÇÃO

O gás natural tem aumentado seu papel estratégico como fonte de energia para o mundo, principalmente em função do seu menor impacto ambiental em comparação com as demais fontes fósseis. A combustão de gases combustíveis processados em equipamentos corretos é praticamente isenta de poluentes como óxidos de enxofre, partículas sólidas e outros produtos tóxicos, permitindo, assim, que o consumidor utilize o gás de forma direta.

A queima do gás natural também apresenta outras vantagens, como por exemplo, a possibilidade de uma combustão com elevado rendimento térmico, além do controle e regulagem simples da chama. Assim, podem-se obter reduções na intensidade de consumo de energia na indústria, no comércio ou em residências. Além disso, ao permitir que a chama e/ou os gases de combustão entrem em contato direto com os produtos produzidos, a utilização do gás em várias indústrias contribui para o aumento da qualidade e da competitividade desses produtos (SANTOS *et al.,* 2007).

O gás natural pode também proporcionar economias e vantagens ambientais quando utilizado na área de transporte, substituindo a gasolina ou o óleo diesel. No Brasil, especialmente pela política de preços e de diferenças tributárias entre os combustíveis, o gás natural apresentou um grande aumento de consumo para fins automotivos, em especial junto às frotas de táxis, substituindo a gasolina. (Revista Brasil Energia, 2006).

Segundo o diretor de Estratégia e Mercado da Abegás, no primeiro semestre de 2022, o mercado foi muito impactado pelo aumento dos combustíveis líquidos e, com isso, houve um crescimento muito grande do

mercado de Gás Natural Veicular (GNV), utilizado principalmente pelos taxistas e motoristas de aplicativo.

Sem considerar a geração termelétrica, o consumo médio de gás natural no País registrou alta de 6,2%, na mesma base de comparação, para 44 milhões de m³/dia ante os 41 milhões de m³/dia no segundo trimestre de 2021 (SOUSA, 2022).

Para a identificação dos impactos socioambientais da atividade de distribuição de gás natural, é necessário conhecer as atividades realizadas nas fases de implantação e operação dos gasodutos. Desta forma, foi consultado o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA do Projeto Reforço da Infraestrutura de Gás Baixada – Região Metropolitana de São Paulo, localizado no estado de São Paulo.

O projeto visa possibilitar a Comgas distribua gás natural nas suas redes, ampliando a oferta deste insumo energético no estado de São Paulo. O projeto compreende a instalação de um gasoduto interligando a Baixada Santista à Região Metropolitana de São Paulo, interligando o Ponto de Entrega (*city gate*) da Comgas em Cubatão à região de São Bernardo do Campo, em um total de 15 km. O traçado do gasoduto pode ser visualizado na Figura 6.

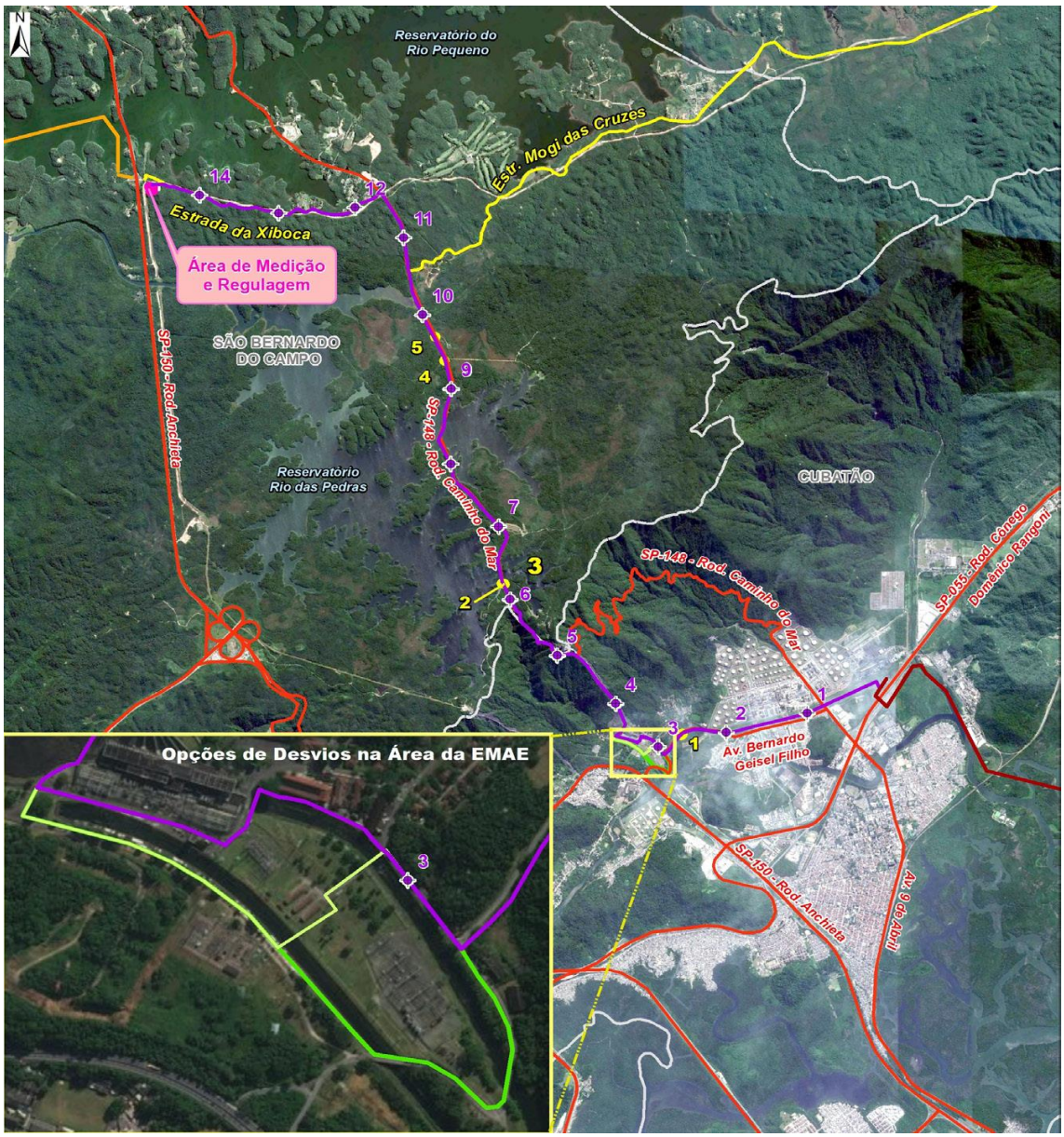
O gasoduto percorrerá um trecho de aproximadamente 14 km enterrado e um trecho de 1,6 km suspenso, na subida da Serra do Mar.

Para a fase de implantação, será definida uma faixa de 2 m de largura ao longo do seu traçado e na fase de operação será instituída uma faixa de servidão de 10 m de largura ao longo de todo o gasoduto.

O *City Gate* também conhecido como Ponto de Entrega, é uma estação que conta com um complexo conjunto de equipamentos de alta tecnologia, com diferentes finalidades, tais como: regulagem de pressão; filtração; medição e aquecimento.

Ao longo da dutovia são instalados ainda equipamentos necessários à segurança, proteção e operação dos dutos. Dentre eles estão os lançadores e recebedores de *pig*, válvulas de bloqueio e instrumentos de monitoramento e controle de dados de vazão, temperatura e pressão.

Figura 6. Mapa do traçado do gasoduto Reforço Infraestrutura de Gás Baixada – Região Metropolitana de SP.



Fonte: COMGAS, 2018.

A Área de Influência do empreendimento compreende os territórios onde poderão ocorrer alterações ambientais nos Meios Físico (água, ar e solo), Biótico (fauna e flora) e Socioeconômico (população, cultura e economia).

A partir da delimitação da Área de Influência foram levantados todos os dados necessários para a apresentação do Diagnóstico Ambiental e

posteriormente foram identificados e avaliados os impactos do empreendimento na área estudada.

Os impactos foram identificados em cada fase de desenvolvimento do empreendimento, a saber: Planejamento (fase de estudos preliminares de viabilidade técnica); Implantação (etapa de realização das obras civis e demais intervenções físicas na área); e Operação (etapa em que o gasoduto passa a funcionar.

Para a avaliação dos impactos foram selecionados os critérios indicados no Quadro 3.

Quadro 3. Critérios para a avaliação dos impactos.

IDENTIFICAÇÃO	**ATRIBUTOS**	**DETALHAMENTO**
IMPACTO	NATUREZA	Positivo ou negativo
	INCIDÊNCIA	Direto ou indireto
	DURAÇÃO	Temporário ou permanente
	OCORRÊNCIA	Certo, provável ou possível
	TEMPORALIDADE	Curto, médio ou longo prazo

Fonte: Comgas, 2018.

A identificação e avaliação dos impactos decorrentes do empreendimento são apresentados a seguir:

1. Perda de cobertura
2. Perda de Hábitat
3. Interferência em Áreas Protegidas
4. Interferência sobre o Patrimônio Arqueológico, Cultural e Natural
5. Desencadeamento e/ou intensificação de processos de dinâmica superficial (aumento do escoamento superficial)

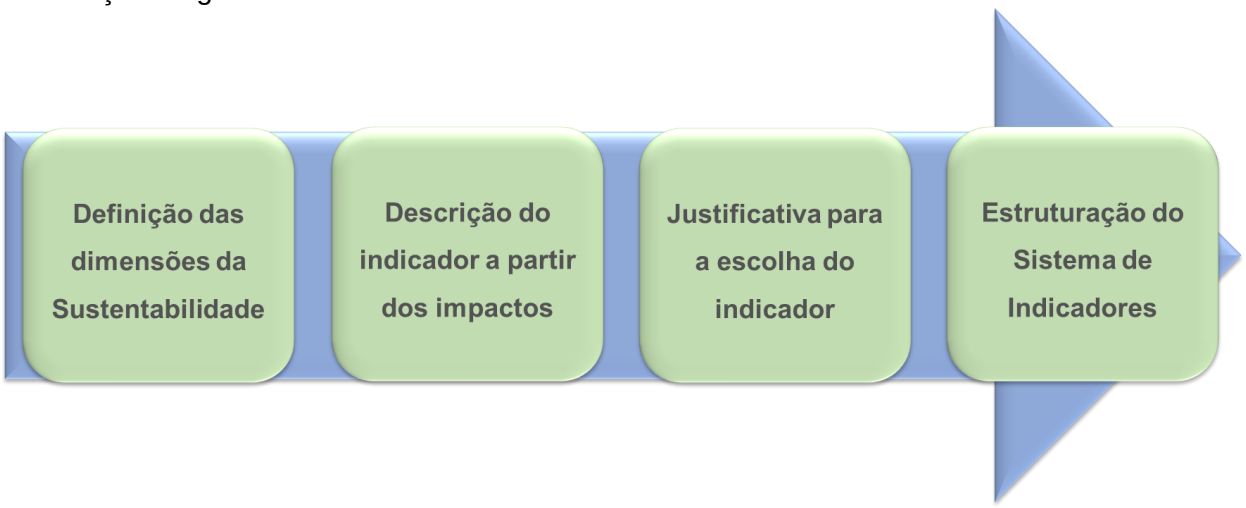
6. Poluição dos locais de canteiros de obra e caminhos de serviço
7. Interferências em eventuais áreas contaminadas
8. Alteração da qualidade das águas superficiais
9. Alteração da Qualidade Ambiental decorrente do aumento de ruídos
10. Alteração da Qualidade do solo
11. Aumento da pressão de caça
12. Perturbação na fauna terrestre
13. Perda e alteração de hábitats da ictiofauna
14. Geração de expectativa da população
15. Impactos na infraestrutura viária e no tráfego
16. Impactos sobre as atividades econômicas
17. Pressão sobre a infraestrutura de serviços essenciais
18. Dinamização da economia local
19. Riscos de acidentes
20. Restrições de uso do solo na Faixa de Servidão
21. Aumento da oferta energética
22. Melhoria da qualidade do ar, do meio ambiente e da saúde da população

5. METODOLOGIA

A fim de selecionar indicadores de sustentabilidade representativos para a atividade de distribuição de gás natural no modal dutoviário, procedeu-se o levantamento bibliográfico que abrangeu pesquisa nos Portal da CAPES, Science Direct, Scielo, e outros, sobre os temas sustentabilidade e indicadores buscando levantar o conhecimento acerca do tema para a compreensão sobre as características de parâmetros que possam ser selecionados como indicadores de sustentabilidade. Para a adequação dos indicadores a serem selecionados à atividade de distribuição de gás natural, foi também realizado o levantamento dos aspectos regulatórios da atividade, a fim de entender como esta atividade ocorre no Brasil; e os aspectos técnicos da distribuição de gás natural, a fim de conhecer bem o objeto do presente trabalho. Por meio do acesso ao Relatório de Impacto Ambiental – RIMA, elaborado pela Comgas, para o licenciamento ambiental da atividade de distribuição de gás natural para a região metropolitana de São Paulo, foi possível identificar os impactos ambientais e socioeconômicos da atividade estudada.

A partir dos 22 impactos identificados no RIMA (Comgas, 2018) e apresentados no item anterior deste trabalho, foi seguida a etapa de definição dos indicadores de sustentabilidade seguindo o roteiro metodológico apresentado na Figura 7.

Figura 7. Roteiro metodológico para a seleção dos indicadores de sustentabilidade para a distribuição de gás natural.



Fonte: elaborada pelo autor, 2023.

Para a estruturação do sistema de indicadores procedeu-se a etapa de hierarquização, a partir das quatro dimensões da sustentabilidade selecionadas para o caso específico da distribuição de gás natural na modalidade dutoviária, a saber: ambiental, social, econômica e gestão.

Cada indicador foi relacionado à dimensão a que se vincula por meio da temática a ele relacionada. A seguir, foi feita também a descrição do indicador, especificando a que se refere e o que será medido com a sua aferição. Em seguida foi apresentada a justificativa para a seleção do indicador e o tipo de relação que possui (positivo ou negativo, isto é, se o aspecto a que se refere o indicador é favorável, sendo, nesse caso, uma relação positiva, ou, caso contrário, o indicador terá uma relação negativa).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do levantamento bibliográfico que abrangeu o levantamento de publicações sobre sustentabilidade, indicadores de sustentabilidade, gás natural e distribuição foram definidas as dimensões ambiental, social, econômica e operacional para comporem o sistema de indicadores proposto.

Foram selecionados 21 indicadores dos impactos identificados no RIMA, além desse, também foram acrescidos mais 8 indicadores considerados de grande relevância para a análise dos indicadores de sustentabilidade em um projeto. Apresentados no Quadro 4, sendo também apresentadas as suas definições e justificativas para a sua escolha.

Quadro 4 - Indicadores selecionados para a composição do Sistema de Indicadores de Sustentabilidade para a distribuição de Gás Natural.

INDICADOR	DESCRIÇÃO	JUSTIFICATIVA
ÁREA DESMATADA	Indicador que afere a área ocupada pelo gasoduto e suas instalações de apoio, medida em km^2. Abrange os impactos ambientais referentes a perda de cobertura vegetal e perda de hábitat, uma vez que deve considerar toda a área desmatada.	Um dos pilares da sustentabilidade é a dimensão ambiental, relacionada à conservação ambiental. Desta forma, para a gestão da sustentabilidade de um empreendimento como gasoduto de distribuição de gás natural, é importante a observação da conservação da vegetação nativa e, consequentemente, manutenção dos hábitats das espécies presentes na área de influência do gasoduto.
ÁREAS PROTEGIDAS	Uma das recomendações dos órgãos ambientais para a fase de planejamento de obras como gasodutos, é o cuidado de evitar áreas protegidas por lei e áreas	O indicador se refere a um impacto de grande relevância e significância de empreendimentos lineares.

	sensíveis ainda na definição do traçado do gasoduto. Desta forma, deve-se definir um indicador que verifique o quanto o traçado do gasoduto interferiu em áreas protegidas ou se houve alteração desse traçado, a fim de que as unidades de conservação e outras áreas sensíveis fossem preservadas.	
PATRIMÔNIO ARQUEOLÓGICO, CULTURAL E NATURAL	O indicador medirá se houve interferência em bens acautelados do patrimônio arqueológico, cultural ou natural.	Importante parâmetro associado ao indicador sugerido, tendo em vista a atuação do Instituto do Patrimônio Histórico, Artístico e Natural – IPHAN, que participa do licenciamento ambiental orientando a identificação dos impactos ao meio ambiente causados por grandes projetos de infraestrutura, instalações industriais, entre outros, vinculados aos aspectos culturais das comunidades onde essas obras são realizadas, por meio da Portaria Interministerial Nº 60, de 24 de março de 2015, que estabelece a participação dos órgãos intervenientes no processo de licenciamento ambiental:

		Iphan, Fundação Nacional do Índio (Funai), Fundação Cultural Palmares e Ministério da Saúde. De acordo com essa Portaria, compete ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) o licenciamento de atividades e obras com significativo impacto ambiental, de âmbito nacional ou regional, que consistem em grandes projetos de infraestrutura nos quais há risco de provocar impactos em mais de um Estado, nas atividades do setor de petróleo e gás na plataforma continental.
AUMENTO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL	Corresponde ao segmento do ciclo hidrológico relativo ao deslocamento das águas sobre a superfície do solo.	Medidas que visam minimizar os impactos negativos do escoamento superficial, protegendo os recursos hídricos, preservando a qualidade do solo, evitando impactos negativos do escoamento superficial, e evitando enchentes.
POLUIÇÃO DOS LOCAIS DE OBRA	Abrange a poluição nos canteiros de obra e caminhos de serviço, sendo um indicador relacionado aos impactos ambientais causados por atividades da fase de	Controlar e reduzir a poluição nesses locais é importante para proteger o meio ambiente e os trabalhadores, da exposição a substâncias tóxicas, poeira excessiva e condições insalubres.

	instalação do gasoduto, podendo afetar a saúde e a segurança dos trabalhadores, a conformidade com normas e regulamentações.	
QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS	Ocorrem quando há alterações na qualidade das águas superficiais, poluição por substâncias químicas, excesso de nutrientes, sedimentos ou outros contaminantes.	Serve como forma de orientar sobre as medidas de mitigação mais adequadas, como por exemplo, a implementação de sistemas de tratamento de efluentes, o controle rigoroso do lançamento de substâncias poluentes, a conservação de áreas ripárias e a adoção de boas práticas para reduzir a erosão e o escoamento de contaminantes.
GERAÇÃO DE RUÍDOS	Indicador relacionado a alteração da qualidade ambiental decorrente do aumento de ruídos.	O indicador está relacionado à medida de como as atividades de implantação e operação do gasoduto afeta ao equilíbrio e bem-estar dos ecossistemas e das comunidades humanas. Desta forma, por meio da aferição desse indicador, podem ser definidas medidas adequadas para mitigar os danos às pessoas e ao meio ambiente.
	Indicador que atua para a aferição de alteração da qualidade do solo, devido	O tema alteração da qualidade do solo se justifica fazer parte de um indicador

QUALIDADE DO SOLO	ao efeito da disposição de resíduos sólidos industriais, urbanos, materiais tóxicos e demais poluentes.	de sustentabilidade para atividade de distribuição de gás natural por meio dutoviário por envolver impactos causados pela atividade, devendo, portanto, ser considerado para a gestão da sustentabilidade, tendo conexão com as dimensões social e ambiental.
PRESSÃO DA CAÇA	Com a chegada de trabalhadores em áreas onde há presença de animais selvagens, existe a possibilidade de aumento na demanda por caça ilegal e captura de animais para o comércio de animais de estimação. Além disso, o avanço das atividades de construção em fragmentos de vegetação resulta na eliminação de abrigos naturais dos animais, deixando-os ainda mais vulneráveis a esses impactos.	Esse impacto é considerado possível e tem natureza negativa. Sua ocorrência é direta e pode ser intensificada pela destruição da vegetação. A abrangência é local e de curto prazo, pois a duração será temporária e reversível, levando em conta que a obra segue um traçado linear, acompanhando o percurso do gasoduto.
FAUNA TERRESTRE	Ao longo do trajeto do projeto resultará em mudanças permanentes na paisagem, incluindo a introdução de novos obstáculos e alterações na cobertura e	O impacto é considerado negativo, potencial e direto. Ele está limitado ao período de construção, afetando principalmente a área local. Os efeitos são temporários e podem ser revertidos, uma

	compactação do solo. Essas alterações afetam diretamente o deslocamento da fauna terrestre.	vez que estão relacionados a um período de tempo específico dentro do cronograma de construção do gasoduto. Esse impacto afeta principalmente espécies da fauna terrestre.
ICTIOFAUNA	Indicador responsável por medir a redução da disponibilidade e na perda de habitats da ictiofauna.	A implantação do duto terá consequências negativas para a ictiofauna, causando a redução e perda de habitats, mas é possível que esses efeitos sejam mitigados ou revertidos após a conclusão das atividades relacionadas ao gasoduto.
EXPECTATIVA DA POLULAÇÃO	A expectativa da população é um indicador que mede a percepção e as expectativas dos indivíduos em relação a um determinado projeto, política ou empreendimento.	A inclusão da expectativa da população como indicador de sustentabilidade é importante porque reconhece a importância da participação e do envolvimento dos cidadãos nos processos de tomada de decisão.
INFRAESTRUTURA VIÁRIA E TRÁFEGO	A infraestrutura viária e o tráfego são indicadores que avaliam a qualidade e eficiência das vias de transporte, bem como o fluxo de veículos e a mobilidade urbana. Esses indicadores consideram aspectos	A inclusão da infraestrutura viária e do tráfego como indicadores de sustentabilidade é fundamental, pois esses aspectos desempenham um papel significativo no desenvolvimento sustentável das cidades e regiões. Uma

	como a disponibilidade e condição das estradas, o congestionamento de tráfego, os sistemas de transporte público, a conectividade entre os diferentes modos de transporte, entre outros.	infraestrutura viária bem planejada e eficiente contribui para a redução das emissões de gases de efeito estufa, a melhoria da qualidade do ar, o uso racional dos recursos naturais e a promoção da mobilidade sustentável.
ATIVIDADES ECONÔMICAS	As atividades econômicas são indicadores que avaliam a diversidade, o desenvolvimento e a sustentabilidade das atividades produtivas em determinada região. Eles consideram aspectos como o valor adicionado econômico, a geração de empregos, o impacto ambiental, a eficiência energética, a inovação tecnológica, entre outros.	A inclusão das atividades econômicas como indicadores de sustentabilidade é fundamental para compreender a dinâmica e o impacto das atividades produtivas na sociedade e no meio ambiente. As atividades econômicas são responsáveis pela geração de riqueza, empregos e desenvolvimento, mas também podem gerar impactos negativos, como a degradação ambiental, a desigualdade social e a exploração de recursos naturais.
SERVIÇOS ESSENCIAIS	Os serviços essenciais são indicadores que avaliam a disponibilidade, qualidade e acessibilidade dos serviços básicos necessários para o bem-	A inclusão dos serviços essenciais como indicadores de sustentabilidade é fundamental para avaliar o grau de atendimento das necessidades básicas da

	estar da população. Esses serviços englobam áreas como saúde, educação, saneamento básico, abastecimento de água, energia elétrica, transporte público, segurança, entre outros.	população e o acesso equitativo a esses serviços.
ECONOMIA LOCAL	A economia local refere-se à atividade econômica que ocorre em uma determinada região geográfica, abrangendo os setores produtivos, comerciais e de serviços. Essa dimensão dos indicadores de sustentabilidade analisa o impacto das atividades econômicas na região, incluindo o nível de emprego, renda, diversificação econômica, desenvolvimento de cadeias produtivas locais e geração de riqueza.	Ao analisar a economia local, é possível identificar o potencial de desenvolvimento econômico da região, as oportunidades de negócios, a diversificação de setores produtivos e a utilização eficiente dos recursos locais. Além disso, os indicadores relacionados à economia local podem ajudar a avaliar a resiliência econômica da região diante de mudanças e choques externos, como crises econômicas ou desastres naturais.
RISCO DE ACIDENTES	O risco de acidentes é uma dimensão dos indicadores de sustentabilidade que avalia a probabilidade e a gravidade de eventos indesejados ou imprevistos que possam causar danos ao meio	O monitoramento do risco de acidentes é essencial para garantir a segurança das operações e minimizar os impactos negativos no contexto da sustentabilidade. Esses acidentes podem resultar em danos ambientais significativos, como

	ambiente, à saúde humana, à infraestrutura e à economia. Esses acidentes podem incluir vazamentos, explosões, incêndios, colisões, deslizamentos de terra, entre outros.	contaminação de solos e corpos d'água, destruição de ecossistemas, perda de biodiversidade e emissões de poluentes.
FAIXA DE SERVIDÃO	A faixa de servidão é uma área de terreno que é destinada à implantação e manutenção de infraestruturas, como gasodutos, linhas de transmissão de energia elétrica, rodovias, entre outros. É uma área que deve ser mantida livre de obstruções e interferências para garantir a segurança e o funcionamento adequado dessas infraestruturas.	A faixa de servidão é um indicador importante no contexto da sustentabilidade, pois está relacionado à preservação do ambiente e à segurança das operações. Essa área delimitada serve como uma zona de proteção para as infraestruturas, evitando a ocorrência de acidentes, danos ao meio ambiente e interrupções no fornecimento de serviços essenciais.
OFERTA ENERGÉTICA	A oferta energética é um indicador que se refere à disponibilidade e diversidade de fontes de energia utilizadas em determinada região, setor ou empreendimento. Está relacionado à quantidade de energia fornecida e às diferentes fontes de energia utilizadas para atender às necessidades da	A oferta energética é um aspecto fundamental no contexto da sustentabilidade, pois está intrinsecamente ligada à segurança energética, à redução de emissões de gases de efeito estufa e à transição para fontes de energia mais limpas e renováveis.

	população, da indústria e de outros setores.	
QUALIDADE DO AR, DO MEIO AMBIENTE E DA SAÚDE DA POPULAÇÃO	A qualidade do ar, do meio ambiente e da saúde da população é um indicador que avalia os níveis de poluição e a preservação dos recursos naturais em determinada região ou área de estudo. Está relacionado à preservação da atmosfera, dos ecossistemas e à proteção da saúde humana em relação aos impactos ambientais.	Um ambiente com qualidade do ar adequada é essencial para a saúde respiratória da população, reduzindo os riscos de doenças respiratórias, alergias e problemas de saúde relacionados à poluição atmosférica.
EMISSÕES ATMOSFÉRICAS	As emissões atmosféricas são um indicador de sustentabilidade essencial na avaliação do impacto ambiental dos gasodutos de distribuição. Esse indicador mede a quantidade de gases de efeito estufa (GEE) e outros poluentes liberados durante a construção, operação e manutenção do gasoduto.	As emissões de GEE, como o dióxido de carbono (CO2), metano (CH4) e óxido nitroso (N2O), contribuem para o aquecimento global e as mudanças climáticas. Além das emissões de GEE, o funcionamento do gasoduto pode resultar na liberação de outros poluentes atmosféricos, como óxidos de nitrogênio (NOx), partículas finas (PM2.5), compostos orgânicos voláteis (COVs) e óxidos de enxofre (Sox).

Nº DE RECLAMAÇÕES DE USUÁRIOS POR ANO	Esse indicador mede a quantidade de reclamações registradas pelos usuários do serviço em relação a diversos aspectos, como qualidade do fornecimento, atendimento ao cliente, segurança, entre outros.	O indicador de reclamações de usuários reflete diretamente a satisfação dos clientes em relação ao serviço prestado pelo gasoduto de distribuição. Um número elevado de reclamações indica insatisfação e problemas na prestação do serviço, enquanto um número reduzido reflete uma maior satisfação e confiança dos usuários.
MULTAS TRABALHISTAS	Esse indicador mede o valor das multas aplicadas às empresas em decorrência de infrações trabalhistas, como desrespeito às leis trabalhistas, falta de condições adequadas de trabalho, não pagamento de salários e benefícios, entre outras irregularidades.	Empresas que não cumprem as leis trabalhistas e recebem multas demonstram um descumprimento ético e legal, comprometendo a sustentabilidade social e a responsabilidade corporativa. Além disso, o pagamento de multas trabalhistas pode estar relacionado a condições inadequadas de trabalho, como falta de segurança, jornadas excessivas, ausência de equipamentos de proteção, entre outros.
	Esse indicador mede a quantidade e qualidade dos programas de capacitação oferecidos aos funcionários,	A capacitação da força de trabalho demonstra o compromisso das empresas em valorizar e engajar seus

FORÇA DE TRABALHO	incluindo treinamentos técnicos, aprimoramento de habilidades, cursos de segurança, programas de desenvolvimento profissional, entre outros.	colaboradores. Ao oferecer oportunidades de aprendizado e desenvolvimento, as empresas promovem um ambiente de trabalho motivador, que estimula o crescimento profissional e pessoal dos funcionários.
CUSTO DA IMPLANTAÇÃO DO GASODUTO	Permite avaliar a viabilidade econômica e financeira do projeto, assim como seu impacto no ambiente e na sociedade. Esse indicador refere-se aos investimentos necessários para construir e instalar o gasoduto, incluindo despesas com materiais, equipamentos, mão de obra, estudos ambientais, licenciamentos, entre outros.	5. Avaliar os investimentos necessários em relação aos benefícios esperados é essencial para garantir que o empreendimento seja sustentável do ponto de vista financeiro.
TARIFA MÉDIA DE GÁS POR CLIENTE	É um indicador de sustentabilidade relevante para avaliar a acessibilidade e equidade do serviço de gás natural, bem como seu impacto econômico e social. Esse indicador refere-se ao valor médio cobrado por unidade de	Uma tarifa média de gás por cliente competitiva em relação a outras fontes de energia pode incentivar a utilização do gás natural, contribuindo para a diversificação da matriz energética e a redução das

	consumo de gás natural em relação ao número total de clientes atendidos.	emissões de gases de efeito estufa.
POLÍTICA DE ÉTICA E TRANSPARÊNCIA DA EMPRESA	A política de ética e transparência de uma empresa é um elemento fundamental para promover práticas empresariais responsáveis e sustentáveis. Essa política estabelece os princípios e diretrizes que orientam o comportamento ético dos colaboradores, bem como a divulgação de informações claras e precisas sobre as atividades da empresa.	A política de ética e transparência reflete o compromisso da empresa em conduzir seus negócios de maneira íntegra, honesta e ética. Ela estabelece padrões de conduta que orientam as relações internas e externas da organização, promovendo a confiança e a credibilidade junto aos seus stakeholders.
DIVERSIDADE	A promoção da diversidade entre os colaboradores de uma empresa é um indicador importante de sustentabilidade, pois traz benefícios significativos tanto para a organização quanto para a sociedade em geral.	Ao valorizar e promover a diversidade, a empresa demonstra um compromisso com a igualdade de oportunidades para todos os indivíduos, independentemente de sua origem étnica, gênero, idade, orientação sexual, deficiência ou qualquer outra característica pessoal.

Fonte: elaborado pelo autor, 2023.

O Quadro 5 apresenta a classificação dos indicadores de sustentabilidade em quatro dimensões: ambiental, social, econômica e de gestão. Essa classificação ajuda a identificar em qual área cada indicador se encaixa, permitindo uma visão abrangente dos impactos e benefícios em diferentes aspectos da sustentabilidade.

Quadro 5 – Classificação dos indicadores por dimensão.

DIMENSÃO	INDICADOR
AMBIENTAL	ÁREA DESMATADA
	ÁREAS PROTEGIDAS
	PATRIMÔNIO ARQUEOLÓGICO, CULTURAL E NATURAL
	ESCOAMENTO SUPERFICIAL
	POLUIÇÃO DOS LOCAIS DE OBRA
	QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS
	GERAÇÃO DE RUÍDOS
	QUALIDADE DO SOLO
	FAUNA TERRESTRE
	QUALIDADE DO AR, DO MEIO AMBIENTE E DA SAÚDE PÚBLICA
	FAIXA DE SERVIDÃO
	EMISSÕES ATMOSFÉRICAS
SOCIAL	PRESSÃO DA CAÇA
	EXPECTATIVA DA POPULAÇÃO
	GERAÇÃO DE RUÍDOS
	INFRAESTRUTURA VIÁRIA E TRÁFEGO
	SERVIÇOS ESSENCIAIS
	QUALIDADE DO AR, DO MEIO AMBIENTE E DA SAÚDE PÚBLICA
	PATRIMÔNIO ARQUEOLÓGICO, CULTURAL E NATURAL
	Nº DE RECLAMAÇÕES DE USUÁRIOS POR ANO
	MULTAS TRABALHISTAS

	FORÇA DE TRABALHO
	POLÍTICA DE ÉTICA E TRANSPARÊNCIA
	DIVERSIDADE
ECONÔMICA	OFERTA ENERGÉTICA
	ECONOMIA LOCAL
	ATIVIDADES ECONÔMICAS
	MULTAS TRABALHISTAS
	FORÇA DE TRABALHO
	CUSTO DA IMPLANTAÇÃO DO GASODUTO
	INFRAESTRUTURA VIÁRIA E TRÁFEGO
	EXPECTATIVA DA POPULAÇÃO
	TARIFA MÉDIA DE GÁS POR CLIENTE
GESTÃO	POLUIÇÃO DOS LOCAIS DE OBRA
	RISCOS DE ACIDENTES
	OFERTA ENERGÉTICA
	POLÍTICA DE ÉTICA E TRANSPARÊNCIA DA EMPRESA

Fonte: elaborado pelo autor, 2023.

O indicador "Área desmatada” abrange os impactos referentes a perda de cobertura vegetal e perda de hábitat, estando inserido na dimensão AMBIENTAL, pois mede os efeitos negativos da implantação do gasoduto na vegetação, nos ecossistemas e na biodiversidade.

O indicador “Áreas Protegidas" está inserido na dimensão AMBIENTAL por se referir, especificamente, aos impactos da implantação do gasoduto sobre áreas que possuem algum tipo de proteção legal, como unidades de conservação, terras indígenas ou áreas de preservação ambiental.

O indicador "Patrimônio Arqueológico, Cultural e Natural" está inserido nas dimensões AMBIENTAL e SOCIAL, uma vez que, avalia os potenciais danos causados pelo gasoduto a sítios arqueológicos, bens culturais e áreas

naturais de importância histórica, cultural ou ambiental que por sua vez se relacionam a questões ambientais e sociais.

O indicador "Escoamento superficial" está inserido na dimensão AMBIENTAL porque está relacionado diretamente aos processos naturais que ocorrem na superfície terrestre e afetam o ambiente. O escoamento superficial refere-se ao movimento da água sobre a superfície do solo, ocorrendo principalmente durante períodos de chuva.

A “Poluição dos locais de obra” está inserida na dimensão AMBIENTAL devido aos impactos negativos causados no meio ambiente. Durante a construção, é comum ocorrer a geração de resíduos, emissões de gases e ruídos, além do uso de produtos químicos que podem contaminar o solo, água e ar.

A “Qualidade das águas superficiais” pertence à dimensão AMBIENTAL, por se relacionar à avaliação e monitoramento dos corpos d'água, como rios, lagos, represas e oceanos, em termos de sua pureza, contaminação e capacidade de sustentar a vida aquática.

A “Geração de ruídos” está inserida na dimensão AMBIENTAL e SOCIAL devido aos seus impactos na qualidade sonora e no equilíbrio dos ecossistemas. Durante as atividades humanas, especialmente em obras e construções, o uso de equipamentos e maquinários pode gerar níveis elevados de ruído, afetando não apenas a saúde e bem-estar das pessoas, mas também a fauna local.

A “Qualidade do solo” é um indicador de sustentabilidade AMBIENTAL por estar relacionada à preservação dos ecossistemas terrestres e à saúde dos seres vivos que dependem do solo para sobreviver.

A “Fauna terrestre” é um indicador de sustentabilidade AMBIENTAL por estar diretamente ligada à preservação e equilíbrio dos ecossistemas. A diversidade e a saúde da fauna terrestre são essenciais para a manutenção dos processos ecológicos, como a polinização, dispersão de sementes e controle de pragas.

A “Qualidade do ar, do meio ambiente e da saúde pública” é um indicador inserido tanto na dimensão AMBIENTAL quanto na SOCIAL. Na dimensão ambiental, está relacionado à preservação e conservação dos recursos naturais, como o ar limpo, a proteção do meio ambiente e a manutenção da biodiversidade. Já na dimensão social, a qualidade do ar, do meio ambiente e da saúde pública afeta diretamente a vida e o bem-estar das comunidades. A poluição do ar e a degradação ambiental têm consequências negativas na saúde das pessoas, aumentando os riscos de doenças respiratórias, cardiovasculares e outros problemas de saúde.

A “Faixa de servidão” pertence principalmente à dimensão AMBIENTAL. Ela se refere à área de terreno destinada para a instalação e manutenção de infraestruturas, como gasodutos, linhas de transmissão de energia, estradas, entre outros.

As “Emissões atmosféricas” são um indicador inserido na dimensão AMBIENTAL, pois estão relacionadas ao impacto das atividades humanas na qualidade do ar e na saúde dos ecossistemas.

A “Pressão da caça” é um indicador inserido na dimensão SOCIAL, pois está relacionado aos impactos das atividades de caça na comunidade e nas interações humanas. A caça, quando praticada de forma inadequada e sem regulamentação, pode levar à diminuição da fauna.

A “Expectativa da população” é um indicador inserido nas dimensões SOCIAL, pois reflete as perspectivas e aspirações das pessoas em relação ao seu bem-estar e qualidade de vida. Socialmente, a expectativa da população está relacionada às demandas e necessidades da comunidade, como acesso a serviços básicos, saúde, educação, segurança e participação nas decisões que afetam suas vidas, mas é também um indicador da dimensão ECONÔMICA, uma vez que se relaciona com o efeito da atividade na economia da região.

A “Infraestrutura viária e o tráfego” pertencem à dimensão ECONÔMICA e SOCIAL. Esses indicadores estão relacionados às vias de transporte, estradas, rodovias e sistemas de mobilidade que facilitam a circulação de pessoas, bens e serviços. Na dimensão econômica, a infraestrutura viária

desempenha um papel crucial no desenvolvimento econômico, possibilitando o transporte eficiente de mercadorias, estimulando o comércio e impulsionando setores como logística e turismo. Já na dimensão social, a infraestrutura viária e o tráfego têm impacto direto na qualidade de vida das pessoas, influenciando a acessibilidade, a segurança e o tempo de deslocamento.

Os “Serviços essenciais” pertencem à dimensão SOCIAL. Esses serviços englobam as necessidades básicas da população, como acesso à saúde, educação, abastecimento de água potável, saneamento básico, energia, transporte e segurança.

O indicador "Número de Reclamações de usuários por ano" pertence à dimensão SOCIAL. Esse indicador está relacionado ao nível de satisfação e percepção dos usuários em relação a um determinado produto, serviço ou empresa.

O indicador "Multas trabalhistas" pertence às dimensões SOCIAL e ECONÔMICA dos indicadores de sustentabilidade. Socialmente, está relacionado ao respeito aos direitos dos trabalhadores e às condições de trabalho adequadas, enquanto economicamente está ligado aos impactos financeiros das multas nas empresas.

A "Força de trabalho" pertence à dimensão SOCIAL e ECONÔMICA dos indicadores de sustentabilidade. Ela está relacionada ao aspecto humano e social das atividades econômicas, enfocando o bem-estar, a segurança, a capacitação e a qualidade de vida dos trabalhadores.

A "Política de ética e transparência" pertence à dimensão SOCIAL e GESTÃO. Essa política está relacionada com a conduta ética, integridade e transparência nas práticas empresariais e nas relações com os diversos stakeholders, como colaboradores, clientes, fornecedores e comunidades locais.

A dimensão em que o indicador "Diversidade" se enquadra é a dimensão SOCIAL. A diversidade refere-se à variedade de características, perspectivas e identidades presentes em uma determinada organização, comunidade ou sociedade.

A “Oferta energética” é um indicador que pertence principalmente à dimensão ECONÔMICA e GESTÃO da sustentabilidade. Refere-se à disponibilidade e diversidade de fontes de energia para atender às demandas da sociedade. Esse indicador está relacionado à produção, distribuição e comercialização de diferentes formas de energia, incluindo fontes convencionais e renováveis.

A “Economia local” pertence à dimensão ECONÔMICA da sustentabilidade. Esse indicador está relacionado ao desenvolvimento e fortalecimento da economia de uma determinada região ou comunidade.

As “Atividades econômicas” pertencem à dimensão ECONÔMICA da sustentabilidade. Esse indicador abrange as diversas atividades realizadas pelos setores produtivos, como indústria, agricultura, comércio e serviços, que têm impactos econômicos significativos.

O “Custo da implantação” do gasoduto pertence à dimensão ECONÔMICA da sustentabilidade. Esse indicador avalia os aspectos financeiros e econômicos envolvidos na construção e implementação de um gasoduto de distribuição. Ele considera os investimentos necessários, os gastos com materiais, mão de obra, equipamentos, estudos de viabilidade, licenças e permissões, entre outros custos relacionados.

A “Tarifa média de gás por cliente” pertence à dimensão ECONÔMICA da sustentabilidade. Esse indicador está relacionado aos aspectos financeiros e econômicos da distribuição de gás, especialmente no que diz respeito aos custos e benefícios para os consumidores. Através desse indicador, avalia-se o valor médio cobrado dos clientes pelo consumo de gás, levando em consideração fatores como os custos de produção, distribuição, infraestrutura, regulação governamental e margens de lucro.

“Riscos de acidentes” é considerado dentro da dimensão GESTÃO da sustentabilidade. Essa dimensão engloba aspectos relacionados à eficiência e segurança das operações de uma empresa ou empreendimento. Os riscos de acidentes estão diretamente ligados à forma como as atividades operacionais são planejadas, executadas e monitorada

6. CONCLUSÃO

Em conclusão, o desenvolvimento do sistema de indicadores de sustentabilidade para gasodutos de distribuição de gás natural desempenha um papel fundamental na promoção de práticas sustentáveis e se configura numa ferramenta importante para apoio à gestão da sustentabilidade da atividade de distribuição de gás, servindo também na avaliação do desempenho ambiental, social, econômico e de gestão dessas infraestruturas. Através da identificação e proposições de medição de indicadores relacionados a aspectos como consumo de recursos naturais, emissões de gases de efeito estufa, impactos socioeconômicos e adoção de boas práticas de gestão, os indicadores de sustentabilidade permitem que as empresas do setor avaliem seu progresso em direção à sustentabilidade e implementem medidas corretivas, quando necessário.

Além disso, esses indicadores são ferramentas valiosas para a comunicação transparente e efetiva com as partes interessadas, promovendo a confiança e o engajamento no processo de tomada de decisões. Através do desenvolvimento e implementação de indicadores de sustentabilidade para gasodutos de distribuição, é possível garantir uma operação mais responsável e alinhada com os princípios da sustentabilidade, contribuindo para a preservação do meio ambiente, o bem-estar das comunidades envolvidas e a prosperidade econômica a longo prazo.

Com desenvolvimento do presente trabalho foi possível desenvolver indicadores de sustentabilidade específicos para a atividade de distribuição de gás natural, baseados no estudo de caso do projeto de expansão da distribuição de gás para a região metropolitana de São Paulo e outros conhecimentos levantados por meio de estudo bibliográfico. O resultado é um conjunto abrangente de indicadores que tem o objetivo de orientar empresas que atuam no segmento de distribuição de gás natural.

Os indicadores que compõem o sistema proposto foram cuidadosamente escolhidos de forma a contemplar as diferentes dimensões da sustentabilidade, incluindo as dimensões ambiental, social, econômica e de gestão. Eles fornecem uma visão holística do desempenho sustentável das

atividades de distribuição de gás natural, permitindo uma avaliação abrangente dos impactos e contribuindo para a tomada de decisões.

Ao utilizar esses indicadores, as empresas poderão monitorar e avaliar seu desempenho, identificar áreas de melhoria e implementar práticas mais sustentáveis. Eles servem como uma ferramenta valiosa para garantir que a distribuição de gás natural seja conduzida de maneira responsável e em conformidade com as diretrizes e regulamentações pertinentes.

Por fim, ressalta-se que os indicadores foram desenvolvidos, levando em consideração também as melhores práticas internacionais, bem como as necessidades específicas do setor de distribuição de gás natural, de forma a refletir as expectativas das partes interessadas e fornecer uma ferramenta eficaz para medir o progresso em relação aos objetivos de sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

ABNT. NBR 12712:2002. Projeto de sistemas de transmissão e distribuição de gás combustível. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2002.

American Petroleum Institute (API). 2020. Industry Reporting Guidance Improves Sustainability Performance. Disponível em: https://www.api.org/news-policy-and-issues/blog/2020/11/06/industry-reporting-guidance-improves-sustainability-performance. Acessado em: 12 maio de 2023.

AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE. Natural Gas. Disponível em:< https://www.api.org/oil-and-natural-gas/wells-to-consumer/exploration-and-production/natural-gas>. Acessado em: 16 maio 2023.

ARPB. 2023. Agência de Regulação do Estado da Paraíba. Disponível em: https://arpb.pb.gov.br/. Acesso em: 29 mai. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). Nota Técnica sobre Exploração de Gás Natural. Nº 123/2021. Rio de Janeiro: ANP, 2021.

Bartoli, A., & Saglia, M. (2017). Environmental impacts of natural gas supply chains: A review. Journal of Cleaner Production, 161, 1042-1057.

BODNAR, Zenildo; FREITAS, Vladimir Passos de; SILVA, Kaira Cristina. A epistemologia interdisciplinar da sustentabilidade: por uma ecologia integral para a sustentação da casa comum. Revista Brasileira de Direito, 12(2): 59-70, jul.-dez. 2016.

BODNAR, Zenildo; FREITAS, Vladimir Passos de; SILVA, Kaira Cristina. A epistemologia interdisciplinar da sustentabilidade: por uma ecologia integral para a sustentação da casa comum. Revista Brasileira de Direito, 12(2): 59-70, jul.-dez. 2016.

B3. 2018. Relate ou Explique: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável; disponível em: https://www.b3.com.br/pt_br/noticias/relate-ou-explique-para-os-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-ods.htm. Acessado em: 10 de maio de 2023.

BRISTISH GEOGICAL SURVEY. Natural Gas. How it Formed. Disponível em: <https://www.bgs.ac.uk/discovering-geology/rocks-and-minerals/>. Acessado em: 16 maio 2023.

BAHADORI, Alireza. Natural Gas Processing: Technology and Engineering Design. Gulf Professional Publishing. 2014.

BRASIL. Resolução ANP nº 15, de 5 de agosto de 2014. Estabelece as condições e procedimentos para a homologação das tarifas de transporte de gás natural. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 6 ago. 2014.

BRASIL. Resolução ANP nº 52, de 30 de junho de 2015. Estabelece os procedimentos para autorização de extensão de gasoduto de transporte. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1 jul. 2015.

Broughton, E. (2005). The Bhopal disaster and its aftermath: A review. In Environmental Health: A Global Access Science Source (Vol. 4).

BRITISH GEOLOGICAL SURVEY. Strategy 2023 to 2028. Disponível em: https://www.bgs.ac.uk/about-bgs/strategy-2023-to-2028/. Acesso em: 17 maio 2023.

Caniato, M., Gheorghe, R., & Taylor, N. (2016). The socio-economic and environmental impact of natural gas distribution systems: A case study of the UK. Journal of Cleaner Production, 112.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). (2018). Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) - Projeto Reforço Da Infraestrutura De Gás Baixada – Região Metropolitana De São Paulo. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/eiarima/rima/RIMA_334_2018.pdf. Acesso em: 19 jun. 2023.

Epstein, P. R. (2005). Climate Change and Human Health. *New England Journal of Medicine*, *353*(14), 1433–1436. https://doi.org/10.1056/NEJMp058079.

ELOI FERNÁNDEZ Y FERNÁNDEZ. DICIONÁRIO DO PETRÓLEO: EM LÍNGUA PORTUGUESA. 2020. Disponível em: http://dicionariodopetroleo.com.br/. Acesso em:26 mai. 2023.

ENERGÉTICA. 2019. Plano Decenal de Expansão de Energia 2029. Disponível em:http://www.epe.gov.br/sitespt/publicacoesdadosabertos/publicacoes/Documents/PDE%202029.pdf. Acesso em: 25 mai. 2023.

EPE. 2019. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Ministério de Minas e Energia. Perspectivas do Mercado de Gás Natural no Brasil. Rio de Janeiro – Credit Suisse.2019.Disponívelem:http://www.mme.gov.br/documents/36112/491930/20190

917_EPE_CREDIT+SUISSE_NATURAL+GAS+DAY_MARCELO+ALFRADIQUE.pdf 5f1f04c4-e1a4-a9d0-ceb0-1b698d6f2e95. Acesso em: 26 mai. 2023.

FGV - FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. Distribuição de gás natural no Brasil. 2019.

FERRER, Gabriel Real. La construcción del Derecho Ambiental. Revista Aranzadi de Derecho Ambiental (Pamplona, Espanã), n. 1, 2002, págs. 73-94.

GAUDENCIO, Lúcia Maria Araújo Lima. (2018). SISTEMA DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA UNIDADES DE PRODUÇÃO DE PETRÓLEO E GÁS *OFFSHORE.* UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA**.** Campina Grande – PB, Brasil.

Global Reporting Initiative (GRI). 2021. Global Reporting Initiative (GRI). Disponível em:<https://www.globalreporting.org/>. Acessado em: 12 maio de 2023.

Global Compact Network Brasil & KPMG. (2018). Sustainable Development Goals and the Oil and Gas Industry. Disponível em:< https://www.unglobalcompact.org/system/attachments/cop_2018/486961/original/Sustainable_Development_Goals_and_the_Oil_and_Gas_Industry__Global_Compact_Network_Brazil___KPMG.pdf?1542123289> acesso em: 27 abr, 2023.

GUDYNAS, E.; ACOSTA, A. Desenvolvimento e conflitos ambientais. Niterói: Editora da Universidade Federal Fluminense, 2011.

HACHIYA, M. Mercury Pollution in Minamata and Niigata, Japan: The Promise and Failure of Government. Singapore: NUS Press, 2006.

IEA (International Energy Agency). (2019). Global Gas Security Review 2019. Retrieved from https://www.iea.org/reports/global-gas-security-review-2019.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Natural Gas. Disponível em:< https://www.eia.gov/energyexplained/natural-gas/>. Acesso em: 10 maio 2023.

LEÃO, Clarisse *et. al.*. Transporte de Gás Natural no Brasil. Fundação Getúlio Vargas (FVG). 2016.

MOTA, C. M. Sustentabilidade e empresas: a implementação da Agenda 21 nas estratégias empresariais. Revista de Administração Pública, Rio de Janeiro, v. 44, n. 6, p. 1463-1488, 2010.

MME/EPE 2019, MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, EMPRESA DE PESQUISA.

ONU - Organização das Nações Unidas. Transforming our world: the 2030 agenda forsustainable development, 2015.

PINHEIRO, Ana Beatriz Braga. O índice de sustentabilidade empresarial (ISE) e o impacto na qualidade da informação contábil das companhias listadas na B3. 2019. 40f. Monografia (Graduação em Ciências Contábeis) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

PBGás. 2023. Companhia Paraibana de Gás Natural. Disponível em: www.pbgas.com.br. Acesso em: 29 mai. 2023.

RODRIGUES E LISBONA. Distribuição de Gás Natural no Brasil. FGV. 2019.

SACHS, I. Desenvolvimento: includente, sustentável, sustentado. Rio de Janeiro: Garamond, 1997.

SCHOBERT, Harold H. Chemistry of Fossil Fuels and Biofuels. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.

SILVESTRE, J. H. A distribuição de gás natural canalizado. Repositório institucional da UFSC. TCC do Curso de Graduação em Ciências Econômicas. 2012.

Silva, L., & Szklo, A. (2019). Analysis of the socio-economic and environmental impacts of the natural gas.

SMIL, Vaclav. Natural Gas: Fuel for the 21st Century. Singapore: World Scientific Publishing, 2015.

SOUZA, T. R.; BRIGHENTI, J.; HEIN, N. Investimentos Ambientais e Desempenho Econômico-Financeiro das Empresas Brasileiras Listadas no Índice de Sustentabilidade Empresarial - ISE . Reuna, v. 21, n. 2, p. 97-114, 2016.

UNPD. Sustainable Development Goals. 2015. Disponível em: < https://www.undp.org/sustainable-development-goals/no-

poverty?gclid=CjwKCAjwuqiiBhBtEiwATgvixAaqWGGDOHeOX26bcYWWv1CWxPAnzSMpfEz79DVyGZ0Gkz9arbrUWRoCy3MQAvD_BwE> acesso em: 27 abr, 2023.

UNITED NATIONS. Agenda 21: Program of Action for Sustainable Development. Rio de Janeiro: United Nations, 1992. Disponível em: https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf. Acesso em: 02 mai. 2023.

UNITED NATIONS/WCED. World Commission on Environment and Development, 1987. Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. Brundtland Report. Disponível em: < https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf >. Acesso em: 24 abril, 2023.

UNITED NATIONS. Transformando Nosso Mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Nova York: ONU, 2015. Disponível em: https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2015/10/agenda2030-pt-br.pdf. Acesso em: 04 mai. 2023.

UNCTAD. Trade and Development Report 2018: Power, Platforms and the Free Trade Delusion. Genebra: UNCTAD, 2018. Disponível em: https://unctad.org/system/files/official-document/tdr2018_en.pdf. Acesso em: 04 mai. 2023.

The global oil and gas association for advancing environmental and social performance across the energy transition (IPIECA). 2020. A framework to help companies shape the structure and content of their sustainability reporting, including for companies starting to report. Disponível em: < https://www.ipieca.org/work/sustainability/performance-reporting/sustainability-reporting-guidance>. Acessado em: 12 maio 2023.

The global oil and gas association for advancing environmental and social performance across the energy transition (IPIECA). 2020. Ipieca Sustainability reporting survey: 2020 results. Disponível em: < https://www.ipieca.org/resources/ipieca-sustainability-reporting-survey-2020-results>. Acessado em: 12 maio 2023.

UNITED STATES ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION. Natural Gas Explained. Disponível em: https://www.eia.gov/energyexplained/natural-gas/. Acesso em: 16 maio 2023.

UNion Internationale Pour La Conservation De La Nature (IUCN); PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE (PNUMA); FUNDO MUNDIAL PARA A NATUREZA (WWF). Estratégia Mundial para a Conservação. Gland, Suíça, 1980.