

MARCO REGULATÓRIO DO HIDROGÊNIO E A SEGURANÇA OPERACIONAL

Erica Vanessa Albuquerque de Oliveira
Assessora de Regulação (SSO)

26 de Setembro de 2024



#1

PANORAMA REGULATÓRIO DO H₂



RESOLUÇÕES CNPE N° 02/2021 e N° 06/2021

O PRESIDENTE DO CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA ENERGÉTICA - CNPE, no uso de suas atribuições, tendo em vista o disposto no art. 2º, **caput**, incisos I e IV, da Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, no art. 1º, inciso I, alínea "h", e no inciso IV, no art. 2º, § 3º, inciso III, do Decreto nº 3.520, de 21 de junho de 2000, no art. 5º, inciso III, e no art. 17, **caput**, do Regimento Interno do CNPE, aprovado pela Resolução nº 14, de 24 de junho de 2019, nas deliberações da 1ª Reunião Extraordinária, realizada em 10 de fevereiro de 2021, e o que consta do Processo nº 48330.000007/2021-59, resolve:

Art. 1º Orientar a Agência Nacional de Energia Elétrica e a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis que, no âmbito de suas competências, priorizem a destinação dos recursos de pesquisa e desenvolvimento e inovação regulados por essas Agências, observadas a Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000, e a Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, aos seguintes temas afetos ao setor de energia:

I - hidrogênio;

II - energia nuclear;

III - biocombustíveis;

IV - armazenamento de energia;

V - tecnologias para a geração termelétrica sustentável;

VI - transformação digital; e

VII - minerais estratégicos para o setor energético.

RESOLUÇÃO N° 6, DE 20 DE ABRIL DE 2021

Determina a realização de estudo para proposição de diretrizes para o Programa Nacional do Hidrogênio.

O PRESIDENTE DO CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA ENERGÉTICA - CNPE, no uso de suas atribuições, tendo em vista o disposto no art. 2º, **caput**, incisos I e IV, da Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, no art. 1º, inciso I, alínea "h", e no inciso IV, no art. 2º, § 3º, inciso III, do Decreto nº 3.520, de 21 de junho de 2000, no art. 4º, parágrafo único, do Decreto nº 10.139, de 28 de novembro de 2019, no art. 5º, inciso III, e no art. 17, **caput**, do Regimento Interno do CNPE, aprovado pela Resolução CNPE nº 14, de 24 de junho de 2019, nas deliberações da 2ª Reunião Extraordinária, realizada em 20 de abril de 2021, e o que consta do Processo nº 48360.000046/2021-07, resolve:

Art. 1º Determinar ao Ministério de Minas e Energia que, no prazo de até sessenta dias, contados da publicação desta Resolução, em cooperação com os Ministérios da Ciência, Tecnologia e Inovações e Desenvolvimento Regional, com o apoio técnico da Empresa de Pesquisa Energética - EPE, apresente a este Conselho proposta de diretrizes para o Programa Nacional do Hidrogênio, observados:

I - o interesse em desenvolver e consolidar o mercado de hidrogênio no Brasil e a inserção internacional do País em bases economicamente competitivas;

II - a inclusão do hidrogênio como um dos temas prioritários para investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação, conforme Resolução CNPE nº 2, de 10 de fevereiro de 2021, aprovada pelo Conselho Nacional de Política Energética;

III - a importância do hidrogênio como vetor energético que, combinado a outras soluções, tem potencial para contribuir globalmente para uma matriz energética de baixo carbono;

IV - o interesse na cooperação internacional para o desenvolvimento tecnológico e de mercado para produção e uso energético do hidrogênio;

V - a diversidade de fontes energéticas disponíveis no País para a produção de hidrogênio;

VI - as tecnologias associadas a esse vetor energético já desenvolvidas e em desenvolvimento no País;

VII - a diversidade de aplicações do hidrogênio na economia;

VIII - o potencial de demanda interna e para exportação de hidrogênio no contexto de transição energética; e

PROGRAMA NACIONAL DO HIDROGÊNIO



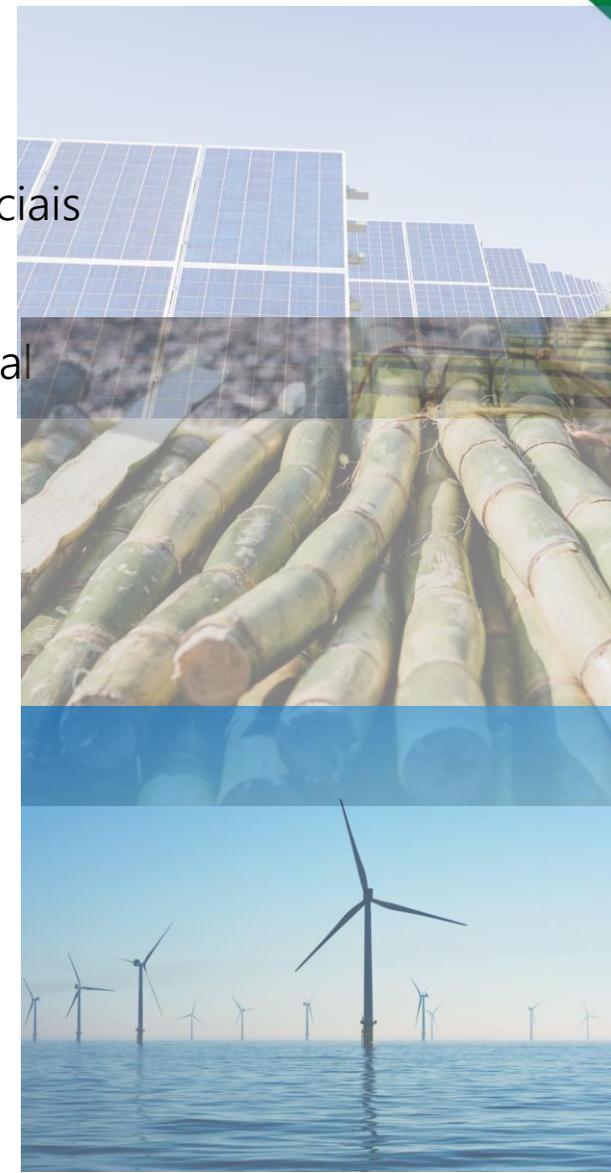
Proposta de Diretrizes

Julho de 2021

<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/mme-apresenta-ao-cnpe-proposta-de-diretrizes-para-o-programa-nacional-do-hidrogenio-pnh2/HidrogênioRelatriodiretrizes.pdf>

- Valorizar o potencial nacional de recursos energéticos
- Ser abrangente: reconhecendo a diversidade de fontes energéticas e alternativas tecnológicas disponíveis ou potenciais
- Alinhar-se às ambições de descarbonização da economia
- Valorizar e incentivar o desenvolvimento tecnológico nacional
- Almejar o desenvolvimento de um mercado competitivo
- Buscar sinergias e articulação com outros Países
- Reconhecer a contribuição da indústria nacional

Figura 2 - Representação dos pilares essenciais para o desenvolvimento da economia do hidrogênio





PROGRAMA NACIONAL DO HIDROGÊNIO

CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA ENERGÉTICA - CNPE RESOLUÇÃO Nº 6, DE 23 DE JUNHO DE 2022

- Institui o Programa Nacional do Hidrogênio, cria o Comitê Gestor do Programa Nacional do Hidrogênio, e dá outras providências.
- Art. 1º Fica instituído o Programa Nacional do Hidrogênio - PNH 2 , com o objetivo de fortalecer o mercado e a indústria do hidrogênio enquanto vetor energético no Brasil.
- Art. 5º Fica instituído o Comitê Gestor do Programa Nacional do Hidrogênio - Coges-PNH 2 , com a finalidade de coordenar e supervisionar o planejamento e a implementação do PNH 2 .
- Art. 10. Ficam instituídas as seguintes Câmaras Temáticas, com o objetivo de examinar questões específicas de sua competência, desenvolver estudos, análises, produzir relatórios técnicos e subsidiar o Coges-PNH2 :
- RESOLUÇÃO Nº 4, DE 20 DE MARÇO DE 2023 - Altera a Resolução CNPE nº 6, de 23 de junho de 2022,
"Art. 7º(...) XIII - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis; e

ANP NO PROGRAMA NACIONAL DO HIDROGÊNIO



PROGRAMA NACIONAL DO HIDROGÊNIO

Plano de Ação



PLANO DE TRABALHO TRIENAL
2023-2025

Metas da Estratégia Brasileira de Hidrogênio



MARCO LEGAL DO HIDROGÊNIO

LEI Nº 14.948/2024

➤ Cria três (03) classificações de hidrogênio:

- **Hidrogênio de baixa emissão de carbono:** é o hidrogênio combustível ou insumo industrial cuja emissão de Gases de Efeito Estufa, conforme análise do ciclo de vida, seja menor ou igual a 7 kg de CO₂ para cada kg de H₂;
- **Hidrogênio renovável:** é o hidrogênio que, além de se enquadrar como hidrogênio de baixa emissão de carbono, é coletado como hidrogênio natural ou obtido de fontes renováveis como biocombustíveis ou pela eletrólise alimentada por energia renovável, como solar, eólica, hidráulica, geotérmica ou biomassa;
- **Hidrogênio verde:** é o hidrogênio produzido por eletrólise da água alimentada por fontes de energia renováveis, como solar, eólica, hidráulica, geotérmica, biomassa ou outras que venham a ser reconhecidas como renováveis.

Mensagem d

O PR

Art. 1
indústria do
e altera as L

ênio de Baixa
gime Especial
envolvimento
e 9.478, de 6

entivos para a
bono (PHBC),



MARCO LEGAL DO HIDROGÊNIO

LEI Nº 14.948/2024

- **Dispõe sobre a Política Nacional do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono:**
 - definido pelo Conselho Nacional de Políticas Energéticas (CNPE) mediante propostas do Ministério de Minas e Energias (MME)

- **ANP é o órgão competente para regular e autorizar:**
 - a produção de hidrogênio de baixa emissão de carbono, a exploração de hidrogênio natural, e as atividades relacionadas ao carregamento, ao processamento, ao tratamento, à importação, à exportação, à armazenagem, à estocagem, ao acondicionamento, ao transporte, à transferência, à revenda e à comercialização de hidrogênio, seus derivados e carreadores
 - altera a Lei 9478/1997, incluído na competência da ANP a declaração de utilidade pública de áreas necessárias à construção da infraestrutura utilizadas para a produção de hidrogênio e a especificação da qualidade do hidrogênio.

Mensagem d

O PR

Art. 1
indústria do
e altera as L

ênio de Baixa
gime Especial
envolvimento
e 9.478, de 6

entivos para a
bono (PHBC),

MARCO LEGAL DO HIDROGÊNIO

LEI Nº 14.948/2024

- **Sistema Brasileiro de Certificação de Hidrogênio:**
 - que será responsável, entre outros pontos, pelo credenciamento de empresas certificadoras, que emitirão certificado do hidrogênio produzido, indicando o nível de gás de efeito estufa associado ao seu ciclo de vida.

- **Institui o Regime Especial de Incentivos para a Produção de Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono (Rehidro).**
 - permitirá às empresas beneficiárias usufruírem de suspensão de PIS/Cofins e PIS/Cofins-Importação

Mensagem d

O PR

Art. 1
indústria do
e altera as L

de Baixa
e Especial
volvimento
478, de 6

vos para a
o (PHBC),

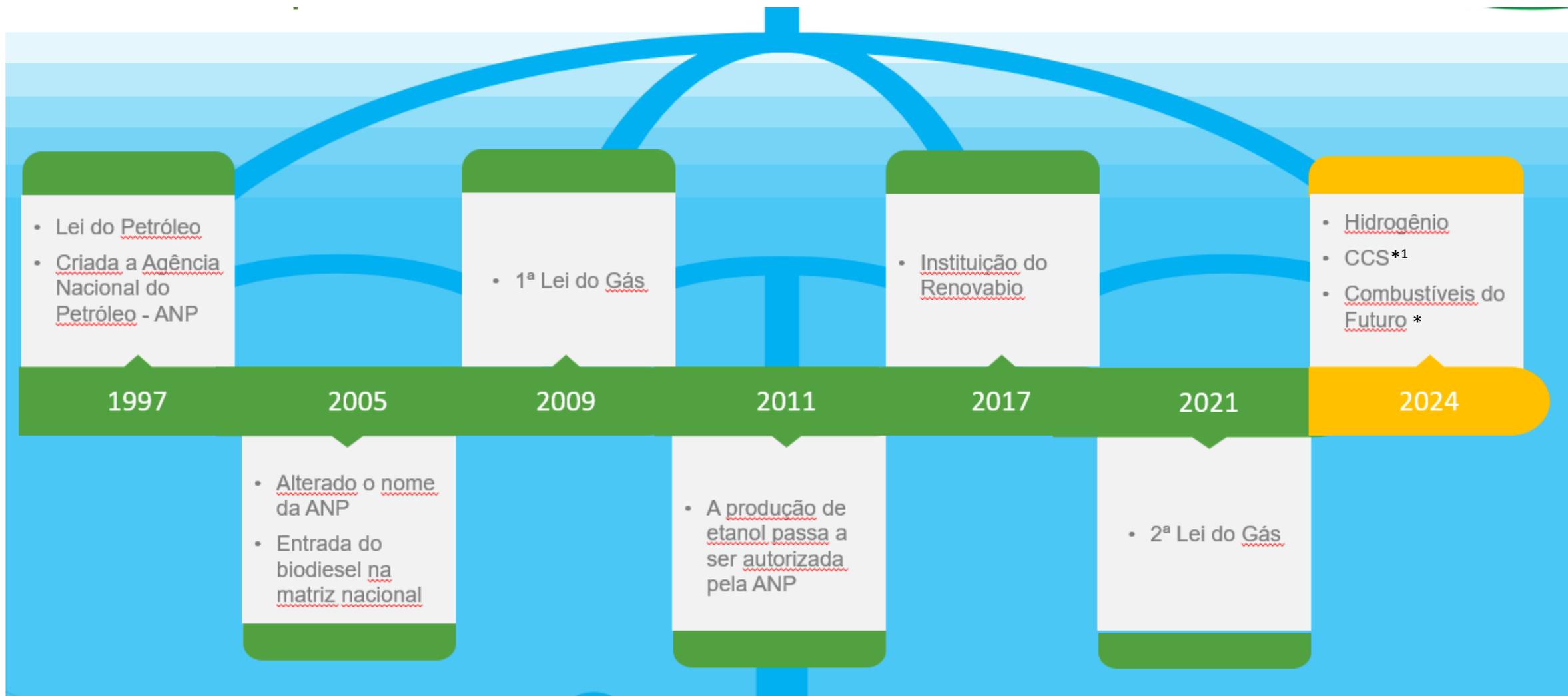


#2

NOVAS COMPETÊNCIAS DA ANP



NOVAS RESPONSABILIDADES DA ANP



*PL 1425/2022; PL 4196/2023; PL 4516/2023; e PL 528/2020

¹ Relatório sobre a implementação do marco regulatório de CCUS no país – ANP, 2024

MARCO LEGAL DO HIDROGÊNIO

LEI Nº 14.948/2024

Autoridade Regulatória - 07

Do Sistema Brasileiro de Certificação do Hidrogênio (SBCH2) – Art. 18 (provável atribuição)

Autorizações de processos - 06

Autorizar as operações de carregamento, processamento, tratamento, importação, exportação, armazenagem, estocagem, acondicionamento, transporte, transferência, revenda e comercialização de hidrogênio, seus derivados e carreadores - Art. 14

Hidrogênio Natural - 05

Regular, autorizar e fiscalizar o exercício da atividade de exploração e de produção de hidrogênio natural no território nacional - Art. 13 (modelo de outorga a ser definido)



01 - Autorização da produção

A autorização para a produção do hidrogênio de baixa emissão de carbono (respeitadas as atribuições das demais agências) - Art. 11 § 1º

02 - Transferência de Titularidade

Transferência de titularidade da autorização de produção - Art. 13 § 3º

03 - Dispensa de Autorização de produção

Dispensa da autorização de produção em caso do hidrogênio como insumo ou por volume produzido mediante registro da atividade - Art. 11 § 4º (a ser definido em regulamento)

04 - Sandbox Regulatório

Uso de sandbox regulatório ou outras soluções individuais (projetos piloto) como soluções regulatórias temporárias até edição de regulamentação específica - Art. 12

ASPECTOS IMPORTANTES NA REGULAÇÃO DO HIDROGÊNIO



GRUPOS DE TRABALHO DA ANP

Relatório Final

Implementação do Marco
Regulatório do Hidrogênio de
Baixa Emissão de Carbono no
Brasil



REUNIÃO DE DIRETORIA Nº 1.144
Aprovado, 05/09/2024.

Portaria ANP nº 148/22

Institui Grupo de Trabalho para debater e definir a estratégia da ANP no âmbito do Programa Nacional do Hidrogênio - PNH2, com as seguintes atribuições:

I - captar com a Diretoria Colegiada da ANP, o direcionamento da estratégia a ser seguida no âmbito do PNH2;

II - apresentar propostas e produtos que venham a ser elaborados no âmbito do Comitê Gestor do PNH2 à Diretoria Colegiada e às unidades organizacionais participantes;

III - subsidiar a representação da ANP no Comitê Gestor do Programa Nacional do Hidrogênio - Coges-PNH2, bem como em todos os demais comitês, comissões ou grupos de trabalho institucionais de caráter decisório que venham a ser constituídos, e dos quais a ANP venha a fazer parte, relacionados ao uso do hidrogênio como vetor energético, permitindo maior solidez técnica e institucional para os votos e iniciativas da Agência;

e IV - identificar as atribuições da ANP, na estratégia de desenvolvimento de um novo mercado de Hidrogênio no Brasil no âmbito do PNH2.

Despacho nº 803/2023

Estabelece a composição do Grupo de Trabalho para debater e definir a estratégia da ANP no âmbito do Programa Nacional do Hidrogênio - PNH2, tendo o prazo de abril/25 para encerramento dos trabalhos.

✓ **Subgrupo I** - *Estudo da possibilidade de mistura de hidrogênio na rede de gás natural existente com foco na qualidade, nas condições do serviço de transporte, nos sistemas de medição e segurança operacional.*

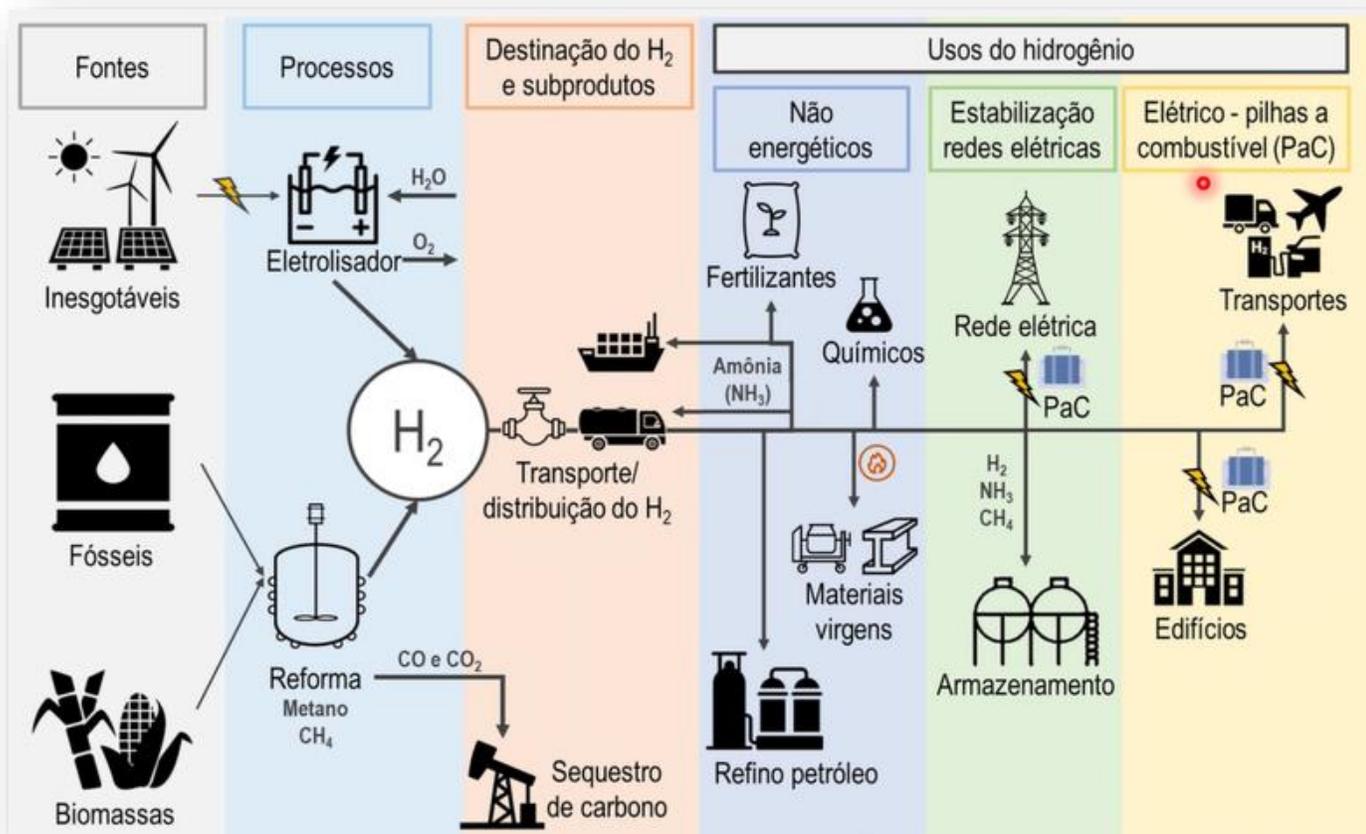
✓ **Subgrupo II** - *Atividades de E&P de Hidrogênio Natural no Brasil.*

#3

SEGURANÇA OPERACIONAL



ROTAS DE PRODUÇÃO E ROTA GEOLÓGICA/NATURAL



Fonte: Fernanda M.D, tese UFMG, 2021



Círculo das fadas – depressão circular na bacia do São Francisco em Minas Gerais

Fonte: Moretti & Webber., 2021

DESAFIOS TÉCNICOS DO HIDROGÊNIO

ARTICLE IN PRESS

International Journal of Hydrogen Energy xxx (xxxx) xxx

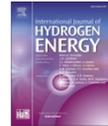
Contents lists available at ScienceDirect

International Journal of Hydrogen Energy

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ijhe



ELSEVIER



Hydrogen blending effect on fiscal and metrological instrumentation: A review

Paola Gisson^{a,*}, Nadia Cerone^a, Viviana Cigolotti^a, Alessandro Guzzini^b, Marco Pellegrini^b, Cesare Sacconi^b, Matteo Robino^c, Tecla Carrubba^c, Alessandro Cigni^c, Diana Enescu^{d,e}, Vito Fericola^d, Adrian Dudek^f, Monika Gajec^f, Pawel Kulaga^f, Remy Maury^g, Fares Ben Rayana^h

^a Energy Technologies and Renewables Department, ENEA CR Casaccia, Via Anguillarese 301, 00123, Rome, Italy

^b Department of Industrial Engineering, University of Bologna, Via Zamboni 33, 40126 Bologna, Italy

^c SNAM SpA, Piazza Santa Barbara 7, 20097, S. Donato Milanese, MI, Italy

^d INRIM, Strada Delle Cacce 91, 10135, Torino, Italy

^e Valahia University of Targoviste, Aleea Sinaia Street 13, 130004, Targoviste, Romania

^f IOI and Gas Institute-National Research Institute, ul. Lubica 25a, 31-503, Kraków, Poland

^g CESAME-EKADEBIT, Route de L Aerodrome 43 86000 Poitiers, France

^h GRTgaz-RICE 1 Chem. de Villeneuve Saint-Georges, 94140, Alfortville, France

P. Gisson et al.



Fig. 1. Diagram of hydrogen injection into natural gas (NG) grid.

Advances in reducing hydrogen effect of pipeline steels on hydrogen-blended natural gas transportation: A systematic review of mitigation strategies

Yong-Qiang Zhu^a, Wei Song^b, Han-Bing Wang^a, Jian-Tao Qi^{a,*}, Rong-Chang Zeng^{c,**}, Hao Ren^d, Wen-Chun Jiang^a, Hui-Bo Meng^a, Yu-Xing Li^e

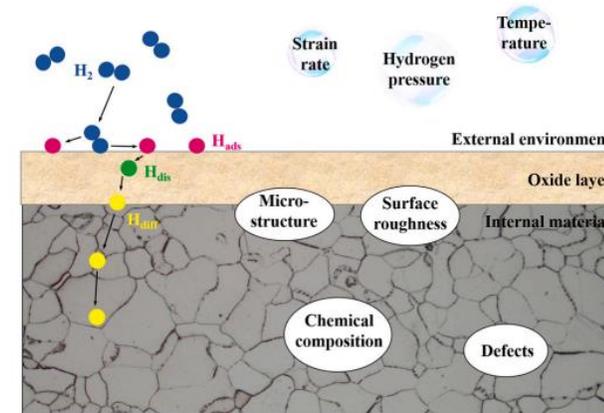


Fig. 2. Schematic diagram of influencing factors of H-effect.

- A more specific review focusing on the effect of H2NG mixtures on steel pipelines and potential countermeasure was proposed by **Zhu et al. (2024)**. The effect of H2 on valves and welds were published by Jia et al. (2023).
- Collaboration between academic, industrial, and governmental entities plays a vital role in finding solutions.
- A point of debate relates to the optimal blending composition. In this respect, the research results are quite consistent in indicating that “there is no unique limit for a general blending cap for hydrogen-natural gas mixtures” [101] or “a unique and common technical standard, at the European level, dealing with the maximum acceptable hydrogen fraction into NG networks is still lacking” [30], confirming the view reported in the Standard EN 16726 2015 “at present, it is not possible to establish a limit value for hydrogen that is universal for all areas of European gas infrastructure, and therefore a case-by-case analysis is recommended”



DESAFIOS TÉCNICOS E REGULATÓRIAS



Características do H₂

- Gás incolor, inodoro e altamente inflamável, mais leve que o ar
- Massa molecular muito pequena e elevadíssima energia por unidade de massa
- Alta velocidade de chama, 7x mais que a gasolina ou gás natural, facilidade de combustão e detonação
- Faixa de ignição (4% a 77%), mais ampla que a do metano, facilidade de entrar em combustão em condições atmosféricas normais
- Vazamentos com chama incolor
- Fragilização de aço carbono e aço inox (*embrittlement*) na presença de H₂ e baixas temperaturas



Blend com Gás Natural

- Necessidade de análise dos efeitos da injeção do H₂ no escoamento do gás
- Readequação os sistemas de medição (cromatografia)
- Instrumentação/equipamentos com materiais não adequados
- Tubulações de aço poderão apresentar trincas a depender da concentração e tempo de exposição
- Grau de pureza do hidrogênio influência no escoamento e análises
- Diminuição de vida útil do duto



Custos elevados para produção, transporte e armazenamento

- Tornar viável rota por meio da eletrólise da água (0,1 % da produção – IEA, 2019)
- Desenvolver tecnologias para liquefazer(-253°C), comprimir (até 27 MPa) e armazenar, garantindo a segurança do processo, pendente de maturidade técnica e comercial (muito caro e ineficiente para utilização em grande escala).
- Utilização de LOHC (líquidos orgânicos carreadores de H₂)?
- Armazenamento subterrâneo em rochas porosas?



Ausência de Regulação

- Autorização com interfaces com outras agências (ANEEL e ANA)
- Autorização de todas as rotas tecnológicas?
- Regulamentação de segurança aplicáveis (novas e/ou revisão)
- Sandbox regulatório (possível aplicação para projetos piloto)

LEI 14.948/2024

Seção III

Das Diretrizes da Gestão de Risco

Art. 10. Os empreendimentos e as atividades de que trata esta Lei deverão adotar medidas para gestão de risco de acidentes ou desastres.

§ 1º São instrumentos para gestão de risco de acidentes ou desastres dos empreendimentos e das atividades:

I - EAR;

II - PGR; e

III - PAE.

§ 2º Regulamento definirá os requisitos e os critérios para elaboração dos instrumentos previstos no § 1º deste artigo, a serem exigidos pelo órgão regulador das atividades de produção e de usos e aplicações do hidrogênio e pelos órgãos responsáveis pelo licenciamento ambiental.

*Estudo de Análise de Risco (EAR), Plano de Ação de Emergência (PAE) e Plano de Gerenciamento de Risco (PGR)

Neoenergia irá desenvolver projetos de hidrogênio verde e eólica offshore no RS

Companhia já

Da Agência
OIDESE

Projeto espacia

Ao menos
implantaçãoPor Erivelto
22/04/2024 05h03 - Atualizado há 5 meses

O Brasil é um dos países que reúnem as condições mais favoráveis para produzir em larga escala o chamado hidrogênio verde (H2V) e alcançar o protagonismo global na condução da transição das tecnologias energéticas baseadas em combustíveis fósseis para as renováveis. Além de privilegiado por ter fontes limpas de geração de energia, como água, vento e incidência solar, o país é rico na produção de biomassa, o que pode diferenciá-lo na produção do combustível.



A primeira usina de hidrogênio verde do Brasil acaba de entrar em operação

25/11/23 | São Paulo

Reportagem publicada pelo Correio de Minas Online

VEIS

terá fábrica de hidrogênio verde

Chamado de combustível do futuro, o H2V vai ser produzido em Pernambuco pela Qair a partir da dessalinização da água do mar. Para isso, será feito um investimento de R\$ 22,5 bilhões, com geração de 2,9 mil empregos

Por **Matheus Jatobá**

15/12/22 às 13H00 atualizado em 15/12/22 às 13H13



[entrar em atividade no Brasil](#)

#4

CONSIDERAÇÕES FINAIS



Considerações Finais

- Necessidade de estabelecimento de diretrizes e regras que possam subsidiar a elaboração de regulamentos (breve edição de decreto);
- Necessidade de desenvolvimento de pesquisas e estudos no âmbito da segurança operacional na cadeia do hidrogênio;
- Muitos desafios técnicos a serem superados para o blend H₂ e GN em linha;
- Tecnologia de produção de hidrogênio nas formas mais limpas não está madura o suficiente para produção e uso como combustível em grande escala e a custo competitivo;
- Altos custos de produção, transporte e armazenamento;
- A concretização do hidrogênio como um vetor energético ainda suscita muitas dúvidas acerca de sua viabilidade.



01

ANP aguarda o Decreto regulamentador da Lei com a definição do papel da ANP na regulamentação do hidrogênio de baixa emissão.

02

Manter a participação ativa nas discussões sobre o marco legal do hidrogênio no âmbito dos subgrupos do GT do PNH2.

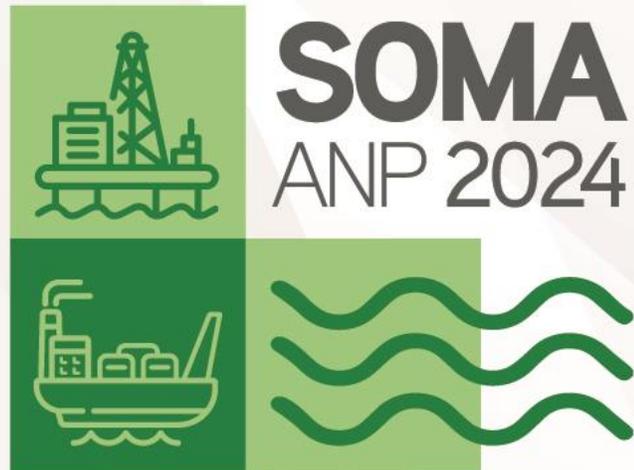
03

Mapear temas e regulamentações relacionadas a segurança operacional impactados pela Lei nº 14.948/2024.

04

Acredita-se na importância de se estabelecer uma regulação que induza a evolução tecnológica e a competitividade, prezando sempre pela segurança e sustentabilidade.

ealbuquerque@anp.gov.br



XII SEMINÁRIO
DE SEGURANÇA
OPERACIONAL E
MEIO AMBIENTE

Av. Rio Branco 65, 18^º andar
Rio de Janeiro – Brasil
Telefone: +55 21 2112-8100

