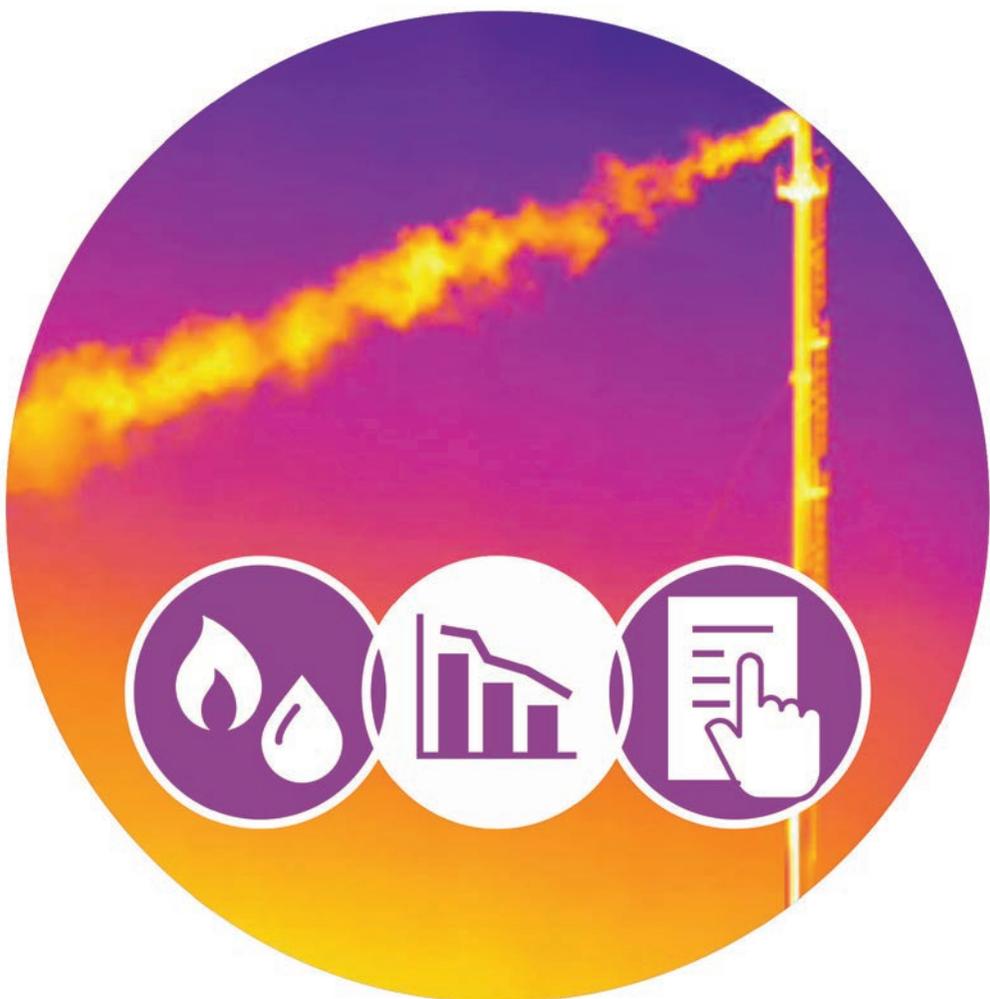


Redução de emissões de metano para o setor de petróleo e gás

Manual para formuladores de políticas



Carta de abertura da Secretária Raimondo

As alterações climáticas representam um desafio profundo e global. Os Estados Unidos estão a preparar-se para enfrentar este desafio. No Decreto Executivo 14008, o governo Biden-Harris reconhece que este é o momento de agir para evitar os piores impactos da crise climática, bem como para aproveitar a oportunidade que o combate às alterações climáticas representa. O Departamento de Comércio dos EUA faz parte desse esforço de todo o governo para enfrentar o momento climático e garantir uma transição justa e rápida para um futuro sustentável, próspero e com menos emissões de carbono.

As emissões de metano são um dos principais contribuintes para as alterações climáticas. A redução das emissões de metano também representa uma oportunidade única. Por esse motivo, em 2021, os Estados Unidos e seus parceiros internacionais estabeleceram o Compromisso Global do Metano (Global Methane Pledge). De acordo com o Compromisso, os países comprometem-se a reduzir coletivamente as emissões de metano em 30% até 2030 relativamente aos níveis de 2020. Agora, os EUA e os seus parceiros trabalham para ajudar outros países na aprovação de políticas de redução do metano, na mobilização de financiamentos relacionados com o metano, na implementação de tecnologias e práticas de redução, bem como na reforma de leis e regulamentos.

Ao longo de mais de 30 anos, o Programa de Desenvolvimento em Direito Comercial (CLDP) do Gabinete do Conselho Geral do Departamento de Comércio dos EUA tem ajudado os países na atualização das suas leis e regulamentos no âmbito do direito comercial. O CLDP preparou um guia gratuito, acessível e adequado para os decisores políticos e reguladores visando reduzir as emissões de metano da cadeia de valor do petróleo e do gás.

Para a elaboração deste manual, o CLDP reuniu um grupo de especialistas em redução do metano do governo dos EUA, de instituições multilaterais, de organizações não governamentais,

da indústria e do meio acadêmico. Esses vários autores e muitos outros apoiantes do manual trabalharam voluntariamente inúmeras horas. O resultado é um guia que legisladores, autoridades ministeriais e agências reguladoras de todo o mundo podem usar imediatamente para elaborar, aprovar e aplicar nova legislação que reduzirá o metano proveniente dos processos do setor do petróleo e do gás de forma rápida e eficaz.

Este manual também amplia o âmbito da série desenvolvida pelo CLDP ao abrigo da iniciativa Power Africa, designada *Understanding Power*: uma biblioteca de manuais de acesso público e linguagem simples que explicam uma variedade de tópicos essenciais relativos a contratos, financiamento e aquisição de projetos de energia. Além de apoiar o Compromisso Global do Metano e as metas climáticas dos Estados Unidos, o manual promove os objetivos climáticos e de comércio de tecnologias limpas do Departamento de Comércio dos EUA.

Estou grata ao CLDP e aos autores, patrocinadores e apoiantes por desenvolverem esta importante contribuição para o nosso esforço coletivo de agir contra as alterações climáticas. Trabalhando juntos, podemos enfrentar a crise climática, aproveitar as oportunidades econômicas e estar à altura do desafio.



Gina M. Raimondo

Secretária de Comércio dos EUA

Í N D I C E

GUIA DO MANUAL	8
-----------------------	----------

1. A OPORTUNIDADE GERADA PELO METANO	14
---	-----------

- a. A mudança do papel do metano no setor de petróleo e gás 15
- b. O metano e o desafio climático 17
- c. O metano na cadeia de valor de petróleo e gás 18
- d. Oportunidade: redução de emissões de metano no setor de petróleo e gás 20

2. PLANO PARA REDUZIR AS EMISSÕES DE METANO DO SETOR DE PETRÓLEO E GÁS	26
---	-----------

- a. Planos de ação nacional para o metano 27
- b. Planos de redução para o setor de petróleo e gás 31
- c. Adaptação das políticas de metano aos contextos locais 34
- d. Recursos úteis 38

3. INTRODUÇÃO AOS REGULAMENTOS PARA A REDUÇÃO DO METANO	39
--	-----------

- a. Potenciais estratégias para políticas e regulamentos 40
- b. Avaliação da legislação e das instituições existentes 45
- c. Envolvimento das partes interessadas 48
- d. Potenciar as medidas voluntárias do setor 50
- e. Abordagens comuns nos regulamentos existentes 51

4. FONTES DE METANO POR SEGMENTO DE MERCADO DO SETOR DE PETRÓLEO E GÁS 52

- a. Upstream 54
- b. Midstream 58
- c. Downstream 65

5. DETEÇÃO E REPARAÇÃO DE FUGAS (LDAR) 69

- a. Características dos regulamentos de LDAR 71
- b. Exemplo: Requisito federal de LDAR do Canadá 74

6. QUEIMA E LIBERTAÇÃO 80

- a. Características dos regulamentos para queima e libertação 82
- b. Exemplo: Restrições à queima e libertação de gás na Colômbia⁸⁴
- c. Exemplo: Aproveitamento do gás associado no Cazaquistão 91

7. NORMAS PARA OS EQUIPAMENTOS E PROCESSOS 95

- a. Como é um regulamento típico relativo a equipamentos ou processos 97
- b. Exemplo: Regulamento padrão para equipamentos na Nigéria 100

8. INVENTÁRIOS 107

- a. Inventários de emissões versus monitorização 109
- b. Dados necessários para os inventários de emissões 110
- c. Inventário de poços tamponados e abandonados 111
- d. Considerações sobre o design para o desenvolvimento de programas de relatórios e inventários de emissões 112
- e. Recursos disponíveis para apoiar o desenvolvimento de inventários 115

9. MONITORIZAÇÃO 120

- a. Tecnologias para monitorização disponíveis 121
- b. Necessidade de monitorização para o desenvolvimento dos quadros regulamentares 127
- c. Considerações sobre protocolos de monitorização, relatório e verificação 128
- d. Apoio disponibilizado aos governos 130
- e. Recursos úteis 133

10. GARANTIR A CONFORMIDADE 135

- a. Comunicação de expectativas 137
- b. Medidas coercivas 143
- c. Desenvolvimento de um plano de inspeção 145

11. FINANCIAMENTO PARA A REDUÇÃO DO METANO 147

- a. O déficite de financiamento 149
- b. Tendências do financiamento 155
- c. Como apresentar um argumento económico para a redução do metano 159
- d. Monetização da redução do metano 162

12. CAPACITAÇÃO PARA A AÇÃO	166
a. Competências necessárias para a gestão do metano	167
b. Desenvolvimento de uma estratégia de capacitação	169
13. RECURSOS PARA IMPLEMENTAÇÃO	178
a. Consultoria especializada personalizada	179
b. Financiamento	181
c. Guias	183
d. Ferramentas	186
e. Fontes de dados	188
ANEXO: SOBRE O METANO	190
ACRÓNIMOS	194
NOTAS	197
COLOFÃO	218

Guia do Manual

A quem se destina este livro?

A comunidade internacional comprometeu-se a reduzir rapidamente as emissões de metano provenientes das operações do petróleo e do gás para cumprir os objetivos de combate às alterações climáticas e melhorar a segurança económica e energética. No entanto, muitos países precisam ainda de entender como atingir estes objetivos. Este manual apresenta às autoridades governamentais uma série de opções para a redução do metano no setor de petróleo e gás e orienta a elaboração e a implementação de regulamentos. Baseia-se nas lições aprendidas com os regimes regulamentares de diversos países. As autoridades governamentais envolvidas em todos os aspetos do setor de petróleo e gás podem beneficiar deste manual.

Qual é o âmbito deste livro?

Este manual explica as tecnologias e oportunidades para a redução do metano e como desenvolver e implementar políticas e regulamentos eficazes para tal redução. Apresenta exemplos úteis e estudos de caso sobre regulamentos de redução do metano, aprovados recentemente por países em todo o mundo. Este manual aborda em profundidade apenas algumas das tecnologias específicas de redução do metano e concentra-se nos pontos mais importantes do tema. Resume os pontos que os diversos autores creem ser particularmente importantes quando consideram os regulamentos sobre a redução do metano e a sua respetiva implementação. Este manual não se destina a defender um conjunto específico de políticas de redução do metano, mas apresenta uma visão geral das opções.

Quem escreveu este livro?

Os autores são diversos profissionais do setor de energia, incluindo autoridades governamentais, engenheiros,

especialistas em políticas públicas, advogados e acadêmicos. Este manual procura reunir a experiência prática coletiva e o conhecimento atual dos seus autores. Porém, pode não representar as posições políticas das organizações, instituições, países e/ou empresas com as quais os autores estão ou estiveram individualmente afiliados. Para conhecer esses pontos de vista, consulte as publicações e os sites das respectivas organizações, instituições, países e/ou empresas.

A redução das emissões de metano é uma questão complexa, fundamentada numa aprendizagem contínua de muitas partes interessadas e nos avanços tecnológicos. As diversas áreas de especialização dos autores permitiram que o manual abordasse essa complexidade num formato de fácil compreensão, apontando os problemas e as alternativas, com a participação dos autores em determinados tópicos, de acordo com seus respectivos conhecimentos e especialização. Os autores esperam que este manual ajude a promover o desenvolvimento e a implementação de políticas e regulamentos de redução do metano e contribua para a redução das emissões globais de metano provenientes do setor de petróleo e gás.

Como foi elaborado o livro?

Este manual foi produzido utilizando o método Book Sprints (www.booksprints.net), que permite a elaboração, edição e publicação de um produto completo em apenas cinco dias. Os autores apresentam os seus sinceros agradecimentos a Barbara Rühling, facilitadora da Book Sprint, pela sua orientação paciente e liderança inabalável ao longo das quase 75 horas que durou todo o processo de elaboração. Agradecemos também a Henrik van Leeuwen e a Lennart Wolfert por transformarem os nossos rabiscos apressados em ilustrações belas e significativas. Também gostaríamos de reconhecer o trabalho incansável de Raewyn Whyte e de Christine Davis, revisoras de texto da Book Sprints.

Os autores gostariam de expressar o seu reconhecimento às seguintes pessoas e instituições que ajudaram a direcionar o diálogo para a criação de um consenso em torno do potencial deste manual: o Gabinete de Recursos Energéticos do Departamento de Estado dos EUA, o Enviado Presidencial Especial para o Clima do Departamento de Estado dos EUA e Stephen Gardner (Programa de Desenvolvimento em Direito Comercial do Departamento de Comércio dos EUA). Gostaríamos também de agradecer àqueles que deram apoio durante todo o processo de elaboração: Martin Oswald do Banco Mundial; Shareen Yawanarajah do Fundo de Defesa Ambiental; Dan McDougall da Coligação Clima e Ar Limpo; Meghan Demeter do Programa das Nações Unidas para o Ambiente; Mark Davis da Capterio; Riley Duren e Daniel Bon da Carbon Mapper; Dra. Gabrielle Dreyfus e Tad Ferris do Instituto de Governança e Desenvolvimento Sustentável e Osasu Dorsey, da Administração de Segurança de Condutas e Materiais Perigosos dos EUA. Além disso, foi necessário planejamento e desenvolvimento consideráveis para a elaboração deste manual. Gostaríamos também de agradecer o generoso financiamento do Programa de Governança da Energia e dos Recursos Minerais do Gabinete de Recursos Energéticos do Departamento de Estado dos EUA, que financiou integralmente este manual.

Como posso usar este livro?

Seguindo a tradição de partilha de conhecimentos de acesso público, este manual visa refletir a natureza dinâmica do processo do Book Sprint e servir como referência e ponto de partida para discussões e estudos mais aprofundados. É publicado nos termos da Licença Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 Internacional (CC BY NC SA). Ao selecionar esta licença de publicação, qualquer pessoa poderá copiar, extrair, reestruturar, traduzir e reutilizar o texto para qualquer finalidade não comercial sem carecer de permissão dos autores, desde que o trabalho resultante também

seja publicado sob uma Licença Creative Commons. O manual foi originalmente publicado em inglês. As traduções serão publicadas em breve. Está disponível em formato eletrônico em <https://cldp.doc.gov/resources> e em formato impresso. Além disso, o manual pode ser usado como um recurso interativo online. Muitos dos autores que contribuíram estão também empenhados em trabalhar, no âmbito das suas instituições, para adaptar este recurso para que seja utilizado como base para cursos de formação e iniciativas de apoio técnico.

Atenciosamente,
Os Autores

<p>Dr. Md. Rafiqul Islam Divisão de Energia e Recursos Minerais <i>Governo do Bangladesh</i> (Bangladesh)</p>	<p>Chathura Wijesinghe <i>Autoridade para o Desenvolvimento Petrolífero</i> (Sri Lanka)</p>
<p>Kenyon Weaver Programa de Desenvolvimento em Direito Comercial <i>Departamento de Comércio dos EUA</i> (Estados Unidos)</p>	<p>Eric Camp Programa de Desenvolvimento em Direito Comercial <i>Departamento de Comércio dos EUA</i> (Estados Unidos)</p>
<p>Mohamed Badissy <i>Penn State Dickinson Law</i> (Estados Unidos)</p>	<p>Gil Damon <i>UC Berkeley School of Law</i> (Estados Unidos)</p>
<p>Deanna Haines <i>Honeywell</i> (Estados Unidos)</p>	<p>K.C. Michaels <i>Agência Internacional de Energia</i> (França)</p>
<p>Naadira Ogeer <i>Secretariado da Commonwealth</i> (Trinidade e Tobago)</p>	<p>Dr. Adam Pacsi <i>Chevron</i> (Estados Unidos)</p>
<p>Darin Schroeder <i>Clean Air Task Force</i> (Estados Unidos)</p>	<p>Steve Wolfson <i>Agência de Proteção Ambiental dos EUA</i> (Estados Unidos)</p>
<p>Dr. Ryan Wong <i>Northumbria University</i> (Reino Unido)</p>	

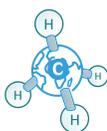
1. A oportunidade gerada pelo metano

Por que devem os países reduzir o metano do setor de petróleo e gás agora

Pontos principais

- O metano, principal componente do gás natural, é tanto um produto global, como um gás com efeito de estufa (GEE), que contribui para as alterações climáticas.
- A redução do metano a curto prazo em todos os setores económicos, incluindo o do petróleo e gás, é fundamental para atingir os objetivos climáticos globais.
- A redução do metano pode gerar receita, melhorar o acesso à energia, criar empregos, aumentar a segurança energética, proporcionar acesso a investimentos, melhorar a segurança, promover a saúde da comunidade e demonstrar liderança.
- Os governos podem elaborar políticas eficazes de redução do metano no setor de petróleo e gás para alcançar essas situações vantajosas para todos.
- Os governos devem aproveitar a oportunidade gerada pelo metano, reduzindo as emissões e promovendo os seus objetivos económicos e sociais.

A mudança do papel do metano no setor de petróleo e gás



O metano, com a fórmula química CH_4 , é o principal componente do gás natural. O papel do gás natural no sistema energético mudou drasticamente ao longo do tempo.

Quando o petróleo foi descoberto e começou a ser produzido, o gás natural era visto como um perigo, um produto indesejado encontrado junto às jazidas de petróleo. Naquela época, o gás natural era um aborrecimento para gerir. Para comercializar o petróleo, muitos produtores eliminavam o gás natural por libertação para a atmosfera ou por combustão (ou seja, “queima”).

Atualmente, o gás natural desempenha um papel significativo na matriz energética de muitos países. É usado na produção de eletricidade, na indústria e nas cidades para aquecimento, sendo também uma matéria-prima essencial no fabrico de fertilizantes, amónia e outros produtos químicos e petroquímicos. Em alguns mercados, tem vindo a substituir amplamente o carvão e os combustíveis líquidos em residências, indústrias e centrais elétricas, melhorando a qualidade do ar nas cidades em todo o mundo e reduzindo as emissões de dióxido de carbono. No entanto, estudos demonstraram que a substituição do carvão pelo gás só produz um benefício líquido para o clima¹ quando as taxas de fuga de metano estão abaixo de 2,4% a 3,4%.²

O surgimento do transporte em grande escala do gás natural liquefeito, na década de 1950, significou que o gás natural já não precisava ser transportado apenas através de gasodutos. Em vez disso, os países que enfrentavam um declínio nas suas reservas de gás natural, ou que não tinham opções para a produção de eletricidade, podiam aproveitar o gás natural liquefeito (GNL) importado.

O gás natural, que antes era apenas um incómodo e um perigo, passa a ser uma fonte de energia e uma receita fundamental para vários países que dependem dele para o crescimento económico. Mesmo agora, alguns países estão a aumentar o uso do gás natural para o desenvolvimento económico ou para substituir fontes de combustível, que fazem um uso mais intensivo de carbono, como o carvão. Por outro lado, outros países estão a avaliar futuras reduções no uso do gás natural como parte do seu plano de transição energética. A Agência Internacional de Energia considera que os caminhos consistentes com o cumprimento do objetivo de emissões líquidas nulas até 2050, exigem a redução pela metade da intensidade das emissões do setor de petróleo e gás até ao final da década e, ao mesmo tempo, a redução do consumo total de petróleo e gás.

O metano e o desafio climático

O metano é um potente gás com efeito de estufa (GEE) de vida curta que se decompõe na atmosfera em cerca de 12 anos. De acordo com o Quinto Relatório de Avaliação do IPCC (Painel Intergovernamental sobre as Alterações Climáticas), estima-se que o impacto do metano é cerca de 84 vezes superior ao do dióxido de carbono, quando a média é calculada ao longo de 20 anos e cerca de 28 vezes mais potente quando a média é calculada ao longo de 100 anos.³ De acordo com a Administração Oceânica e Atmosférica Nacional (NOAA) dos EUA, a concentração atmosférica de metano mais do que duplicou desde a era pré-industrial (de cerca de 715 partes por mil milhões (ppmm) para cerca de 1912 ppmm em 2022) e o metano, de todas as fontes, naturais e antropogénicas, é o segundo GEE mais abundante.⁴

Conforme observado no Compromisso Global do Metano, “medidas prontamente disponíveis e económicas para a redução do metano têm o potencial de evitar mais de 0,2 grau Celsius de aquecimento até 2050”.⁵ Terão de ser encontradas soluções para reduzir as emissões de metano em conjunto com as reduções de outras emissões de gases com efeito de estufa, principalmente o dióxido de carbono, para que os objetivos climáticos globais sejam atingidos de forma significativa.

A redução das emissões de metano a curto prazo é uma componente vital para atingir os objetivos climáticos globais e pode limitar a taxa de aquecimento global. O IPCC recomenda cortes “fortes, rápidos e constantes” nas emissões de metano.⁶

O metano na cadeia de valor de petróleo e gás

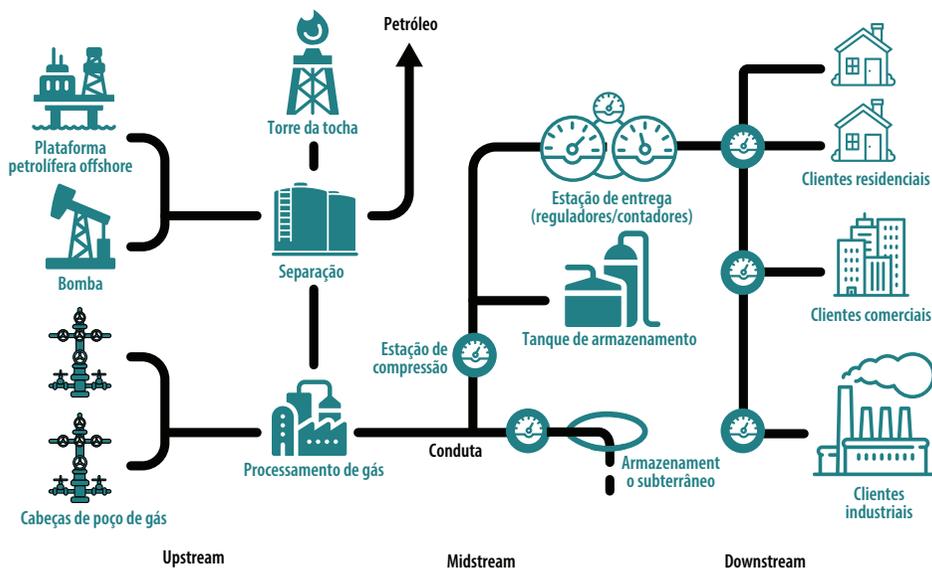


Figura 1.1: Ilustração dos diferentes segmentos da cadeia de valor de petróleo e gás.

O metano pode ser emitido em toda a cadeia de valor de petróleo e gás, constituída por três segmentos:

- **Upstream:** produção, captura e processamento do petróleo e gás.
- **Midstream:** transporte de gás por gasodutos ou como GNL e atividades de armazenamento.
- **Downstream.** transporte e refinação de petróleo e sistemas de distribuição local de gás aos consumidores.

A maioria das emissões de metano provenientes das operações de petróleo e gás enquadra-se numa das três categorias:



Queima. A queima intencional de gás natural para aliviar a pressão em condições adversas ou quando o envio de gás para venda não é viável. Quando as tochas queimam o gás natural, a maior parte do metano é convertida em CO₂, mas parte do metano permanece sem combustão.



Libertação. A libertação intencional de gás natural proveniente de um processo ou atividade diretamente para o ar.



Emissões fugitivas. A libertação não intencional de metano devido a fugas, por exemplo, de válvulas ou flanges. Como o metano é incolor e inodoro, as fugas podem passar despercebidas quando não há inspeções regulares.

A Agência Internacional de Energia (AIE) estima que as emissões globais de metano, provenientes das atividades de petróleo e gás, em 2022, foram de 82 milhões de toneladas métricas.⁷ A Figura 1.2 mostra a proporção relativa das emissões de metano entre queima, libertação e emissões fugitivas.

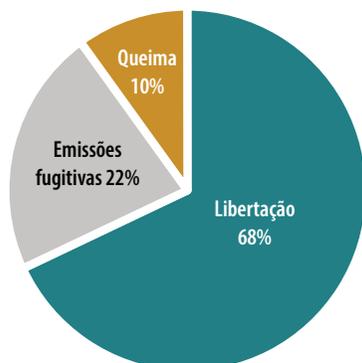


Figura 1.2: Fontes de emissões de metano nos setores de petróleo e gás natural (2021).⁸

Oportunidade: redução de emissões de metano no setor de petróleo e gás

Os governos começaram a priorizar a redução do metano a curto prazo em face dos conhecimentos crescentes nessa área. Mais de 150 países aderiram ao Compromisso Global do Metano até à data da elaboração deste manual. O Compromisso Global do Metano inclui, entre outros, o compromisso de “trabalhar em conjunto para reduzir coletivamente as emissões globais antropogênicas de metano em todos os setores, para, no mínimo, 30% abaixo dos níveis de 2020, até 2030”. Outros fóruns internacionais também reconheceram o metano como uma questão prioritária.⁹

O setor de petróleo e gás não é a única, nem a maior, fonte de emissões antropogênicas de metano. Três importantes setores são responsáveis pela maior parte das emissões de metano causadas pelo ser humano no mundo: energia, agrícola e resíduos. Cada um destes setores precisará da sua própria abordagem para a redução do metano. Embora este documento

se concentre no metano do setor de petróleo e gás, os governos podem maximizar os benefícios da redução do metano considerando ações simultâneas em outros setores.

Os avanços recentes em sensoriamento remoto mostraram que o setor da energia tem oportunidades de reduzir as emissões de metano a curto prazo. Em 2022, a AIE estimou que o setor mundial de petróleo e gás emitiu cerca de 82 milhões de toneladas de metano e que cerca de 70% das emissões de metano das operações globais de combustíveis fósseis poderiam ser reduzidas com tecnologias bem conhecidas disponíveis atualmente.¹⁰

A redução do metano no setor de petróleo e gás pode ser vantajosa para todos. É possível reduzir rapidamente o metano proveniente do setor de petróleo e gás e isso pode e deve promover um amplo crescimento económico, a criação de empregos, a saúde da comunidade, a segurança dos trabalhadores e a competitividade internacional. A redução do metano no setor de petróleo e gás é uma oportunidade de mitigação das alterações climáticas e de desenvolvimento económico.

Mas o “como” é importante. A forma como o metano é reduzido determinará o quanto um país poderá obter os benefícios económicos e sociais. A redução do metano exigirá ajustes no quadro regulamentar e operacional para investimentos em petróleo e gás. Questões importantes a considerar incluem:

- **Custos.** Quem arcará com o ónus dos custos das novas tecnologias e práticas?
- **Receitas.** As receitas do erário público ou da Empresa Petrolífera Nacional (National Oil Company, NOC) diminuirão?
- **Capacidade.** Os governos, as NOC e as empresas privadas irão desenvolver conhecimentos e pessoal suficientes para o cumprimento dos novos requisitos regulamentares e operacionais para a redução do metano?
- **Empregos.** Qual será o impacto da redução do metano no emprego? Haverá impactos desiguais entre as comunidades?

→ **Tecnologia:** Haverá tecnologias de redução disponíveis e acessíveis?

Embora tais preocupações sejam reais e tenham de ser enfrentadas, a redução do metano proveniente das atividades de petróleo e gás pode trazer benefícios significativos:

- **Mais receitas.** Os governos podem monetizar o metano que está a ser desperdiçado atualmente. Isto pode gerar mais receitas para o tesouro e uma melhor gestão dos recursos públicos.
- **Melhoria do acesso à energia.** Os governos e as operadoras podem melhorar o acesso à energia para as populações ao capturar e utilizar metano para a geração de eletricidade, aquecimento e preparação de alimentos.
- **Criação de emprego.** As tecnologias de redução do metano exigem pessoal com formação, estimulando assim a criação de novos empregos.¹¹
- **Aumento da Segurança Energética.** A eliminação dos resíduos de metano garante uma menor dependência de fontes de energia importadas e, por vezes, dispendiosas.
- **Acesso a investimentos.** As empresas, incluindo as petrolíferas nacionais, pretendem o acesso ao financiamento climático ou verde; mas, para o fazer, precisam de demonstrar que têm sólidas métricas climáticas e boas práticas ambientais, sociais e de governação (ASG).
- **Melhor segurança pública.** As atividades de redução do metano podem diminuir os riscos para o público e para os trabalhadores.
- **Melhoria na qualidade do ar.** A redução das emissões de metano pode trazer benefícios adicionais como a melhoria da qualidade do ar local.
- **Liderança climática na região e no mundo.** A redução das emissões de metano é uma das principais prioridades globais e os países que demonstrem progresso serão reconhecidos como líderes a nível regional e global.



Figura 1.3: Ilustração dos benefícios da redução do metano.

Mais receita, mais energia: como os governos podem beneficiar do uso do gás em vez de o queimar

Alguns governos e empresas petrolíferas nacionais estão a perder uma oportunidade ao permitirem a queima do gás associado. A redução da queima permite que mais gás seja canalizado para os mercados consumidores ou usado para gerar eletricidade. Estes projetos de gás para gasoduto e gás para energia são vantajosos para os governos, o setor e o público. Nalguns casos, estes projetos exigem pouco ou nenhum gasto orçamental do governo: são todos realizados por operadores privados que pretendem obter lucro. Além disso, nos projetos de conversão de gás em energia, a nova eletricidade pode aumentar a estabilidade da rede e reduzir as emissões atmosféricas de poluentes, decorrentes da eletrificação das operações.

Dois exemplos do Egito ilustram o potencial da oportunidade. Num deles, uma empresa petrolífera independente sediada no Reino Unido, a Pharos Energy, reduziu a queima de gás em 30% nas suas operações em campos de petróleo, ao instalar dois novos geradores de energia alimentados a gás. Isso também reduziu significativamente os custos e a poluição custos da combustão do diesel. Com base nas estimativas da ferramenta FlareIntel da Capterio, a redução da queima e das emissões atmosféricas provenientes do diesel nesses projetos reduziram aproximadamente o equivalente a 42 000 toneladas de CO₂ por ano.

Num outro campo de petróleo, a empresa nacional ucraniana Naftogaz instalou novos equipamentos para recuperação do gás natural que seria queimado e enviou-o para o mercado através de um gasoduto próximo. Isto reduziu as emissões até ao equivalente a 800 000 toneladas de CO₂ por ano. A FlareIntel estima que, devido a este projeto de gás para gasoduto, cerca de 15 milhões de pés cúbicos padrão de gás natural por dia estão a ser comercializados em vez de serem queimados.¹²

Irão os países aproveitar a oportunidade?

Qual será o futuro do petróleo e do gás? Isto dependerá da forma como os países aproveitarem a oportunidade de redução do metano no setor. Os países que adotarem o crescente número de novas análises, ferramentas, padrões, práticas e compromissos poderão reduzir rapidamente as emissões de metano do setor de petróleo e gás. Há oportunidades para ampliar as aspirações e a implementação da redução do metano.

2. Plano para reduzir as emissões de metano do setor de petróleo e gás

Pontos principais

- Governos nacionais e subnacionais planeiam reduzir o metano estabelecendo metas e objetivos de alto nível em todos os setores através de um plano de ação nacional, relativo às emissões de metano. Dezenas de países aprovaram ou estão a desenvolver planos de ação relacionados com as emissões de metano.
- Os países que estão a desenvolver planos de ação nacionais e medidas específicas para o setor podem procurar noutros países exemplos úteis do que pode ser incluído.
- Os parceiros internacionais de desenvolvimento para o setor de petróleo e gás têm recursos para desenvolver planos de redução do metano, roteiros detalhados e regulamentos específicos.
- Ao desenvolver uma política de redução do metano, que abranja o setor de petróleo e gás, os governantes e os reguladores devem adaptar a política às suas circunstâncias.
- As opções de redução do metano dependem dos três segmentos do setor: *upstream* (produção), *midstream* (transporte) e *downstream* (refinação e distribuição).

Planos de ação nacional para o metano

Os planos de ação nacional para o metano estabelecem ambições transversais a toda a economia para o controlo das emissões. Um plano de ação nacional é o local certo para estabelecer metas e objetivos de alto nível para o metano em todos os setores, incluindo os de petróleo e gás, carvão, resíduos e agrícola. Estes planos podem incluir metas numéricas de alto nível, uma lista de medidas específicas de mitigação que o governo aceite, ou ambas.

- O Plano de ação nacional para mitigar os poluentes climáticos de vida curta do **Gana** (2018) identifica medidas específicas

para reduzir o metano e outros poluentes em todos os setores.¹³

- O plano de ação de redução de emissões de metano dos **Estados Unidos** (2021) detalha várias medidas regulamentares e não regulamentares que o governo está a tomar para reduzir o metano proveniente do setor de petróleo e gás, aterros sanitários, minas de carvão, agrícola e outros setores e edifícios.¹⁴
- O plano de ação nacional para o metano da **Noruega** (2022) não estabelece uma meta específica, mas faz notar que o metano está incluído na meta geral da Noruega que visa a redução das emissões de gases com efeito de estufa de 55% até 2030 e de 90% a 95% até 2050 (em comparação com os níveis de 1990).¹⁵
- A estratégia para o metano do **Canadá** (2022) descreve medidas de redução e programas de apoio para reduzir as emissões nacionais de metano em mais de 35% até 2030 (em comparação com 2020). Para o setor de petróleo e gás, o Canadá comprometeu-se a reduzir as emissões em 75% até 2030, em comparação com 2012.¹⁶

À medida que os países seguem o avanço na direção das suas metas políticas, podem rever as metas e os planos para refletir novos conhecimentos.

Os países que estão a desenvolver novos planos de ação podem procurar noutros países exemplos úteis do que pode ser incluído. Até maio de 2023, cerca de 50 países aprovaram ou estão a desenvolver planos de ação para o metano.¹⁷



Figura 2.1: Processo para a redução continuada de emissões a nível nacional.

Há recursos disponíveis para ajudar os países neste processo, incluindo o Programa do Roteiro de Ação do Metano (*Methane Roadmap Action Program - M-RAP*) da Coligação do Clima e do Ar Limpo (CCAC).¹⁸



Estudo de caso: plano de ação do Vietname para o metano até 2030

Um plano de ação para o metano pode demonstrar a intenção e estabelecer os processos de desenvolvimento de um roteiro mais detalhado. O plano de ação do Vietname para o metano até 2030 estabelece metas para reduzir as emissões globais em, no mínimo, 30% abaixo dos níveis de 2020 até 2030, com metas específicas para os setores agrícola, resíduos e energia.

O Plano de ação do Vietname para o metano afirma que “as reduções de emissões de metano terão de ser feitas com base na análise do custo-benefício, de acordo com um roteiro estabelecido, que garanta os direitos legítimos e os benefícios das entidades institucionais e individuais e promova inovações que apoiem o desenvolvimento socioeconómico sustentável do Vietname”. Este roteiro inclui disposições para:

- promover a transferência e a adoção de tecnologia para apoiar a implementação de soluções de redução.
- estabelecer o quadro regulamentar para a gestão dos créditos de carbono provenientes da redução do metano e apoiar os emissores no acesso aos mercados de carbono nacionais e internacionais.

O plano também determina que as ações para reduzir o metano estejam alinhadas com as políticas existentes, instruindo os responsáveis ministeriais para incluir a redução das emissões de metano na estratégia de resposta às alterações climáticas, no plano nacional de crescimento verde e nos planos diretores setoriais e provinciais.

Planos de redução para o setor de petróleo e gás

Em apoio de um plano de ação nacional transversal a toda a economia, muitos países estão a desenvolver políticas e roteiros mais detalhados que descrevem ações específicas para lidar com as emissões do setor de petróleo e gás. A AIE desenvolveu um Roteiro Regulamentar e um Conjunto de Ferramentas para ajudar os governantes ao identificar as medidas que os governos podem tomar para conceber e implementar novas políticas e regulamentos sobre o metano.¹⁹

Estas medidas podem ser agrupadas em três grandes fases: compreensão do cenário, elaboração de regulamentos e implementação. Estas medidas podem ser realizadas em sequência ou ocorrer simultaneamente.

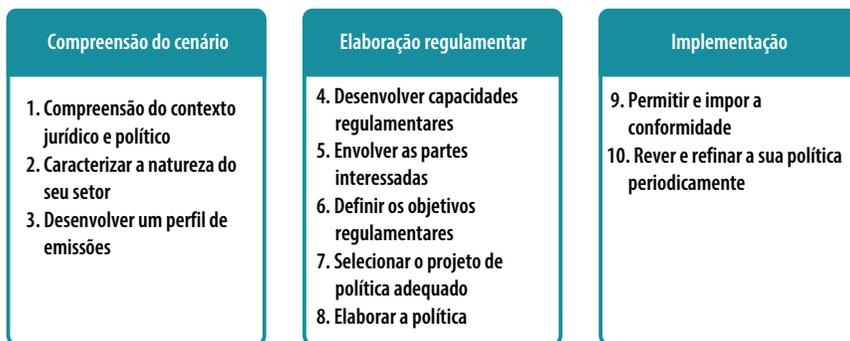


Figura 2.2: Roteiro da AIE para a elaboração de políticas eficazes sobre o metano.²⁰

Avaliação dos custos e benefícios da redução do metano

Ao estabelecer metas e planos específicos para o setor de petróleo e gás, os países podem priorizar as fontes de emissões mais significativas ou as opções de redução mais económicas. O Rastreador Global de Metano (Global Methane Tracker) da AIE é um bom ponto de partida para obter estas informações.²¹ O rastreador fornece as estimativas da AIE sobre as emissões de metano, opções de redução e custos em cada país. Estas informações podem ajudar a identificar as áreas com maior potencial de mitigação, mesmo sem informações detalhadas ao nível do país.

Ao longo do tempo, os países podem trabalhar no sentido de obter informações específicas sobre fontes potenciais de emissões e custos. A CoMAT, Ferramenta para a Redução do Metano no País (Country Methane Abatement Tool) da Task Force sobre o Ar Limpo (Clean Air Task Force, CATF) foi concebida para ajudar os reguladores no desenvolvimento de estimativas das emissões atuais e do potencial de redução de várias opções de políticas.²² Por fim, uma curva detalhada do custo marginal de redução (MACC) pode ajudar a mostrar onde podem ser feitas as reduções com o mais baixo, orientando assim a priorização entre as diferentes opções de mitigação.

Elaboração de uma curva de custo marginal de redução

Uma curva de custo marginal de redução (MACC) a nível nacional mostra as oportunidades de redução relativamente ao custo, o que pode fundamentar as escolhas sobre que opções de mitigação devem ser priorizadas.

Encontram-se disponíveis muitas ferramentas para ajudar a desenvolver a MACC e os especialistas de organizações como a CATF e outras podem aconselhar sobre como as criar adequadamente.²³

Estes são os principais aspetos deste processo:

- A quantidade anual de emissões reduzidas pela oportunidade, normalmente expressa em toneladas de metano ou emissões do equivalente em CO₂.
- Estimativas de custos de capital.
- Custos anuais recorrentes para atividades, incluindo mão de obra ou manutenção.
- Uma taxa de desconto para ajudar a determinar o valor líquido atual ou outros indicadores económicos, considerando o valor relativo dos gastos atuais em relação aos futuros.
- Considerações sobre a vida útil do equipamento.
- O valor da economia de custos, como custos de manutenção mais baixos para intervenções, incluindo o valor potencial do gás natural recuperado.

Uma MACC pode ir mudando à medida que as tecnologias evoluem e se tornam mais amplamente disponíveis. As novas tecnologias de monitorização ainda estão em desenvolvimento, o que pode reduzir o custo de deteção e reparação de emissões fugitivas (*consultar o Capítulo 9: Monitorização*). Porém, a maioria das considerações de projeto discutidas neste capítulo já estão bem estabelecidas.

Dado que as soluções para as emissões de metano precisam de ser realizadas em conjunto com as reduções de dióxido de carbono, os governos precisam de estudar como priorizar as ações relativas ao metano juntamente com as ações de mitigação que visam outras emissões de gases com efeito de estufa (GEE) e

os esforços de adaptação. Os custos podem ser um fator crítico na tomada destas decisões, principalmente quando os recursos são limitados.

Potencial de aquecimento global: o que os governantes precisam saber

Os governantes podem estimar o efeito do aquecimento global usando o Potencial de Aquecimento Global (PAG), que expressa uma tonelada de gases com efeito de estufa emitidos em termos do equivalente em CO₂, para fornecer uma medida única das emissões totais de gases com efeito de estufa (equivalentes a CO₂). O IPCC indicou “um PAG para o metano entre 84 e 87 quando considera o seu impacto ao longo de um período de 20 anos (PAG20) e entre 28 e 36 quando considera o seu impacto ao longo de um período de 100 anos (PAG100). Desta forma, uma tonelada de metano pode ser considerada equivalente a 28 a 36 toneladas de CO₂ se ponderarmos o seu impacto ao longo de 100 anos”.²⁴ No âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas (UNFCCC), as Partes concordaram em usar os PAG de 100 anos (ou PAG100) para os relatórios nacionais e para acompanhar o progresso. nos termos do Artigo 13 do Acordo de Paris e as diretrizes para os relatórios especificam o uso dos valores PAG100 do Quinto Relatório de Avaliação do IPCC.²⁵ As diretrizes do IPCC incluem várias métricas a partir das quais os países podem comunicar as emissões de gases com efeito de estufa. Ao abrigo do Acordo de Paris, os países usariam o PAG100 do Quinto Relatório de Avaliação.

Adaptação das políticas de metano aos contextos locais

Uma política de metano para o setor de petróleo e gás será mais eficaz se for adaptada à situação local de uma jurisdição, incluindo o contexto político e regulamentar, a natureza do setor, a dimensão e a localização das fontes de emissões e os objetivos políticos da jurisdição.

Um aspeto importante pode ser o nível de desenvolvimento do setor de petróleo e gás do país: seja um produtor novo, um produtor existente ou um produtor em estágio avançado.

Quadro 2.1: Comparação entre os pontos de partida e as oportunidades para a redução do metano no setor de petróleo e gás.

Diferentes pontos de partida	Oportunidade de evitar e reduzir o metano para os países
Produtores novos Os países atualmente sem produção, ou com produção limitada, podem desenvolver regulamentos à medida que desenvolvem o seu entendimento sobre as operações de petróleo e gás.	Exigir que as novas instalações sejam projetadas de acordo com um padrão de emissões de metano quase zero, fazê-lo corretamente desde o início pode evitar adaptações mais caras e incorporar as melhores práticas na fase de projeto.
Produtores em estágio inicial e intermédio As circunstâncias variam de acordo com a escala e a complexidade do setor. Por exemplo, uma nação insular com um único campo offshore em comparação com países com produção de gás onshore, offshore, convencional e não convencional.	Focar primeiro nos maiores emissores (superemissores) para obter as maiores reduções com o menor investimento possível. A priorização pode ser projetada com foco na rentabilidade.
Produtores em estágio avançado Podem precisar de produção contínua, com poços prestes a serem desativados ou abandonados.	Procurar oportunidades de redução contínua para a produção ativa, o que pode exigir ir além das medidas regulamentares iniciais. As políticas podem desenvolver programas para tamponar e abandonar poços de forma adequada, a fim de reduzir as possíveis emissões de metano.

Há muitas considerações importantes quando se desenvolve uma política de redução do metano no setor de petróleo e gás.

Considerações locais. Os custos de bens ou equipamentos podem variar significativamente em todo o mundo. Da mesma forma, os bens e serviços podem estar sujeitos a requisitos de conteúdo local que podem não ter a capacidade de fabrico de tecnologias específicas para a redução do metano.

Cadeias de abastecimento e logística. Vários países estão atualmente a aprovar regulamentos e requisitos de controlo do metano. Embora o mercado, em última análise, vá equilibrar a oferta e a procura destas tecnologias, pode haver desafios a curto prazo na obtenção de peças de equipamento específicas, exigindo possivelmente prazos razoáveis para a introdução gradual de controlos de engenharia. Por exemplo, o American Petroleum Institute (API) indicou recentemente como exemplo tempos de espera de 1 ano para os sistemas de ar comprimido e de 1,5 a 2 anos para painéis solares, que são tecnologias importantes para a redução do metano. No entanto, um relatório recente, da Datu Research, com base em entrevistas com fornecedores de tecnologias de emissão zero, afirma que os fornecedores estão bem preparados para dar resposta à procura prevista nos EUA. Os reguladores podem obter informações sobre a situação da cadeia de abastecimento junto dos fornecedores locais de tecnologia e do setor de petróleo e gás.

Serviços locais e formação. Para certos tipos de oportunidades de redução do metano, as operadoras e os prestadores de serviços irão precisar de formação em procedimentos ou práticas de manutenção para reduzir as emissões de metano de forma eficaz. A disponibilidade local de pessoal de manutenção e a aquisição contínua de peças e materiais de substituição são vitais para a implementação eficaz de outras opções de redução do metano.

Resiliência às condições climáticas locais. Condições climáticas locais, como temperaturas extremas ou níveis de precipitação, irão afetar os padrões de design dos equipamentos. Estudos de

caso e soluções de redução desenvolvidas para uma operação ou local podem não se aplicar a outro.

Fontes novas comparadas com fontes existentes. Os custos dos controlos de emissão de metano na conceção de novas instalações podem ser, por diversos motivos, mais baixos do que a adaptação de fontes existentes. Alguns exemplos incluem a garantia de que a produção de eletricidade no local é dimensionada para a carga elétrica associada a compressores de ar ou a unidades de recuperação de vapores, ou a disponibilidade de espaço no convés numa plataforma *offshore* para uma unidade de processo adicional necessária para a redução do metano. Os novos produtores podem tirar partido da experiência de parceiros locais e internacionais e adotar as melhores práticas regulamentares de mercados mais estabelecidos, adaptando-as às circunstâncias locais. Se as novas instalações forem projetadas com as melhores tecnologias de mitigação disponíveis, será possível atingir emissões de metano próximas de zero.



Recursos úteis

Parceria de Petróleo e Gás Metano: documentos e modelos para orientação. <https://ogmpartnership.com/guidance-documents-and-templates/>

A parceria ambiental: tomada de medidas - Programas de desempenho ambiental. <https://theenvironmentalpartnership.org/what-were-doing/taking-action/>

Princípios orientadores para o metano: recursos - Guias e conjuntos de ferramentas para as melhores práticas e conjuntos de ferramentas. <https://methaneguidingprinciples.org/resources-and-guides/>

Programa Star de Gás Natural: tecnologias recomendadas para reduzir as emissões de metano. <https://www.epa.gov/natural-gas-star-program/methane-mitigation-technologies-platform>

ExxonMobil Corporation: Mitigação das emissões de metano do setor de petróleo e gás: Modelo de Quadro Regulamentar. <https://corporate.exxonmobil.com/-/media/Global/Files/newsroom/publications-and-reports/Mitigating-Methane-Emissions-from-the-Oil-and-Gas-Industry-Model-Regulatory-Framework.pdf>

Apoio da Coligação Clima e Ar Limpo. <https://www.ccacoalition.org/content/methane-technical-assistance>

Orientação da Task Force sobre o Ar Limpo. <https://www.catfus/methane/international-oil-gas/>

Relatório da AIE: Redução das fugas de metano no setor de petróleo e gás. <https://www.iea.org/reports/driving-down-methane-leaks-from-the-oil-and-gas-industry/regulatory-roadmap>

3. Introdução aos regulamentos para a redução do metano

Pontos principais

- Compreender as medidas que podem ser aplicadas para reduzir as emissões de metano é um bom ponto de partida para o desenvolvimento de novos regulamentos.
- Há quatro abordagens principais para o regulamento sobre o metano: prescritiva, de desempenho, económica e informativa. Estas não são mutuamente exclusivas; um regime regulamentar irá provavelmente incluir elementos de várias abordagens.
- O quadro jurídico e regulamentar existente determinará quais as medidas regulamentares possíveis e quem tem poderes para desenvolver novas políticas.
- O envolvimento dos principais interessados no desenvolvimento de políticas de redução do metano dá-lhes voz nas decisões que os afetam e fundamenta o processo de formulação de políticas.
- Os agentes do setor podem estar já a adotar medidas voluntárias que podem constituir a base e ser reforçadas nas medidas regulamentares.
- A análise dos regulamentos em vigor noutros países pode ser uma fonte informação quanto às opções regulamentares mais eficazes. Por exemplo, os regulamentos existentes incluem geralmente requisitos de deteção e reparação de fugas, restrições de queima e libertação e normas para equipamentos e processos específicos.

Potenciais estratégias para políticas e regulamentos

Um bom ponto de partida para o desenvolvimento de uma nova política ou regulamento é compreender os diferentes tipos de estratégias regulamentares que podem ser aplicadas à redução do metano. Após um levantamento dos regulamentos existentes sobre o metano no setor de petróleo e gás, a AIE classificou as diferentes abordagens que poderiam ser aplicadas às emissões de metano no setor.²⁶

- As medidas **prescritivas** exigem diretamente que as entidades implementem ou não medidas ou procedimentos específicos. O que inclui requisitos para a detecção e reparação de fugas (LDAR, na sigla em inglês), normas de equipamentos e proibições ou moratórias.
- As medidas de **desempenho** estabelecem um padrão de desempenho obrigatório para as entidades reguladas, mas não determinam a forma como o objetivo será atingido. Estes podem ser estabelecidos numa escala ampla (p. ex., padrões de desempenho em toda a instalação) ou numa escala mais limitada (p. ex., padrões de desempenho para a eficiência de queima).
- As medidas **económicas** incentivam a tomada de medidas através da aplicação de taxas ou da introdução de incentivos financeiros para determinados comportamentos. Tais incentivos variam entre relativamente específicos, como impostos sobre queima e libertação ou subsídios diretos para as medidas de redução de emissões e medidas mais amplas que associam as reduções de metano a mercados de carbono multissetoriais.
- As medidas **informativas** visam melhorar o estado das informações sobre emissões e podem incluir requisitos para que as entidades reguladas estimem, meçam e comuniquem as suas emissões a organismos públicos. Estas podem variar desde a simples comunicação das fontes e instalações existentes até a elaboração detalhada de relatórios sobre as taxas de emissão e os dados mensurados. Por exemplo, este sistema pode incluir a publicação da lista dos principais emissores ou a disponibilização pública dos dados completos de emissões. As medidas informativas podem ser, em si mesmas, ferramentas poderosas para a redução das emissões, quando os dados são tornados públicos e as empresas enfrentam a responsabilização pública.

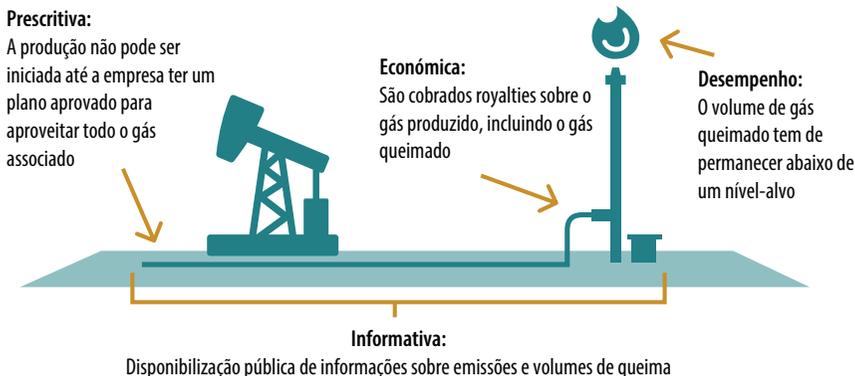


Figura 3.1: Ilustração de diferentes abordagens regulamentares possíveis usando um exemplo de gás associado.

Estas quatro abordagens não se excluem mutuamente e um determinado regime regulamentar irá provavelmente incluir elementos de várias abordagens. Por exemplo, as medidas regulamentares nacionais podem incluir um requisito obrigatório de LDAR (uma medida prescritiva), um imposto sobre a queima (uma medida económica) e uma norma de comunicação que exija que as empresas comuniquem o volume de gás queimado e o resultado específico de cada campanha de LDAR (uma medida informativa).

Vantagens comparativas

Em todo o mundo, há muitos exemplos de regulamentos sobre o metano, no setor de petróleo e gás, que se encaixam em cada um desses quatro tipos principais de regulamento. Ao selecionar a abordagem e os elementos a serem usados, são relevantes muitas considerações diferentes, dependendo da situação específica do país.

Facilidade de implementação. Os regulamentos prescritivos bem concebidos são em geral, relativamente fáceis de implementar, tanto pelos reguladores como pelas empresas, pois são

inequívocos e o quadro de comunicação e de conformidade pode ser simples. Por esta razão, a maioria dos regulamentos existentes sobre redução do metano é prescritiva. Este aspeto pode ser crucial para jurisdições com recursos regulamentares limitados. Por outro lado, pode ser mais difícil implementar instrumentos económicos, principalmente se dependerem de fatores externos, como um regime mais amplo de fixação de preços de carbono ou um sistema internacional para compensações.

Eficácia. Abordagens diferentes podem ser mais eficazes dependendo das circunstâncias específicas de cada país. Por exemplo, os regulamentos baseados em informações podem dar origem a instrumentos económicos ou baseados em desempenho, mas geralmente não resultam em reduções por si só.

Necessidade de dados de grande qualidade. O tipo de dados necessários, sejam de emissões ou outros, é um fator importante a considerar. Um imposto sobre a queima de gás só funciona, em termos de redução das emissões, se as empresas tiverem a certeza de que a redução da queima reduzirá a sua carga fiscal. Tal programa poderia exigir a medição dos volumes de queima e a comunicação dos dados medidos ao organismo governamental competente.

Flexibilidade ou rigidez no regime regulamentar. As abordagens prescritivas tendem a ser limitadas às opções tecnológicas existentes aquando da finalização do regulamento. Por outro lado, as abordagens económicas e de desempenho permitem às empresas escolher como cumprem as normas à medida que novas tecnologias são disponibilizadas.

Embora estas sejam considerações comuns para a seleção de um regime regulamentar, outros fatores relacionados com normas internacionais, dinâmica do mercado, choques geopolíticos, complicações a nível nacional e aceitabilidade das partes interessadas também devem ser tidos em consideração.

Quadro 3.1: Quadro da AIE sobre abordagens regulamentares, desvantagens e benefícios.²⁷

Abordagem regulamentar	Custos de transação	Rigidez	Condições prévias	Considerar quando...	Exemplos
Prescritiva	Baixos Fácil de administrar tanto para os reguladores como para as empresas	Elevada Só serão implementadas as alterações prescritas	Moderadas É necessário o conhecimento das emissões das instalações	Tiver identificado as principais oportunidades de redução	Proibição (Guiné Equatorial ²⁸)
Baseada no desempenho ou resultado	Moderados Necessário monitorização, medição e seguimento	Baixa Incentiva a adoção de soluções diferentes	Elevadas Requer informações sobre emissões de referência e totais	Tiver uma compreensão razoável das emissões e das capacidades de monitorização	Limites das instalações (Alberta, Canadá ²⁹)
Económica	Elevados Requer sistemas de verificação robustos	Baixa Permite estratégias de redução específicas da empresa	Moderadas Requer conhecimento das emissões de referência e das contribuições de metano conexas	Estiver implementado um sistema de monitorização e pretender mobilizar diferentes soluções	Royalties (Brasil ³⁰)
Informativa	Altos Exige a recolha, análise e transmissão de informações	Moderada Permite outras soluções em alguns casos	Baixas Não há necessidade de informações anteriores	For necessária uma melhor compreensão das emissões de metano e das oportunidades de redução	Medição e relatório (Saskatchewan, Canadá ³¹)

Muitas vezes, as diferentes abordagens são combinadas; por exemplo, o Vietname³² implementou um regulamento com restrições à queima de gás (prescritiva), permitindo que o governo concedesse o direito de uso, gratuito, do gás que seria queimado (económica) e exigindo relatórios sobre a perda de gás (informativa).

Avaliação da legislação e das instituições existentes

Alguns países podem já ter leis, regulamentos, normas ou outras políticas que abordem ou possam abordar a redução do metano no setor de petróleo e gás. No entanto, estes quadros regulamentares podem variar quanto ao tipo de instrumentos, normas e procedimentos jurídicos para lidar com as emissões de metano. Alguns países podem precisar de desenvolver novos regulamentos para lidar com as emissões de metano.

Nalguns países, os poderes inerentes para a proteção dos recursos nacionais e o seu uso benéfico podem ser particularmente amplos. Outras jurisdições podem precisar de disposições legais precisas que lhes confirmem poderes jurídicos para lidar com fontes específicas de emissões de metano. Alguns países podem testar políticas provisórias que sirvam de base para o desenvolvimento de um organismo jurídico para lidar com as emissões de metano do setor de petróleo e gás.



Estudo de caso: Como o Sri Lanka está a desenvolver o seu quadro regulamentar

O Sri Lanka é um exemplo de como um governo pode desenvolver a sua abordagem para regulamentar o desenvolvimento do setor de petróleo e gás e como está preparado para integrar a redução das emissões de metano no seu quadro regulamentar atual. A história da exploração de petróleo no Sri Lanka remonta à década de 1960. De 1960 a 1984, foram adquiridos volumes substanciais de dados de sísmica 2D e foram perfurados sete poços ao largo da costa noroeste. Os esforços de exploração foram retomados quando uma empresa de sísmica norueguesa desenvolveu dados de sísmica 2D de alta qualidade, em 2001 e 2005, na bacia de Mannar. Durante esse período, no entanto, era pouco claro se o Sri Lanka dispunha de qualquer regulamentação ou diretriz ambiental para operações petrolíferas. Em vez dessa regulamentação, o Governo do Sri Lanka (GOSL) certificou-se de que as operadoras utilizavam as melhores práticas em campos petrolíferos, analisando e aprovando os Procedimentos Operacionais Normalizados (POP) das operadoras.

Encorajado pelo resultado das operações acima mencionadas, o GOSL decidiu, entretanto, promulgar um novo quadro jurídico e regulamentar e adotar novas diretrizes para as operações petrolíferas. Como resultado, o Secretariado para o Desenvolvimento de Recursos Petrolíferos (PRDS, na sigla em inglês), criado pela Lei relativa ao Desenvolvimento de Recursos Petrolíferos (Petroleum Resources Act) n° 26 de 2003, publicou as diretrizes para os programas geofísicos, geológicos, ambientais e geotécnicos para as operações petrolíferas em 2008 e diretrizes para os programas de perfuração *offshore* em 2011.

Além disso, a Autoridade para Proteção Ambiental Marinha (Marine Environmental Protection Authority), a agência responsável pelo licenciamento ambiental das operações petrolíferas, publicou o Regulamento nº 1, de 2011 relativo à Exploração e Produção *Offshore* de Recursos Naturais, incluindo o Petróleo (Proteção do Ambiente Marinho). Ao abrigo desses regulamentos, foram realizados vários levantamentos de sísmica 2D e 3D *offshore* e foram perfurados quatro poços *offshore*, o que resultou em duas descobertas de gás. Em 2020, o Conselho de Ministros do Sri Lanka aprovou a sua Política Nacional de Gás Natural, para apoiar o processo de comercialização de gás natural.

O GOSL promulgou recentemente uma nova Lei relativa aos Recursos Petrolíferos, a Lei nº 21, de 2021 (Petroleum Resources Act No. 21 of 2021) e criou uma nova entidade para regular todas as operações de petróleo upstream no Sri Lanka, a Autoridade para o Desenvolvimento Petrolífero do Sri Lanka (Petroleum Development Authority of Sri Lanka - PDASL). A PDASL publicou diversos regulamentos para o estabelecimento de procedimentos para participação em programas de exploração, geração de dados e licenciamento. Além disso, espera-se que a PDASL formule novos regulamentos técnicos para as operações de petróleo upstream, incluindo nas áreas relacionadas com a saúde, segurança e ambiente, considerando a redução de emissões de metano e o aproveitamento do gás.

Os esforços subnacionais também desempenham um papel fundamental na gestão de emissões nalgumas jurisdições. Incluindo regulamentos em vários estados dos EUA, como a Califórnia, o Novo México e o Colorado, bem como em províncias canadianas, como Alberta e British Columbia. Além disso, iniciativas centradas no clima, como a rede C40 Cities e a Under2

Coalition, uniram entidades subnacionais de todo o mundo para abordar as emissões de metano.

Os procedimentos de aprovação de projetos podem ser essenciais para avaliar as opções de gestão de emissões de metano, bem como a viabilidade, os impactos e a mitigação. Algumas jurisdições exigem a análise das emissões de metano previstas antes da aprovação do projeto; por exemplo, como parte de uma Avaliação de Impacto Ambiental ou de um plano de gestão de GEE. A aprovação pode incluir condições para mitigar os impactos ambientais, incluindo a monitorização, os procedimentos operacionais ou os limites para as emissões de metano.

Envolvimento das partes interessadas

O envolvimento das partes interessadas dá às comunidades afetadas uma voz nas decisões e fundamenta o processo de tomada de decisão. Tal processo pode incluir um aviso público e uma oportunidade para fazer comentários, proporcionando, assim, transparência. O envolvimento eficaz das partes interessadas pode promover a aceitação.



Figura 3.2: Partes interessadas no regulamento para redução do metano.

Os grupos da sociedade civil e os organismos ambientais podem estar interessados nas emissões de metano, como parte de uma estratégia nacional ou subnacional de redução de GEE. Estes podem também procurar garantir que sejam tomadas medidas para assegurar que as comunidades carentes têm oportunidades de participação significativa e que as mesmas sejam protegidas nas decisões que as afetam.

O setor pode estar particularmente interessado nos custos e na margem de manobra para inovação à medida que são desenvolvidas novas tecnologias. Em muitos casos, o setor dispõe de informações vitais que os reguladores precisam para garantir que os regulamentos sejam exequíveis e práticos. Se as operadoras designarem um ponto de contacto, estas pessoas poderão ajudar a lidar com um evento de emissão posterior. As agências e as operadoras devem manter listas dos contactos dos representantes atualizadas, para garantir uma comunicação oportuna e ágil.

Os organismos governamentais que gerem os recursos naturais ou as finanças, ou que supervisionam as operadoras de petróleo e gás podem estar interessados no desperdício de gás natural resultante de práticas como a queima e a libertação.

Os organismos de energia podem estar particularmente interessados em garantir e expandir o acesso à energia.

Potenciar as medidas voluntárias do setor

Nalguns casos, os governantes e os reguladores podem potenciar as iniciativas existentes do setor para a redução do metano. Os países com menos recursos e menor capacidade inicial podem começar a sua jornada, em termos de políticas para redução do metano, trabalhando com o setor a fim de promover medidas voluntárias e obter informação sobre as opções relativas a políticas e às melhores práticas.

Esforços conjuntos do setor, como a iniciativa *Aiming for Zero Methane Emissions* (Objetivo de Zero Emissões de Metano) da Oil and Gas Climate Initiative (OGCI), introduzem diretrizes, normas e códigos normalizados para partilhar as melhores práticas e melhorar o desempenho do setor. Outros exemplos incluem:

- Parceria Ambiental.
- Princípios Orientadores para o Metano.
- Oil and Gas Climate Initiative (OGCI).
- Parceria de Petróleo e Gás Metano 2.0 (OGMP 2.0).

Dada o objetivo partilhado de redução de emissões globais de metano a curto prazo, muitos governos estão a analisar ativamente todas as ferramentas disponíveis para a redução do metano, voluntárias ou não, incorporando-as nos seus programas regulamentares. Os governos deverão considerar a possibilidade de que as escolhas de políticas tenham consequências não intencionais sobre as atividades voluntárias para a redução das emissões de metano.

Abordagens comuns nos regulamentos existentes

Nos últimos anos, muitos países implementaram regulamentos para a redução do metano que podem servir como exemplos práticos para outras jurisdições. Entre estes estão o Canadá, a Colômbia, o México, a Nigéria, a Noruega, os Estados Unidos e a União Europeia. Conforme acima referido, as jurisdições subnacionais também desenvolveram regulamentos sobre o metano nalguns países, incluindo Alberta (Canadá) e Califórnia, Colorado e Novo México (EUA). Tais exemplos também podem ser um bom ponto de partida para compreender que opções podem ser eficazes.

A maioria dos regulamentos atuais sobre o metano focam-se nas abordagens prescritivas ou informativas. Os regimes regulamentares existentes incluem, em geral, (1) requisitos de LDAR; (2) restrições para queima e libertação; e (3) normas para equipamentos e processos específicos. Estes aspetos serão discutidos em detalhe nos próximos capítulos. A eficácia destes e de outros regimes regulamentares é, por sua vez, apoiada por um inventário em desenvolvimento das emissões de metano (e de GEE) baseado num programa de monitorização, relatório e verificação (MRV). Os capítulos sobre os inventários e o MRV são apresentados a seguir à análise dos três regimes regulamentares.

4. Fontes de metano por segmento de mercado do setor de petróleo e gás

Os três segmentos da cadeia de valor do metano têm equipamentos, componentes e processos exclusivos. As medidas específicas para redução e os respectivos custos variam significativamente. Por exemplo, a queima está geralmente associada às atividades de produção *upstream* e é muito menos comum nos segmentos *midstream* e *downstream*. Por isso, a composição específica do setor de um determinado país pode orientar a definição de prioridades entre as diferentes opções de mitigação.



Estudo de caso: Adaptação dos sistemas de distribuição de gás (Bangladesh)

Para o Bangladesh, os segmentos de gás *midstream* e *downstream* são prioritários. Atualmente, o país está a modernizar seu sistema de distribuição de gás. O Bangladesh verificou a existência de muitas fugas de metano nas antigas condutas de distribuição de gás. Estas condutas foram construídas há décadas.

O gás natural foi descoberto em 1962 e, dois anos depois, foi criada a Titas Gas Transmission and Distribution Company (TGTDC). A TGTDC iniciou então a construção de uma rede de distribuição de gás. Ainda hoje, é a maior empresa de distribuição de gás, fornecendo mais de 50% do total de gás natural aos consumidores.

As fugas de gás natural da rede de distribuição vieram à tona quando o Bangladesh começou a importar GNL no final de 2018 para satisfazer a crescente procura de energia. O GNL é caro, assim como o eram as perdas desse GNL no sistema de gasodutos. a TGTDC decidiu modernizar o sistema, principalmente para obter eficiência energética e economia de custos.



Desde então, a TGTDCI preparou um projeto para substituir ou atualizar a sua antiga rede de gás nas áreas das cidades de Dacca e Narayanganj. Os serviços de rede da TGTDCI têm cerca de 2,8 milhões de consumidores residenciais.

A TGTDCI realizou um estudo de viabilidade para a construção ou substituição de cerca de 2750 quilômetros de gasodutos e modificação de 18 estações de gás natural. É importante destacar que o projeto incluirá o mapeamento de sistemas de informação geográfica (SIG), um sistema de supervisão e aquisição de dados (SCADA) e sistemas de identificação de defeitos na rede atualizada. Por fim, a TGTDCI integrará essa rede modernizada no sistema de automação do setor de energia.

Para o Bangladesh, o setor *downstream* é, assim, uma prioridade. E, embora a TGTDCI esteja a modernizar o seu sistema de gasodutos para obter eficiência operacional e melhorar as salvaguardas financeiras, a redução de fugas ajudará a atingir as metas climáticas, a preservar os recursos e a melhorar o ambiente local e a segurança pública.

Os quadros abaixo destacam as principais fontes de emissões de metano nos segmentos *upstream*, *midstream* e *downstream*. Descrevendo as fontes de emissões conhecidas, as principais opções de redução para lidar com as mesmas e as possíveis compensações.³³

Upstream

O segmento *upstream* consiste em poços de petróleo e gás (tanto onshore quanto offshore), instalações de separação de petróleo, instalações de processamento de gás e condutas de captura e de curta distância entre essas instalações.

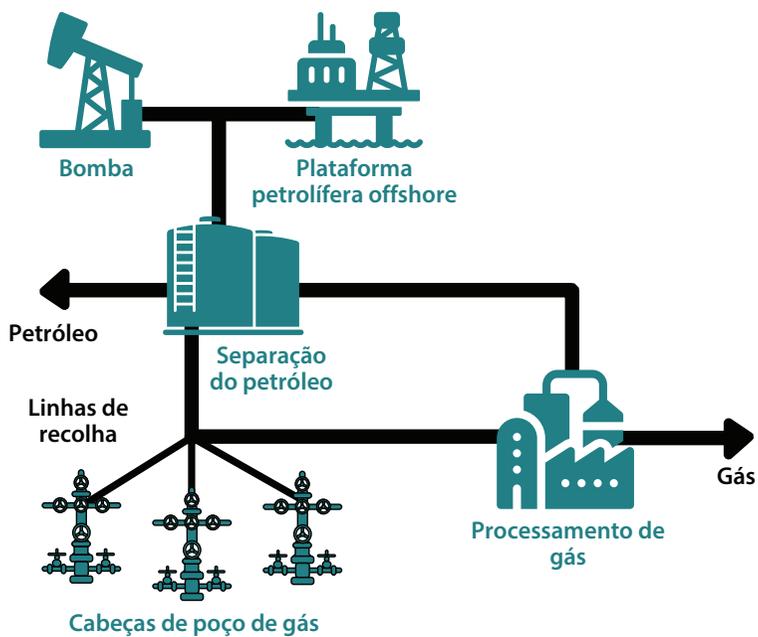


Figura 4.1: Ilustração da infraestrutura de petróleo e gás do segmento upstream.

Quadro 4.1: Fontes/oportunidades selecionadas de redução do metano no segmento upstream de petróleo e gás.

Controladores e bombas pneumáticas. Dispositivos que utilizam gás natural pressurizado para ações de controle de processos ou bombeamento de fluidos quando não há eletricidade disponível.

Opção de redução	Descrição	Considerações
Adaptações ou substituições de alta emissão. ³⁴	Substituir certos tipos de controladores de alta emissão por opções que libertam menos gás natural.	Nenhuma identificada.
Inspeção dos controladores de libertação intermitente. ³⁵	Verificar se os controladores de libertação intermitente não libertam gás fora dos períodos de atuação ativa.	Requer a existência de um programa de LDAR para emissões fugitivas.
Substituição por ar comprimido (pode substituir todo e qualquer sistema de alta emissão, emissão intermitente, baixa emissão e bombas). ³⁶	Substituir o gás natural pressurizado por ar comprimido.	Requer acesso a eletricidade ou a sua geração no local, que pode ser obtida por meio de energia solar.

Descarga manual de líquidos. Desvio temporário do poço para um local com menor pressão para remover a água acumulada.

Opção de redução	Descrição	Considerações
Equipa no local durante a operação de descarga. ³⁷	A operadora permanece no local até que a descarga seja concluída e o poço retorne à produção.	Nenhuma identificada.

Tanques de armazenamento de hidrocarbonetos. Emissões de gás associadas a atividades de queda de pressão e movimentação de líquidos nos tanques de armazenamento.³⁸

Opção de redução	Descrição	Considerações
Direcionamento para um dispositivo de controle, como uma tocha.	Queimar em vez de libertar o gás.	Selecionar as situações em que seria necessário um gás suplementar para queimar os vapores.
Direcionamento para um sistema de recuperação de vapor.	Captação de gás para venda ou uso benéfico no local.	Alguns projetos de tanques não são compatíveis com sistemas de recuperação de vapor; têm uma concepção inadequada para lidar com emissões.

Vedantes húmidos de compressores centrífugos. O metano fica retido em sistemas de vedação à base de óleo (húmidos) que precisam ser purgados para manter o funcionamento do compressor.

Opção de redução	Descrição	Considerações
Redirecionar o gás.	Captação de gás através da recuperação do vapor ou direcionamento para a sucção do compressor.	Converter para uma tecnologia de vedação a seco de mais baixa emissão.
Converter para uma tecnologia de vedação a seco de mais baixa emissão.	Substituir ou projetar o sistema de vedação com tecnologia de mais baixa emissão.	A conversão de alguns projetos de compressores mais antigos não é viável.

Midstream

O segmento *midstream* inclui a infraestrutura de transporte, como gasodutos de longa distância e as estações de compressão associadas, instalações de gás natural liquefeito e navios-tanque, bem como instalações de armazenamento.

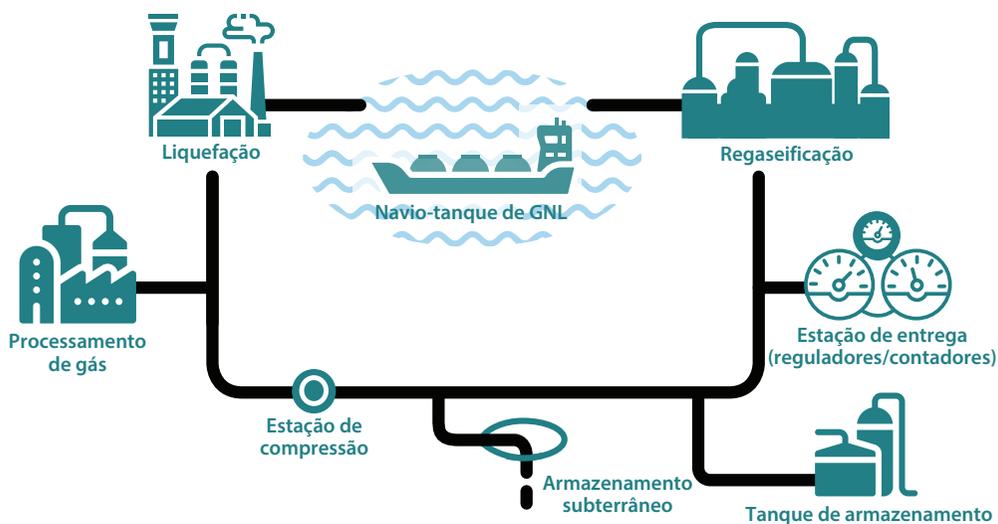


Figura 4.2: Infraestrutura de petróleo e gás do segmento midstream.

Quadro 4.2: Fontes/oportunidades selecionadas de redução do metano no segmento midstream de petróleo e gás.

Dispositivos pneumáticos. Dispositivos que utilizam gás pressurizado para ações de controlo de processos ou bombeamento de fluidos quando não há eletricidade disponível.

Opção de redução	Descrição	Considerações
Adaptações ou substituições de alta emissão. ³⁹	Substituição dos controladores de alta emissão por aqueles que libertam menos gás.	Nenhuma identificada.
Inspecção dos controladores de libertação intermitente. ⁴⁰	Verificar se os controladores de libertação intermitentes não libertam gás fora dos períodos de atuação ativa.	Requer a existência de um programa de LDAR para emissões fugitivas.
Substituição por ar comprimido (pode substituir todo e qualquer sistema de alta emissão, emissão intermitente, baixa emissão e bombas). ⁴¹	Substituir o gás pressurizado por ar comprimido.	Requer o acesso a eletricidade ou a geração da mesma no local, que pode ser obtida por meio de energia solar.

Tanques de armazenamento de hidrocarbonetos. Emissões de gás associadas a atividades de queda de pressão e movimentação de líquidos nos tanques de armazenamento.⁴²

Opção de redução	Descrição	Considerações
Direcionar para um dispositivo de controlo, como uma tocha.	Queimar o gás, em vez de o libertar.	Selecionar as situações em que seria necessário um gás suplementar para queimar os vapores.
Direcionar para um sistema de recuperação de vapor.	Captura de gás para venda ou uso benéfico no local.	Alguns projetos de tanques mais antigos não são compatíveis com os sistemas de recuperação de vapor.

Vedantes húmidos de compressores centrífugos. O metano fica retido em sistemas de vedação à base de óleo (húmidos) que precisam ser purgados para manter o funcionamento do compressor.

Opção de redução	Descrição	Considerações
Redirecionar o gás.	Captura de gás através da recuperação de vapor ou direcionamento para a sucção do compressor.	São necessários estudos de projeto de engenharia para garantir uma operação segura.
Converter para uma tecnologia de vedação a seco de mais baixa emissão.	Substituir ou projetar o sistema de vedação com tecnologia de mais baixa emissão.	A conversão de alguns projetos de compressores mais antigos não é viável. ⁴³

Compressores alternativos - libertação do vedante da haste. Em geral, as emissões do vedante da haste não ocorrem em redor dos anéis, mas através da junta de vedação em volta da caixa do vedante, entre os copos do vedante e entre os anéis e o eixo. À medida que os anéis se desgastam, ou se o encaixe entre os anéis de vedação e a haste estiverem muito frouxos, poderá escapar mais gás.

Opção de redução	Descrição	Considerações
Substituição do vedante da haste com base num período fixo predeterminado ou horas de funcionamento.	Substituição do vedante da haste do compressor alternativo a cada 26 000 horas ou a cada 36 meses.	O agendamento do tempo de inatividade garante que a estação cumpra os requisitos de fiabilidade e procura, especialmente se estiver ligada a uma empresa de serviços públicos ou a uma infraestrutura crítica.
Captura, queima ou controlo do gás libertado.	Direcionamento da libertação do vedante para um sistema de captura para uso benéfico ou direcionamento para queima, para obter uma redução de, pelo menos, 95% nas emissões de metano.	Agendamento do tempo de inatividade, conforme descrito acima, possíveis restrições de espaço e possíveis interrupções nos sistemas associados.
Monitorização baseada nas condições.	Utilizar dados de monitorização contínua ou de teste para identificar emissões e desenvolver um programa de manutenção preditiva.	Custos iniciais; configuração inicial dos sensores e do respetivo software e curva de aprendizagem de um novo sistema.

Purgas de condutas de transmissão entre estações de compressão. As purgas são a libertação de gás de uma conduta, que causa uma redução na pressão ou a completa despressurização do sistema. Estas são, em geral, necessárias para manutenção.

Opção de redução	Descrição	Considerações
Captura de gás libertado. ⁴⁴	Direcionar o gás para um compressor ou sistema de captura para um uso benéfico, direcionar para a tocha ou aproveitamento das ligações existentes entre os sistemas de alta e baixa pressão. ⁴⁵	Planeamento extensivo e coordenação com o Controlo do Gás para minimizar o tempo de inatividade; algumas oportunidades de direcionamento podem não estar disponíveis por questões de segurança; instalação de novas infraestruturas através de picagem sobre conduta em carga (hot tapping), aumentando os pontos de fuga e a necessidade de manutenção.

Estações de compressores, medidores de transmissão e estações reguladoras ou instalações à superfície. Gás fugitivo e libertado associado a instalações à superfície.

Opção de redução	Descrição	Considerações
LDAR periódico; reformular os sistemas de libertação ou de purga de emergência para simular ou redirecionar o gás para o sistema durante os testes; instalar monitorização contínua.	Realizar programas de inspeção e manutenção de rotina ou programas LDAR a intervalos definidos; instalar monitorização contínua em estações de compressores e incorporar a capacidade de não libertar gás durante os testes de segurança dos sistemas de purga de emergência.	A reformulação dos sistemas de purga de emergência pode exigir muito capital e interromper outras operações; a viabilidade económica dos sistemas de monitorização contínua depende do baixo risco de eventos de emissão em grande escala; a integração de novas infraestruturas terá custos iniciais e uma manutenção contínua.

Motores ou outros dispositivos de combustão no local (p. ex., tochas). A combustão incompleta permite que o metano se transforme em gás de combustão na atmosfera.

Opção de redução	Descrição	Considerações
Programas de ajuste e manutenção periódicos; sistemas de otimização da monitorização e do controlo de processos.	Programas de manutenção periódica para garantir que o motor ou dispositivo de combustão funcionam conforme projetado e de acordo com as especificações; instalação de sistemas de monitorização e controlo para otimizar a eficiência da combustão.	Novas competências para aprender a ajustar e manter adequadamente o equipamento para obter eficiência de combustão ou aprender novos sistemas de monitorização e controlo de processos.

Condutas. As condutas podem apresentar fugas devido a falhas de integridade causadas pela corrosão e por danos não intencionais causados por eventos climáticos (p. ex., deslizamentos de terras) ou por terceiros (escavações).

Opção de redução	Descrição	Considerações
Programa de integridade de condutas; programas LDAR; sistemas de monitorização contínua.	Programas de integridade de condutas com inspeção interna e externa; inspeções LDAR periódicas (aéreas e terrestres); instalação de monitorização contínua, ao longo das rotas das condutas.	Os programas de integridade exigem diligência e experiência na avaliação e no tratamento de ameaças identificadas com boas ferramentas de gestão de dados; poderá ser necessário nova formação e novas competências.

Downstream

O segmento de gás *downstream* consiste principalmente de redes de distribuição destinadas aos consumidores finais, sejam residenciais, comerciais ou industriais.

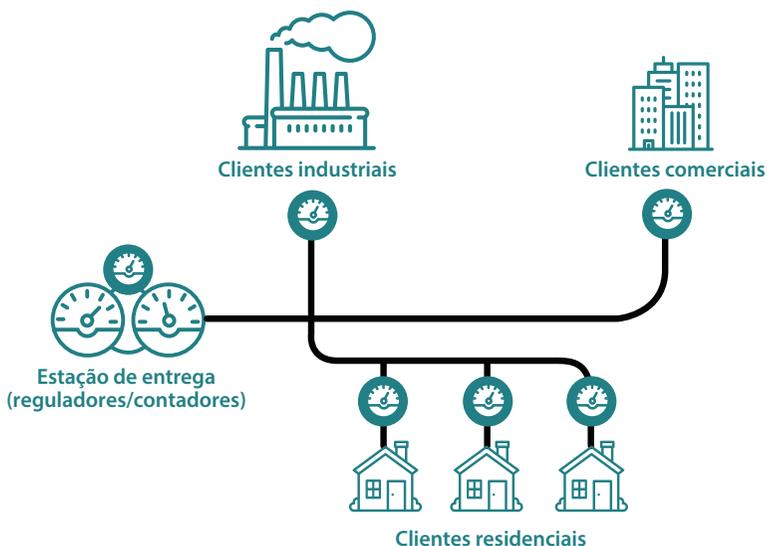


Figura 4.3: Ilustração de infraestrutura do segmento de gás downstream.

Condutas (redes e serviços). As condutas de distribuição podem apresentar fugas devido a falhas de integridade (geralmente devido à corrosão do aço nas juntas de ferro fundido e fissuras em materiais plásticos sem grande qualidade) ou danos acidentais causados por escavações de terceiros.

Quadro 4.3: Fontes / oportunidades selecionadas de redução do metano no segmento downstream de gás.

Opção de redução	Descrição	Considerações
Programas de integridade de condutas.	<p>Programas de gestão da integridade da distribuição para identificar ameaças e monitorizar o desempenho contínuo.</p> <p>Utilização de levantamentos aéreos e móveis e de tecnologias de monitorização contínua de deteção pontual.</p> <p>Priorizar a reparação das fugas maiores.</p> <p>Acelerar a substituição de sistemas de condutas propensas a fugas.</p>	<p>A reabilitação e a substituição de condutas podem levar anos e exigir um capital inicial significativo.</p> <p>Demonstrar reduções exigirá alternativas aos métodos tradicionais de fatores de emissão, novos métodos para associar as emissões a fugas reais e a sua duração antes da reparação.</p> <p>A elaboração de curvas de custo-benefício ou de custo marginal de redução é fundamental para garantir que o LDAR aperfeiçoado seja priorizado para obter o máximo impacto.</p>
Programas LDAR aperfeiçoados.	<p>Os programas de LDAR aperfeiçoados aumentam as inspeções em áreas de baixo desempenho.</p> <p>Usar a análise de árvore de decisão para identificar as fugas mais significativas.</p>	<p>Custos operacionais e de capital.</p> <p>A elaboração de curvas de custo-benefício ou de custo marginal de redução é fundamental para garantir que o LDAR aperfeiçoado seja priorizado para obter o máximo impacto.</p>

Opção de redução	Descrição	Considerações
Programas de prevenção de danos (p. ex., <i>Call Before You Dig</i> [Ligar antes de escavar] - 811).	Estes programas reduzem o risco de rompimento das condutas causado por atividades de escavação, mantendo um sistema de fácil acesso para que os empreiteiros obtenham informações sobre a localização das condutas antes de escavarem.	Pode ser difícil obter os dados dos SIG sobre as localizações das condutas. É necessário criar a base de dados de informações. Tempo e custo para a sensibilização do público para o programa.

Contadores dos clientes. Emissões fugitivas de componentes com fugas (p. ex., encaixes com folgas) ou libertação a partir de reguladores de pressão. Os contadores comerciais e industriais podem ter dispositivos pneumáticos e um maior potencial de emissão, pois operam em pressões mais altas do que os contadores residenciais.

Opção de redução	Descrição	Considerações
Deteção aperfeiçoada de fugas e reparações aceleradas.	Aperfeiçoar a deteção de fugas através de levantamentos aéreos e móveis e da instalação de deteção pontual, onde a análise de dados possa ser utilizada para encontrar fugas. Acelerar ou priorizar a reparação com base em fugas de sistemas de alta pressão (se não constituir um problema de segurança).	Restrições de financiamento e de capacidade humana. Tal como com as condutas, existe a necessidade de passar dos fatores tradicionais de emissão para métodos baseados em fugas para demonstrar reduções e desenvolver perfis de emissão mais precisos.

Opção de redução	Descrição	Desafios de implementação conhecidos
Instalação de redes de contadores avançadas.	As redes de contadores avançadas podem usar a analítica de dados, do contador do cliente, para identificar fugas através de anomalias nas taxas de consumo por hora.	Custos operacionais e de capital. Custos de formação e de integração na infraestrutura de TI.
Reformulação do contador para reduzir os pontos de fuga.	A reformulação dos medidores pode envolver a troca de contadores de deslocamento por contadores sónicos para uso residencial ou a eliminação de pontos de fuga, se possível.	Custos operacionais e de capital.

5. Detecção e reparação de fugas (LDAR)

Pontos principais

- Os programas de LDAR são concebidos para identificar e corrigir emissões não intencionais ou fugitivas dos equipamentos.
- Os requisitos de LDAR podem ser implementados sem necessidade de dados minuciosos ou medições específicas do nível de emissões fugitivas.
- As principais características de concepção para os regulamentos de LDAR são as seguintes:
 - Âmbito das instalações a serem inspecionadas.
 - Tecnologias de deteção a utilizar e definição do limite de deteção.
 - Frequência das inspeções.
 - Requisitos de reparação, incluindo prazos.
 - Relatórios, manutenção de registos e certificação.
- O regulamento federal de LDAR do Canadá é apresentado como exemplo dessas características de design.

Emissões fugitivas, ou fugas, são perdas não intencionais de metano. As fugas ocorrem geralmente em vários pontos de ligação, como válvulas, ao longo da cadeia de valor. Embora as emissões de uma fuga específica possam não ser significativas, as taxas coletivas de emissão de metano de emissões fugitivas estão entre as maiores fontes de emissões do setor de petróleo e gás.

Os programas de LDAR envolvem inspeções periódicas no local por pessoal qualificado. Se forem detetadas fugas, a operadora está obrigada a reparar essas fugas dentro de um prazo especificado. Além disso, as operadoras estão geralmente obrigadas a documentar o processo de LDAR e a apresentar relatórios regulares ao governo.

Os programas de LDAR não exigem dados robustos da emissão de metano para funcionarem. As operadoras podem começar a realizar inspeções para deteção de fugas e a proceder à sua

reparação, o que leva a reduções de metano, mesmo antes da recolha de dados minuciosos. No entanto, os dados compilados pelas operadoras durante os programas de LDAR, como o tipo e a frequência de certas fugas, podem constituir informações valiosas para ajudar a fundamentar ações futuras.

Características dos regulamentos de LDAR



Figura 5.1: Características dos regulamentos de LDAR.

Várias considerações de concepção determinam a eficácia dos programas de LDAR:

Âmbito das instalações inspecionadas. Os requisitos de LDAR podem especificar que instalações terão de ser inspecionadas. As exclusões podem basear-se na dimensão, capacidade ou outras características. Por exemplo, as instalações mais pequenas podem ser excluídas ou ter requisitos diferentes. A frequência das inspeções pode ser menor para instalações muito remotas. Os programas de LDAR podem incluir exceções para

componentes considerados não seguros para monitorização.

As fugas podem ocorrer em todos os tipos de instalações, sejam grandes ou pequenas. Um programa focado num subconjunto de fontes de emissão pode corrigir menos fugas, mas ser mais económico e eficaz. Se um regulamento abranger apenas um subconjunto de fontes, é essencial que abranja as fontes mais propensas a fugas.

Tecnologia de deteção e limiar de deteção. Os regulamentos de LDAR podem exigir métodos ou tecnologias específicas para inspecionar a fonte. Estes incluem, entre outros, inspeções auditivas, visuais e olfativas (AVO), vários instrumentos de monitorização portáteis, como farejadores para o Método 21 desenvolvido pela EPA (Agência de Proteção Ambiental dos EUA) e câmaras de imagiologia ótica de gases (OGI). Para instrumentos e câmaras de OGI, os regulamentos podem especificar requisitos operacionais e de calibração para o dispositivo. Estes requisitos podem incluir um limiar de deteção específico para a dimensão de uma fuga que o instrumento pode detetar. No entanto, os regulamentos de LDAR podem não exigir necessariamente a quantificação de fugas específicas, além de determinar se estão acima do limiar de deteção.

As inspeções AVO são económicas, dado que são combinadas com outras tarefas de rotina nas instalações e não exigem equipamentos especiais. No entanto, a sua eficácia na deteção de fugas é melhor em locais com equipamentos simples (como cabeças de poço) e baixos níveis de ruído. As câmaras de OGI, cujo funcionamento e utilização exigem formação especializada são mais eficazes na identificação de fugas.

Há um debate contínuo sobre como garantir que os regulamentos de LDAR incentivem a inovação e o desenvolvimento de tecnologias avançadas, como levantamentos aéreos com aviões ou drones, satélites e monitorização contínua. Algumas jurisdições criaram processos para as operadoras requererem a utilização de uma abordagem alternativa, desde que provem que pode atingir, pelo menos, o mesmo nível de redução de

emissões, que as tecnologias de detecção especificadas no regulamento. Outras opções possíveis são o desenvolvimento de uma estrutura comum para avaliar a equivalência das tecnologias de monitorização emergentes na identificação das reduções de emissões.

Dado o número de diferentes opções de detecção e o facto de que a tecnologia está a avançar rapidamente, algumas agências reguladoras optaram por incorporar as abordagens de outras jurisdições nos seus regulamentos. Por exemplo, muitas jurisdições já fazem referência à norma para os instrumentos de detecção estabelecida pela Agência de Proteção Ambiental dos EUA (U.S. Environmental Protection Agency, EPA) - Método 21. Outros detalhes sobre estas tecnologias encontram-se no *Capítulo 8: Inventários* e no *Capítulo 9: Monitorização*.

Frequência das inspeções. A frequência das inspeções (anual, trimestral, etc.) influencia o potencial de redução de emissões de um programa de LDAR. Inspeções mais frequentes levam à detecção e reparação de fugas mais rapidamente, mas com custos adicionais. A dada altura, inspeções adicionais podem atingir um ponto de retorno decrescente. Uma fonte de orientação sobre a frequência das inspeções e medições é a MiQ, que fornece uma norma de certificação de emissões de metano.⁴⁶

Requisitos de reparação. Os regulamentos de LDAR podem exigir que as empresas reparem qualquer fuga identificada durante as inspeções periódicas. O regulamento pode estabelecer um prazo específico para essas reparações, p. ex., 30 dias. Pode ser necessário um prazo mais longo para reparações complexas. Um prazo de reparação mais curto garante que as fugas sejam reparadas mais rapidamente, mas pode ter implicações operacionais para as instalações. Alguns regulamentos determinam que, se uma reparação puder ser feita sem encerrar as instalações, aquelas terão de ser realizadas num prazo curto, p. ex., 30 dias, mas permitem um prazo mais longo para reparações que exijam uma paragem total.

Relatórios, certificação e auditoria. Os regulamentos de LDAR podem exigir que as empresas mantenham registros das suas inspeções de detecção de fugas, fugas detetadas e ações de reparação. Isso pode ser feito por meio de modelos específicos ou de uma ferramenta de relatório online. Estes relatórios podem incluir:

- data da inspeção.
- tipo de instrumento de detecção.
- detalhes sobre a fonte inspecionada (localização, tipo de instalação).
- informações sobre qualquer fuga detetada (tipo de componente, tipo de serviço etc.).
- medidas tomadas em relação às reparações, incluindo as datas.
- o resultado das reparações, incluindo inspeções de seguimento.

Alguns regulamentos exigem que os relatórios de LDAR sejam certificados ou auditados por terceiros. Esta prática pode ajudar o regulador a garantir que os relatórios sejam completos e precisos, mas também pode impor ónus administrativos adicionais às operadoras.

Exemplo: Requisito federal de LDAR do Canadá

Em 2018, o governo federal canadiano estabeleceu um requisito nacional de LDAR que inclui muitas das características mencionadas acima.⁴⁷

Âmbito das instalações inspecionadas. O regulamento do Canadá aplica-se apenas a instalações de grande porte, abrangendo geralmente todas as instalações de petróleo e gás no segmento *upstream*, incluindo plataformas de perfuração e estações de compressão, que produzem ou manuseiam mais de 60 000 m³

de gás natural anualmente.⁴⁸ A secção 28(1) do regulamento também exclui explicitamente certos equipamentos do requisito de LDAR:

Secção 28 (1) As secções 29 a 36 não se aplicam em relação a:

- *(a) um componente do equipamento utilizado numa cabeça de poço, num local onde não haja outra cabeça de poço ou equipamento, exceto condutas de captura ou um medidor ligado à cabeça do poço;*
- *(b) um par de válvulas de isolamento numa conduta, se nenhum outro equipamento estiver localizado no segmento da conduta que possa ser isolado pelo fecho das válvulas; e*
- *(c) um componente do equipamento utilizado em instalações de petróleo e gás no segmento upstream, cuja inspeção representaria um sério risco para a saúde ou para a segurança humana.*

Ao especificar as instalações, equipamentos ou circunstâncias isentas, os regulamentos do Canadá focalizam as inspeções nas fontes de fugas, que são mais importantes para atingir reduções significativas. Por exemplo, como as fugas costumam ocorrer a partir de componentes ou equipamentos numa instalação, locais que possuam apenas cabeças de poço com poucos componentes e nenhum outro equipamento (como tanques de armazenamento, compressores, etc.) estão isentos devido à menor probabilidade de fugas. Da mesma forma, as válvulas de isolamento em condutas estão isentas na secção (b) porque o potencial de emissões desses componentes nestas instalações é baixo. A terceira isenção na secção (c) abrange qualquer situação em que a inspeção possa representar um risco para a saúde ou segurança humana, sendo, no entanto, menos claros quanto à sua aplicação. As isenções podem reduzir o ónus das operadoras, mas podem levar a falhas na deteção de emissões de emissores significativos de metano e aumentar o ónus do regulador na avaliação dos pedidos de isenção.

Tecnologias e limiar de deteção. O Canadá exige inspeções baseadas em instrumentos. Especificando dois instrumentos

que podem ser utilizados: (1) instrumentos de monitorização portáteis, que cumpram determinadas especificações de funcionamento e de calibração e (2) instrumentos de OGI capazes de cumprir os requisitos específicos de deteção. A Secção 30(2) estabelece que um instrumento de monitorização portátil terá de estar conforme com o Método 21 da EPA na sua especificação, aplicação e calibração. Para as câmaras de OGI, o regulamento estabelece um limiar de concentração de “no máximo 500 ppm [por volume] e um fluxo de fuga de, pelo menos, 60 [gramas/hora] com origem num orifício com 0,635 centímetros de diâmetro”. Inclui também requisitos relativos à distância de visualização.⁴⁹

A exigência do uso destes instrumentos pode acarretar custos de formação e equipamento, mas pode detetar fugas que os métodos AVO não detetariam. Ao fazer referência às especificações em vigor de outro regulador, o regulamento canadiano evita a necessidade de desenvolver uma norma técnica detalhada, ao mesmo tempo que garante consistência para as operadoras, que têm de cumprir as mesmas especificações nas suas jurisdições.

O regulamento canadiano permite que as operadoras estabeleçam um programa de LDAR alternativo, desde que “resulte, no máximo, na mesma quantidade de emissões fugitivas que resultariam de” um programa de LDAR em conformidade com o regulamento.⁵⁰ O regulamento também estabelece que um programa alternativo terá de ter os seguintes elementos:

- (a) *inspeção de fugas;*
- (b) *operação, manutenção e calibração dos instrumentos de deteção de fugas, se aplicável; e*
- (c) *reparação das fugas identificadas.*⁵¹

Esta flexibilidade permite que uma operadora utilize um instrumento que não esteja diretamente enumerado nos regulamentos ou faça inspeções com uma frequência diferente. A utilização de um programa alternativo coloca sobre a operadora o ónus de demonstrar a eficácia do programa com

documentos de suporte que terão de ser enviados ao regulador.

Frequência das inspeções. O regulamento do Canadá especifica o prazo para as inspeções iniciais e subsequentes:

30(3) O prazo para as inspeções é o seguinte:

(a) para a primeira inspeção, a 1 de maio de 2020 ou em data anterior, ou até 60 dias após o início da produção na instalação, consoante o que ocorra por último; e

(b) para as inspeções subsequentes, pelo menos três vezes por ano e decorridos, no mínimo, 60 dias após a inspeção anterior.

Por exemplo, uma nova instalação estaria obrigada a realizar uma inspeção LDAR no prazo de 60 dias após o primeiro dia de produção e, em seguida, pelo menos três vezes por ano em cada instalação, com um intervalo mínimo de 60 dias entre as inspeções. Esta frequência permite que as operadoras determinem o melhor cronograma de inspeção, em várias instalações, dentro dos limites do regulamento.

Requisitos de reparação. O regulamento do Canadá exige que as fugas identificadas sejam reparadas. O prazo para a reparação varia de acordo com a facilidade de realização da reparação. Quando a reparação puder ser feita enquanto o componente estiver em funcionamento, a operadora terá de realizar a reparação dentro de 30 dias:

32 (1) uma fuga detetada num componente do equipamento, seja em resultado de uma inspeção ou de outra forma, tem de ser reparada.

(a) se a reparação puder ser realizada enquanto o componente do equipamento estiver em funcionamento, no prazo de 30 dias da data em que foi detetada.

Porém, se a reparação exigir uma paragem, poderá ser realizada durante a próxima paragem programada:

32(1) (continuação)

(b) em qualquer outro caso, será feita dentro do período anterior ao final da próxima paragem programada, a menos que esse

período seja prorrogado nos termos da secção 33.

O regulamento especifica ainda, que o prazo para a realização da paragem programada seguinte se baseia na dimensão relativa da fuga, em comparação com as emissões que ocorreriam no processo de reparação:

(2) a paragem programada seguinte tem de ser agendada até a data em que o volume estimado de hidrocarbonetos gasosos, expresso em m³ padrão, que, a partir do dia em que a fuga for detetada, seria, se a reparação não fosse feita, emitido pelo componente do equipamento com fuga em causa e por todos os outros componentes do equipamento, que também apresentarem fuga, a partir desse dia, for igual ao volume de hidrocarbonetos gasosos, expresso em m³ padrão, que seria emitido devido à purga dos hidrocarbonetos gasosos pelos componentes do equipamento a reparar.

Por outras palavras, uma vez que a paragem e a reparação dos componentes podem exigir a libertação do gás contido no componente, a reparação tem de ser agendada antes de as emissões acumuladas da fuga ultrapassarem as emissões que se prevê que a paragem causaria.⁵² Esta abordagem dá flexibilidade às empresas para agendar a reparação, ao mesmo tempo que estabelece limites para garantir que a fuga não continue indefinidamente.

Relatórios, certificação e auditoria. O regulamento canadiano exige que as operadoras criem e mantenham registos e documentos de suporte, incluindo:

- cada calibração dos instrumentos de inspeção.
- data das inspeções.
- o tipo e a localização do equipamento com as coordenadas de GPS.
- O tipo de instrumento utilizado.
- No caso da OGI, as imagens registadas com indicações incorporadas de data e hora.

→ fugas identificadas e a documentação das medidas tomadas para reparar as fugas.⁵³

O Canadá exige que tais registos sejam criados no prazo de 30 dias após a disponibilização das informações e que sejam mantidos por cinco anos.⁵⁴ O regulamento exige que os mesmos sejam enviados no prazo de 60 dias da sua solicitação.⁵⁵ Esta abordagem reduz a constante peso administrativo do regulador, de receber e analisar os relatórios, ao mesmo tempo que fornece um mecanismo que permite aos funcionários governamentais obter informações para análise, conforme seja necessário. O não cumprimento das disposições referentes ao relatório ou de outras disposições deste regulamento pode sujeitar a operadora a sanções financeiras.

Para obter mais informações sobre os mecanismos de conformidade, consulte o *Capítulo 10: Garantia de conformidade*.

6. Queima e libertação

Pontos principais

- A abordagem da queima e da libertação de gás natural é uma das principais formas de os reguladores reduzirem as emissões de metano do setor de petróleo e gás.
- As tecnologias para reduzir ou eliminar a queima e a libertação de rotina são bem conhecidas e, com a infraestrutura adequada, podem ser implementadas.
- Vários países aprovaram regulamentos para reduzir a queima e a libertação. Estes regulamentos incluem geralmente várias características importantes, que este capítulo aborda de forma mais detalhada.
- A Colômbia e o Cazaquistão promulgaram recentemente novos regulamentos para reduzir a queima e a libertação. Esta secção analisa os textos dos seus respetivos regulamentos como exemplos de como outros reguladores podem elaborar os seus regulamentos de queima e libertação.

Queima é a queima de gás natural controlada por motivos operacionais, de segurança ou económicos. **Libertação** é a libertação intencional de gás natural na atmosfera. Da perspetiva da emissão de gases com efeito de estufa, a queima é melhor do que a libertação, porque transforma o metano em dióxido de carbono em vez de libertar diretamente na atmosfera o gás metano, que tem um potencial de aquecimento global mais elevado.

Este capítulo foca-se nos casos em que o gás natural é queimado ou libertado intencionalmente por motivos operacionais, de segurança ou económicos. De notar que a libertação proveniente funcionamento normal de equipamentos, da manutenção ou de outros processos é abordada na secção das normas dos equipamentos do *Capítulo 7: Normas para os equipamentos e processo*

A queima e a libertação são desperdícios de recursos energéticos e fontes de emissões de gases com efeito de estufa no setor de

petróleo e gás. Estas também contribuem para os níveis de poluição do ar local. O gás queimado liberta CO₂, carbono negro (fuligem) e uma certa quantidade de metano não queimado. Mesmo as tochas com melhor desempenho não atingem 100% de eficiência na destruição (algumas estimativas chegam aos 98%; a AIE estima que a eficiência típica de destruição seja de 92%) e muitas atingem eficiências significativamente mais baixas.

Características dos regulamentos para queima e libertação

As restrições à queima e libertação são relativamente comuns. Recentemente, algumas jurisdições tomaram medidas para ampliar ou aperfeiçoar as leis destinadas a reduzir a queima e a libertação, incluindo a Colômbia, a Nigéria e o Cazaquistão. Outras aprovaram regulamentos para proibir, em grande parte, a queima de rotina, incluindo os Países Baixos, a Noruega e o estado do Novo México, nos EUA.

Os reguladores têm opções regulamentares testadas e comprovadas para reduzir ou evitar a queima ou a libertação de rotina, principalmente para o gás associado à produção de petróleo. Estes incluem:

Quando é necessário o licenciamento. Algumas jurisdições exigem que as operadoras obtenham uma licença ou autorização para a queima. Caso ocorra um acontecimento imprevisto, o regulamento pode exigir que as operadoras apresentem um relatório após a ocorrência. A exigência de uma licença proporciona uma oportunidade para a jurisdição recolher informações sobre a queima e a libertação em curso, o que pode ajudá-la a compreender os níveis gerais de emissões. Os custos de conformidade com os limites de queima podem ser considerados no processo de aprovação da licença.

Exceções às proibições de queima e libertação. A queima de gás geralmente é permitida por motivos de segurança ou para

proteger a saúde humana. Alguns países permitem exceções às proibições de queima quando a queima seria economicamente injustificada, teria um custo proibitivo ou quando o custo do aproveitamento do gás é superior ao valor recebido. Algumas jurisdições estabeleceram que a falta de infraestruturas de gasodutos disponíveis não justifica a queima. Ao decidir que exceções permitir, os governos podem pesar os custos para o setor em relação à redução das emissões e de evitar o desperdício de gás natural. O impacto sobre as receitas do petróleo também é um fator que pode ser tido em consideração.

Redução da queima de gás ao longo do tempo. A Parceria Global para a Redução da Queima de Gás (World Bank Global Gas Flare Reduction Partnership, GGFR)⁵⁶ do Banco Mundial obtém compromissos globais de governos e empresas para acabar com a queima de rotina de gás. Alguns países e empresas aderiram à iniciativa Zero Queima de Rotina até 2030.⁵⁷ Alguns países incluíram essa meta ou uma data anterior, como 2025, nos seus regulamentos.

Eficiência da queima. Nem todo o gás natural será totalmente queimado. Algumas tochas podem não funcionar adequadamente e operar com menos eficiência do que os padrões do setor.⁵⁸ Algumas chamas de queima (também chamadas chamas-piloto ou luzes-piloto) podem apagar-se, o que resulta na libertação de metano. Melhorar a eficiência da queima é uma importante área de investigação e de desenvolvimento de tecnologias para a redução de emissões.⁵⁹

Alguns países têm regulamentos que estabelecem normas de projeto ou envoltórios operacionais para os equipamentos, a fim de garantir níveis mínimos de eficiência de destruição para as queimas.⁶⁰

Royalties, sanções e outros incentivos económicos. Os regulamentos para a queima e libertação podem incluir um elemento prescritivo, como uma proibição ou a exigência de licença e um elemento económico, como a cobrança de royalties. A queima é comparativamente fácil de medir e aferir (*consultar*

o Capítulo 9: Monitorização); pelo que, os incentivos económicos são mais viáveis para a queima do que para as emissões fugitivas (ou libertação). Um royalty ou imposto sobre a queima de gases pode constituir um incentivo monetário para que as empresas reduzam a queima. Tais encargos podem ser impostos sobre todos os volumes queimados ou sobre os volumes acima de um limiar. O impacto dessas medidas pode ser afetado pela taxa dos royalties, infraestrutura, preços do gás e procura.

Medições e relatórios. Muitos governos exigem que as operadoras comuniquem os volumes de gás queimado ou libertado. Nalguns casos, é necessária a medição direta dos volumes queimados, enquanto noutros, os valores são estimados com base na proporção de gás para petróleo e nos volumes de produção de petróleo.

Incentivos para aumentar o aproveitamento do gás. Alguns países desenvolveram incentivos para ajudar a criar um mercado interno, ou outras oportunidades de aproveitamento potencial para o gás que, de outra forma, seria queimado. Alguns países exigem que as operadoras elaborem planos para o aproveitamento do gás e oferecem investimentos diretos em infraestruturas para o aproveitamento do gás ou outros incentivos para promover o aproveitamento. Um projeto recente em Angola redireciona o gás, que seria queimado, para exportações de GNL.⁶¹

Exemplo: Restrições à queima e libertação de gás na Colômbia

A Colômbia reduziu significativamente a queima de gás através de regulamentos e dos esforços da sua empresa nacional, a Ecopetrol. Entre 2012 e 2022, os volumes absolutos de queima de gás na Colômbia foram reduzidos em 75%, enquanto a produção diminuiu cerca de 20%. Nesse mesmo período, a intensidade da queima (metros cúbicos de gás queimado, por barril de petróleo

produzido) diminuiu cerca de 65%, tornando a Colômbia um dos países com melhor desempenho na redução da queima em todo o mundo, em conjunto com a Noruega, o Canadá e o Brasil.

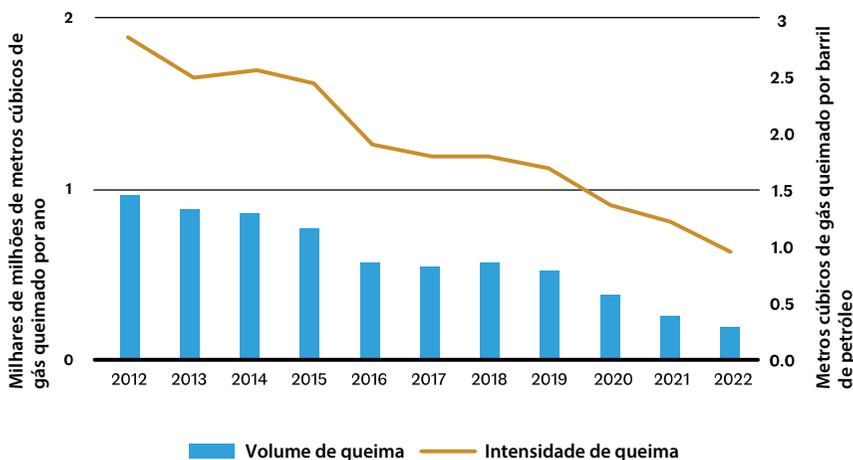


Figura 6.1: Volumes e intensidade da queima de gás na Colômbia, 2012-2022.⁶²

Os regulamentos relacionados com o gás natural associado na Colômbia incluem:

- Aplicação das medidas de queima e libertação pelos reguladores, a Agência Nacional de Hidrocarbonetos (ANH) e o Ministério das Minas e Energia (MME).
- Pagamentos feitos pelas operadoras ao governo pela queima e libertação.
- Promoção de um mercado interno de gás competitivo através do acesso aberto e não discriminatório às infraestruturas de gás.

A histórica Resolução 40 066 da Colômbia, aprovada em 2022, estabelece:

- A libertação de gás é proibida tanto na exploração quanto na produção, com exceções em situações de emergência ou manutenção.

- Toda a queima requer autorização prévia do regulador, que terá de ser incluída numa licença anual.
- Em geral, a queima não é permitida, com exceções limitadas, incluindo por motivos de segurança, manutenção programada e falta viabilidade económica.
- A queima devido a acontecimentos imprevistos deve ser estimada antecipadamente, com base no ano anterior, e está sujeita a uma eliminação gradual ao longo de cinco anos.
- As operadoras terão de pagar royalties sobre o gás queimado, libertado ou desperdiçado, salvo quando a licença o permita.⁶³

A Resolução 40 066 aborda os principais aspetos dos regulamentos de libertação e queima:

Quando é necessária a licença. A Resolução 40 066 proíbe a libertação intencional de gás associado e exige a captura para o aproveitamento ou o redirecionamento para uma tocha quando as condições técnicas ou económicas impeçam o seu aproveitamento. Esta disposição inclui exceções limitadas sem autorização prévia. A operadora está obrigada a informar o regulador no prazo de 24 horas após o evento de emissões.

A Resolução 40 066 proíbe às operadoras queimar gás natural sem uma autorização e licença de queima emitida pela ANH. É necessária uma licença anual.

Para obter a licença anual para a queima de gás, as operadoras terão de enviar um pedido, pelo menos, 30 dias antes do início das operações ou do termo do prazo da licença atual, com informações sobre os níveis de queima esperados, razões, justificação e informações de suporte. Para queimar gás, por não ser economicamente viável, a operadora tem de demonstrar que o gás associado não pode ser comercializado.

O Artigo 18 estabelece o que a operadora tem de apresentar para obter uma licença anual:

[*Excerto do Artigo 18:*]

1. *causa e justificação para a queima de gás natural.*
2. *o volume máximo de gás natural a ser queimado terá de ser determinado de acordo com o Artigo 17 desta resolução.*
3. *o volume estimado de gás a ser queimado, por razões de segurança, será fundamentado através de cálculos ou valores estabelecidos pelo fornecedor.*
4. *o volume estimado de gás natural economicamente inviável será fundamentado através do respetivo estudo técnico-económico.*
5. *o volume estimado de gás de acontecimentos programados será fundamentado através de um plano de manutenção.*
6. *no caso de apresentação de volume de gás proveniente de acontecimentos imprevistos, estes terão de ser devidamente justificados com a entrega de um plano de otimização operacional.*
7. *o volume estimado de gás proveniente de libertação intencional recolhido para queima terá de ser fundamentado através dos respetivos cálculos.*
8. *Alternativas e justificação para o aproveitamento do gás, quando aplicável.*⁶⁴

Além disso, é necessária uma licença de queima para casos especiais, para eventos não incluídos na licença anual e resultantes da gestão de gás ou de causas não atribuíveis a práticas operacionais. Se a licença não for apresentada, a operadora terá de fazer a respetiva notificação no prazo de 24 horas. A ANH terá de tomar uma decisão, relativamente aos pedidos de licença no prazo de 30 dias da sua receção. A ANH também pode solicitar informações adicionais para a avaliação do pedido de licença no prazo de 7 dias da sua receção.

Exceções às proibições de queima e libertação. A Resolução 40 066 (Artigo 34) prevê três exceções à proibição de libertação.

1. A liberação pode ocorrer em caso de emergência e a ANH terá de ser informada no prazo de 24 horas, contadas a partir da cessação da situação de emergência.
2. A liberação pode ocorrer no contexto do programa de manutenção preventiva de uma instalação e a ANH terá de ser notificada no prazo de 24 horas.
3. Quando o volume de gás é inferior ao necessário para manter a chama piloto da tocha acesa.

As autorizações de queima podem ser concedidas nas seguintes circunstâncias:

- razões de segurança.
- a queima de rotina está sujeita aos limites estabelecidos no regulamento (p. ex., chamadas-piloto).
- quando a captura não for economicamente viável (com uma demonstração da justificação).
- queima relacionada com eventos de manutenção programada.
- gás recolhido que, de outra forma, teria sido libertado intencionalmente.
- acontecimentos imprevistos que estejam devidamente justificados.

As operadoras têm de apresentar documentação de suporte para justificar a queima. A Resolução estabelece que será concedida uma autorização de queima sempre que o gás estiver a ser recolhido e que, de outra forma, teria sido libertado. Isto elimina o incentivo para libertar gás, em vez de obter uma autorização de queima.

Redução da queima de gás ao longo do tempo. A Resolução 40 066 inclui um cálculo para o volume máximo de gás, que pode ser queimado, que é essencialmente a soma das estimativas para a queima autorizada ao abrigo de cada uma das exceções indicadas acima. A quantidade máxima permitida devido a acontecimentos imprevistos tem, no entanto, de diminuir em 20% por ano, ao longo de cinco anos, até atingir zero no quinto

ano. Esta redução gradual aplica-se apenas àquela categoria específica de queima (acontecimentos imprevistos) e não se aplica a situações em que a captura não seja economicamente viável ou aos casos limitados em que seja permitida a queima de rotina.

Eficiência da queima. A Resolução 40 066 (Artigo 22) exige que as operadoras verifiquem anualmente se cada tocha foi inspecionada e opera dentro de parâmetros aceitáveis. A operadora pode realizar a verificação por conta própria, desde que tenha o equipamento e os recursos técnicos necessários. Além disso, terão de ser instalados equipamentos de monitorização para garantir que a tocha está a funcionar corretamente:

[Excerto do Artigo 22:]

Para isto, será utilizada a melhor tecnologia disponível para monitorizar a chama, como uma câmara de infravermelhos para detetar a geração de fumo da queima de hidrocarbonetos líquidos ou drones para medição de emissões para verificar as condições do sistema de ignição de chamas-piloto ou equipamentos semelhantes.⁶⁵

Se forem encontrados problemas ou falhas, a operadora terá de (1) fazer as reparações logo que possível, em caso algum decorridos mais de 6 meses, e (2) comunicar a situação ao regulador.

Royalties, sanções e outros incentivos económicos. A Resolução 40 066 e as suas antecessoras estabeleceram dois incentivos financeiros para as operadoras, a fim de as incentivar a não queimar mais do que o permitido nas suas licenças:

→ **Royalties.** O Artigo 18 estabelece que serão devidos royalties relativamente a qualquer queima que exceda o volume permitido na licença para queima. Assim, qualquer valor comunicado, que esteja além do referido na licença, estará automaticamente sujeito ao pagamento de royalties.

→ **Sanção administrativa.** Ao abrigo da Resolução 40 066 e do Código do Petróleo de 1953, a sanção por infrações (queima de gás além do permitido pela licença) será de 5000 USD.

Medições e relatórios. A Resolução 40 066 exige medições e relatórios mensais dos volumes queimados e inclui um formato para o relatório:

Artigo 24. Medições e relatórios dos volumes de queima de gás natural. Todos os volumes de queima de gás natural têm de ser medidos e comunicados, mensalmente, pela Operadora à [ANH] através do [Formulário de Relatório] em anexo ou de outro que o substitua.⁶⁶

A Resolução 40 066 também determina que o gás libertado intencionalmente seja comunicado às autoridades, acompanhado de uma justificação. No entanto, não exige medição. Em vez disso, especifica que os volumes têm de ser quantificados e comunicados de acordo com os modelos e procedimentos dos relatórios de produção.

Exemplo: Aproveitamento do gás associado no Cazaquistão

O Cazaquistão é um exemplo de como um país pode reduzir a queima de gás incentivando o aproveitamento do gás associado. A queima de gás diminuiu significativamente na última década, conforme ilustrado abaixo:

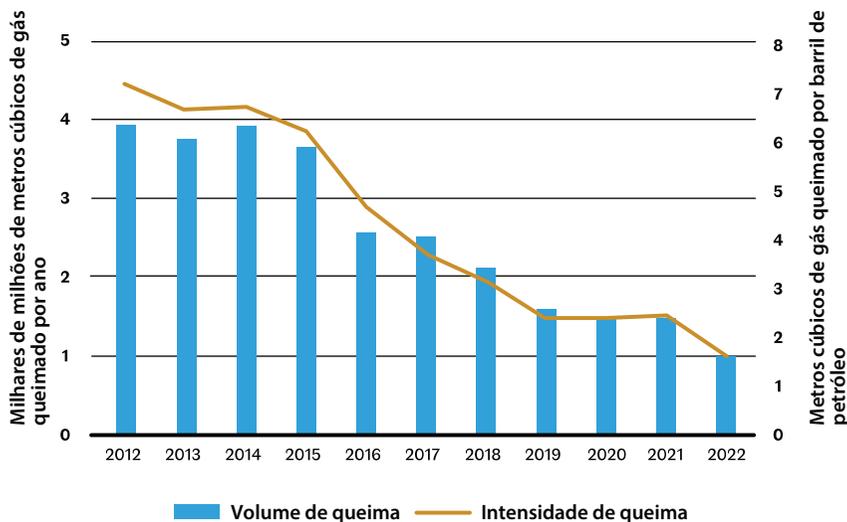


Figura 6.2: Volumes e intensidade da queima de gás no Cazaquistão, 2012-2022.⁶⁷

Incentivos para aumentar o aproveitamento do gás. Tal como muitos outros países, o Cazaquistão proibiu a queima e a libertação de gás, sujeitas a certas exceções, incluindo para proteger a saúde e a segurança humanas.⁶⁸ Paralelamente, o Cazaquistão incentivou os produtores de petróleo a utilizar ou comercializar o gás associado.

No Cazaquistão, os recursos petrolíferos, incluindo o gás associado, são propriedade do Estado.⁶⁹ A propriedade pelo

Estado constitui um forte incentivo para o governo garantir que os recursos sejam utilizados de forma produtiva e não desperdiçados.

A Lei do Petróleo do Cazaquistão exige que as operadoras desenvolvam um plano para o aproveitamento do gás associado, antes de receberem a autorização para construir novos projetos em campos petrolíferos. O regulador terá de aprovar estes planos antes de o projeto obter a licença e terão de ser atualizados a cada três anos. A operadora terá também de apresentar um relatório anual sobre a implementação do plano para aproveitamento do gás.⁷⁰

A lei do Cazaquistão prevê quatro opções para o aproveitamento do gás associado:

1. o gás pode ser queimado se se enquadrar numa das exceções (p. ex., queima de emergência para proteger a saúde e a segurança humanas, queima durante testes, etc.).
2. o gás pode ser utilizado para os objetivos imediatos da operadora, como a queima para produção de eletricidade no local.
3. o gás pode ser vendido a outro utilizador para processamento e comercialização.
4. se o processamento de gás bruto não for economicamente viável, o gás pode ser reinjetado num reservatório subterrâneo para armazenamento ou para manter a pressão do reservatório.⁷¹

A operadora terá de apresentar um plano de captura e aproveitamento do gás (que não inclua libertação e queima de rotina) para que um novo projeto seja aprovado. A lei concede poderes ao regulador, para trabalhar com as operadoras de instalações existentes, a fim de estabelecer metas progressivas de captura e aproveitamento, com base na viabilidade económica.

O requisito de aproveitamento pode ajudar a criar um mercado interno para o gás associado e incentivos para a instalação das infraestruturas necessárias. Como as empresas estão obrigadas a procurar ativamente oportunidades de aproveitamento, isto cria uma oportunidade comercial para as empresas, que podem conseguir utilizar esse gás de forma produtiva.

O Cazaquistão contou com a vantagem inicial de já ter uma infraestrutura de gás, incluindo condutas no segmento *midstream*, distribuição urbana e condutas de exportação, além de uma base existente de consumidores e clientes industriais. Assim, os produtores de petróleo poderiam transportar o gás através da infraestrutura existente para o mercado interno e de exportação. Outras características do regime regulamentar, incluindo as restrições à queima de gás no Código Ambiental, incentivam o aproveitamento do gás. O Cazaquistão também impõe sanções monetárias por violações dos requisitos de licenciamento. O foco do Cazaquistão em garantir que o gás associado possa chegar aos mercados consumidores, juntamente com essas restrições regulamentares, reduziu significativamente a queima.



Recursos úteis sobre queima e libertação

Banco Mundial 2022: análise comparativa dos regulamentos para Queima e Libertação, <https://flaringventingregulations.worldbank.org/summary-report>

Princípios orientadores para o metano, redução das emissões de metano: Guia de melhores práticas — Queima, <https://methaneguidingprinciples.org/resources-and-guides/best-practice-guides/flaring>

Princípios orientadores para o metano, redução das emissões de metano: Guia de melhores práticas — Queima, <https://flaringmethanetoolkit.com/>

7. Normas para os equipamentos e processos

Pontos principais

- O metano pode ser emitido a partir de equipamentos utilizados no setor de petróleo e gás como resultado do design ou das normas operacionais desses equipamentos. Desta forma, exigir que as operadoras adotem normas de equipamentos e processos é uma importante ferramenta regulamentar para a redução do metano.
- Os regulamentos para os equipamentos e processos podem exigir que as empresas substituam os equipamentos com emissões mais altas por equipamentos alternativos com emissões mais baixas ou adotem procedimentos específicos que evitem ou limitem as emissões de metano.
- Há muitos exemplos de normas regulamentares para equipamentos e processos no setor de petróleo e gás. Tais regulamentos aplicam-se a completações de poços e a dispositivos pneumáticos, incluindo controladores de válvulas e bombas, compressores, tanques de armazenamento, desidratadores de glicol e descarga de líquidos.
- O regulamento de novembro de 2022 da Nigéria mostra como o país está a utilizar as normas operacionais e dos equipamentos como parte do seu plano de redução do metano.

As normas dos equipamentos são os requisitos de design para tipos específicos de equipamentos no setor de petróleo e gás. As normas de processo, incluindo os procedimentos operacionais normalizados, são os requisitos para operar esses equipamentos ou realizar atividades específicas. O metano pode ser libertado dos equipamentos devido ao seu design e durante o seu funcionamento normal. Por exemplo, quando uma operadora precisa de realizar a manutenção de um equipamento, como um separador de petróleo e gás, o procedimento operacional normalizado pode ser libertar o gás pressurizado no seu interior para que os trabalhadores possam realizar a manutenção com segurança. A libertação emite metano.

As emissões de metano provenientes de equipamentos e processos podem ser significativas. Pelo que, muitos governos

aprovaram regulamentos, que exigem que os equipamentos sejam atualizados para versões mais recentes com menos ou nenhuma emissão de metano. Muitos governos também aprovaram regulamentos que exigem mudanças nas etapas dos procedimentos operacionais, que podem reduzir as emissões em comparação com os procedimentos anteriores.

Melhores normas de equipamentos e processos podem ajudar a reduzir as emissões de metano, mesmo na ausência de dados robustos, medidos a partir de fontes de emissões específicas. Dito isto, um bom inventário de fontes, mesmo baseado em fatores de emissão padrão, pode ajudar os reguladores a entender que regulamentos terão o maior impacto e os possíveis custos para o setor para a implementação das normas.

Como é um regulamento típico relativo a equipamentos ou processos

Os elementos específicos de uma norma relativa a **emissões dos equipamentos** dependem da fonte específica das emissões. Tal regulamento pode exigir que as empresas substituam um dispositivo conhecido por emitir metano por uma versão atualizada que emita menos ou nenhum, ou pode exigir que as empresas instalem novos equipamentos que capturem as emissões.

Para **emissões relacionadas com processos**, as normas prescritivas podem especificar alterações aos procedimentos que podem potencialmente reduzir as emissões em comparação com os procedimentos operacionais normalizados.

Equipamentos/processos visados. Determinar em que equipamento o regulamento se deve focar é a questão mais importante ao elaborar normas para equipamentos. Os requisitos de controlo específicos podem ser diferentes, dependendo da

tecnologia predominante na jurisdição e das opções técnicas de redução disponíveis.

Os regulamentos podem visar:

- dispositivos pneumáticos, incluindo controladores de válvulas e bombas. Nalgumas partes do mundo podem referir-se a isto como “aproveitamento de gás instrumental”.
- compressores.
- tanques de armazenamento.
- desidratadores de glicol.
- descarga de líquidos.
- completações de poços.

Os reguladores podem ter em consideração os volumes de emissões de diferentes fontes e a viabilidade e os custos associados às opções de redução. Cada um destes fatores pode ser influenciado por características regionais ou locais, como a topografia ou o clima. Com frequência, os reguladores que pretendem elaborar ou atualizar normas regulamentares para equipamentos e processos podem obter junto das partes interessadas informações mais detalhadas sobre a natureza local dessas fontes.

Alguns regulamentos relativos a equipamentos exigem controladores pneumáticos de fuga zero, o que exige o uso de eletricidade (da rede elétrica ou painéis solares) ou de ar de instrumento em vez de gás natural. Esta especificidade pode ser esclarecedora e indicar as reduções previsíveis, mas pode não incentivar o uso de tecnologias, que possam surgir posteriormente para reduzir as emissões a um grau equivalente a um custo semelhante ou inferior.

Outros regulamentos usam **normas relativas a equipamentos baseadas no desempenho**. Em vez de exigirem um dispositivo específico, um regulamento pode indicar o nível de desempenho exigido; por exemplo, um controlador pneumático que emita menos de 0,17 metros cúbicos padrão por hora. Esta abordagem permite que a empresa escolha qualquer tecnologia que cumpra

os objetivos de desempenho, por vezes com economia de custos.

Abrangência das fontes. Conforme referido anteriormente, o potencial de redução do metano e as curvas de custo podem ser fatores importantes na elaboração dos regulamentos. Os regulamentos podem fazer distinções entre fontes grandes e pequenas ou estabelecer outras distinções relacionadas com o custo ou a viabilidade da conformidade. Um período de implementação faseado pode dar às instalações existentes tempo para se ajustarem às normas imediatamente aplicáveis às novas fontes. Em alguns regulamentos, as fontes existentes podem requerer uma isenção ou a prorrogação do prazo com base em questões técnicas ou de custo.

Monitorização. Outra questão fundamental é determinar as reduções de emissões atingidas por um requisito. Alguns regulamentos baseiam-se exclusivamente nas especificações do fabricante: se o produto foi projetado para emitir menos do que o limite constante do regulamento, então o requisito será cumprido. Noutros casos, o regulamento exige testes periódicos do equipamento. Os testes de rotina proporcionam maior certeza em relação às emissões, com custos de implementação mais elevados para o setor.

Relatórios, certificação e auditoria. Os requisitos de relatório são importantes para monitorizar a conformidade e podem contribuir para melhorar a conformidade, assegurando que as empresas saibam qual o seu desempenho. Os relatórios são também a base da transparência para criar uma responsabilidade pública, o que, por sua vez, é um fator essencial para um melhor desempenho. Nalguns casos, o regulamento exige que as empresas mantenham os registos por um prazo específico e o regulador pode obter esses registos mediante solicitação. Os requisitos para envio eletrónico de alguns dos registos mais essenciais também podem ser importantes, para que as empresas saibam que o governo tem acesso imediato a esses registos.

Alguns regulamentos exigem a certificação de terceiros através de uma auditoria. A certificação de terceiros aumenta

a confiança de que uma empresa está a cumprir as normas, sem exigir um grande mecanismo de garantia governamental, embora isso implique custos adicionais para o setor regulado. Os programas de certificação de terceiros são mais eficazes quando esses terceiros são totalmente independentes das entidades que estão a ser auditadas; a designação aleatória de auditores é uma abordagem comprovadamente eficaz para uma verificação mais precisa.

Exemplo: Regulamento padrão para equipamentos na Nigéria

A Nigéria aprovou um regulamento em 2022 que estabeleceu normas específicas para várias classes de equipamentos utilizados em operações de petróleo e gás no segmento *upstream*, incluindo controladores pneumáticos, bombas pneumáticas, vedantes de compressores centrífugos, compressores alternativos, desidratadores de glicol e tanques de armazenamento de líquidos.⁷² O regulamento da Nigéria é um bom exemplo da utilização de normas para os equipamentos para reduzir as emissões de metano. Esta secção aborda algumas dessas novas normas de equipamentos em detalhe:

Tanques de armazenamento de líquidos

A secção 3.4.6 do regulamento da Nigéria estabelece normas para os tanques de armazenamento de líquidos.

Equipamentos/processos alternativos. O regulamento da Nigéria exige que as operadoras implementem um sistema de recuperação de vapores ou um dispositivo de combustão (tocha) para tanques que atingem um determinado limiar em termos de dimensão:

1. Requisitos de controlo

i. Para todos os tanques de armazenamento com teto fixo com potencial para emitir mais de 2 toneladas por ano de compostos orgânicos voláteis (COV) devido ao gás ventilado, perdas de trabalho e perdas por variações de temperatura, as operadoras redirecionarão as emissões, incluindo todas as emissões de gás ventilado e devido a perdas de trabalho e perdas por variações de temperatura, para um sistema de recuperação de vapor ou, nalguns casos, para um dispositivo de combustão.⁷³

As operadoras podem selecionar (1) um sistema de recuperação de vapor, ou (2) um dispositivo de combustão. A inclusão de duas alternativas de conformidade dá às empresas a flexibilidade de escolher a solução mais adequada para uma circunstância específica.

Além disso, as operadoras terão de avaliar os seus sistemas de controlo de poluição e assegurar, que o sistema seja grande o suficiente, para a captura das emissões associadas a vários processos de tanques diferentes.

iv. Exigir que as operadoras de tanques controlados avaliem os seus sistemas de controlo de emissões de tanques e assegurem que cada sistema, conforme projetado, seja grande o suficiente para recolher todas as potenciais emissões (gás ventilado, perdas de trabalho e perdas por variações de temperatura) do tanque.⁷⁴

Separadamente, o regulamento inclui práticas operacionais associadas a escotilhas e outros pontos de acesso utilizados para fins de inspeção ou medição de nível:

iii. proibir a libertação de emissões de hidrocarbonetos a partir de escotilhas e de outros pontos de acesso a tanques durante o seu funcionamento normal.

a. a escotilha pode ser aberta para fins de medição, mas será fechada imediatamente após a recolha da amostra.

b. como alternativa, a operadora pode utilizar um sistema de medição automática ou um bocal para recolher amostras de hidrocarbonetos no tanque sem abrir a escotilha.⁷⁵

As operadoras podem cumprir este regulamento instalando sistemas de medição automática ou bocais para recolher amostras do tanque, mas não estão obrigados a instalá-los. Se estas opções não forem instaladas, a operadora terá de fechar as escotilhas do tanque logo após a recolha de uma amostra. Esta opção oferece à operadora uma flexibilidade significativa, uma vez que a atualização do equipamento não é obrigatória.

Abrangência das fontes. O regulamento nigeriano aplica-se a todos os tanques de teto fixo, com potencial de emissão de mais de duas toneladas, por ano, de COV, independentemente da idade dos tanques. No entanto, existe um cronograma de implementação por fases que exige que os controlos sejam implementados mais cedo nos tanques maiores:

Implementados utilizando a seguinte fase de um cronograma (exceto no caso mencionado na secção 3.4.6, 1(ii)).

a. Tanques com COV >12 tpa controlados até um ano após a implementação destas diretrizes.

b. Tanques com COV de 6 a 12 tpa controlados até dois anos após a implementação destas diretrizes.

c. Tanques com COV de 2 a 6 tpa controlados até três anos após a implementação destas diretrizes.⁷⁶

Separadamente, o regulamento permite que as operadoras requeiram uma isenção, se o uso de equipamentos de controlo de poluição atmosférica for “tecnicamente inviável sem combustível suplementar”:

ii. Os proprietários ou as operadoras de tanques de armazenamento, para os quais o uso de equipamentos de controlo de poluição atmosférica seria tecnicamente inviável sem combustível suplementar, podem solicitar à NUPRC uma isenção dos requisitos de controlo da Secção 3.4.6, 1(i). Este pedido incluirá documentação, que demonstre a inviabilidade dos equipamentos de controlo de poluição atmosférica. A aplicabilidade desta isenção não dispensa os proprietários ou as operadoras do cumprimento dos requisitos de monitorização dos tanques de armazenamento.⁷⁷

Esta isenção destina-se às situações em que o regulamento seria excessivamente oneroso para as empresas devido à necessidade de transportar combustível suplementar para operar o equipamento de controlo de poluição. A empresa tem de requerer especificamente uma isenção e apresentar a documentação de suporte. A secção 2.iii estabelece que as operadoras têm de realizar testes anuais nos tanques isentos, para determinar se a isenção ainda se justifica (ver abaixo).

Monitorização. O regulamento da Nigéria inclui um requisito específico de monitorização para dispositivos de controlo de tanques. Este requisito exige que o tanque de armazenamento e os sistemas de recuperação de vapor associados sejam incluídos em atividades como inspeções auditivas, visuais e olfativas (AVO) e em programas LDAR instrumentados:

2. Monitorização

i. Exigir inspeções visuais e AVO, pelo menos, trimestrais dos tanques de armazenamento de teto flutuante e de teto fixo com emissões acima de 2 tpa e dispositivos de controlo para confirmar que as emissões estão a ser direcionadas para unidades de controlo e que as tochas estão a operar conforme projetado.

ii. Monitorizar os recipientes de armazenamento, pontos de acesso, sistemas de recuperação de vapor e combustores como parte do LDAR instrumentado.

iii. Todos os tanques (com emissão >2 tpa), que não empregam um sistema de recuperação de vapor, realizarão testes anuais de análise flash para estes tanques, a fim de estimar as emissões anuais de metano dos tanques e avaliar se a isenção na Secção 3.4.6, 1(ii) ainda se justifica.⁷⁸

Relatórios, certificação e auditoria. O regulamento relativo aos tanques de armazenamento de líquidos exige que a operadora envie um relatório anual que demonstre a conformidade. No entanto, os requisitos de manutenção de registos são, em comparação, relativamente limitados, sendo necessário apenas registos para inspeções visuais e AVO trimestrais.

Controladores pneumáticos

A Secção 3.4.1 do regulamento da Nigéria exige a substituição de dispositivos de alta fuga por dispositivos de baixa fuga ou fuga zero, a adaptação de dispositivos de alta fuga e o aperfeiçoamento das práticas de manutenção. Estas medidas podem reduzir as emissões e, nalgumas circunstâncias, podem ter períodos de retorno curtos.

Em muitas instalações, o regulamento proíbe que as operadoras utilizem um controlador pneumático a gás natural, que liberte o gás diretamente para a atmosfera:

i. O requisito a seguir aplica-se a todas as estações de compressão e unidades de processamento. Além disso, é aplicável a instalações de produção de poços com acesso a operadoras da rede elétrica e a todas as novas instalações de produção de poços construídas após a data de entrada em vigor desta norma:

A operadora não utilizará controladores pneumáticos a gás natural e, em vez disso, adaptará as instalações com controladores de fuga zero, incluindo os alimentados por eletricidade ou ar de instrumento, ou as emissões serão direcionadas para um sistema de recuperação de vapor que capture as emissões. Se não for viável recolher as emissões, as operadoras poderão usar uma tocha.⁷⁹

Embora o regulamento da Nigéria exija controladores de fuga zero, refere que as emissões podem ser direcionadas para um sistema de recuperação de vapor ou, como último recurso, queimadas. Isto permite que os controladores a gás natural continuem a ser utilizados em alguns casos, mas exige que, em última instância, o gás natural seja recolhido ou controlado.

Abrangência das fontes. O regulamento da Nigéria aplica-se a todas as estações de compressão e unidades de processamento. Aplica-se apenas a novas construções e às que têm acesso à rede elétrica existente, para instalações de produção de poços. Para as instalações de produção de poços existentes, sem acesso à rede elétrica, o regulamento prevê um período de implementação progressiva de 5 anos:

ii. O seguinte é aplicável a instalações de produção de poços que não têm acesso a operadores de rede elétrica:

Período de implementação gradual de 5 anos:

a. No prazo de um ano, após a implementação destas diretrizes, a operadora garantirá que 25% destes controladores pneumáticos sejam controladores de fuga zero (conforme definido na secção anterior) e que os restantes sejam de baixa fuga (ou seja, emitam menos de 0,17 metros cúbicos padrão por hora de gás natural).

b. No prazo de dois anos, após a implementação destas diretrizes, a operadora garantirá que 65% destes controladores pneumáticos sejam controladores de fuga zero (conforme definido na secção anterior) e que o restante seja de baixa fuga (ou seja, emitam menos de 0,17 metros cúbicos padrão, por hora, de gás natural).

c. No prazo de três anos após a implementação destas diretrizes, a operadora garantirá que 75% destes controladores pneumáticos sejam controladores de fuga zero (conforme definido na secção anterior) e que o restante seja de baixa fuga (ou seja, emitam menos de 0,17 metros cúbicos padrão, por hora, de gás natural).

d. No prazo de quatro anos, após a implementação das diretrizes atuais, a operadora garantirá que 85% destes controladores pneumáticos sejam controladores de fuga zero (conforme definido na secção anterior) e que os restantes sejam de baixa fuga (ou seja, emitam menos de 0,17 metros cúbicos padrão, por hora, de gás natural).

e. No prazo de cinco anos, após a implementação destas diretrizes, a operadora deverá garantir que todos os controladores pneumáticos sejam controladores de fuga zero (conforme definido na secção anterior).⁸⁰

A exigência de utilização de dispositivos de fuga zero aumenta rapidamente, de 25% para 65%, em apenas dois anos e depois aproxima-se de 100% nos três anos seguintes. Como medida de segurança, as emissões dos controladores pneumáticos, que não forem substituídos por dispositivos de fuga zero, estão limitadas a menos de 0,17 metros cúbicos padrão por hora. Esta

disposição funciona como um **padrão de desempenho**, pois não exige um tipo ou modelo específico de controlador e deixa a critério da operadora a escolha de qualquer controlador que cumpra o padrão de desempenho.

Monitorização. O regulamento da Nigéria para controladores pneumáticos exige um teste anual e inspeções regulares:

2. Monitorização

i. Enquanto a operadora tiver controladores pneumáticos a gás no local, estes deverão ser testados anualmente usando um método de medição direta (amostragem de alto volume, ensacamento, instrumento de medição de fluxo calibrado) e a operadora reparará qualquer dispositivo com uma taxa de fluxo de emissões medida, superior a 0,17 metros cúbicos padrão, por hora, no prazo de 14 dias a contar da data de deteção da fuga.

ii. Todos os controladores intermitentes, que libertem gás para a atmosfera, serão monitorizados com instrumentos durante qualquer inspeção realizada de acordo com os requisitos da Secção 3.2 para garantir que não ocorram emissões entre as atuações. Se ocorrerem emissões, entre as atuações, o controlador será reparado ou substituído no prazo de 30 dias.⁸¹

Para dispositivos de baixa fuga, o regulamento da Nigéria exige um teste anual utilizando a medição direta para determinar se o fluxo excede o limite. Exige ainda que a operadora faça reparações imediatas se for detetado um problema.

Relatórios, certificação e auditoria. O regulamento exige que as operadoras mantenham registos da taxa de fuga ou do tipo de controlador pneumático durante, pelo menos, cinco anos e que apresentem relatórios anuais demonstrando a conformidade. Isto permite que as autoridades nigerianas acompanhem a conformidade do operador através da análise dos relatórios.

8. Inventários

Pontos principais

- Os inventários de emissões são essenciais para compreender a magnitude relativa de diferentes fontes de emissões.
- A preparação de inventários de emissões é normalmente diferente das atividades que monitorizam as emissões, embora recentemente tenha havido esforços para aproximar estes dois tipos de dados.
- Os inventários iniciais podem ser compilados utilizando cálculos baseados em fatores de emissão (multiplicando as atividades por fatores de emissão) sem fazer efetivamente as medições de emissões. Esta etapa pode ser a mais apropriada para um regulador que esteja a elaborar, pela primeira vez, um inventário de emissões de metano.
- Existe a ambição de avançar para inventários de metano baseados em medições, que podem incluir informações adicionais de monitorização de fontes como satélites e aeronaves para melhorar as estimativas de emissões de metano.
- Encontram-se disponíveis muitos recursos gratuitos para ajudar os países a desenvolverem os seus inventários e os respetivos programas de monitorização, elaboração de relatórios e verificação.

Os governos elaboram inventários nacionais de emissões de gases com efeito de estufa (GEE), para monitorizar e comunicar as emissões de GEE, incluindo o metano, como parte do processo da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas (U.N. Framework Convention on Climate Change - UNFCCC). As diretrizes para a elaboração de relatórios da UNFCCC exigem o uso da orientação metodológica do Painel Intergovernamental sobre as Alterações Climáticas. As emissões de metano do setor de petróleo e gás são geralmente baseadas em fatores de emissão. O Painel Intergovernamental sobre as Alterações Climáticas (IPCC) descreve níveis de práticas de elaboração de relatórios. A hierarquia metodológica em níveis do IPCC inclui métodos de estimativa, mais simples, baseados na produção ou no rendimento, aplicados a taxas de emissão regionais ou globais por unidade de produção ou

rendimento (Nível 1), até metodologias em níveis mais elevados, que usam informações específicas do país, incluindo o uso de dados ou modelos específicos do país ou da instalação (Nível 2 ou 3). Para alguns países, a mudança para os níveis mais elevados, exigirá a recolha de dados adicionais para desenvolver estimativas de emissões mais refinadas. Estes dados adicionais incluirão informações, que também serão úteis para identificar oportunidades de redução de emissões e podem ajudar a monitorizar as reduções de emissões de projetos concluídos. Por fim, a inclusão de estimativas robustas, para este setor, nos inventários nacionais de gases com efeito de estufa, ajudará os países a incluírem as reduções de metano resultantes das políticas, como contribuições contabilizáveis para o cumprimento das suas contribuições, determinadas a nível nacional, no âmbito do Acordo de Paris.

Inventários de emissões versus monitorização

Historicamente, os setores com emissões dispersas, incluindo o agrícola, de gestão de resíduos e de petróleo e gás, têm elaborado inventários de emissões utilizando dados de atividades e fatores de emissão padrão. Os fatores de emissão estimam as emissões médias de uma atividade ou equipamento (ou seja, quilogramas de metano por hora por dispositivo pneumático) e geralmente são desenvolvidos com base em estudos académicos ou campanhas de medição em campo.

Recentemente, estudos científicos, que utilizam métodos de estimativa dedutivos, como medições a partir de aeronaves, calcularam níveis de emissões mais altos do que as estimativas baseadas em fatores de emissão. A deteção de emissões provenientes de superemissores, probabilidade mais baixa, mas com alta magnitude de emissão, pode ser responsável por parte da diferença.

As tecnologias para monitorizar as emissões de metano das operações de petróleo e gás estão a ser cada vez mais utilizadas, muitas vezes como parte dos programas de LDAR. Estas tecnologias são normalmente não quantitativas; determinam se houve uma fuga sem medir o volume de emissões. Embora a tecnologia evolua, a maioria das atividades de desenvolvimento do inventário de emissões, permanece distinta das atividades de monitorização. Cada vez mais, a tendência é alinhar as observações de monitorização com as atividades de desenvolvimento do inventário de emissões. Para melhorar a utilidade dos dados monitorizados dos estudos dedutivos e a sua utilização para identificar áreas de melhoria nos inventários de emissões, é importante envolver-se desde o início para garantir que o projeto e o âmbito do trabalho estejam alinhados e para garantir uma análise comparativa, quando aplicável.

Dados necessários para os inventários de emissões

Grande parte das informações necessárias para a elaboração de inventários de emissões requer dados importantes fornecidos pelas operadoras. Os inventários nacionais compilam as emissões esperadas comunicadas pelas operadoras ou ao nível dos ativos, por vezes, complementadas com estimativas ou medições. Por exemplo, o Programa de comunicação das emissões de gases com efeito de estufa nos EUA (U.S. Greenhouse Gas Reporting Program, GHGRP) tem, geralmente, um limiar de relatório do equivalente a 25 000 toneladas de emissões de CO₂ por ano. O Inventário de Emissões e Sumidouros de Gases com efeito de estufa nos EUA utiliza várias fontes de dados para quantificar as emissões e os sumidouros nacionais, incluindo informações comunicadas ao GHGRP, estudos de investigação e estatísticas nacionais.

Os inventários são muitas vezes compilados a partir de estimativas geradas pela combinação de fatores de emissão com

dados das atividades. Os fatores de emissão estimam as emissões médias de uma atividade ou equipamento (ou seja, quilogramas de metano, por hora, por dispositivo pneumático) com base em estudos ou campanhas de medição em campo. Os dados das atividades podem incluir contagens de equipamentos (ou seja, o número de dispositivos pneumáticos) ou a monitorização de dados auxiliares, como o uso de combustível. As abordagens baseadas em fatores de emissão destinam-se a abranger as emissões médias numa ampla gama de ativos podendo, assim, não corresponder precisamente às emissões de um único local. Nalguns casos, as estimativas de engenharia para fontes específicas podem complementar as estimativas baseadas em fatores de emissão.

Uma crítica aos inventários de metano, que se baseiam apenas em fatores de emissão, é que os mesmos podem não recolher informações sobre superemissores, sejam decorrentes de condições normais de processo e operação (como manutenção ou descarga) ou de acontecimentos imprevistos (como ruturas de tubagens, falhas de equipamentos).

Atualmente, os governos e as operadoras, que pretendem melhorar as informações sobre as emissões de metano, procuram passar de fatores simples (ou seja, baseados na produção ou no rendimento) para fatores de emissão específicos da fonte e para relatórios baseados em medições, que utilizam fontes adicionais de informação, como a monitorização contínua de emissões ou levantamentos aéreos ou por satélite periódicos.

Inventário de poços tamponados e abandonados

As melhores práticas de inventário do IPCC incluem estimativas a nível nacional para poços existentes não utilizados, geralmente com base em fatores de emissão. Os poços não utilizados podem emitir volumes significativos de metano e outras substâncias.⁸²

As emissões podem ser estimadas utilizando fatores de emissão e contagens de poços tamponados e não tamponados. Quando devidamente tamponados, estes poços representam uma pequena fração das emissões em comparação com as fontes de emissão de operações ativas.

Poços órfãos são poços não tamponados sem um proprietário legal registrado. O encargo financeiro de tamponar estes poços é deixado aos governos e ao público. Para evitar que os poços se tornem órfãos, as operadoras podem ser obrigadas a dar uma garantia financeira inicial, sob a forma de caução, suficiente para cobrir o custo de fechamento de um poço. Também é útil ter aplicações robustas de transferência de ativos para acompanhar as alterações de propriedade e de responsabilidade. Outra opção de política é financiar as agências para tamponar, cobrir e recuperar as terras associadas a poços órfãos, como parte de uma estratégia de redução do metano.⁸³

Considerações sobre o design para o desenvolvimento de programas de relatórios e inventários de emissões

Um programa de relatórios bem elaborado, ao nível da instalação ou da operadora, pode servir como uma contribuição fundamental para o desenvolvimento de inventários de emissões a nível nacional e para análises de mitigação.

Âmbito dos relatórios. Um aspeto fundamental da decisão é que emissões de GEE incluir nos programas de relatórios, ao nível das instalações ou da operadora, e, assim, nos inventários de emissões. Embora as fontes de emissões de dióxido de carbono e metano sejam diferentes, é útil incluir ambas num programa de relatórios de petróleo e gás.

Uma segunda decisão importante é aplicar o mesmo requisito de relatório a todas as operadoras. Alguns governos excluíram as operadoras mais pequenas devido ao custo da recolha e comunicação dos dados necessários. Porém, mesmo que as operadoras sejam pequenas, isso não significa que as suas emissões sejam proporcionalmente inferiores às das grandes operadoras, especialmente porque as pequenas operadoras podem ter menos recursos financeiros para as ações de mitigação.

Requisito de utilização de metodologias específicas. Ao desenvolver, um programa de relatórios, pela primeira vez, um aspeto fundamental da decisão é definir se todos os que fazer relatórios devam ser, ou não, obrigados a utilizar a mesma metodologia para cada fonte identificada. A normalização permitiria uma comparação mais direta entre as diferentes operadoras no mesmo país. Isso proporcionaria clareza metodológica ao relatório, mas quando existem normas concorrentes, também pode impor custos adicionais, especialmente às operadoras internacionais.

Transparência dos dados do inventário. Embora os dados de emissão de GEE, a nível nacional, sejam habitualmente tornados públicos como parte dos processos de relatório da UNFCCC, nem todos os países divulgam publicamente os dados de empresas ou de ativos individualmente. Estas informações podem ser valiosas para comparar as fontes de emissões e o desempenho entre as operadoras, e muitas partes interessadas têm pedido a ampla disponibilização pública dessas informações. Os Estados Unidos, por exemplo, disponibilizam publicamente a maioria dos dados ao nível das instalações.⁸⁴ Outro exemplo é a Autoridade de Transição do Mar do Norte (North Sea Transition Authority, NSTA), no Reino Unido, que desenvolveu um relatório de monitorização de emissões e um painel de controlo disponíveis publicamente no seu site.⁸⁵ Embora disponibilize informações sobre as tendências das emissões de GEE e os parâmetros de comparação para a produção nacional, o site disponibiliza apenas dados parcialmente desagregados, com base em grupos

por tipo e por idade da infraestrutura, e não individualmente por operadora.

Inclusão de dados adicionais. Nalgumas circunstâncias, a recolha de dados e informações adicionais em programas de elaboração de relatórios, ao nível das instalações ou da operadora, pode ser útil para avaliar o desempenho de todas as operadoras e compreender as oportunidades para uma maior redução do metano. Por exemplo, as contagens de poços, os dados de produção ou o rendimento e informações sobre o tipo de ativo podem ser úteis para entender o desempenho relativo de diferentes ativos e por que as emissões podem ser maiores ou menores para algumas operadoras.

Verificação de dados por terceiros. Algumas jurisdições exigem que os prestadores de serviços terceiros verifiquem as informações das emissões comunicadas. Às vezes, o regulador oferece formação ou certificação à entidade verificadora e determina os seus requisitos de formação ou qualificação. A verificação por terceiros pode aumentar os custos de desenvolvimento do inventário de GEE, principalmente em locais onde ainda não haja pessoas com formação e pode necessitar de mais tempo nos ciclos de elaboração de relatórios de emissões.

A certificação por terceiros não deve ser confundida com o desenvolvimento de inventários de emissões por terceiros, como o desenvolvimento inicial de inventários por consultores. Certas opções de política, como os mercados de carbono ou os programas de compensação, exigem a verificação de dados por terceiros.

Fatores que contribuem para a incerteza. A qualidade do inventário, os fatores de emissão e a tecnologia contribuem para a incerteza. Para jurisdições nas quais o relatório de emissão de metano é uma prática antiga, existe a expectativa de que os métodos e as tecnologias continuarão a evoluir à medida que novas informações surgirem.

Recursos disponíveis para apoiar o desenvolvimento de inventários

Muitos governos e ONG oferecem recursos ou serviços para estabelecer inventários de emissões de metano para apoiar programas governamentais de redução de emissões de metano, incluindo:

Coligação do Clima e do Ar Limpo (CCAC)	<ul style="list-style-type: none">→ A CCAC dá assessoria diretamente aos governos no desenvolvimento de inventários de metano e Planos de Ação para o Metano.⁸⁶ A CCAC “está pronta para se reunir individualmente com os países para discutir prioridades e necessidades e ajudar a desenvolver as estratégias mais eficientes de mitigação do metano”.
Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas (UNFCCC)	<ul style="list-style-type: none">→ Diretrizes para o relatório para os países compilarem e enviarem as suas informações nacionais sobre GEE, incluindo análises sobre os principais setores.→ As emissões fugitivas no contexto da UNFCCC incluem a queima, a libertação e as emissões fugitivas de gases, conforme descrito neste manual.
Painel Intergovernamental sobre as Alterações Climáticas (IPCC)	<ul style="list-style-type: none">→ Estrutura metodológica e orientações para estimar as emissões nacionais de GEE.→ No Volume 2 sobre Energia, o aperfeiçoamento de 2019 das Diretrizes do IPCC de 2006 para os Inventários Nacionais de GEE inclui um capítulo sobre a estimativa de emissões fugitivas em diversos setores, incluindo sistemas de petróleo e gás.

Task Force sobre o Ar Limpo (CATF)

→ A Ferramenta Nacional para Redução do metano⁸⁷ (Country Methane Abatement Tool) pode ajudar os países a identificar oportunidades de redução do metano usando diferentes níveis de informação disponível, desde oportunidades genéricas que habitualmente existem até às recomendações mais detalhadas quando há informações mais específicas disponíveis.

Agência de Proteção Ambiental (EPA)

→ O Programa de Relatório de Emissões de Gases com efeito de estufa nos EUA (U.S. Greenhouse Gas Reporting Program, GHGRP)⁸⁸ tem metodologias definidas por regulamentação e formulários⁸⁹ de relatórios do domínio público para o cálculo do metano e do dióxido de carbono em instalações de petróleo e gás.

→ Isto inclui metodologias personalizadas e abordagens de cálculo para fontes onshore, offshore, midstream e downstream na cadeia de valor.

→ A EPA dos EUA tem feito atualizações periódicas à metodologia para este setor. Isto pode ser benéfico para alguns países que acompanham os fatores e métodos de emissão mais recentes, ou um desafio, se os países vincularem os seus regulamentos a uma metodologia em constante evolução sobre a qual não têm controlo.

Índice climático do petróleo mais gás (Oil Climate Index plus Gas), do Rocky Mountain Institute

→ Esta ferramenta, um modelo desenvolvido pelos principais especialistas do Rocky Mountain Institute, “revela a dimensão, o âmbito e a natureza do problema do metano ao quantificar e comparar as emissões dos gases com efeito de estufa, de mais de dois terços das reservas mundiais de petróleo e gás”.

Parceria de Petróleo e Gás Metano 2.0 (OGMP 2.0)⁹⁰

- Oferece abordagens para a estimativa de emissões específicas por fonte, que abrangem os fatores de emissão (definidos como o Nível 3 do programa), cálculos de engenharia mais detalhados ou medições específicas da fonte (Nível 4 do programa) e reconciliação com informações obtidas em campo (Nível 5 do programa).
- O programa está sob a responsabilidade do Programa das Nações Unidas para o Ambiente (PNUA) e inclui uma análise dos dados enviados pelos prestadores de serviços do PNUA às empresas que aderiram ao programa.
- Entre os elementos positivos deste programa inclui-se a participação global, a normalização e a aprendizagem com outros sobre como melhorar os relatórios.

Parceria de Petróleo e Gás Metano 2.0 (OGMP 2.0)⁹¹

- Da perspectiva de um país, a confiança no processo OGMP 2.0 completo pode ter desvantagens relativamente à quantidade de dados disponibilizados aos reguladores (atualmente, apenas as informações totais globais ao nível das empresas são divulgadas e os dados ao nível dos ativos são considerados confidenciais) e à prontidão da disponibilização dos dados, que se espera ser de, pelo menos, nove meses após a recolha de dados.
- O OGMP 2.0 planeia fazer atualizações periódicas à metodologia para este setor. Isto pode ser benéfico para alguns países se manterem atualizados relativamente aos fatores e métodos de emissão mais recentes, ou um desafio, se os países vincularem os seus regulamentos a uma metodologia em constante evolução sobre a qual não têm controlo.
- Para as Empresas Petrolíferas Nacionais (NOC) e para as multinacionais, o uso do OGMP 2.0 pode representar oportunidades de eficiência, para aqueles que já estão a gerar relatórios no âmbito do programa, ou desafios de conformidade, para as operadoras que ainda não aderiram.

Limites de carbono

- Uma ferramenta online e um sistema de armazenamento de dados conhecido como MIST⁹² fornecem instruções, passo a passo, para o desenvolvimento de inventários de emissões de metano com diferentes níveis de informações disponíveis.
- Atualmente, a ferramenta está desenvolvida para 28 fontes de metano, no segmento *upstream* do setor de petróleo e gás, com base em fontes de financiamento filantrópico e apoio financeiro do setor através da Iniciativa sobre o Clima no Sector do Petróleo e Gás (Oil and Gas Climate Initiative, OGCI) e dos Princípios Orientadores para o Metano (Methane Guiding Principles, MGP).
- A ferramenta é atualmente gratuita para que as operadoras desenvolvam os seus inventários de emissões e pode ser um bom ponto de partida para os países que não têm tais ferramentas.
- Tal como acontece com qualquer software não comercial, pode haver desvantagens relacionadas com a falta de controlo, a longo prazo, sobre o sistema de registo de informações de GEE e o modelo de financiamento a longo prazo para o produto e os serviços.

Instituto Americano de Petróleo (American Petroleum Institute, API)

- Compêndio de metodologias de emissão de GEE para o setor de petróleo⁹³ e gás, que inclui as potenciais fontes e as metodologias de estimativa disponíveis.
- Pode complementar outras metodologias, especialmente para fontes de emissão únicas que não estão bem caracterizadas noutros programas.

MiQ

- Fornece uma estrutura independente para avaliar as emissões de metano da produção de gás natural, para certificação.
- É uma fonte de normas técnicas para cada segmento da cadeia de abastecimento de gás natural.

Tecnologias para monitorização

A evolução da tecnologia de monitorização para detetar e medir as emissões de metano será amplamente discutida no *Capítulo 9: Monitorização*. Com o decorrer do tempo, esta evolução tecnológica pode permitir opções adicionais para as agências reguladoras rastrear e verificarem as emissões de metano, do setor de petróleo e gás, e fornecer informações às operadoras para apoiar reduções mais significativas nas emissões.

Os custos e benefícios das opções descritas na *Figura 8.1* variam. Intervenções de baixo custo, como a utilização de dados de satélite do domínio público, podem constituir a base desse programa no curto prazo. Opções adicionais exigem, por vezes, gastos com recursos do governo para contratar fornecedores de tecnologia terceiros para serviços de monitorização aérea ou móvel, ou para instalar redes de monitorização fixas perto de instalações importantes. As abordagens não são mutuamente exclusivas e um programa baseado em satélite pode acrescentar outros elementos, como a monitorização aérea, móvel ou contínua, à medida que o programa evolui.

Sequência de monitorização



Figura 8.1: Ferramentas para monitorização remota de metano.

9. Monitorização

Pontos principais

- Existem atualmente muitas tecnologias de monitorização disponíveis no mercado e estão a ser desenvolvidas novas. No entanto, todas estas tecnologias têm limitações diferentes e situações de uso ideal.
- Hoje, a maioria dos regulamentos de deteção e reparação de fugas utiliza uma abordagem prescritiva com base em tecnologias de monitorização por instrumentos.
- Os regulamentos atuais podem incluir requisitos, que melhoram os dados e os relatórios, o que pode estabelecer as bases para o futuro.
- Os governos podem aproveitar diferentes recursos de organizações internacionais e não governamentais para melhorar a monitorização, incluindo levantamentos aéreos únicos e monitorização por satélite.

Tecnologias para monitorização disponíveis

Os programas de monitorização fornecem informações sobre onde e por que as emissões podem ocorrer e como as evitar ou prevenir. Atualmente, há uma grande variedade de tecnologias para as operadoras no mercado e novas tecnologias estão a ser comercializadas e desenvolvidas. As tecnologias de monitorização mais tradicionais envolvem a deteção ao nível da fonte por meio de instrumentos, enquanto as tecnologias novas e emergentes permitem o sensoriamento aéreo e a monitorização contínua. Os programas de monitorização mais eficazes incorporam várias tecnologias para melhorar a deteção de fugas e a atribuição das fontes.

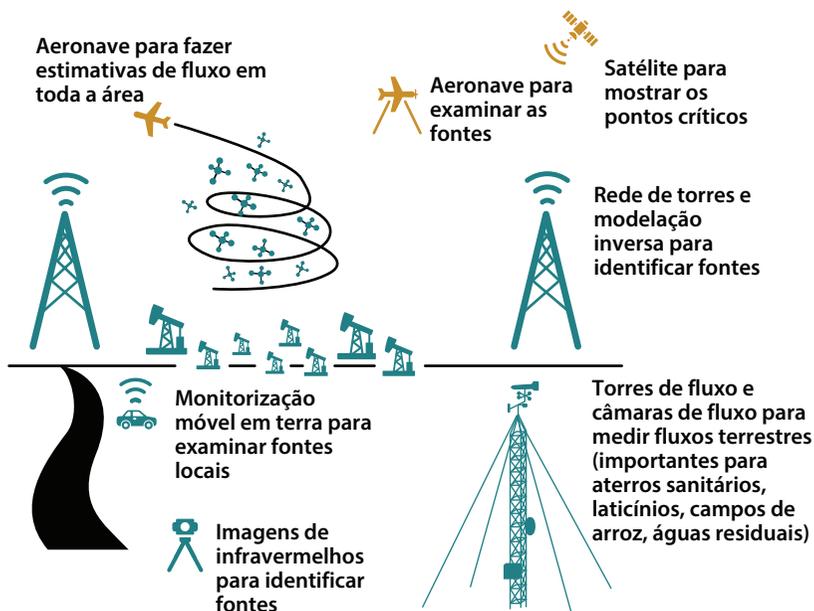


Figura 9.1: Conceito de sistema de observação de metano por níveis.⁹⁴

Instrumentos de deteção mais comuns. Os programas tradicionais de deteção e reparação de fugas no setor de petróleo e gás baseiam-se, geralmente, em imagiologia ótica de gás (OGI) ou no uso de levantamentos com farejadores para o Método 21 da EPA. O OGI envolve um operador, com a formação adequada, com uma câmara de infravermelhos, que observa possíveis pontos de fuga, como válvulas ou flanges dentro de uma instalação, para determinar se há uma fuga. O levantamento com farejadores para o Método 21 da EPA envolve um operador que faz leituras de deteção em cada interface de fuga potencial. Uma leitura acima de um limite especificado, como 500 ppm, indicaria uma fuga. Tanto o OGI quanto o Método 21 requerem muita mão de obra e formação especializada para serem implementados.

Tecnologias emergentes e avançadas. Avanços recentes expandiram os tipos de tecnologias disponíveis para deteção e

medição de emissões de metano. Estas tecnologias avançadas incluem (1) sensores que examinam vários locais para deteção de emissões de metano e que podem ser instalados em satélites, aviões, *drones* ou veículos e (2) sensores que são instalados permanentemente num único local para proporcionar uma monitorização mais contínua da concentração de metano. Há vantagens e desvantagens em cada tipo de abordagem. Alguns métodos exigirão atividades de acompanhamento por uma operadora para identificar a causa de uma deteção de metano e prescrever as etapas de reparação.

Monitorização e digitalização contínuas de processos. Embora ainda esteja nos seus estágios iniciais, a combinação de sensores de monitorização contínua com a digitalização dos sistemas de controlo de processos da operadora mostra grande potencial para futuras reduções. Ao combinar estes dados, é possível relacionar dados em tempo real de metano com informações sobre atividades do processo e ajudar a identificar eventos de emissões associados a falhas no processo ou problemas de manutenção.⁹⁵

Abordagens por níveis. A combinação de diferentes tipos de tecnologias de monitorização, incluindo inspeções regulares por instrumentos, inspeções aéreas e por satélite e monitorização contínua, pode aumentar muito a capacidade das operadoras de detetar, mitigar e evitar emissões. Tecnologias diferentes são mais eficazes na deteção de vários tipos de emissões. Assim, um sistema de monitorização por níveis aproveita os recursos complementares de diferentes métodos e evita algumas das limitações individuais de cada tecnologia.



Estudo de caso: Monitorização de emissões em escala por meio de aeronaves

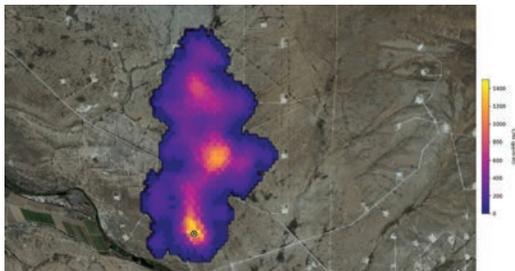
Nalguns países, o setor de petróleo e gás dispõe de muitas instalações e está geograficamente disperso. O rastreamento de metano com aeronaves pode cobrir áreas na escala de centenas ou milhares de instalações por dia e está a ser cada vez mais adotado pelas operadoras. Existem diferenças de desempenho entre as diferentes tecnologias, com limites de deteção de metano que variam entre 3 e 50 kg/h e uma precisão de geolocalização que varia do nível do equipamento ao nível do local para as emissões detetadas. As tecnologias com base em aeronaves podem permitir a identificação relativamente rápida das principais fontes de emissão em áreas geográficas vastas. No entanto, há compromissos entre os fornecedores entre o número de locais cobertos e os níveis de deteção.

Os fornecedores podem precisar de vários clientes âncora para justificar os custos de uma campanha de monitorização e a permissão das autoridades de aviação competentes para autorizar voos em novas regiões. Em terra, as operadoras geralmente precisam de estar preparadas para fazer o acompanhamento das emissões detetadas com uma solução de confirmação, como o OGI ou outros tipos de informações operacionais para compreender as fontes detetadas e as opções de mitigação disponíveis.

Quadro 91: Amostras de detecção com diferentes tecnologias de monitorização.

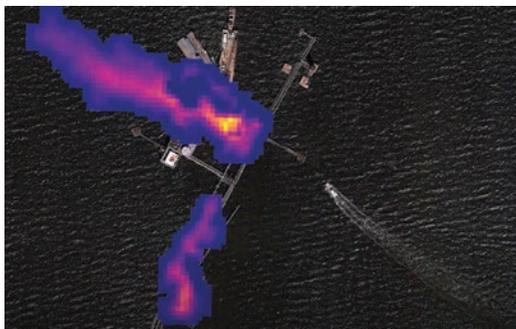
Monitorização episódica

Satélite



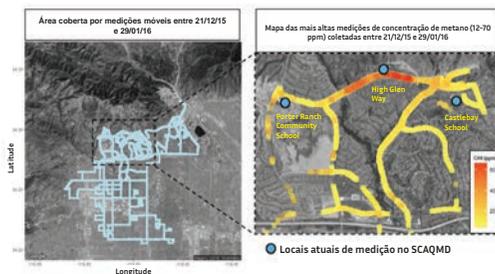
Fonte: NASA/JPL-CalTech

Aérea



Fonte: Carbon Mapper

Móvel



Fonte: South Coast Air Quality Management District, Estado da Califórnia⁹⁶

Monitorização episódica

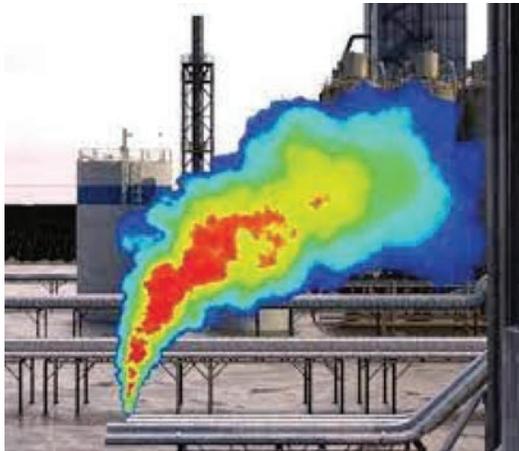
Câmara de mão



Fonte: U.S. EPA⁹⁷

Monitorização contínua

Câmara fixa



Fonte: Honeywell

Sensores fixos



Fonte: Honeywell⁹⁸

Necessidade de monitorização para o desenvolvimento dos quadros regulamentares

Conforme foi abordado com mais detalhe no *Capítulo 5: Detecção e Reparação de Fugas*, a maioria dos regulamentos atuais para os programas de LDAR adotou uma abordagem prescritiva, que exige a monitorização por instrumentos, mas geralmente não requer uma medição ativa. Por exemplo, o LDAR requer tecnologias de deteção como câmaras de OGI ou o Método 21 da EPA. No entanto, não exige geralmente tecnologia que possa quantificar a dimensão das fugas detetadas.

Os regulamentos com base no desempenho e no aspeto económico exigem, geralmente, um regime robusto de medição e relatórios baseados na monitorização e medição ativas. Embora as medidas económicas sejam comuns no campo ambiental, em geral, apenas algumas abrangem o metano. A Lei de Redução da Inflação dos EUA⁹⁹ de 2022 estabelece uma taxa sobre as emissões de metano, que excedam um limiar de intensidade para determinados segmentos do setor de petróleo e gás. Também existem exemplos limitados da incorporação do metano nos regimes das tarifas de GEE. A Noruega aplicou um imposto sobre as emissões de CO₂ e de metano às emissões¹⁰⁰ de petróleo e gás *offshore*. Os projetos de redução do metano também são elegíveis para créditos de carbono em algumas circunstâncias, incluindo no sistema de limitação e comércio de emissões da Califórnia e nalguns projetos certificados de acordo com o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) do Protocolo de Quioto.

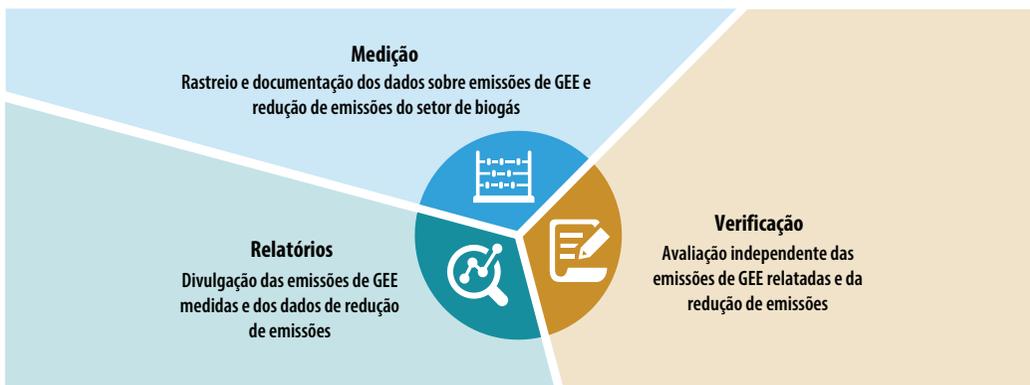
Algumas disposições económicas ou de desempenho baseiam-se em medidas indiretas, que estão aparentemente correlacionadas com as emissões. O estado de Massachusetts publicou um regulamento para a redução das emissões de metano das linhas de distribuição de gás através de requisitos

de desempenho para cada empresa, com emissões estimadas de acordo com fatores de emissões para diferentes materiais de condutas especificados na lei.¹⁰¹

Com o rápido melhoramento das tecnologias, os reguladores devem avaliar se as medidas regulamentares atuais incluem requisitos que irão melhorar os dados e os relatórios, o que pode estabelecer as bases para regulamentos baseados no desempenho ou no aspeto económico mais eficientes.¹⁰²

Considerações sobre protocolos de monitorização, relatório e verificação

Monitorização, Relatório e Verificação costumam ser agrupados como “MRV”, mas cada um tem o seu próprio significado. A Monitorização é a geração de dados através da medição de emissões. O Relatório é a divulgação desses dados. A Verificação é a avaliação independente desses dados de emissões. A Iniciativa Global para o Metano (Global Methane Initiative, GMI) tem um excelente resumo de MRV (que referem como Medição, Relatório e Verificação), incluindo o seguinte infográfico:¹⁰³



Perfis de custo. As tecnologias que proporcionam o rastreamento periódico das emissões tendem a ter perfis de custo diferentes. As inspeções com câmaras de OGI e *drones* têm geralmente um componente de custos operacionais e de capital que as operadoras têm de pagar. Ao mesmo tempo, as opções de aeronaves e satélites comerciais operam normalmente com base em taxas de serviço por local, com todos os custos incluídos na taxa de serviço. As tecnologias que podem ser instaladas de forma permanente, mas que fornecem uma monitorização quase contínua (p. ex., câmaras), podem exigir um investimento de capital inicial da empresa.

Eficácia. A frequência das inspeções (anual, trimestral, etc.) influencia o potencial de redução de emissões de um programa de LDAR. Além disso, as inspeções LDAR são úteis principalmente para detetar emissões associadas a equipamentos com defeito ou avariados. Mesmo inspeções frequentes para a deteção de fugas podem não detetar libertações relacionadas com falhas no processo. Embora as tecnologias não estejam tão amplamente implementadas, a monitorização contínua pode ser mais eficaz na deteção desses tipos de eventos de emissões.

Barreiras regulamentares. Alguns países proibiram o uso de *drones* para fins privados e a utilização não governamental de imagens por satélite ou estabeleceram zonas de exclusão aérea em torno de infraestruturas críticas. Estas leis podem impedir a utilização de certas tecnologias para detetar emissões de metano, o que limita o número de opções de deteção disponibilizadas às operadoras e desincentiva a implementação de novas tecnologias.

Requisitos de formação. Certas tecnologias de monitorização exigem formação especializada e experiência para as operar. Estudos demonstraram que a experiência é fundamental para a capacidade de deteção de um técnico quando realiza uma campanha de LDAR.¹⁰⁴

Autonomia do inspetor. Alguns programas de LDAR permitem que a operadora decida entre utilizar pessoal da empresa ou

um prestador de serviços para realizar a inspeção. Algumas partes interessadas creem que os inspetores independentes da operadora terão mais incentivo para encontrar e documentar fugas do que alguém da própria empresa, que esteja ciente dos custos de reparação.

Apoio disponibilizado aos governos

Muitas organizações estão disponíveis para dar apoio aos governos na detecção e estimativa dos níveis de emissões utilizando várias opções tecnológicas.

O Programa de Ciência do Metano (Methane Science Program) da CCAC pode fornecer um único estudo de regiões de petróleo e gás usando levantamentos aéreos coordenados pelo Fundo de Defesa Ambiental (Environmental Defense Fund). Este programa fornece, habitualmente, um resumo das taxas totais de emissão numa região de interesse ao longo de alguns dias. No entanto, poderá não fornecer as informações necessárias para compreender por que razão as emissões diferem das expectativas.

O Programa das Nações Unidas para o Ambiente (PNUA) utiliza o Sistema de Alerta e Resposta ao Metano (Methane Alert and Response System, MARS) para comparar grandes deteções de metano de satélites públicos existentes, que podem detetar superemissores muito grandes. Atualmente, a tecnologia de satélites pode cobrir melhor as regiões planas e de latitude média *onshore*¹⁰⁵ do que os ativos *offshore* ou os que se encontram em regiões equatoriais ou polares.

As próximas missões de satélite com financiamento filantrópico, lideradas pelo Fundo de Defesa Ambiental (MethaneSAT) e pela Carbon Mapper, podem aumentar o número de satélites de código aberto que monitorizam as emissões de metano das principais regiões (aumentando a frequência de observação) e melhorar a granularidade espacial, os limites de detecção e a capacidade

de monitorizar ativos *offshore*. Os dados destes satélites serão disponibilizados ao público em portais da Internet para uso pelas diferentes partes interessadas.



Estudo de caso: Sistema de Alerta e Resposta ao Metano (MARS)

O Observatório Internacional de Emissões de Metano (IMEO) do PNUA lançou o Sistema de Alerta e Resposta ao Metano (MARS), o primeiro sistema global que fornece dados acionáveis e transparentes sobre as emissões de metano a partir de satélites quase em tempo real. O MARS foi projetado para acelerar as reduções de emissões de metano (incluindo para apoio ao Compromisso Global do Metano), através da detecção de grandes fontes de emissões antropogénicas de metano usando dados de satélite, notificação às partes interessadas relevantes, avaliação e mitigação de eventos de emissões individuais e rastreio de eventos, incluindo a partilha pública de dados.

O MARS utiliza dados de satélite de última geração para identificar rapidamente os principais eventos de emissões, notificar e envolver países e operadoras, apoiar a mitigação e acompanhar o progresso ao longo do tempo. Embora o modelo operacional completo ainda se encontre em desenvolvimento, aquando da elaboração deste manual, a fase inicial do MARS concentrar-se-á na detecção e atribuição de eventos de emissões específicas no setor de energia e, em seguida, trabalhará para identificar e notificar as partes interessadas relevantes entre os contactos governamentais e as empresas que aderiram à Parceria de Petróleo e Gás Metano 2.0 (OGMP 2.0) do IMEO.

Os países podem designar um ponto de contacto para receber notificações do PNUA que inclua informações relevantes para possibilitar a mitigação e é-lhes solicitado que partilhem qualquer informação sobre as medidas tomadas. Quando estiver totalmente operacional, o PNUA pretende disponibilizar publicamente, através do MARS, os dados e análises de deteções específicas e a resposta do governo e das operadoras entre 45 e 75 dias após a deteção. O impacto final do programa MARS pode depender do financiamento disponível para observações contínuas por satélite e do fornecimento de informações acionáveis para orientar a notificação, a avaliação e a mitigação de superemissores.



Recursos úteis

Observatório Internacional das Emissões de Metano (IMEO)

<https://www.unep.org/explore-topics/energy/what-we-do/methane/imeo-action>

Este programa da ONU “catalisa a recolha, reconciliação e integração de dados empíricos das emissões de metano, quase em tempo real, para apresentar uma transparência climática sem precedentes e as informações necessárias para reduzir este poderoso gás com efeitos de estufa”.

Carbon Mapper

<https://carbonmapper.org/>

O Carbon Mapper é uma iniciativa sem fins lucrativos, em parceria com o estado da Califórnia e o Laboratório de Propulsão a Jato da NASA, que trabalha no sentido de “oferecer um serviço rápido de deteção de fugas de metano às operadoras e aos reguladores de instalações” através da tecnologia de sensoriamento remoto. A iniciativa planeia lançar dois satélites em 2023 para proporcionar amplo acesso a estes dados.

MetanSAT

<https://www.methanesat.org/>

Esta iniciativa do Fundo de Defesa Ambiental planeia lançar um satélite no início de 2024. Prometem identificar grandes plumas de metano “praticamente em qualquer lugar da Terra”, observando que “a redução das emissões de metano, do setor de petróleo e gás, é a forma mais rápida e com maior impacto para desacelerar a taxa de aquecimento atual”.



Climate Trace

<https://climatetrace.org/>

Esta parceria disponibiliza gratuitamente os dados sobre as emissões conhecidas e estimadas, incluindo o metano. Oferece às jurisdições uma noção imediata, embora geral, do seu perfil de emissões de metano.

NASA EMIT

<https://earth.jpl.nasa.gov/emit/data/data-portal/Greenhouse-Gases/>

Utilizando um instrumento instalado na Estação Espacial Internacional, a NASA mapeia grandes nuvens de metano com cobertura global limitada. Esta ferramenta pode identificar algumas plumas numa jurisdição, mas não é exaustiva nem atualizada com frequência.

TROPOMI

<https://www.tropomi.eu/data-products/methane>

O TROPOMI é um instrumento a bordo do satélite Copernicus Sentinel-5 Precursor, encomendado pela Agência Espacial Europeia, que fornece dados sobre metano.

Satellite Point Source Emissions Completeness Tool (SPECT) (Rocky Mountain Institute)

<https://rmi.org/clean-energy-101-methane-detecting-satellites/>

A ferramenta SPECT foi projetada para ajudar os utilizadores a comparar satélites quanto à integridade em relação à “identificação e rastreamento de superemissores de metano”.

Iniciativa Global para o Metano 2023: Recursos do setor de petróleo e gás.

<https://www.globalmethane.org/oil-gas/index.aspx>

Muitas tecnologias emergentes oferecem diferentes tipos de deteção de emissões. Diversos recursos, incluindo a GTI Energy,¹⁰⁶ a colaboração de membros da IPIECA, da OGCI e da IOGP,¹⁰⁷ bem como experiências específicas de empresas (como a da Chevron)¹⁰⁸ fornecem informações sobre os tipos de tecnologias disponíveis e os seus compromissos.

10. Garantir a conformidade

Pontos Principais

- Os sistemas de conformidade regulamentar para os requisitos de redução do metano podem incluir sanções e recompensas.
- Tais sistemas também podem incluir os tipos de estruturas de monitorização, de relatório e de responsabilidade pública para tornar o desempenho das operadoras mais autoimposto, de modo que os reguladores não precisem de depender apenas da execução forçada.
- Pelo que, ao elaborar um programa de conformidade regulamentar, os reguladores podem recorrer a muitas opções.
- As medidas coercivas promovem a conformidade e a igualdade de condições, ao estabelecer uma ameaça credível de execução forçada para as infrações; os programas de transparência baseados na monitorização e nos relatórios exigidos têm uma função semelhante.

As abordagens tradicionais da conformidade regulamentar podem incluir sanções, como forma de dissuasão contra infrações e incentivos para recompensar aqueles que cumprem os requisitos regulamentares. Esta abordagem “stick-and-carrot” (sanções e incentivos) pode ser utilizada pelos reguladores quando concebem e implementam os programas de conformidade.

A eficácia das sanções e dos incentivos está intrinsecamente ligada à solidez do regime de aplicação, subjacente aos regulamentos. Se a aplicação for consistente e previsível, as operadoras tenderão a tomar medidas que mantenham a conformidade e evitarão aquelas que desencadeiam infrações. Também pode dar-se o caso de o número de possíveis fontes de metano superar largamente os recursos de aplicação disponíveis; pelo que, os programas eficazes de redução do metano não devem depender apenas da execução forçada. Os reguladores podem incentivar as operadoras a reduzir as emissões através de regras que exijam monitorização, relatórios eletrónicos, uso de capacidades de monitorização de terceiros para identificar

grandes eventos de emissões, responsabilidade pública, uso da automação, sempre que possível, e equipamentos sem falhas.

-  **Sensibilização e proteção da conformidade**
-  **Auditorias ou certificações de terceiros**
-  **Requisitos de notificação**
-  **Requisitos de relatório e registo**
-  **Verificação da conformidade, p. ex., através de inspeções, levantamentos na linha de vedação, sensoriamento remoto**
-  **Aplicação de sanções por violações.**

Figura 10.1: Ícones que representam atividades de conformidade para redução do metano.

Comunicação de expectativas

Um aspeto crítico de um regime de conformidade eficaz é a clareza e a amplitude das iniciativas do regulador, junto dos agentes regulados no mercado.

Para que não haja dúvidas, os reguladores podem adotar uma abordagem multinível, em que os requisitos detalhados são estabelecidos no regulamento, as orientações operacionais, sobre a implementação do regulamento, são partilhadas através de diretrizes e outras explicações são partilhadas através dos meios de comunicação, da formação e da aprendizagem entre pares.

A amplitude das iniciativas dos reguladores deve procurar atingir, não apenas os principais agentes do setor de petróleo e gás, como as operadoras e as instalações de campo, mas também outros agentes críticos, como subcontratados, serviços de monitorização, empresas de auditoria/ contabilidade, etc. Ao procurar obter uma compreensão ampla dos requisitos regulamentares em todo o setor, além de normas que forcem os que apresentam um mau desempenho a enfrentar o escrutínio e a responsabilização pública, o regulador pode estabelecer uma cultura de conformidade que se autorreforce, em que os agentes se incentivem, uns aos outros, a agir de forma apropriada.

Verificação da conformidade

A deteção de infrações é uma componente essencial dos sistemas eficazes de garantia de conformidade. Além da execução forçada, os regulamentos podem estabelecer critérios de autorregulação para as empresas. Um regulamento para redução do metano também pode incluir um processo de participação pública. Há, porém, opções para determinar as funções se for o governo nacional, um governo regional/local ou de uma entidade privada subcontratada a realizar a fiscalização. Poderes claros para o desempenho dessas atividades pode gerar maior certeza e reduzir o risco de litígios.

Incentivo à autorregulação

Embora possa parecer contraintuitivo, a experiência, em muitos mercados em todo o mundo, tem demonstrado que as empresas podem responder de forma positiva a incentivos que as incitem a reconhecer voluntariamente os seus erros. Por exemplo, os reguladores podem comprometer-se a penalizar as infrações que tenham sido identificadas, prontamente comunicadas e rapidamente corrigidas pelas empresas de forma menos severa do que as infrações não comunicadas.¹⁰⁹ As operadoras com um bom histórico de conformidade podem receber um tratamento fiscal favorável, créditos de carbono ou um aumento do preço.

Para além de transferir alguns custos de supervisão para as empresas, tais estratégias incentivam as operadoras a agirem rapidamente para limitar o impacto das infrações, em vez de esperarem pela intervenção regulamentar.

Estratégias de conformidade e monitorização

Existem muitas abordagens de monitorização para os regulamentos sobre o metano. Um programa eficaz pode utilizar todas.

Automonitorização. A exigência de que as empresas monitorizem as suas próprias emissões atinge dois objetivos ao mesmo tempo: as empresas sabem quais são suas emissões (um primeiro passo para as corrigir) e sabem que o governo (bem como o público) também está ciente das emissões.

A **inspeção** deve ser entendida como a ação do governo para verificar a conformidade. O regulamento pode estabelecer requisitos de inspeção, como a verificação dos registos de certificação, a recolha de amostras e a interação com o pessoal da empresa, para determinar a conformidade. Uma vez que o número de fontes é, geralmente, muito maior do que aquele que o governo pode inspecionar, as inspeções devem focar-se nas fontes indicadas pelos dados como sendo as piores infratoras.

Monitorização das emissões por terceiros. Atualmente, há muitas empresas capazes de monitorizar as emissões de metano por satélite e com sobrevoos, chamando a atenção necessária para os maiores eventos de emissões. Os governos podem aproveitar este conhecimento incorporando esses dados de terceiros em programas governamentais. Se terceiros identificarem os grandes eventos de emissões e o governo exigir que as empresas tomem medidas para os corrigir, a capacidade externa poderá juntar-se às autoridades governamentais para reduzir as grandes emissões.

As **auditorias de terceiros** (diferentes da monitorização de emissões de terceiros referida acima) recorrem a organizações ou especialistas independentes para avaliar a precisão das

informações fornecidas pelas operadoras de petróleo e gás ao regulador. Este tipo de apoio pode ser vantajoso quando um regulador nacional não tiver estabelecido a sua própria capacidade de auditoria. Porém, é ainda necessário que o regulador faça a gestão da certificação e garanta a independência desses auditores terceiros. Por exemplo, os auditores terceiros devem ser avaliados quanto a possíveis conflitos de interesse e ter a competência necessária para realizar auditorias de conformidade ambiental. Uma opção comprovada para aumentar a independência e, assim, a precisão das auditorias de terceiros é designar aleatoriamente os auditores de um grupo aprovado. É importante destacar que a determinação da conformidade cabe ao regulador e que as auditorias de terceiros devem ser cuidadosamente analisadas, com oportunidade de participação das operadoras. A Argentina e o México exigem que auditores terceiros verifiquem os relatórios das empresas.¹¹⁰

Os **levantamentos da estrema** permitem a inspeção remota em condições em que a inspeção no local é difícil. Os instrumentos de medição terrestres ou aéreos podem analisar os locais para possíveis emissões de metano. O sensoriamento remoto para a identificação de grandes eventos de emissões também pode ser realizado por terceiros. Os resultados desses levantamentos podem indicar a necessidade de seguimento junto da operadora ou de uma inspeção no local.

Os **Relatórios eletrônicos de medição** e outros relatórios de conformidade podem melhorar drasticamente a eficiência dos esforços de conformidade e permitir uma transparência muito maior, uma estratégia fundamental para incentivar a conformidade. As ferramentas digitais podem reduzir o volume da documentação de conformidade, especialmente para grandes operações, que geram uma grande quantidade de dados. A incorporação da automação e da inteligência artificial reduz os erros na geração de relatórios e acelera a identificação de oportunidades para melhorar a conformidade e, potencialmente, diminuir as infrações.

Os governos têm muitas opções, para a grande variedade de estratégias regulamentares, para promover a conformidade.

A **inspeção** deve ser entendida como uma ação do governo para verificar a conformidade. O regulamento pode estabelecer requisitos de inspeção, como a verificação dos registos de certificação, a recolha de amostras e a interação com o pessoal da empresa, para determinar a conformidade.

As **auditorias de terceiros** empregam organizações ou especialistas independentes para avaliar a precisão das informações fornecidas pelas operadoras de petróleo e gás ao regulador. Este tipo de apoio pode ser vantajoso quando um regulador nacional não tiver estabelecido a sua própria capacidade de auditoria. Porém, é ainda necessário, que o regulador possa gerir a certificação e garantir a independência desses auditores terceiros. Por exemplo, os auditores terceiros devem ser avaliados quanto a possíveis conflitos de interesses e ter as competências necessárias para realizar auditorias de conformidade ambiental. É importante destacar, que a determinação de conformidade cabe ao regulador e que as auditorias de terceiros devem ser cuidadosamente analisadas, dando oportunidade de participação às operadoras. A Argentina e o México exigem que auditores terceiros verifiquem os relatórios das empresas.

Os **levantamentos estrema** permitem a inspeção remota em condições em que a inspeção no local é difícil. Os instrumentos de medição terrestres ou aéreos podem analisar locais para possíveis emissões de metano. Os resultados desses levantamentos podem indicar a necessidade de seguimento junto da operadora ou de uma inspeção no local.

A **digitalização** dos mecanismos de medição e de geração de relatórios pode aumentar a eficiência dos esforços de conformidade. As ferramentas digitais podem reduzir o volume de documentação de conformidade, especialmente para grandes operações, que geram grandes quantidades de dados. A incorporação da automação e da inteligência artificial reduz

os erros na geração de relatórios e acelera a identificação de oportunidades para melhorar a conformidade e, potencialmente, diminuir as infrações.

Os governos têm muitas opções, tanto para as sanções como para os incentivos. Tais opções assentam, umas nas outras, como numa pirâmide, conforme ilustrado abaixo.

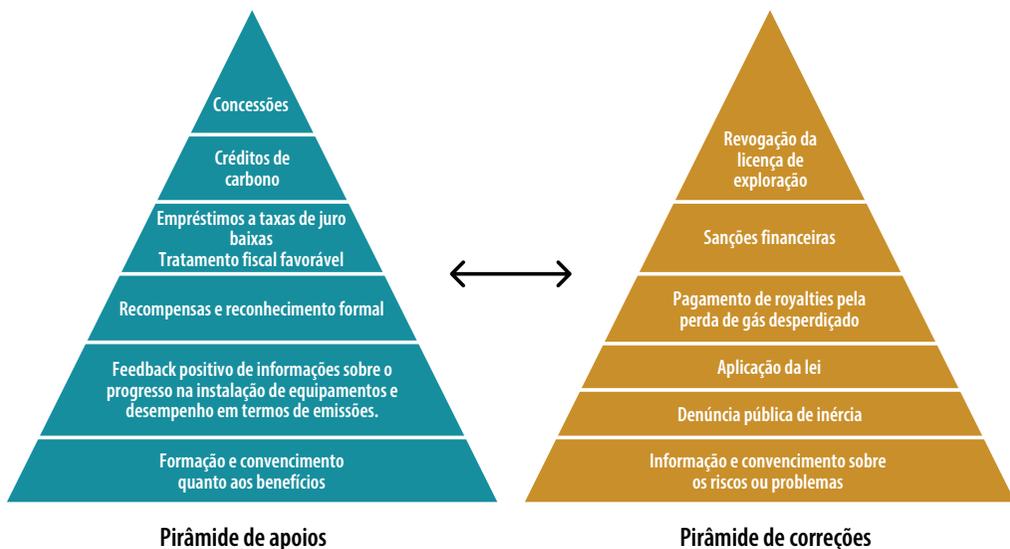


Figura 10.2: Pirâmide de apoios e pirâmide de correções

Para promover a eficiência e acompanhar o ritmo crescente das mudanças tecnológicas, os reguladores de diferentes jurisdições podem adotar uma **abordagem de avaliação das equivalências**.¹¹¹ Esta abordagem permite que um regulador compreenda e aprove uma alternativa proposta por uma operadora para equipamentos e/ou práticas de mitigação de metano exigidos por um regulamento (p. ex., no caso de LDAR) sem comprometer os benefícios ambientais.

Medidas coercivas

As medidas coercivas promovem a conformidade e a igualdade de condições, ao estabelecer uma ameaça credível de medidas apropriadas para as infrações. A agência governamental, responsável por fazer cumprir os regulamentos de redução do metano, precisa de ter poderes legais claros para aumentar a credibilidade dos seus esforços de aplicação dos regulamentos. Isto inclui poderes de inspeção e aplicação dos regulamentos, com o poder de impor uma variedade crescente de medidas apropriadas para incentivar a conformidade.

As cartas de advertência podem informar a empresa das infrações encontradas e enumerar medidas específicas para repor a conformidade. Estas cartas permitem que o regulador interaja com a empresa para corrigir as infrações e reponha a conformidade de forma cooperante. As medidas coercivas formais podem ser limitadas a situações em que uma carta de advertência não leva à conformidade.

No início do processo para a aplicação de medidas coercivas, é fundamental avaliar a dimensão da infração com base em muitos fatores, incluindo:

- o dano real ou potencial.
- a extensão do desvio ao cumprimento dos requisitos.
- o histórico de conformidade do infrator.
- se a infração foi revelada pela empresa ou descoberta durante uma inspeção.

Estes fatores também podem influenciar a magnitude da sanção pecuniária. A determinação da sanção apropriada também pode ser influenciada pelo objetivo geral de garantir que os infratores não beneficiem financeiramente da falta de conformidade. Uma oportunidade importante para promover um melhor desempenho, através da aplicação dos regulamentos, é exigir que as empresas que cometeram infrações não só reponham a conformidade, mas exijam-lhes também, que reduzam as suas

emissões no futuro, ou seja, que preservem o ambiente, além de pagarem uma multa, que recupere o valor que economizaram com a infração e que seja suficiente para dissuadir futuras infrações.

Um bom quadro regulamentar deve incluir um mecanismo pelo qual uma operadora possa recorrer ou contestar as medidas coercivas, incluindo medidas corretivas e sanções. As limitações financeiras não são um motivo válido para o incumprimento; se uma empresa determinar que uma instalação não pode suportar os custos para operar em conformidade, pode evitar sanções futuras optando por fechar essa instalação. Porém, nalgumas jurisdições, uma sanção pode ser reduzida quando os registos financeiros oficiais da empresa documentarem a incapacidade da empresa de pagar. Em alternativa, uma empresa pode ser autorizada a fazer pagamentos em prestações, ao longo de um prazo especificado, quando puder comprovar que o pagamento da sanção pecuniária a impedirá de pagar despesas correntes e necessárias da empresa.

Plano de inspeção

A secção a seguir descreve algumas perguntas-chave que um regulador pode usar para desenvolver o seu plano de inspeção para garantir a conformidade com os regulamentos de redução do metano.

Uma vez que os recursos de inspeção serão sempre limitados, é importante priorizar a inspeção das infrações de emissões mais graves, os infratores reincidentes e as empresas com histórico de grandes eventos de emissões.

Desenvolvimento de um plano de inspeção

Objetivos

- Qual é a finalidade da inspeção?
- O que se pretende alcançar?

Tarefas

- Que informações serão analisadas (p. ex., autorizações, licenças, regulamentos, relatórios de inspeções anteriores e informações sobre o histórico de conformidade)?
- Que coordenação com o pessoal de deteção, outros programas ambientais, advogados ou agências governamentais será necessária?

Procedimentos

- Que processos específicos da instalação serão inspecionados?
- Os inspetores obtiveram o direito de acesso à instalação?
- A inspeção exigirá procedimentos especiais?
- Foi elaborado e implementado um plano de garantia de qualidade/ controlo de qualidade?
- Que equipamentos serão necessários?
- Quais são as responsabilidades de cada membro da equipa?

Recursos

- Que pessoal será necessário?
- Foi elaborado e implementado um plano de segurança?

Cronograma

- Quais serão os prazos para uma ordem de atividades de inspeção?
- Quais serão as prioridades? O que terá de ser feito e o que é opcional?



Recursos úteis para garantir a conformidade

Rede Internacional para Conformidade e Aplicação da Legislação sobre o Ambiente (International Network for Environmental Compliance and Enforcement - INECE): Princípios eficazes para a aplicação da legislação ambiental (Principles of Effective Environmental Enforcement). <https://inece.org/>

Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (United States Environmental Protection Agency - EPA): Política de resposta à aplicação da legislação e Política de auditoria da EPA (Enforcement Response Policy and EPA Audit Policy). <https://www.epa.gov/enforcement/enforcement-policy-guidance-publications>

Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (United States Environmental Protection Agency, EPA) 2022: Conformidade da próxima geração. <https://www.epa.gov/compliance/next-generation-compliance>

11. Financiamento para a redução do metano

Pontos principais

- As soluções para o metano têm um dos maiores benefícios para a redução de emissões por dólar de capital investido, mas são subfinanciadas globalmente.
- É necessário direcionar fluxos financeiros suficientes para a redução do metano no setor de petróleo e gás, a fim de ajudar a diminuir as emissões.
- A concretização da oportunidade do metano requer investimentos em soluções técnicas e em atividades de capacitação. O financiamento ineficaz dos custos indiretos aos governos pode ser um grande obstáculo à implementação de soluções técnicas.
- As fontes de financiamento incluem Instituições Financeiras de Desenvolvimento (IFD), mecanismos de financiamento específicos para o clima e empresas emissoras de obrigações verdes.
- O Compromisso Global do Metano pode contribuir para a integração da redução do metano na arquitetura de financiamento climático.
- As emissões de metano são uma forma de desperdício, mas na ausência de um preço para os GEE, nem todas as fontes são economicamente viáveis para as empresas corrigirem ou evitarem.
- Algumas empresas podem apenas utilizar voluntariamente o metano, previamente desperdiçado, que ofereça a oportunidade de investimento mais atrativa. Em muitos países, os governos precisarão de regulamentos para promover ações de redução do metano.

Aproveitar a oportunidade de reduzir o metano, no setor de petróleo e gás, exigirá investimentos significativos. Embora 39% das emissões de metano sejam provenientes do setor da energia, apenas 0,8% do financiamento para redução do metano foi direcionado para este setor. Para superar este déficit de financiamento, serão necessárias contribuições do setor privado, dos governos nacionais, das instituições multilaterais e dos fundos de financiamento climático. Este capítulo aborda estas fontes de financiamento, as suas abordagens para o financiamento da redução do metano e estudos de caso que

ilustram exemplos práticos de como o financiamento pode acelerar os esforços de redução.

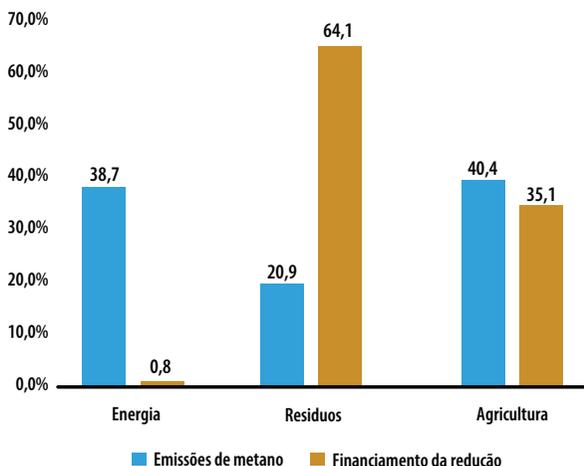


Figura 111: Distribuição do financiamento para a redução e distribuição das emissões de metano, entre os setores, em termos percentuais.^{112, 113}

O déficit de financiamento

As medidas para a redução das emissões de metano têm um financiamento insuficiente.¹¹⁴ De acordo com o Compromisso Global do Metano, este gás é responsável por 17% das emissões globais de GEE provenientes da atividade humana. No entanto, o metano recebeu menos de 2% do total dos fluxos de financiamento climático (cerca de 11 mil milhões USD em 2019/2020). São necessários mais de 100 mil milhões anualmente, um aumento, pelo menos, dez vezes em relação aos níveis atuais.¹¹⁵ O setor de combustíveis fósseis, que tem o maior potencial de mitigação de metano até 2030, foi o que recebeu menos financiamento para a redução do metano.

De acordo com uma estimativa da AIE, é necessário um total

de cerca de 100 mil milhões em investimentos, até 2030, para atingir uma redução de cerca de 75% no setor de energia.¹¹⁶ Considerando os benefícios da redução das emissões de metano, no setor de petróleo e gás, esse défice de financiamento constitui um desafio crítico.

O que precisa de financiamento?

A limitação das emissões de metano requer investimentos em infraestruturas e um ambiente favorável para essas infraestruturas, políticas, leis, regulamentos e contratos, incluindo estruturas de incentivos e sanções, para reduzir as emissões de metano.

Infraestruturas. As medidas de redução do metano abrangem as fontes existentes e possíveis novas fontes de emissões. Embora seja lógico visar urgentemente as fontes pontuais de grandes emissões, também é necessário financiamento para evitar fontes de novas emissões. O financiamento das infraestruturas de redução do metano poderia, assim, incluir intervenções que:

- evitem ou previnam a ocorrência de emissões de metano, p. ex., fazer os projetos de acordo com as novas normas.
- utilizem o metano: projetos que capturem esse gás e depois o utilizem ou reinjetem.
- diminuam ou reduzam os níveis atuais de emissões.

Ambiente favorável. O financiamento para a redução do metano inclui assistência técnica para capacitação. Por exemplo, o desenvolvimento de mercados de gás internos requer uma assistência técnica significativa e pode contribuir para a redução das emissões de metano em projetos petrolíferos.

Fontes de financiamento

O financiamento para soluções de redução do metano, no setor de petróleo e gás, pode ser feito de forma específica para o setor ou como parte do financiamento nacional para as alterações climáticas. Algumas das principais fontes de financiamento de

soluções para a redução do metano são as seguintes:

Instituições Financeiras de Desenvolvimento (IFD) As IFD estão focadas no desenvolvimento e estão mais ativas nos mercados com acesso limitado ao financiamento privado ou em projetos sem uma base comercial sólida. As IFD podem reduzir os preços, oferecer empréstimos de longo prazo, aumentar a transparência e dar cobertura aos investidores em locais de alto risco. Estas estão também frequentemente dispostas a assumir riscos técnicos em relação a tecnologias emergentes, desde que estejam de acordo com os seus objetivos em termos de políticas, como a mitigação das alterações climáticas. Visando apoiar os objetivos do governo e financiar a projetos que se enquadrem nas suas atribuições. Normalmente, as IFD têm condições ambientais e sociais abrangentes para seu apoio.

Fundos climáticos específicos. Várias IFD administram fundos climáticos para promover a rápida implementação de tecnologias de baixo carbono, com incidência nas energias renováveis. O que inclui o Fundo Verde para o Clima (Green Climate Fund, GCF), o Fundo Global para o Ambiente (Global Environment Facility, GEF), o Global Methane Hub (GMH) e os Fundos de Investimento Climático (Climate Investment Funds, CIF), a saber, o Fundo para as Tecnologias Limpas (Clean Technology Fund, CTF) e o Fundo Climático Estratégico (Strategic Climate Fund, SCF). A principal vantagem destes fundos é a sua capacidade de fazer empréstimos a taxas de juro abaixo do mercado (financiamento em condições preferenciais). Este tipo de empréstimo melhora a estrutura de capital de um investimento em metano ao reduzir o custo do financiamento. Estes fundos também têm capacidade de conceder empréstimos de valores significativos. Por exemplo, o Global Methane Hub é uma organização filantrópica que faz o financiamento direto para projetos de redução do metano e já angariou mais de 340 milhões USD.

Agências de Crédito à Exportação (Export Credit Agencies, ECA): Um governo nacional estabelece uma ECA para promover a exportação dos seus bens e serviços. As ECA podem ter capacidade para dar apoio a transações para soluções, software

e tecnologia para redução do metano, se estas transações envolverem importações do mercado da ECA. As ECA cobrem uma transação através de um seguro ou de uma garantia direta de pagamento, oferecendo uma cobertura de riscos comerciais e políticos. Quando as ECA estão envolvidas, há probabilidade de os exportadores oferecerem condições comerciais mais competitivas. Além disso, as ECA podem oferecer uma cobertura adequada quando os mutuantes comerciais estão mais relutantes em assumir riscos políticos.

Empresas do setor de petróleo e gás. Estas empresas podem ser incentivadas a financiar medidas de redução quando o valor da redução, em termos do metano adicional recuperado ou a prevenção de sanções regulamentares, for superior aos custos. Várias empresas petrolíferas internacionais dedicaram parcelas dos seus orçamentos de capital a projetos que reduzirão as suas emissões operacionais de GEE, incluindo as emissões de metano. Estes programas são estruturados de forma que os projetos de redução competem por capital com outras oportunidades internas de redução de GEE, mas não com outros usos de capital, como a perfuração de poços. Dado que o setor de petróleo e gás é diversificado, esta pode não ser uma opção para todas as empresas, regiões geográficas ou oportunidades de redução do metano.

Empresas Petrolíferas Nacionais (NOC). Nos países onde as NOC participam ativamente do setor de petróleo e gás (como operadoras ou parceiras em joint-ventures), estas podem ser uma fonte de financiamento para projetos de redução do metano. As NOC podem apoiar projetos de redução tanto como investidoras, redirecionando uma parcela de lucros retidos, quanto como mutuantes, redirecionando fundos que, de outra forma, seriam destinados aos cofres públicos. Mesmo quando as NOC não têm as receitas necessárias para apoiar a redução do metano, os governos podem, ainda assim, optar por usar uma NOC como ponto focal para o apoio financeiro público, seja por meio de alocações diretas do orçamento do estado ou por meio de reempréstimos, em que o governo contrai os empréstimos e transfere os fundos para a concessionária.

Bancos comerciais e fundos privados de participações (private equity funds). Os mutuantes, como os bancos comerciais e os fundos privados de participações, avaliarão a viabilidade comercial das oportunidades de investimento na redução do metano, da mesma forma que o fariam relativamente a qualquer outro investimento. Estes mutuantes podem não ter em consideração o valor dos benefícios relacionados com o clima como uma IFD faria. Entretanto, muitos mutuantes têm metas ASG internas, incluindo a redução do metano. Além disso, se os benefícios da redução do metano puderem ser monetizados (ou seja, créditos de carbono, dedução fiscal, etc.), tais incentivos financeiros serão tidos em consideração na avaliação do projeto pelo mutuante.

Financiamento governamental. Alguns governos tiveram sucesso com as obrigações para infraestruturas, incluindo obrigações verdes para projetos de mitigação das alterações climáticas. Contudo, a maior parte dos fundos públicos continua a ser direcionada para programas de redução do metano no setor agrícola. Alguns governos estabeleceram mecanismos para financiar projetos específicos de metano, como o Programa de poços órfãos do Canadá, que destinou 1,7 mil milhões de dólares canadianos para ajudar a limpar poços de petróleo e gás abandonados em Alberta, Saskatchewan e British Columbia.¹¹⁷ Em muitos países em desenvolvimento, esta opção pode não estar disponível devido a outros compromissos da despesa pública, elevados níveis de endividamento e outras prioridades de desenvolvimento.

Quadro 11: Mecanismos de financiamento climático e instituições financeiras específicas

Instituições Financeiras de Desenvolvimento (IFD)	
IFD multilaterais	Banco Mundial (World Bank), Banco Asiático de Desenvolvimento (Asian Development Bank), Banco Europeu para a Reconstrução e o Desenvolvimento (European Bank for Reconstruction and Development), Sociedade Financeira Internacional (International Finance Corporation)
IFD bilaterais	Grupo CDC (Reino Unido), Swedfund (Suécia), Sociedade Financeira dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional (U.S. International Development Finance Corporation)
IFD nacionais	Banco para o Desenvolvimento da China (China Development Bank), KfW Banking Group (Alemanha), Export-Import Bank of India
IFD subnacionais	Fundo de Garantia de Buenos Aires (Buenos Aires Guarantee Fund), Garantias e Investimentos do Estado da Baixa Áustria (Lower Austria Guarantees and Investments), Agência de Desenvolvimento Económico e Social do Estado do Rio de Janeiro
Mecanismos de financiamento específicos para o clima	
Fundos multilaterais de financiamento climático (UNFCCC)	Fundo de Adaptação (Adaptation Fund) da UNFCCC, Fundo Verde para o Clima (Green Climate Fund, GCF), Fundo para os Países Menos Desenvolvidos (Least-Developed Countries Fund, LDCF) e Fundo Global para o Ambiente (Global Environment Facility, GEF)
Fundos climáticos não associados à UNFCCC	Programa de Capacitação Relacionado com Baixas Emissões (Low Emission Capacity Building Programme) do PNUD, Iniciativa Enlighten para Eficiência Energética do PNUA
Fundos climáticos nacionais (FCN)	Fundo Fiduciário para as Alterações climáticas da Indonésia (Indonesia Climate Change Trust Fund), Fundo Internacional do Reino Unido para o Clima (UK International Climate Fund), Fundo Fiduciário para as Alterações Climáticas de Bangladesh (Bangladesh Climate Change Trust) e a Iniciativa Internacional para Proteção do Clima (IKI), da Alemanha

Filantropia	Fundação Rockefeller, Bloomberg Philanthropies, Energy Foundation, Fundação Ford, Global Methane Hub
Emissores de obrigações verdes	
Bancos de Desenvolvimento	Banco Europeu para a Reconstrução e o Desenvolvimento (European Bank for Reconstruction and Development), Banco Mundial (World Bank), Banco Africano de Desenvolvimento (African Development Bank), Banco Europeu de Investimento (European Investment Bank)
Emissores de instrumentos de dívida titularizados	Fannie Mae, Credit Agricole CIB, Toyota
Empresas financeiras emissoras	BNP Paribas, Bank of America, Bank of China, Morgan Stanley
Entidades apoiadas pelo governo	Agência de Construção, Transporte e Tecnologia Ferroviária do Japão (Japan Railway Construction, Transport and Technology Agency), Agência Indiana de Desenvolvimento de Energias Renováveis (Indian Renewable Energy Development Agency)
Emissores soberanos	República de Fiji, Governo Federal da Nigéria
Empresas não financeiras emissoras	Canadian Solar, Tesla Energy, Beijing Enterprises Water Group
Governos locais	Governo Metropolitano de Tóquio (Japão), Cidade de Gotemburgo (Suécia), Autoridade dos Transportes Metropolitanos (MTA) de Nova Iorque (EUA), Estado de Connecticut (EUA)

Tendências do financiamento

Há, atualmente, várias tendências nos mercados financeiros globais, que podem ampliar ou acabar com o déficit do financiamento para a redução do metano. O financiamento

de projetos de redução do metano, no setor de petróleo e gás, poderia aumentar, se os benefícios desses projetos fossem mais proeminentes. No entanto, há desafios para os investimentos na redução do metano no setor de petróleo e gás, considerando os objetivos de transição energética e o combate às alterações climáticas.

Papel da filantropia. Com a crescente sensibilização para a oportunidade de o metano contribuir para as metas ambientais, económicas, energéticas e de emprego, a filantropia pode desempenhar um papel mais significativo. O Compromisso Global do Metano e as iniciativas de financiamento que lhe estão associadas podem catalisar outras iniciativas para aumentar a participação do metano no financiamento climático.

Financiamento misto. O financiamento privado de atividades e projetos para a redução do metano é 40% superior ao financiamento público, contrastando fortemente com outras intervenções relativas às alterações climáticas, em que o financiamento público desempenha um papel significativo. É provável que surja uma mistura de financiamento público, privado e filantrópico.

Cooperação. As redes de governos municipais estão a aproveitar as economias de escala para realizar atividades em prol do clima, como a aquisição coletiva de tecnologias nos EUA e na Nigéria. Este aproveitamento poderia ser estendido às soluções para a redução do metano (p. ex., soluções regionais para o aproveitamento do gás associado para a geração e acesso à energia).

Requisitos ASG. Os investimentos baseados em critérios Ambientais, Sociais e de Governança têm afastado governos, IFD, bancos comerciais e outras empresas privadas dos investimentos no setor de petróleo e gás. Também estão a ser desenvolvidas Diretrizes ASG para melhorar os relatórios sobre como as atividades das empresas afetam o clima. Por exemplo, a Task Force sobre Divulgações Financeiras Relacionadas com o Clima (Task Force on Climate-Related Financial Disclosures),

criada em 2015, e o Conselho de Normas de Divulgação do Clima (Climate Disclosure Standards Board), criado em 2007, são esforços conjuntos entre os agentes privados, bancos centrais, conselhos de estabilidade financeira e reguladores nacionais para o desenvolvimento de normas ASG e climáticas consistentes para os relatórios das empresas.

Escrutínio acrescido no financiamento

Demonstrar que a redução do metano no setor de petróleo e gás cumpre os objetivos ASG e climáticos pode desbloquear fundos.

Limites aos empréstimos internacionais para projetos com elevada intensidade carbónica

Em 16 de agosto de 2021, o Departamento do Tesouro dos EUA emitiu um memorando de orientação de políticas intitulado Orientação sobre Energia Proveniente de Combustíveis Fósseis para Bancos Multilaterais de Desenvolvimento, BMD (Fossil Fuel Energy Guidance for Multilateral Development Banks, MDBs).¹¹⁸ O foco principal desta política era anunciar a oposição do governo dos EUA ao “financiamento internacional de energia baseada em combustíveis fósseis com elevada intensidade carbónica”, especificamente que usaria o seu papel como membro de conselho em diversos bancos multilaterais de desenvolvimento (BMD) para votar contra tais projetos. O memorando do Tesouro é o mais recente de um número crescente de declarações de grandes doadores opondo-se ao uso do financiamento para o desenvolvimento de projetos que utilizem combustíveis fósseis. Por exemplo, a política afirma categoricamente que os EUA se oporão a “projetos de gás natural no segmento *upstream*”. Permitindo um apoio limitado a “projetos de gás natural nos segmentos *midstream* e *downstream*” em países considerados elegíveis pela Associação Internacional de Desenvolvimento (AID), desde que, incluam “estratégias de redução dos gases com efeito de estufa”. De forma crítica, a nova política prevê uma exceção para o financiamento de projetos de redução do metano, mas com importantes ressalvas (ênfase no original):

“Abertos ao apoio a projetos de Captura, Utilização e Armazenamento de Carbono (Carbon Capture, Use and Storage, CCUS) e de redução do metano. Estamos abertos a apoiar soluções de CCUS e de redução do metano como investimentos independentes para projetos de combustíveis fósseis existentes, desde que não ampliem a capacidade do projeto existente ou prolonguem significativamente a sua duração operacional.”

A lição para os países, que pretendem obter financiamento internacional para o desenvolvimento de projetos de petróleo e gás, é que irão enfrentar um escrutínio crescente das suas propostas de projetos e das avaliações de viabilidade. Recentemente, na COP27, os países que representam mais de metade das importações globais e um terço das exportações globais de gás pediram a minimização da queima, além da redução, na medida do possível, das emissões de metano e de CO₂ em toda a cadeia de abastecimento.¹¹⁹

Abordagens inovadoras ou não tradicionais. Os fundos soberanos e de investimento estratégico com objetivos climáticos ambiciosos são fontes potenciais de financiamento de projetos de redução do metano. Para os países que enfrentam desafios relacionados com o acesso à energia e segurança energética, a procura de projetos de metano alinhados com as estratégias nacionais de desenvolvimento de baixo carbono e planos nacionais de desenvolvimento satisfaz as prioridades de acesso à energia do país e, ao mesmo tempo, mitiga as emissões de metano. Os títulos para transição e os empréstimos vinculados à sustentabilidade são mecanismos emergentes que proporcionam às empresas com altas emissões flexibilidade na estruturação das suas atividades de financiamento.

Mercados de carbono. Os projetos de redução do metano podem gerar receitas através dos mercados de carbono se forem concebidos e estruturados adequadamente. O desafio atual é a quantificação limitada do impacto positivo sobre o clima, que pode ser traduzido em licenças de emissão negociáveis. Isso é especialmente difícil no caso das emissões fugitivas, pois é difícil determinar um parâmetro para quantificar a redução atingida através das medidas tomadas pelo setor. À medida que se progride na estimativa e na monitorização das emissões, isto poderá tornar-se uma futura fonte de financiamento para projetos.¹²⁰

Como apresentar um argumento económico para a redução do metano

Os reguladores terão de apresentar um argumento económico, no âmbito do governo, ou persuadir as operadoras de que as soluções de redução são adequadas para investimentos de curto e longo prazo. Embora as operadoras tenham um incentivo

financeiro para evitar o desperdício, algumas soluções são mais económicas do que outras. Uma análise da relação custo-benefício, específica para o ambiente operacional local, pode ajudar a desenvolver políticas regulamentares de redução do metano viáveis. Os investimentos na redução do metano, como a LDAR no segmento *upstream* e nas unidades de recuperação de vapor, podem gerar um retorno positivo, dependendo das circunstâncias.

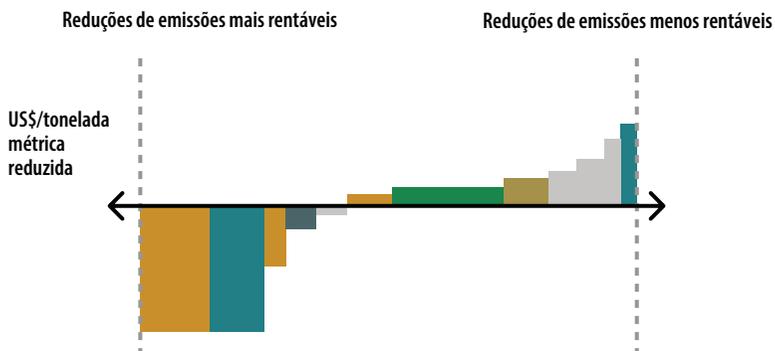


Figura 11.2: Exemplo de uma curva de custo marginal da redução. Cada barra representa um tipo de projeto de redução de emissões e as cores indicam oportunidades temáticas de redução, como programas de deteção e reparação de fugas.¹²¹

As operadoras privadas tenderão a preferir opções de baixo custo ou até mesmo aquelas que tenham um custo negativo. No entanto, mesmo nesses casos, é geralmente necessário um investimento inicial; pelo que, os períodos de retorno curtos tornarão os investimentos mais atraentes em relação a outros possíveis ativos. Em muitos casos, as atividades de redução do metano podem constituir uma oportunidade comercial, que pagará o investimento inicial e os custos de manutenção, gerando um rendimento adicional.

Custo-benefício das reduções de emissões de metano

Uma explicação clara do argumento económico dos projetos de redução do metano pode aumentar o interesse dos investidores. No entanto, a forma como se vê a proposta de custo-benefício pode variar, dependendo da posição estratégica de cada um.

Perspetiva da empresa. A relação custo-benefício para a empresa significa que o valor do gás adicional recuperado ou das taxas ou multas por infrações evitadas, pela recuperação do gás, excedem o capital incremental e o custo operacional do projeto de redução. As medidas, que cumprem estes critérios, podem ser descritas como tendo um valor atual líquido (VAL) positivo, um período de retorno do investimento curto ou uma taxa interna de rentabilidade (TIR), que cumpre os critérios de investimento de uma empresa.

Perspetiva económica. Esta abordagem considera os benefícios líquidos para a economia nacional. Por exemplo, as empresas de transmissão e distribuição local não são, geralmente, proprietárias do gás que transportam. Normalmente, os reguladores exigem que estas devolvam aos seus clientes o valor da redução da perda proveniente da redução do metano. Como resultado, as reduções de metano, nestes segmentos do setor, não terão um retorno positivo para a empresa. Dito isto, o valor das perdas reduzidas beneficiará outras partes da economia sob a forma de preços mais baixos do gás e da prevenção da poluição. Existe, assim, um benefício mais amplo mesmo quando a entidade, que implementa uma redução, não possa beneficiar diretamente da redução das perdas.

Perspetiva regulamentar. Esta abordagem considera as metas ambientais e de saúde pública para determinar o benefício para a sociedade. A relação custo-benefício varia de acordo com os diferentes poluentes e programas regulamentares. Neste contexto, as reduções de metano podem ser consideradas rentáveis devido à redução da poluição local e do aquecimento global, mesmo que tenham um custo líquido para a empresa. Os reguladores também podem ponderar as receitas fiscais adicionais resultantes das emissões evitadas em relação ao investimento em equipamentos de deteção e pessoal.

Monetização da redução do metano

Os benefícios da redução do metano podem ser diretos, como a captura de gás que, de outra forma, seria queimado ou libertado, ou indiretos, como a emissão de créditos de carbono passíveis de venda.

Captura de gás

Os investimentos na redução do metano, que resultam na captura de gás, podem proporcionar retornos significativos se o gás capturado puder ser direcionado para os consumidores de gás. Estes investimentos podem proporcionar à empresa retornos tão elevados quanto outras oportunidades de investimento. Em vez de ser queimado, o metano capturado pode ser monetizado através da:

- venda do gás para consumo doméstico (preparação de alimentos, aquecimento etc.).
- produção de gás natural liquefeito ou gás de petróleo liquefeito se o gás estiver húmido.
- reinjeção do gás num reservatório de petróleo e gás para melhorar a recuperação.
- aproveitamento do gás natural para produção de eletricidade.
- fornecimento de matéria-prima às indústrias de hidrogénio, metanol e gás para líquido.

Cada opção vem com seu próprio conjunto de dificuldades. Por exemplo, o Nigerian Gas Flare Commercialization Programme (Programa de Comercialização da Queima de Gás da Nigéria) teve um processo de concurso (2020-2023) para os locais de queima monetizarem o gás associado, incluindo a produção de produtos petroquímicos e fertilizantes.¹²² Este processo de concurso pressupôs um sistema de cadeia de abastecimento existente (instalação de processamento, transporte), com o qual os concorrentes poderiam contar, para o transporte do gás natural para o mercado. Na Colômbia, no Campo de Floreña, foi

feito um investimento para utilizar um compressor de reinjeção de alta pressão. Mas apenas parte da quantidade total de gás pôde ser reinjetada no reservatório. Pelo que, o gás excedente foi convertido em energia e fornecido à rede elétrica.¹²³

Créditos de carbono

Os mercados de carbono, onde as economias de GEE se traduzem em créditos negociados ativamente, têm-se tornado cada vez mais comuns nos últimos anos. A implementação e as implicações das políticas dos mercados de carbono são um assunto que merece o seu próprio manual e não será abordado aqui em detalhe. A redução do metano é, no entanto, uma forma de produzir créditos num mercado de GEE. A seguir, encontra-se um exemplo de como a redução das emissões fugitivas, de uma rede de distribuição de gás, se transformou em créditos que sustentaram a economia do projeto.



Estudo de caso sobre monetização da redução de emissões de metano: iniciativas para a redução de emissões de metano no Bangladesh

O gás natural é a principal fonte de energia primária no Bangladesh. Cerca de 65% da energia comercial no Bangladesh é proveniente do gás natural. Aproximadamente 13% do fornecimento total de gás natural é utilizado em residências, para a preparação de alimentos, através de uma rede de distribuição de gás. Com o envelhecimento da rede de distribuição de gás, as empresas de distribuição têm vindo a identificar muitas fugas. As empresas contratam terceiros para procederem à identificação e reparação das fugas de metano a fim de melhorar a eficiência e a segurança operacional. As empresas de distribuição não precisam de

investir quando um programa é financiado ao abrigo do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). As atividades de LDAR são um exemplo de um projeto de metano financiado pelo MDL.

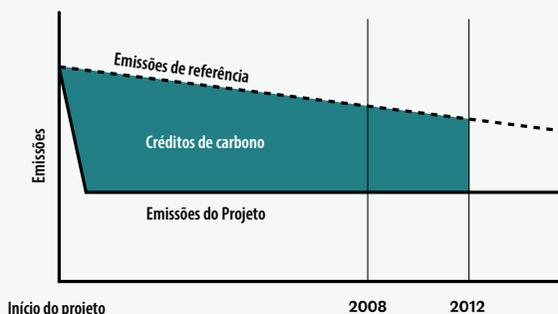


Figura 11.3: Ilustração dos retornos de créditos de carbono com base na redução de emissões.¹²⁴

Em 2012, a Titas Gas Transmission and Distribution Company Limited (TGTDC), fornecedora de gás na capital Daca e nos arredores, assinou o Acordo de Investimento no Projeto de Reduções Certificadas de Emissões (Certified Emission Reductions Project Investment Agreement) com a empresa dinamarquesa NE Climate A/S (NES) para a redução das emissões de metano através da implementação de LDAR. A UNFCCC registou o projeto em 2015. Nos termos deste projeto, são reduzidas anualmente cerca de 4 milhões de toneladas métricas de CO₂ equivalente em emissões de metano. Além disso, a TGTDC gera receitas com a venda de RCE.

Tendo em consideração o sucesso inicial do projeto do MDL, a TGTDC assinou outro contrato com a mesma empresa para a Redução Verificada de Emissões (RVE) em 2021.

O patrocinador iniciou o programa de LDAR com o novo projeto a nível de elevação/estações de medição do regulador, visando economizar 10,91 milhões de toneladas métricas equivalentes de CO₂ através das reduções de emissões de metano.

A Paschimanchal Gas Company (PGCL) assinou um contrato com a Eco Gas Asia Limited. Como resultado, todos os anos há uma economia de cerca de 0,36 milhões de toneladas métricas equivalentes de CO₂ em reduções de emissões de metano, o que começou a gerar receitas como um benefício do projeto de MDL.

A Karnaphuli Gas Distribution Company (KGDCL) iniciou um projeto de MDL considerando a estratégia LDAR. Como resultado, no período entre 2019 e 2022, foram economizadas cerca de 2,64 milhões de toneladas métricas equivalentes de CO₂ em reduções de emissões de metano. Além disso, a KGDCL iniciou outro sistema de detecção de fugas de gás no gasoduto usando um sistema móvel de detecção de gás. Este sistema de detecção de fugas de gás foi replicado por outras empresas de distribuição (BGDCL, JGTDSL) da Petrobangla, a empresa nacional de gás de Bangladesh.

Todos estes projetos de MDL contribuem para atingir as metas de Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC) do Bangladesh no que se refere às emissões fugitivas de gás no setor de energia e geram financiamento para a redução das emissões de metano.

12. Capacitação para a ação

Pontos principais

- A redução do metano é uma nova prioridade, governos e empresas, em todo o mundo, estão a tomar medidas ousadas. Há diversas áreas especializadas que são importantes para os governos poderem agir de forma eficaz para reduzir o metano.
- Na elaboração de uma estratégia de capacitação, os governos podem desenvolver novas competências, progressivamente, ao longo do tempo.
- Dependendo das circunstâncias e das capacidades existentes, a capacitação pode ser rápida e com recursos financeiros limitados.
- Disponibilidade de assistência: várias iniciativas de capacitação oferecem apoio especializado personalizado e entre pares às jurisdições nacionais e subnacionais. Encontram-se disponíveis recursos para ajudar os governos e as empresas estatais de petróleo a agirem rapidamente em relação ao metano.

Competências necessárias para a gestão do metano

As principais áreas de especialização, necessárias ao longo do ciclo de vida do setor, incluem o seguinte:

Desenvolvimento de políticas. Competências na avaliação das políticas ambientais, energéticas e petrolíferas existentes, capacidade para elaboração de projetos e experiência em navegar pelo cenário político. Compromissos claros relativamente às políticas aumentarão a probabilidade de obter assistência técnica.

Projeto regulamentar. Conhecimento das implicações legais, institucionais e políticas das opções. O projeto do regulamento, para a redução do metano, determinará se atingem a eficácia, eficiência, viabilidade, responsabilidade, acessibilidade e segurança.

Competências a nível jurídico. O conhecimento e a aplicação da legislação local, a legalidade de intervenções específicas e a elaboração de documentos jurídicos são fundamentais para evitar qualquer violação das leis em vigor, que inviabilize a implementação do novo regulamento.

Competências técnicas. As várias estruturas e técnicas de quantificação e como estas funcionam com tecnologias e softwares avançados contribuem para compreender como desenvolver regimes eficazes de monitorização, relatório e verificação.

Competências a nível económico. Compreensão das tendências macroeconómicas, opções de financiamento, incentivos de mercado e mecanismos de tarifação na redução do metano no setor de petróleo e gás. Conforme referido neste manual, uma das mais poderosas ferramentas para a elaboração de políticas e regulamentos é a curva do custo marginal da redução.¹²⁵

Experiência no setor. Conhecimento dos assuntos contemporâneos, sucessos e fracassos regulamentares, questões operacionais e viabilidade de implementação do setor. Estudos formais de viabilidade, conjugados com o conhecimento tácito de uma região, setor, tecnologia e regulamentação, ajudam a fundamentar a avaliação dos riscos e benefícios das várias opções.

Competências em supervisão, aplicação das normas e regulamentos e conformidade. Competências na análise e aprovação de projetos, concessão de licenças e monitorização, conformidade e aplicação das normas e regulamentos. Os especialistas em engenharia, segurança e ambiente têm uma compreensão dos aspetos técnicos necessários para as propostas e operações, de modo a identificar quaisquer alterações exigidas pelo programa nacional de redução do metano.

Coordenação intragovernamental e resolução de conflitos. Coordenação entre agências para incentivar a troca de informações, a negociação das diferenças, a convergência de esforços e o alinhamento dos regulamentos. Para garantir

eficácia, o coordenador terá de obter o aval e a legitimidade junto dos mais elevados níveis poder e ser colocado num escalão hierárquico suficientemente elevado para efetuar mudanças.

A coordenação com as jurisdições subnacionais sustenta a oferta de soluções flexíveis para satisfazer as necessidades locais do setor e das comunidades. Isto é particularmente verdadeiro na política climática, em que os governos estaduais e regionais têm demonstrado a vontade e a capacidade de liderar, inclusive através de metas e regulamentos específicos para as suas jurisdições. Os governos subnacionais têm agora a oportunidade de tomar antecipadamente medidas em relação ao metano e muitos já se comprometeram¹²⁶ a reduzir as emissões de metano provenientes do setor de petróleo e gás. O Intercâmbio Subnacional de Líderes de Ação Climática (Subnational Climate Action Leaders Exchange, SCALE)¹²⁷ incorpora o Compromisso Global do Metano, que oferece oportunidades de capacitação, através da aprendizagem interpares na coordenação intersetorial e multinível, bem como nos mecanismos de mobilização financeira.

Desenvolvimento de uma estratégia de capacitação

As economias em desenvolvimento têm, geralmente, fracos recursos para atividades de elaboração de regulamentos e de supervisão. Ao criar uma estratégia de capacitação, os governos nacionais devem (1) avaliar as suas necessidades, (2) identificar os recursos e (3) conseguir o financiamento.

1. Avaliação de necessidades

A avaliação examina as capacidades individuais e institucionais. A capacidade individual refere-se ao conhecimento e às competências do pessoal responsável pelo quadro regulamentar do metano.

A capacidade institucional é um sistema que inclui procedimentos para gestão de dados, planejamento estratégico, desenvolvimento do pessoal, alocação de recursos e resolução de litígios.

A avaliação dependerá de várias características. Considerará, por exemplo, o estágio específico de desenvolvimento do setor no país: sem produção, desenvolvimento inicial, oferta consistente, pico de produção e fase de encerramento. A avaliação também irá verificar as capacidades necessárias, com base na compreensão da perspectiva futura do setor: ciclo rápido de expansão e retração, instabilidade de preços e período áureo de crescimento.

Além disso, um dos aspetos mais importantes de qualquer avaliação de capacitação será determinar onde se encontra o poder e as competências existentes: a estrutura de governação existente no país. Nalguns países, há uma agência central, que abriga grande parte da experiência necessária. Noutros países, as competências estarão distribuídas por várias agências. Por fim, alguns países têm uma NOC com alguma autonomia em relação ao governo. As NOC podem representar um desafio para a coordenação e a eficiência operacional, mas também podem ser uma fonte de força significativa para medidas rápidas de redução do metano. Muitas NOC têm capacidades individuais e institucionais robustas de *networking*, otimização de processos e tomada de decisões conjuntas. A ilustração abaixo oferece uma comparação simplificada entre esses três mecanismos de governação.

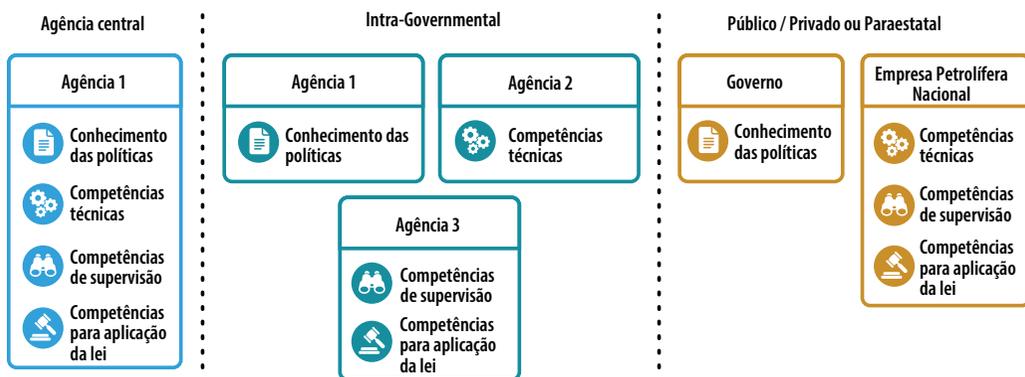


Figura 12.1: Diferentes estruturas de sistemas regulamentares.

2. Identificação dos recursos e apoio

Este manual contém uma lista de recursos que podem ser um bom ponto de partida para a capacitação; os detalhes são apresentados no *Capítulo 13: Recursos para a implementação*. A transferência de conhecimentos e competências pode ser feita através de pesquisa documental, formação presencial ou virtual, formação no local de trabalho, formação individual e mentoria. As fontes de apoio são as seguintes:

Investigação/Análise/Publicações. A profusão de investigação escrita, publicações e documentos de referência existente pode dar às autoridades governamentais uma base relativamente aos problemas críticos associados ao metano, no setor de petróleo e gás. Os recursos podem fundamentar estratégias, políticas e regimes regulamentares. As entidades comerciais disponibilizam alguns desses recursos mediante o pagamento de uma taxa, mas outros são de acesso gratuito. Por exemplo, a AIE fornece regularmente dados e análises sobre as emissões de metano no setor de petróleo e gás, potenciais de redução e tecnologias para apoiar os governos na elaboração de políticas eficazes de redução do metano.

Iniciativas internacionais relacionadas com o metano. Através do seu centro de soluções, a Coligação do Clima e do Ar Limpo (*Climate and Clean Air Coalition, CCAC*) trabalha com os países participantes na identificação de recursos, que apoiem a mitigação do metano. A CCAC reúne individualmente com os países para discutir prioridades e necessidades. Ajudando também a desenvolver estratégias de mitigação do metano, concebidas para atingir as metas do Compromisso Global do Metano. A Global Methane Alliance tem como objetivo apoiar os países que se comprometam a cumprir metas ambiciosas de redução do metano no setor de petróleo e gás. A *Parceria Global para a Redução da Queima de Gás (World Bank Global Gas Queima Reduction Partnership, GGFR)* do Banco Mundial é um fundo fiduciário multidoadores composto por governos, empresas petrolíferas e organizações multilaterais empenhados em pôr termo à queima rotineira de gás, nos locais de produção de petróleo, em todo o mundo. O *Banco Europeu para a Reconstrução e o Desenvolvimento (BERD)* oferece assistência técnica e facilita a transferência de conhecimentos sobre a medição, geração de relatórios e redução de emissões de metano e pode considerar conceder um financiamento para os planos de investimento para a redução do metano. Os exemplos acima são apenas algumas das iniciativas internacionais específicas para o metano.

Especialistas na matéria. Estes especialistas podem ser do setor público, privado ou de agências multilaterais. Aproveitar as competências externas é, muitas vezes, vital para o desenvolvimento de soluções específicas para uma determinada jurisdição. Os especialistas podem ser frequentemente consultados gratuitamente através das ONG, de intercâmbios multilaterais e de programas da ONU. Noutros casos, podem ser contratadas empresas para fazer consultoria. Instituições académicas nacionais e estrangeiras podem oferecer orientação a baixo custo ou gratuitamente.

Iniciativas lideradas pelo setor. Concedem assistência técnica e orientação no setor. Por exemplo, a *Iniciativa Objetivo de Zero Emissões de Metano (Aiming for Zero Methane Emissions) da OGCI*¹²⁸ exige uma abordagem abrangente, que trate as emissões de metano com a mesma seriedade com que o setor de petróleo e gás já trata a segurança.

Intercâmbio interpares. Utilizando redes formais e informais, os países podem explorar lições e desafios compartilhados com seus pares. Enquanto isso, os países com vasta experiência regulamentar e conhecimentos técnicos podem dar conselhos relevantes. Os reguladores beneficiam da sabedoria dos seus pares na realização das suas iniciativas de mitigação do metano. Consulte o *New Producers Group* para ver um exemplo de comunidades de práticas entre governos.

Parceiros de desenvolvimento. Estes são redes internacionais criadas para a partilha de conhecimentos entre diferentes países e fornecedores de recursos, capazes de ajudar a reunir os governos para a identificação de estratégias eficazes de capacitação e partilha dos resultados positivos. Veja os exemplos abaixo.



Coligação do Clima e do Ar Limpo (CCAC)

A CCAC é um recurso fundamental para o primeiro passo na assistência à capacitação na redução do metano. Através do seu centro de soluções, a CCAC trabalha com parceiros interessados em ajudar todos os governos e outros intervenientes prontos a assumir compromissos sólidos e ambiciosos para reduzir as emissões de metano do setor de petróleo e gás. A CCAC tem ajudado diversos países a desenvolver a capacidade de elaborar e implementar políticas e regulamentos para a redução do metano:

- **México.** Em 2018, a CCAC promoveu a capacitação para a Agência de Segurança, Energia e Ambiente (ASEA) do México, para que esta implementasse um regulamento corajoso para controlar as emissões de metano do setor de petróleo e gás. A CCAC deu formação em gestão de dados, inspeções para LDAR e verificação por terceiros, entre outras. O México estabeleceu uma meta de redução entre 40% e 45% das emissões de metano, do setor de petróleo e gás, até 2030.¹²⁹
- **Nigéria.** A CCAC auxiliou a Nigéria relativamente às suas recentes políticas e regulamentos sobre a redução do metano, algumas das quais são abordadas neste manual. Ao juntar a Nigéria, de igual para igual, com governantes e especialistas de todo o mundo, a CCAC auxiliou os principais reguladores do setor de petróleo e gás da Nigéria, como a Comissão Reguladora de Atividades Petrolíferas no segmento *Upstream* (*Upstream Petroleum Regulatory Commission*), na elaboração de disposições sobre queima de gás, LDAR e MRV.¹³⁰



New Producers Group (Grupo de Novos Produtores): rede de conhecimento entre governos

O New Producers Group (NPG) é um exemplo de rede bem-sucedida de partilha de conhecimentos e experiências, do Sul Global, ao longo de 10 anos. Reúne mais de 30 países em desenvolvimento, que são relativamente recém-chegados ao setor de petróleo e gás, como a Guiana, o Gana, o Quênia, a Mauritânia, Moçambique, o Senegal, o Suriname, a Tanzânia, o Uganda e a Namíbia. Foi criado, em 2012, pela Chatham House, pelo Natural Resources Governance Institute e pelo Secretariado da Commonwealth. Junta mais de 700 autoridades governamentais (ministérios, reguladores, NOC) com os seus pares, grupos de reflexão, especialistas do setor e empresas de energia. O NPG tem como objetivo auxiliar os governos na gestão eficaz dos recursos petrolíferos, na transição energética e na integração de estratégias resilientes às alterações climáticas para obter resultados de desenvolvimento sustentável. Um aspeto central da atividade do NPG é a capacitação das autoridades governamentais em GEE, o que tem sido feito através de webinars, investigação e workshops, tais como o *Aligning Petroleum Sector with National Development (Alinhamento do Setor Petrolífero com o Desenvolvimento Nacional)*, *Energy and Climate Goals (Objetivos em Matéria de Energia e Clima) (2021)* e *Minimising GHG Emissions from the Petroleum Sector (Minimizar as Emissões de GEE do Setor Petrolífero) (2022)*.

3. Obtenção de financiamento

Compreender quais são os recursos financeiros disponíveis ajudará a estruturar a oportunidade de definir e determinar

onde os governos podem obter financiamento. As fontes incluem:

Parceiros de desenvolvimento. Embora este recurso possa ser acessado a curto e médio prazo, a dependência deste a longo prazo deve ser evitada e devem ser estabelecidas estruturas para garantir o seu autofinanciamento a longo prazo.

Operadoras através de requisitos de formação e desenvolvimento existentes. Os regimes regulamentares podem incluir uma disposição, seja através da lei ou de acordos petrolíferos, que crie um fundo de formação ou contribua para a capacitação local. Em países com um setor de petróleo e gás ativo, o regulador pode impor uma taxa às operadoras para estabelecer um fundo de capacitação.

Verbas orçamentais nacionais. Os governos que priorizarem a redução do metano obterão financiamento através de impostos e da poupança orçamental ao abrigo das políticas-quadro climáticas.

Financiamento climático. Pode haver oportunidades de acesso a financiamento climático para esforços de mitigação. Tais oportunidades exigiriam o desenvolvimento de propostas de projetos, que definam claramente as emissões de metano a reduzir ou a evitar.

Imposto de resiliência climática. Este imposto pode ajudar a financiar a capacitação com recurso aos conhecimentos mais recentes. Uma vez que a redução das emissões de metano gera receitas, parte dos fundos pode ser alocada à capacitação setorial.

Bolsas de investigação. O financiamento de bolsas de investigação de soluções tecnológicas apropriadas, pode ser alocado a potenciais investigadores, especialmente a nível universitário. Os governos, nalguns casos, podem agir como concedentes, situação em que serão responsáveis pelos fundos dedicados à captura e redução do metano, repartindo os fundos por áreas com probabilidade de ter um impacto mais significativo.

Um mapeamento detalhado das fontes de financiamento pode ser consultado no *Capítulo 11: Financiamento para a redução do metano*.



Estudo de caso sobre uma capacitação bem-sucedida: O Protocolo de Montreal

O Protocolo de Montreal reduziu com sucesso o uso de substâncias, que deterioram a camada de ozônio na estratosfera. Foram criadas Unidades Nacionais de Ozônio (NOU) em países em desenvolvimento, com Responsáveis Nacionais para o Ozônio, com poderes para gerir os seus programas nacionais, para cumprimento do Protocolo de Montreal, incluindo os cronogramas, para a eliminação progressiva, acordados para as substâncias controladas. A criação das NOU ilustra a necessidade de capacitação para implementar eficazmente o Protocolo de Montreal.

Entretanto, estas NOU interagem, umas com as outras, em redes regionais e workshops de capacitação, onde podem beneficiar de orientações e conhecimentos adicionais. Como resultado, os governantes de países em desenvolvimento aprenderam com as experiências dos seus pares e tiveram acesso a recursos adicionais. Apesar deste sucesso, o Protocolo teve dificuldades no desempenho das funções regulamentares estabelecidas, devido à elevada rotatividade de pessoal nos países com NOU mais pequenas.

Os países desenvolvidos financiaram estas atividades através do Fundo Multilateral para a Implementação do Protocolo de Montreal. Com este modelo, as jurisdições conseguiram reduzir drasticamente as substâncias que destroem a camada de ozônio. Este modelo pode ser replicado para reduzir as emissões de metano.

13. Recursos para implementação

Não estão sozinhos

A redução do metano constitui um desafio, mas há muitos recursos disponíveis para ajudar e muitos deles são gratuitos. Estes recursos podem ser manuais, portais de dados e ferramentas de modelação até organizações cuja missão é ajudar os governos, muitas vezes gratuitamente. A lista abaixo não pretende ser exaustiva, mas reflete uma amostra representativa dos recursos disponíveis.

Consultoria especializada personalizada

Coligação do Clima e do Ar Limpo

<https://www.ccacoalition.org/en/content/methane-technical-assistance>

Esta parceria entre governos, organizações intergovernamentais, empresas, instituições científicas e organizações da sociedade civil, com um Secretariado acolhido pelo Programa das Nações Unidas para o Ambiente, oferece consultoria sobre a redução do metano. Com foco na qualidade do ar e nos poluentes climáticos, a CCAC “está pronta para se reunir individualmente com os países para discutir prioridades e necessidades e ajudar a desenvolver as estratégias mais eficientes de mitigação do metano”. Além disso, faz projeções, dá apoio ao planeamento nacional, orientação em termos de políticas, ferramentas regulamentares e muito mais.

Task Force Sobre o Ar Limpo (CATF)

<https://www.catf.us/methane/international-oil-gas/>

Esta ONG ajuda os produtores de petróleo e gás e os governantes a elaborar regulamentos robustos sobre o metano. Trabalhou com a Nigéria, o México, a Colômbia, o Equador e outros

países para apoiar a redução do metano no setor de petróleo e gás. Também trabalha no sentido de facilitar o acesso a compromissos multilaterais e ao financiamento.

Fundo de Defesa Ambiental (EDF)

<https://www.edf.org/issue/methane>

Esta ONG tem inúmeras ferramentas para auxiliar os governantes e os reguladores na redução do metano. A EDF trabalha com uma variedade de parceiros e partes interessadas e faz consultoria sobre as opções regulamentares para a redução do metano em todo o mundo.

Iniciativa Global para o Metano (GMI)

<https://www.globalmethane.org/about/index.aspx>

Desde 2004, esta coligação internacional tem promovido a “redução eficaz e a curto prazo do metano”, juntando os governantes a instituições financeiras e governos parceiros. A GMI dá apoio técnico à implementação de projetos de transformação do metano em energia, em todo o mundo, permitindo que os países parceiros lancem projetos de recuperação e uso do metano.

Coligação Under2

<https://www.theclimategroup.org/methane-project>

Este consórcio de governos subnacionais reúne mais de 160 estados e regiões que lideram ações climáticas. Proporcionando um fórum importante para os governos “partilharem maneiras eficazes de reduzir as emissões de metano, começando com um foco no setor de petróleo e gás”.

Financiamento

Coligação do Clima e do Ar Limpo

<https://www.ccacoalition.org/en/content/methane-technical-assistance>

Esta parceria entre governos, organizações intergovernamentais, empresas, instituições científicas e organizações da sociedade civil, com um Secretariado acolhido pelo Programa das Nações Unidas para o Ambiente, pode direcionar os governos para oportunidades de financiamento. Oferecem assistência especializada personalizada para ajudar os governos a atingirem as suas metas de metano em todos os setores.

Quadro do Financiamento para a Redução do Metano (Iniciativa de Política Climática)

<https://www.climatepolicyinitiative.org/publication/the-landscape-of-methane-abatement-finance/>

Este relatório foca-se em soluções comprovadas, para a redução do metano, em todos os setores para “avaliar o investimento global em atividades de redução do metano e criar uma referência em relação à qual as necessidades de investimento e o progresso possam ser medidos”.

O Centro Global do Metano

<https://globalmethanehub.org/>

Esta organização filantrópica faz o financiamento direto aos projetos de redução do metano. Lançada em março de 2022, pretende “apoiar e incentivar ações da sociedade civil, do governo e do setor privado, incluindo os mais de 100 países, que assinaram o GMP, investindo de maneira significativa em soluções de redução do metano”.

Rede de Projetos da Iniciativa Global para o Metano

<https://www.globalmethane.org/about/index.aspx>

Esta rede “é constituída por representantes do setor, comunidade de investigadores, instituições financeiras, governos estaduais e locais e por outras partes interessadas, especializadas no desenvolvimento e apoio a projetos de redução, recuperação e uso de metano nos países parceiros”.

Programa de Obrigações Verdes do Grupo do Banco Mundial

<https://treasury.worldbank.org/en/about/unit/treasury/ibrd/ibrd-green-bonds>

Este programa oferece financiamento para a redução do metano proveniente da queima de gás, bem como para projetos do setor agrícola e dos resíduos.

Soluções de financiamento para reduzir a queima de gás natural e as emissões de metano

<https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/e7bb2e64-799c-59d7-9f92-4531d541b129>

Este relatório inclui uma estrutura para os governantes avaliarem a viabilidade e a atração financeira dos projetos de redução da queima e emissão de metano (flaring and methane reduction, FMR), analisa as barreiras ao investimento e identifica variáveis essenciais e fatores de sucesso com base nas lições aprendidas com os estudos de caso. São sugeridos modelos simplificados de modelação financeira para ajudar os governantes a avaliarem as opções de FMR.

Guias

Avaliação global do metano: resumo para decisores (Coligação do Clima e do Ar Limpo da ONU)

<https://www.ccacoalition.org/en/resources/global-methane-assessment-summary-decision-makers>

Este recurso foi elaborado pelo Programa das Nações Unidas para o Ambiente e pela Coligação do Clima e do Ar Limpo. Explica os fatores sanitários, económicos e climáticos, indispensáveis para combater o metano, em todos os setores.

Roteiro regulamentar para o metano proveniente do setor de petróleo e gás (Agência Internacional de Energia)

<https://www.iea.org/reports/driving-down-methane-leaks-from-the-oil-and-gas-industry/regulatory-roadmap>

A Agência Internacional de Energia elaborou este prático guia passo a passo. Independentemente da jurisdição, é um recurso para o desenvolvimento de políticas para redução do metano, no setor de petróleo e gás. O roteiro guia os governantes num processo de dez etapas, desde a compreensão do contexto jurídico e político até à revisão e atualização de políticas.

Manual sobre a redução do metano: a melhor estratégia para desacelerar o aquecimento na década até 2030 (Instituto de Governança e Desenvolvimento Sustentável)

https://www.igsd.org/wp-content/uploads/2022/09/IGSD-Methane-Primer_2022.pdf

Conforme explica o Instituto para a Governança e Desenvolvimento Sustentável (Institute for Governance and Sustainable Development, IGSD): este Manual sobre o Metano “fornece a fundamentação científica e política para os governantes conseguirem cortes ‘fortes, rápidos e sustentados’ das emissões de metano, necessários para desacelerar o aquecimento global, no curto prazo e limitar o risco de desencadear pontos de não

retorno climáticos, económicos e sociais. Os tópicos abordados incluem a ciência da mitigação do metano e por que é necessário tomar urgentemente medidas; oportunidades de mitigação atuais e emergentes por setor; esforços nacionais, regionais e internacionais que podem fundamentar a tomada de medidas de emergência a nível global, relativamente ao metano, e iniciativas de financiamento para garantir o apoio à rápida redução do metano. O Manual sobre o Metano também apoia a necessidade de investigação e desenvolvimento de tecnologias, para remover o metano da atmosfera em grande escala.”

Minimização das emissões de gases com efeito de estufa no setor de petróleo (Grupo de Novos Produtores)

<https://www.newproducersgroup.online/minimising-greenhouse-gas-emissions-in-the-petroleum-sector-the-opportunity-for-emerging-producers/>

Este relatório concentra-se nos novos produtores, ajudando-os a “elaborar as suas leis, sistemas regulamentares, regimes de monitorização e projetos” para reduzir as emissões de gases com efeito de estufa.

Guia para ações subnacionais sobre o metano (Coligação Under2)

<https://www.theclimategroup.org/our-work/resources/tackling-methane-guide-subnational-government-action>

Desenvolvido por uma coligação que reúne mais de 160 jurisdições subnacionais, este resumo foi concebido para oferecer aos governos municipais, estaduais e regionais uma variedade de recursos para lidar com o metano em diversos setores.

Soluções de financiamento para reduzir a queima de gás natural e as emissões de metano (Banco Mundial)

<https://www.worldbank.org/en/programs/gasflaringreduction/publication/financing-solutions-to-reduce-natural-gas-flaring-and-methane-emissions>

Este relatório “oferece uma estrutura sistemática para avaliar a viabilidade de projetos de redução da queima em locais de dimensão média. As abordagens e ferramentas desenvolvidas ajudarão os governantes e as operadoras a analisar as barreiras de investimento, a identificar as principais variáveis e os fatores de sucesso e a modelar as opções financeiras para as tochas de média dimensão, que têm sido historicamente negligenciadas.”

Parceria Global para a Redução da Queima de Gás (Banco Mundial)

<https://www.worldbank.org/en/programs/gasflaringreduction>

Este fundo desenvolve programas de queima específicos para cada país, partilha as melhores práticas e garante compromissos globais para acabar com a queima de rotina. O seu objetivo é “acabar com a queima de rotina, nos locais de produção de petróleo, em todo o mundo”.

Recursos sobre o metano (Centro para o Direito, Energia e Ambiente)

<http://methaneresources.org>

Investigadores da Faculdade de Direito da Universidade da Califórnia, em Berkeley, EUA, desenvolveram esta plataforma como um ponto de recolha de informações sobre a redução do metano em diversos setores. Direciona os utilizadores para um conjunto abrangente de recursos para ajudar “governos, empresas, ONG e outros a aproveitarem uma oportunidade climática vital, abordando as emissões de metano”.

Ferramentas

Ferramenta Nacional para a Redução do Metano (Task Force Sobre o Ar Limpo)

<https://www.catf.us/comat/>

Desenvolvida pela Task Force Sobre o Ar Limpo, esta ferramenta oferece uma combinação única e de fácil utilização de ferramentas de recolha de dados, relatórios, envolvimento e elaboração de políticas que permitem aos utilizadores obter informações, analisar dados, estabelecer consensos e desenvolver planos de mitigação, reconhecendo que não existe uma solução única para o problema das emissões de metano.

Índice climático do petróleo mais gás (Rocky Mountain Institute)

<https://rmi.org/oci-update-tackling-methane-in-the-oil-and-gas-sector/>

Desenvolvido pelos principais especialistas do Rocky Mountain Institute, esta ferramenta “revela a dimensão, o âmbito e a natureza do problema do metano ao quantificar e comparar as emissões de gases com efeito de estufa, de mais de dois terços das reservas mundiais de petróleo e gás”. Visa apresentar uma avaliação das emissões ao longo do ciclo de vida na cabeça de poço e durante o processamento, refinação e transporte.

Ferramenta de completude das emissões de fontes pontuais por satélite (Rocky Mountain Institute)

<https://rmi.org/clean-energy-101-methane-detecting-satellites/>

A ferramenta SPECT foi projetada para ajudar os utilizadores a comparar satélites quanto à completude na “identificação e rastreamento de superemissores de metano”.

MiQ

<https://miq.org/>

A MiQ é uma organização independente sem fins lucrativos criada pela RMI e pela SYSTEMIQ para facilitar uma redução rápida das emissões de metano do setor de petróleo e gás. É o primeiro sistema de certificação do mundo, a classificar o gás com base nas emissões de metano.

Conjunto de ferramentas para queima de metano

<https://www.worldbank.org/en/programs/gasflaringreduction/publication/methane-flaring-toolkit>

Publicado pelo Banco Mundial, este documento contém conselhos práticos e informações sobre a medição e a monitorização das emissões de metano provenientes da queima no setor de petróleo e gás.

Modelos de relatórios e orientações técnicas (Parceria do Metano no Sector de Petróleo e Gás - OGMP 2.0).

<https://ogmpartnership.com/guidance-documents-and-templates/>

Estes documentos e modelos de orientação ajudam a simplificar o processo de relatório e explicam os principais conceitos de operações de equipamentos de petróleo e gás.

Princípios orientadores para o metano

<https://methaneguidingprinciples.org/>

Os 24 signatários, do setor de petróleo e gás, destes princípios trabalham no sentido de “agir no setor e nos governos para reduzir as emissões de metano na cadeia de abastecimento de gás natural”. Também “desenvolvem e partilham ferramentas interativas práticas e orientações, para ajudar outros a aprender com a sua experiência e a pôr em prática essas lições”.

Série de estruturas-quadro para o metano (Centro para o Direito, Energia e Ambiente)

<https://methaneresources.org/>

Esta série constitui a base de políticas para a redução do metano. Prepara os governos para aproveitarem as oportunidades de ação, em relação ao metano, nos setores de petróleo e gás, agrícola, carvão e resíduos.

Fontes de dados

Observatório Internacional de Emissões de Metano (IMEO)

<https://www.unep.org/explore-topics/energy/what-we-do/methane/imeo-action>

Programa da ONU que “catalisa a recolha, reconciliação e integração de dados empíricos, das emissões de metano, quase em tempo real, para proporcionar uma transparência climática sem precedentes e as informações necessárias para reduzir este poderoso gás com efeito de estufa”.

Carbon Mapper

<https://carbonmapper.org/>

A Carbon Mapper é uma iniciativa sem fins lucrativos, cujos parceiros incluem a Universidade Estadual do Arizona, a Universidade do Arizona, o Rocky Mountain Institute, o estado da Califórnia e o Laboratório de Propulsão a Jato da NASA, que trabalha no sentido de “oferecer um serviço rápido para a deteção de fugas de metano a operadoras de instalações e reguladores” através de tecnologia de sensoriamento remoto. Planeiam lançar dois satélites em 2023 para proporcionar amplo acesso a estes dados.

MethaneSAT

<https://www.methanesat.org/>

Esta iniciativa do Fundo de Defesa Ambiental planeia lançar um satélite no início de 2024. Promete identificar grandes nuvens de metano “praticamente em qualquer lugar da Terra”, fazendo notar que “a redução das emissões de metano, do setor de petróleo e gás, é a forma mais rápida e com maior impacto de desacelerar a taxa de aquecimento atual”.

Climate Trace

<https://climatetrace.org/>

Esta parceria fornece dados abertos e gratuitos sobre emissões conhecidas e estimadas, incluindo o metano. Oferece às jurisdições uma noção imediata, mas geral, dos respetivos perfis de emissões de metano.

NASA EMIT

<https://earth.jpl.nasa.gov/emit/data/data-portal/Greenhouse-Gases/>

A NASA mapeia grandes nuvens de metano, com cobertura global limitada, utilizando um instrumento instalado na Estação Espacial Internacional. Esta ferramenta pode identificar algumas nuvens numa determinada jurisdição.

TROPOMI

<http://www.tropomi.eu/data-products/methane>

O TROPOMI é um instrumento a bordo do satélite Copernicus Sentinel-5 Precursor, encomendado pela Agência Espacial Europeia, que fornece dados sobre o metano.

Anexo: sobre o metano

O metano (CH₄) é um gás com efeito de estufa (GEE) incolor, inodoro e inflamável, que tem fontes tanto naturais quanto antropogénicas. As fontes antropogénicas incluem os setores agrícola, de petróleo e gás, do carvão e resíduos. No setor de petróleo e gás, o metano também é gás natural, o mesmo que é utilizado em centrais elétricas, processos industriais, motores de combustão, aplicações comerciais e residenciais, como aquecimento e preparação de alimentos. Além disso, o metano é uma matéria-prima para diversos recursos químicos e elementares (hidrogénio). Como gás natural, o metano é a molécula que compõe o Gás Natural Comprimido (GNC), um combustível alternativo para veículos. E o metano compõe o Gás Natural Liquefeito (GNL), uma das grandes mudanças energéticas das últimas cinco décadas.

Fontes de metano

Cerca de 60% das emissões globais de metano são provenientes de atividades humanas (antropogénicas), enquanto as restantes provêm de fontes naturais, incluindo zonas húmidas, água doce, percolações geológicas, animais selvagens, térmites, incêndios florestais, pergelissolo e vegetação.¹³¹

Agricultura

A agricultura é a maior fonte individual de emissões de metano, causadas pelo ser humano, e as reduções dessas emissões no setor representam uma oportunidade de diminuir o ritmo do aquecimento global a curto prazo. O metano de origem agrícola é libertado através do armazenamento de energia orgânica em condições de baixo teor de oxigénio. O que inclui arrozais, sistemas digestivos de animais ruminantes e, nalguns países, poças de estrume em grandes explorações pecuárias.

As técnicas de redução do metano na agricultura podem controlar as emissões e, ao mesmo tempo, melhorar a geração de produtos, o que frequentemente aumenta os lucros relacionados com os rebanhos e as explorações agrícolas.¹³² No caso do gado, as soluções para o metano incluem melhorias simples na dieta, melhores práticas de reprodução, aditivos alimentares que combatem o metano, melhor armazenamento do estrume e captura do metano do estrume. As estratégias para o arroz podem consistir no cultivo de tipos variados de arroz e no abaixamento do nível de água nos arrozais.

Energia

O setor da energia (petróleo, gás, carvão e bioenergia) é responsável por cerca de 33% das emissões antropogénicas de metano. Este manual aborda detalhadamente as fontes de emissão de metano e as opções de redução para as fontes de petróleo e gás.¹³³

Resíduos

O setor de resíduos é a terceira maior fonte de metano antropogénico, sendo responsável por cerca de 20% do total. As emissões de metano a partir de resíduos resultam da decomposição de matéria orgânica em ambientes sem oxigénio, como aterros sanitários, instalações de tratamento de águas residuais, sistemas sépticos e latrinas. As técnicas de redução do metano, do setor de resíduos, podem controlar as emissões e, nalguns casos, redirecionar esta energia para outros usos, incluindo produtos e combustíveis. De acordo com a Avaliação Global do Metano (Global Methane Assessment), cerca de 60% das soluções para o metano, no setor de resíduos, têm custo negativo ou nulo.

Dado que os aterros e os sistemas de tratamento de águas residuais tendem a ser geridos a nível subnacional, o metano do setor de resíduos apresenta uma oportunidade de liderança para as cidades, os municípios, os estados e as províncias. Embora a investigação nesse campo ainda esteja em curso, há muitas estratégias, bem estabelecidas, para o metano no setor de resíduos que podem ser implementadas atualmente com efeitos significativos. Estas incluem programas de prevenção de resíduos e compostagem, coberturas de aterros sanitários e sistemas de captura de gás, além de melhorias nos sistemas de saneamento de águas residuais.

Este manual aborda apenas as emissões de metano provenientes do setor de petróleo e gás, mas pode ajudar a fundamentar uma estratégia mais abrangente, focada em múltiplas fontes de emissões de metano.

Acrónimos

ASG	Ambiental, Social e de Governação
AVO	Auditivo, Visual e Olfativo
BMD	Banco Multilateral de Desenvolvimento (MDB, na sigla em inglês)
CATF	Task Force sobre o Ar Limpo
CCUS	Captura, Utilização e Armazenamento de Dióxido de Carbono
CoMAT	Ferramenta para a Redução do Metano no País
COV	Composto Orgânico Volátil (VOC, na sigla em inglês)
CUAC	Coligação do Clima e do Ar Limpo
EDF	Fundo de Defesa Ambiental
EPA	Agência de Proteção Ambiental dos EUA
GEE	Gás com Efeito de Estufa (GHG, na sigla em inglês)
GGFR	Parceria Global para a Redução da Queima de Gás
GMP	Compromisso Global do Metano
GNL	Gás Natural Liquefeito (LNG, na sigla em inglês)
IFD	Instituição para o Financiamento do Desenvolvimento (DFI, na sigla em inglês)
IMEO	Observatório Internacional das Emissões de Metano
IPCC	Painel Intergovernamental sobre as Alterações Climáticas
LDAR	Deteção e Reparação de Fugas
M-RAP	Programa do Roteiro de Ação do Metano
MACC	Curva de Custo Marginal de Redução
MARS	Sistema de Alerta e Resposta ao Metano

MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (CDM, na sigla em inglês)
MRV	Monitorização, Relatório e Verificação
NOC	Empresa Petrolífera Nacional
OGCI	Iniciativa para o Clima no Setor do Petróleo e do Gás
OGI	Imagiologia Ótica de Gases
OGMP	Parceria de Petróleo e Gás Metano:
PAG	Potencial de Aquecimento Global (GWP, na sigla em inglês)
PNUA	Programa das Nações Unidas para o Ambiente (UNEP, na sigla em inglês)
SCALE	Intercâmbio Subnacional de Líderes de Ação Climática
TIR	Taxa Interna de Rentabilidade (IRR, na sigla em inglês)
TPA	Toneladas Por Ano (TPY, na sigla em inglês)
UNFCCC	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas
VAL	Valor Atual Líquido (NPV, na sigla em inglês)

Notas

Capítulo 1

- 1 “O benefício das emissões climáticas pode ser ainda menor, abaixo de 0,2%, quando as co-emissões de aerossóis provenientes da queima de carvão são tomadas em consideração.” citar Gordon D., Reuland F., Jacob D. J., Worden J. R., Shindell D., & Dyson M. (2023) *Evaluating net life-cycle greenhouse gas emissions intensities from gas and coal at varying methane leakage rates*, *Environ. Res. Lett.* 18(8): 084008, <https://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/ace3db>

- 2 Alvarez R. A. et al. 2018: Assessment of methane emissions from the U.S. oil and gas supply chain, *Science* 361(6398): 186–88, <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aar7204>

Howarth R. W. 2014: A bridge to nowhere: methane emissions and the greenhouse gas footprint of natural gas, *Energy Sci. Eng.* 2(2): 47–60, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ese3.35>

Schwietzke S., Griffin W. M., Matthews H. S., & Bruhwiler L. M. P. 2014: Natural Gas Fugitive Emissions Rates Constrained by Global Atmospheric Methane and Ethane, *Environ. Sci. Technol.* 48(14): 7714–22, <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es501204c>

- 3 Valores do Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Alterações climáticas. Os valores do Sexto Relatório são 81,2 e 27,9 para 20 anos e 100 anos, respectivamente.

- 4 Programa das Nações Unidas para o Ambiente (PNUA) e Coligação do Clima e do Ar Limpo (CCAC), Avaliação Global do Metano 2022: Avaliação Global do Metano: Relatório de Referência até 2030, <https://www.ccacoalition.org/en/resources/global-methane-assessment-2030-baseline-report>

- 5 Programa das Nações Unidas para o Ambiente (PNUA) 2022: Avaliação Global: É necessário tomar medidas urgentes para reduzir as emissões de metano nesta década, <https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/global-assessment-urgent-steps-must-be-taken-reduce-methane>
-
- 6 Resumo do IPCC AR6 WGI para as Declarações Principais dos governantes, <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/resources/spm-headline-statements/>
-
- 7 AIE 2023: Rastreador Global de Metano para 2023, <https://www.iea.org/reports/global-methane-tracker-2023>
-
- 8 AIE 2023: Rastreador Global de Metano para 2023, <https://www.iea.org/reports/global-methane-tracker-2023>
-
- 9 Ver Declaração Conjunta dos Importadores e Exportadores de Energia sobre a Redução das Emissões de Gases com Efeito de Estufa Provenientes de Combustíveis Fósseis, <https://www.state.gov/joint-declaration-from-energy-importers-and-exporters-on-reducing-greenhouse-gas-emissions-from-fossil-fuels/>; Comunicado dos Ministros do G7 sobre Clima, Energia e Ambiente, </energy/pdf/G7MinistersCommunique2023.pdf>; (parágrafo 61), <https://www.meti.go.jp/information/g7hirosima/energy/pdf/G7MinistersCommunique2023.pdf>; ver também a Declaração Conjunta de Glasgow, da China e dos EUA, sobre o Reforço das Ações Climáticas na Década de 2020, <https://www.state.gov/u-s-china-joint-glasgow-declaration-on-enhancing-climate-action-in-the-2020s/>
-
- 10 AIE 2023: Rastreador Global de Metano para 2023, <https://www.iea.org/reports/global-methane-tracker-2023>

- 11 Fundo de Defesa Ambiental 2022: Como a redução das emissões de metano cria emprego, <https://www.edf.org/how-reducing-methane-emissions-creates-jobs>

- 12 Mark Davis, James Turrilo, Ioannis Biniotoglou 2022: Leadership on flaring in Egypt: Recent successes and future opportunities in the lead-up to COP27, <https://flareintel.com/insights/leadership-on-flaring-in-egypt-recent-successes-and-future-opportunities-in-the-lead-up-to-cop27>

Capítulo 2

- 13 Governo de Gana, 2018: Plano de ação nacional do Gana para mitigar os poluentes climáticos de vida curta, <https://www.ccacoalition.org/en/resources/national-action-plan-mitigate-short-lived-climate-pollutants-ghana>

- 14 Gabinete da Casa Branca para a política climática nacional, 2021: Plano de ação dos EUA para a redução de emissões de metano, <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2021/11/US-Methane-Emissions-Reduction-Action-Plan-1.pdf>

- 15 Coligação do Clima e do Ar Limpo, <https://www.ccacoalition.org/en/file/9060/download?token%3DfWAlxbrU>

- 16 Governo do Canadá, 2022: Mais rápido, mais longe: a estratégia do Canadá para o metano, <https://publications.gc.ca/site/eng/9.915545/publication.html>

- 17 Departamento de Estado dos EUA, 2022: Compromisso Global do Metano: do momento ao impulso, <https://www.state.gov/global-methane-pledge-from-moment-to-momentum/>
-
- 18 Coligação do Clima e do Ar Limpo (CCAC), 2022: Programa do Roteiro de Ação do Metano (M-RAP), <https://www.ccacoalition.org/en/activity/methane-roadmap-action-programme-m-rap>
-
- 19 AIE, 2021: redução das fugas de metano do setor de petróleo e gás: Roteiro regulamentar e conjunto de ferramentas, <https://www.iea.org/reports/driving-down-methane-leaks-from-the-oil-and-gas-industry>
-
- 20 AIE, 2021: redução das fugas de metano do setor de petróleo e gás: Roteiro regulamentar e conjunto de ferramentas, <https://www.iea.org/reports/driving-down-methane-leaks-from-the-oil-and-gas-industry>
-
- 21 Agência Internacional de Energia, 2023: Rastreador Global de Metano para 2023, <https://www.iea.org/reports/global-methane-tracker-2023>
-
- 22 Task Force Sobre o Ar Limpo, 2023: Ferramenta para a Redução do Metano no País, <https://www.catf.us/comat/>
-
- 23 Limites de carbono, MIST, <https://mist.carbonlimits.no/>
-
- 24 Valores do Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Alterações climáticas. Os valores do Sexto Relatório são 81,2 e 27,9 para 20 anos e 100 anos, respetivamente.

- 25 Ver parágrafo 37 do Anexo da Decisão 18/CMA.1: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma2018_3_add2_new_advance.pdf
-

Capítulo 3

- 26 Agência Internacional de Energia, 2021: redução das fugas de metano do setor de petróleo e gás: Roteiro regulamentar e conjunto de ferramentas, <https://www.iea.org/reports/driving-down-methane-leaks-from-the-oil-and-gas-industry>
-
- 27 Roteiro regulamentar e conjunto de ferramentas da AIE.
-
- 28 Agência Internacional de Energia, 2022: Portaria Ministerial n.º 04/2013 - Regulamento das Operações Petrolíferas, <https://www.iea.org/policies/11934-ministerial-order-no-042013-petroleum-operations-regulations?country%3DEquatorial%2520Guinea%26qs%3DEquatorial%26topic%3DMethane>
-
- 29 Agência Internacional de Energia, 2022: Diretiva 060 da AER (Agência Reguladora de Energia de Alberta: Queima, Incineração e Liberação de Gás no Segmento Upstream do Setor de Petróleo (disposições relativas ao segmento upstream, <https://www.iea.org/policies/8712-alberta-aer-directive-060-upstream-petroleum-industry-flaring-incinerating-and-venting-upstream-provisions?country%3DCanada%26q%3DAlberta%26topic%3DMethane>)
-
- 30 Agência Internacional de Energia, 2022: Resolução da ANP n.º 806/2020, <https://www.iea.org/policies/11752-resolution-no-806-of-2020-from-anp?country%3DBrazil%26topic%3DMethane>

- 31 Agência Internacional de Energia, 2022: Diretiva PNG017 de Saskatchewan: Requisitos de medição para as operações de petróleo e gás, <https://www.iea.org/policies/8900-saskatchewan-directive-png017-measurement-requirements-for-oil-and-gas-operations?country%3DCanada%26topic%3DMethane>
-
- 32 Agência Internacional de Energia, 2022: Decreto n°. 84-CP de 1996, detalhando a implementação da Lei do Petróleo, <https://www.iea.org/policies/11905-decree-no-84-cp-1996-detailing-the-implementation-of-the-petroleum-law?country%3DViet%2520Nam%26qs%3Dviet%26topic%3DMethane>
-

Capítulo 4

- 33 O Relatório “Conheça o seu petróleo e gás”, do RMI (<https://rmi.org/insight/kyog/>) inclui recomendações adicionais detalhadas.
-
- 34 Parceria ambiental, 2020: Atualizações dos controladores pneumáticos, <https://theenvironmentalpartnership.org/what-were-doing/pneumatic-controllers-upgrades/>
-
- 35 Princípios orientadores para o metano, 2022: redução das emissões de metano: dispositivos pneumáticos, <https://methaneguidingprinciples.org/resources-and-guides/best-practice-guides/pneumatic-devices/>
-
- 36 Programa Star de Gás Natural, 2006: conversão de controles pneumáticos a gás para ar de instrumento, https://www.epa.gov/sites/default/files/2016-06/documents/ll_instrument_air.pdf

- 37 Parceria ambiental, 2020; remoção manual de líquidos, <https://theenvironmentalpartnership.org/what-were-doing/manual-liquids-removal/>
-
- 38 ExxonMobil, 2020: Mitigação das emissões de metano do setor de petróleo e gás: modelo de quadro regulamentar, <https://corporate.exxonmobil.com/-/media/Global/Files/newsroom/publications-and-reports/Mitigating-Methane-Emissions-from-the-Oil-and-Gas-Industry-Model-Regulatory-Framework.pdf>
-
- 39 Parceria ambiental, 2020: Atualizações dos controladores pneumáticos, <https://theenvironmentalpartnership.org/what-were-doing/pneumatic-controllers-upgrades/>
-
- 40 Princípios orientadores para o metano, 2022: Redução das emissões de metano: dispositivos pneumáticos.
-
- 41 Programa Star de Gás Natural, 2006: conversão de controles pneumáticos a gás para ar de instrumento, https://www.epa.gov/sites/default/files/2016-06/documents/ll_instrument_air.pdf
-
- 42 ExxonMobil, 2020: Mitigação das emissões de metano do setor de petróleo e gás: Modelo de quadro regulamentar. <https://corporate.exxonmobil.com/-/media/Global/Files/newsroom/publications-and-reports/Mitigating-Methane-Emissions-from-the-Oil-and-Gas-Industry-Model-Regulatory-Framework.pdf>

- 43 Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA), 2022: Melhores Práticas de Gestão (BMP) para o Desafio do Metano do Programa STAR de Gás Natural, Opções de Compromisso, <https://www.epa.gov/natural-gas-star-program/methane-challenge-background-best-management-practices-bmp-commitment>
-
- 44 Deanna Haines, 2016: Comparação de Estudos de Caso o relatório “Emissões de Descarga de Condutas e Opções de Mitigação” da MJB&A, <https://www.epa.gov/natural-gas-star-program/case-study-comparisons-against-mjba-report-pipeline-blowdown-emissions>
-
- 45 Redefinir ou desviar temporariamente a pressão antes da manutenção ou instalar ligações temporárias entre sistemas de alta e baixa pressão; fazer uma picagem para criar uma nova ligação na conduta, enquanto a mesma permanece em manutenção, para evitar a descarga de gás.
-

Capítulo 5

- 46 <https://miq.org/>
-
- 47 Canadá, Regulamentos referentes à redução das emissões de metano e certos compostos orgânicos voláteis (segmento upstream do setor de petróleo e gás), SOR/2018-66, <https://laws-lois.justice.gc.ca/eng/regulations/SOR-2018-66/index.html>
-
- 48 Id. na Secção 20(1).
-
- 49 Id. na Secção 30(2).

50 Id. na Secção 29(1)(b).

51 Id. na Secção 35(1).

52 Id. na Secção 33.

53 Id. nas Secções 36(1) e (2).

54 Id. na Secção 56(1)-(5).

55 Id. na Secção 56(6).

Capítulo 6

56 Ver, p. ex., Banco Mundial: Parceria Global para a Redução da Queima de Gás (GGFR), <https://www.worldbank.org/en/programs/gasflaringreduction/about> (último acesso em 5 de maio de 2023)

57 Banco Mundial: Iniciativa Zero Queima de Rotina (ZRF) até 2030, <https://www.worldbank.org/en/programs/zero-routine-flaring-by-2030/about> (último acesso em 5 de maio 2023)

58 As normas do setor pressupõem que as tochas operam com 98% de eficiência de destruição. Instituto Americano de Petróleo, 2021: Compêndio de metodologias de emissão de GEE para o setor de petróleo e gás, p. 5-4, <https://www.api.org/-/media/files/policy/esg/ghg/2021-api-ghg-compendium-110921.pdf>

- 59 Os regulamentos da Nigéria também integram inspeções das chamas da tocha como parte de seus requisitos de LDAR: iii. A inspeção inclui a observação da chaminé da tocha. Notação sobre o estado da chaminé da tocha:
- a. Chama acesa - combustão adequada
 - b. Acesa - combustão fraca (falhas, fumo etc.)
 - c. Chama apagada com libertação de gás
 - d. Chama apagada sem libertação de gás
-
- 60 Departamento de energia, 2021: redução das emissões de metano todos os dias do ano, <https://arpa-e.energy.gov/>
-
- 61 Banco Mundial, 2023: Relatório do rastreador global de queima de gás, <https://www.worldbank.org/en/topic/extractiveindustries/publication/2023-global-gas-flaring-tracker-report>
-
- 62 Rastreador global de queima de gás do Banco Mundial, <https://www.worldbank.org/en/programs/gasflaringreduction/global-flaring-data>
-
- 63 Colômbia, Resolución 40 066 de 2022, por la cual se establecen requerimientos técnicos para la detección y reparación de fugas, el aprovechamiento, quema y venteo de gas natural durante las actividades de exploración y explotación de hidrocarburos, https://gestornormativo.creg.gov.co/gestor/entorno/docs/resolucion_minminas_40066_2022.htm, ver também Regulamentos Globais para Queima e Libertação do Banco Mundial: Colômbia, <https://flaringventingregulations.worldbank.org/colombia>
-
- 64 Id. no Artigo 18.
-
- 65 Id. no Artigo 22.

66 Id. no Artigo 24.

67 Rastreador global de queima de gás do Banco Mundial. <https://www.worldbank.org/en/programs/gasflaringreduction/global-flaring-data>

68 Cazaquistão, Lei sobre o subsolo e o uso do subsolo, Artigo 146, <https://adilet.zan.kz/eng/docs/K1700000125> (tradução não oficial); ver também Banco Mundial, Regulamentos Globais para a Queima e Libertação: Cazaquistão, <https://flaringventingregulations.worldbank.org/kazakhstan>

69 Id. no Artigo 147(9).

70 Id. no Artigo 147.

71 Id. no Artigo 147(4).

Capítulo 7

72 Nigéria. Diretrizes para o gestão de emissões fugitivas e emissões de gases com efeito de estufa nas operações do segmento upstream do setor de petróleo e gás na Nigéria, Guia 0024-2022 da NUPRC, <https://www.nuprc.gov.ng/wp-content/uploads/2022/11/METHANE-GUIDELINES-FINAL-NOVEMBER-10-2022.pdf>

73 Id. na Secção 3.4.6 (1).

74 Id. na Secção 3.4.6 (1).

75 Id. na Secção 3.4.6 (1).

76 Id. na Secção 3.4.6 (1).

77 Id. na Secção 3.4.6 (1).

78 Id. na Secção 3.4.6 (2).

79 Id. na Secção 3.4.1 (1).

80 Id. na Secção 3.4.1 (1)(ii).

81 Id. na Secção 3.4.1 (2).

Capítulo 8

82 Kang et al. (2021): Orphaned oil and gas well stimulus — Maximizing economic and environmental benefits, <https://online.ucpress.edu/elementa/article/9/1/00161/116782/Orphaned-oil-and-gas-well-stimulus-Maximizing>

83 Ver, p. ex., a Lei Bipartidária dos EUA relativa a Infraestruturas.

84 Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (United States Environmental Protection Agency, EPA) 2022: “Ferramenta de informação ao nível das instalações da EPA sobre os gases com efeito de estufa”, <https://ghgdata.epa.gov/ghgp/main.do>

- 85 Autoridade de Transição do Mar do Norte, 2021: Intensidade de emissões offshore da plataforma continental do Reino Unido (UKCS) <https://app.powerbi.com/view?r%3DeyJrIjoiMWEwNTQ3ZWMtZjZiMC00NDRiLTg4MzAtN2M5N2I5MjhlMTYxIiwidCI6ImU2ODFjNTlkLTg2OGUtNDg4Ny04MGZhLWNlMzZmMWYyMWIwZiJ9>
-
- 86 Coligação do Clima e do Ar Limpo, 2023: assistência técnica sobre o metano, <https://www.ccacoalition.org/en/content/methane-technical-assistance>
-
- 87 Task Force Sobre o Ar Limpo, 2023: CoMAT – Ferramenta para a Redução do Metano no País, <https://www.catf.us/comat/>
-
- 88 Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, 2023: programa de relatórios relativos aos gases com efeito de estufa (GHGRP), <https://www.epa.gov/ghgreporting>
-
- 89 Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, 2023: instruções para o formulário de relatório, <https://ccdsupport.com/confluence/display/help/Reporting+Form+Instructions>
-
- 90 Parceria de Petróleo e Gás Metano 2.0 (OGMP 2.0), 2023: documentos e modelos para orientação, <https://ogmpartnership.com/guidance-documents-and-templates/>
-
- 91 Ibid.
-
- 92 Limites de carbono, 2023: MIST, <https://mist.carbonlimits.no/>

- 93 Instituto Americano de Petróleo, 2021: compêndio de metodologias de emissão dos GEE para o setor de petróleo e gás, <https://www.api.org/-/media/files/policy/esg/ghg/2021-api-ghg-compendium-110921.pdf>
-

Capítulo 9

- 94 Baseado no conselho de recursos atmosféricos do estado da Califórnia, 2023: Investigação sobre os pontos críticos do metano (AB 1496), <https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/methane/ab1496-research>
-
- 95 Avaliação da GTI dos principais resultados dos métodos emergentes para detecção de metano, 2021, https://www.gti.energy/wp-content/uploads/2022/03/Evaluation-of-Emerging-Methane-Detection-Methods_Dec2021.pdf
-
- 96 Distrito de gestão de qualidade do ar da Costa Sul, 2023: levantamentos móveis para medição de metano, <https://www.aqmd.gov/home/news-events/community-investigations/aliso-canyon-update/air-sampling/mobile-methane-measurement-surveys>
-
- 97 Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, 2018: Manual da EPA: Sensoriamento ótico e remoto para medição e monitorização do fluxo de emissões de gases e partículas, <https://www.epa.gov/sites/default/files/2020-08/documents/gd-52v.2.pdf>
-
- 98 Honeywell 2023, <https://www.regulations.gov/comment/EPA-HQ-OAR-2021-0317-2340>

- 99 Congresso dos EUA – H.R.5376 – Lei relativa à Redução da Inflação de 2022, <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/5376/text>
-
- 100 Direção de Petróleo da Noruega – Lei 21 - dezembro de 1990, n.º. 72, referente ao imposto sobre a descarga de CO₂ nas atividades petrolíferas na plataforma continental, <https://www.npd.no/en/regulations/acts/co2-discharge-tax/>
-
- 101 Departamento de Proteção Ambiental do Massachusetts, 2021: Redução das emissões de metano (CH₄) nas redes e serviços de distribuição de gás natural (310 CMR 7.73), <https://www.mass.gov/service-details/reducing-methane-ch4-emissions-from-natural-gas-distribution-mains-services-310-cmr-773>
-
- 102 Comentário apresentado no Registo da EPA ID n.º. EPA-HQ-OAR-2021-0317. Código de Regulamentos 5 CCR 1001-9 do Colorado, regulamento número 7 - controlo do ozono através de precursores de ozono e controlo de hidrocarbonetos através de emissões no setor de petróleo e gás, com referência ao estabelecimento de um inventário de emissões para, em última análise, apoiar metas de intensidade.
-
- 103 Iniciativa Global do Metano; Medição, Relatório e Verificação de Metano. Disponível em: <https://globalmethane.org/mrv/>
-
- 104 Ver, p. ex., Colorado State University, 2021: Aula de formação da OGI, <https://energy.colostate.edu/metec/ogi-training-class/>
-
- 105 Mozhou Gao, et al. 2023: Global observational coverage of oil and gas methane sources with TROPOMI, <https://www.researchsquare.com/article/rs-2681923/v1>

- 106 GTI Energy 2021: Livro Branco para Avaliação dos métodos emergentes para detecção de metano, https://www.gti.energy/wp-content/uploads/2022/03/Evaluation-of-Emerging-Methane-Detection-Methods_Dec2021.pdf
-
- 107 Iniciativa para o clima no setor do petróleo e gás, 2020: Implementação eficaz de tecnologias de detecção e quantificação de metano, <https://www.ogci.com/news/deploying-methane-detection-and-quantification-technologies-effectively>
-
- 108 Chevron, 2022: Relatório sobre o metano, p. 9, <https://www.chevron.com/-/media/shared-media/documents/chevron-methane-report.pdf>
-

Capítulo 10

- 109 Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, 2023: Política de auditoria da EPA, <https://www.epa.gov/compliance/epas-audit-policy>
-
- 110 AIE, 2021: Redução das fugas de metano do setor de petróleo e gás, p. 58, <https://www.iea.org/reports/driving-down-methane-leaks-from-the-oil-and-gas-industry>
-
- 111 Fundo de Defesa Ambiental, 2019: Caminhos para a conformidade alternativa: uma estrutura para promover a inovação, a proteção ambiental e a prosperidade., https://www.edf.org/sites/default/files/documents/EDFAlternativeComplianceReport_0.pdf

Capítulo 11

- 112 CPI, 2022: Panorama do Financiamento para a Redução do metano, <https://www.climatepolicyinitiative.org/wp-content/uploads/2022/07/Landscape-of-Methane-Abatement-Finance.pdf>
-
- 113 AIE, 2022: Rastreador Global de Metano para 2022, <https://www.iea.org/reports/global-methane-tracker-2022/estimating-methane-emissions>
-
- 114 CPI, 2022: Panorama do financiamento para a redução do metano.
-
- 115 AIE, 2022: Rastreador Global de Metano para 2022, <https://www.iea.org/reports/global-methane-tracker-2022>
-
- 116 AIE 2023: As emissões de metano permanecem persistentemente elevadas em 2022, mesmo com o aumento dos preços da energia, tornando as medidas para as reduzir mais baratas do que nunca, <https://www.iea.org/news/methane-emissions-remained-stubbornly-high-in-2022-even-as-soaring-energy-prices-made-actions-to-reduce-them-cheaper-than-ever>
-
- 117 CBS News, 17 de abril de 2020: 1,7 mil milhões USD para limpar poços órfãos e abandonados podem criar milhares de empregos, <https://www.cbc.ca/news/canada/calgary/federal-oil-and-gas-orphan-wells-program-1.5535943>

- 118 Departamento do Tesouro dos EUA: Orientação sobre energia proveniente de combustíveis fósseis para os Bancos Multilaterais de Desenvolvimento (MDB), <https://home.treasury.gov/system/files/136/Fossil-Fuel-Energy-Guidance-for-the-Multilateral-Development-Banks.pdf>
-
- 119 Departamento de Estado dos EUA, 2022: Declaração Conjunta dos Importadores e Exportadores de Energia sobre a Redução das Emissões dos Gases com efeito de estufa provenientes de Combustíveis Fósseis, <https://www.state.gov/joint-declaration-from-energy-importers-and-exporters-on-reducing-greenhouse-gas-emissions-from-fossil-fuels/>
-
- 120 Se os mercados voluntários de carbono estiverem a operar num ambiente em que os regulamentos estejam em vigor, terão de ser especificados os critérios de adicionalidade. Se os regulamentos exigirem reduções de emissões, tais reduções não serão consideradas “adicionais” e não serão elegíveis para créditos de carbono num mercado de carbono.
-
- 121 AIE, 2020: Rastreador Global de Metano para 2020, <https://www.iea.org/reports/methane-tracker-2020/methane-abatement-options>
-
- 122 Banco Mundial, 2022: Soluções de financiamento para reduzir a queima de gás natural e as emissões de metano, <https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/27e9b31f-c8bf-5fa4-aechap3-3576d60e1a48/content>
-
- 123 Banco Mundial, 2022: Soluções de financiamento para reduzir a queima de gás natural e as emissões de metano, <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/e7bb2e64-799c-59d7-9f92-4531d541b129>

- 124 Ecofys, 2004: Guia de introdução aos projetos do mecanismo de desenvolvimento limpo nos países em fase inicial de transição, p. 3, <https://www.oecd.org/env/outreach/34595305.pdf>
-

Capítulo 12

- 125 IEA, <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/marginal-abatement-cost-curve-for-oil-and-gas-related-methane-emissions-globally>
-
- 126 Climate Group: Mais longe, mais rápido, juntos: ações dos líderes da Under2 na COP26, <https://www.theclimategroup.org/further-faster-together-under2-leaders-actions-cop26>, (último acesso em 5 de maio de 2023)
-
- 127 Departamento de Estado dos EUA, 2022: o Departamento de Estado dos EUA e a Bloomberg Philanthropies anunciam o apoio ao intercâmbio entre líderes da ação climática subnacional, <https://www.state.gov/u-s-state-department-and-bloomberg-philanthropies-announce-support-for-the-subnational-climate-action-leaders-exchange/>
-
- 128 OGCI: iniciativa objetivo de zero emissões de metano da OGCI, <https://aimingforzero.ogci.com/>
-
- 129 Coligação do Clima e do Ar Limpo, <https://www.ccacoalition.org/en/activity/reducing-methane-emissions-mexico's-oil-and-gas-sector>
-
- 130 Coligação do Clima e do Ar Limpo, <https://www.ccacoalition.org/en/news/harnessing-law-slash-methane-emissions-oil-and-gas-industry-0>

Anexo

- 131 Avaliação Global do Metano nos EUA, <http://ccacoalition.org/en/resources/global-methane-assessment-full-report>
-
- 132 Esta estrutura não aborda as questões relativas à redução da oferta ou procura de carne, que podem ser componentes essenciais das estratégias de redução de emissões de longo prazo. Os governantes que elaboram estratégias, de acordo com esta estrutura, devem ter o cuidado de evitar a criação de incentivos perversos ou o bloqueio de programas que possam inibir esforços futuros.
-
- 133 PNUA e CACC, 2022: Avaliação Global do Metano: Relatório de Referência até 2030, <https://www.ccacoalition.org/en/resources/global-methane-assessment-full-report>

Colofão

Esta obra está licenciada para uso, ao abrigo de uma Licença Internacional Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 (CC BY NC SA).

Este manual foi escrito usando o método Book Sprints (www.booksprints.net) em maio de 2023.

Autores: Adam Pacsi, Chathura Wijesinghe, Darin Schroeder, Deanna Haines, Eric Camp, Gil Damon, K.C. Michaels, Kenyon Weaver, Mohamed Badissy, Naadira Ogeer, Rafiqul Islam, Ryan Wong, Steve Wolfson

Facilitadora da Book Sprints: Barbara Rühling

Revisoras: Raewyn Whyte, Christine Davis

Designer em HTML: Manuel Vazquez

Ilustradores e designers da capa: Lennart Wolfert, Henrik van Leeuwen

Fotografia da capa: captura de ecrã de uma gravação de vídeo termográfico, filmado com uma câmara de infravermelhos e disponibilizado à Reuters, em 10 de junho de 2021, pela Task Force Sobre o Ar Limpo (CATF)

Fonte: Inria da The Black[Foundry], Techna da Carl Enlund, Faune de Alice Savoie

Este documento deve ser citado como: Redução de emissões de metano para o setor de petróleo e gás: manual para governantes (2023).



Financiado por

Bureau of Energy Resources

U.S. DEPARTMENT *of* STATE

Elaborado por:



CLDP

COMMERCIAL LAW DEVELOPMENT PROGRAM

Colaboradores institucionais:



Berkeley
Law

Center for Law, Energy,
& the Environment

