

GUIA EXPLICATIVO

Mapa Estratégico do **Hidrogênio** para o Rio de Janeiro

JUL. 2024





Presidente

Eduardo Eugenio Gouvêa Vieira

1º Vice-Presidente Firjan

Luiz César Caetano

2º Vice-Presidente Firjan

Carlos Erane de Aguiar

1º Vice-Presidente CIRJ

Carlos Fernando Gross

2º Vice-Presidente CIRJ

Raul Eduardo David de Sanson

Diretor de Competitividade Industrial e Comunicação Corporativa

João Paulo Alcantara Gomes

Diretora de Gestão de Pessoas, Diversidade e Produtividade

Adriana Torres

Diretor Executivo SESI SENAI

Alexandre dos Reis

Diretora de Compliance e Jurídico

Gisela Pimenta Gadelha

Diretora de Finanças e Serviços Corporativos

Luciana Costa M. de Sá

Diretor de Educação e Cultura

Vinícius Cardoso

CONTEÚDO TÉCNICO

GERÊNCIA GERAL DE PETRÓLEO, GÁS, ENERGIAS E NAVAL

Gerente Geral de Petróleo, Gás, Energias e Naval

Karine Barbalho Fragoso de Sequeira

Gerente de Cenários

Fernando Luiz Ruschel Montera

Gerente de Projetos

Thiago Valejo Rodrigues

Coordenadora da Divisão de Relacionamento e Parcerias

Juliana de Castro Lattari

EQUIPE TÉCNICA

Bruna Duarte Teixeira Martins

Bruno Goncalves

Carina de Souza Torres Faria

Emanuelle Ferreira de Lima

Felipe da Cunha Siqueira

Giovana Mattos Rodrigues

Iva Xavier da Silva

Letícia Cristina Pereira Copque Nascimento

Marcelli de Oliveira Tavares

Maria Eduarda Jacinto de Miranda

Priscila de Amorim Ribeiro Felipe

Priscila Lima dos Santos Gomes

Savio Bueno Guimaraes Souza

Wilson Koji Matsumoto

PROJETO GRÁFICO

GERÊNCIA GERAL DE REPUTAÇÃO E COMUNICAÇÃO

Gerente Geral de Reputação e Comunicação

Karla de Melo

Gerente de Comunicação Corporativa e Eventos (interina)

Amanda Zarife

Gerente de Publicidade e Marca

Fernanda Marino

EQUIPE TÉCNICA

Danielle Pascoalino

Margareth Oliveira Moreira

Sharlyne Dias

JUL. 2024

www.firjan.com.br

Av. Graça Aranha, 1, 12º andar
Centro, Rio de Janeiro

Apresentação

O hidrogênio (H₂) tem sido colocado como peça fundamental para a transição energética em todo o mundo. No estado do Rio de Janeiro, transformar o potencial de produção desse energético em realidade passa por diferentes caminhos, desde sua exploração em reservatórios de ocorrência natural até sua obtenção através de processos que utilizam diferentes rotas tecnológicas.

A Firjan SENAI SESI, seguindo o posicionamento adotado pelas empresas do mercado de energia, atua na pauta de Transição e Integração Energética, que também engloba a visão sobre o H₂. Através de sua rede de Institutos de Tecnologia e de Inovação, desenvolve projetos de pesquisa aplicada e provê soluções em tecnologia com capacidade de multiplicar o potencial do hidrogênio.

O presente material visa fornecer informações às empresas interessadas nesse mercado, que devem buscar as melhores soluções para seu negócio dentro do mix de opções energéticas, para contribuir com a descarbonização de suas atividades.

O Mapa Estratégico do Hidrogênio para o Rio de Janeiro foi idealizado para sinalizar como o hidrogênio pode ser mais bem aproveitado em nosso estado, ao mesmo tempo que traz à luz os desafios a serem superados e os direcionadores de incentivo necessários para esse novo mercado. O Mapa aponta ainda o Rio de Janeiro como ponto estratégico para atração de investimentos de pesquisa e novos projetos ao longo da cadeia de valor do hidrogênio.

Conheça também a publicação de
Transição e Integração Energética no Rio.

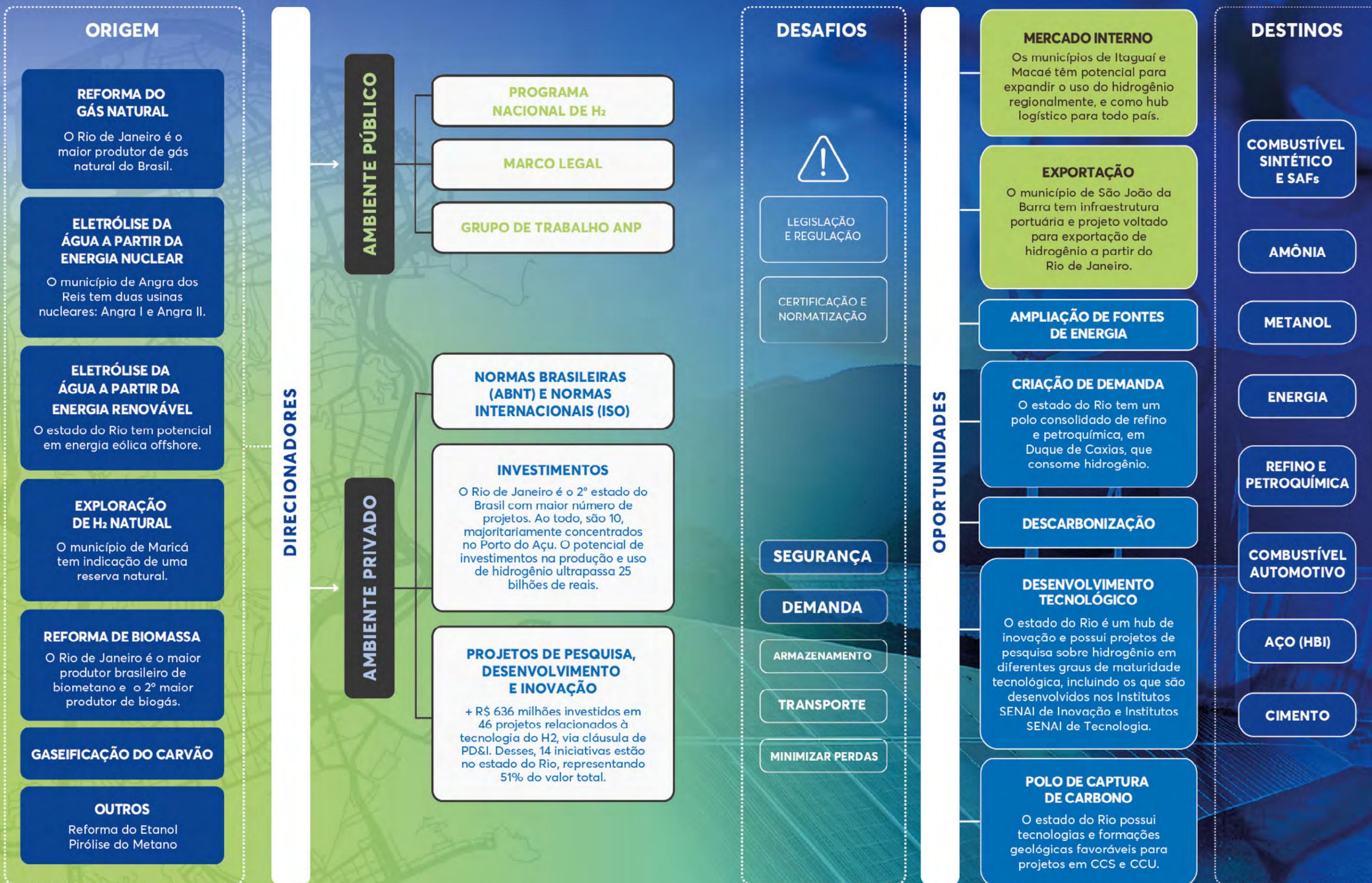


Acesse pelo QR Code ou link:
<https://sistfirjan.qrd.by/transicao-integracao-energetica>

Hidrogênio para o Rio de Janeiro

MAPA ESTRATÉGICO

APOIO:



Origens

Existe uma variedade de processos tecnológicos para a produção do hidrogênio, que resultam em produtos com intensidades de carbono distintas. Isso se dá pela tecnologia aplicada, se há ou não captura de carbono associada e pelo energético utilizado no processo.

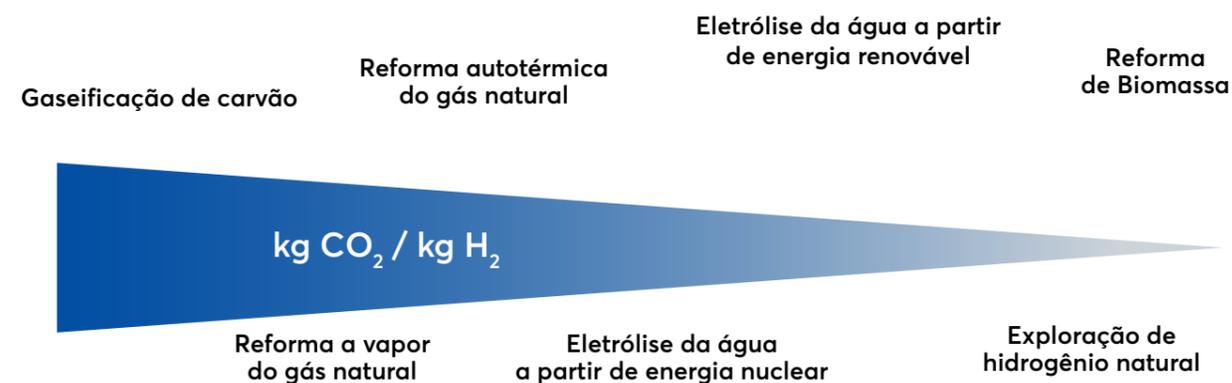


Figura 1 – Representação da intensidade de carbono de diferentes processos de obtenção de hidrogênio.

Outras tecnologias ainda se encontram em diferentes graus de maturidade e não são aplicadas em larga escala, como pirólise de hidrocarbonetos, quebra fotoeletroquímica da água, conversão de biomassa por fermentação de micro-organismos, entre outras.

No olhar para o Rio de Janeiro, o estado é o maior produtor de gás natural do Brasil, o único local do país que possui geração de energia nuclear, além de ter potencial de expandir suas fronteiras de produção em energia renovável com a implementação de projetos de eólica *offshore*.

Para além da produção, o hidrogênio também pode ser explorado comercialmente, realidade já no mundo e com reservas potenciais identificadas no Brasil. O município de Maricá tem indicação de uma reserva natural que pode ser explorada, o que reforça a posição do estado do RJ como produtor de todas as fontes de energia.

Direcionadores

Como é um mercado em construção, é preciso de um esforço contínuo, já em ação por diversos atores, para que os próximos passos na aplicação do H₂ nas indústrias sejam alcançados.

Programa Nacional do Hidrogênio

Criado em junho de 2022 pelo Conselho Nacional de Política Energética, tem como objetivo fortalecer o mercado e a indústria do H₂ enquanto vetor energético no Brasil.

Grupo de Trabalho ANP

A ANP criou em outubro de 2023 um Grupo de Trabalho para fortalecer a atuação da Agência no desenvolvimento do mercado de hidrogênio no Brasil.

Normas Brasileiras (ABNT) e Normas Internacionais (ISO)

A Comissão Especial de Estudo 067 (CEE-067) da ABNT é responsável pela normatização do campo de tecnologia do hidrogênio no Brasil, abordando produção, armazenamento, transporte, medição e aplicações. Além de definir padrões e diretrizes para garantir a segurança e eficiência do hidrogênio, a CEE-067 também acompanha a implementação de medidas para a transição para a energia verde no país, promovendo o uso sustentável desse gás como vetor energético e o seu desenvolvimento.

Marco Legal

As discussões pelo Legislativo Federal precisam ser aprofundadas e avançar para que o mercado conte com diretrizes claras.

Projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P,D&I)

Desde 2022, foram investidos mais de 636 milhões de reais no Brasil em 46 projetos relacionados à tecnologia do hidrogênio via cláusula de P,D&I.

Outros estados		RJ
Apesar de possuírem um número quase 2 vezes maior de projetos, o valor total empenhado pelas empresas em outros estados não alcança a metade do total.		Maior destino dos recursos da cláusula de P,D&I dos contratos de exploração e produção de petróleo e gás natural.
49%	32 Projetos	51%
		14 Projetos

Investimentos

O Rio de Janeiro é o segundo estado do Brasil com maior número de anúncios de novos investimentos para produção e uso de hidrogênio, com pelo menos 10 projetos, envolvendo diferentes stakeholders.



Infográfico 1 - Projetos de Tecnologia de Hidrogênio no Brasil mapeados desde 2022

Desafios

O mercado hidrogênio ainda enfrenta muitos desafios para o seu pleno desenvolvimento. Diferentes estágios de maturidade tecnológica e necessidade de regras mais claras para o mercado são exemplos de desafios que podem tornar o caminho a ser percorrido mais longo.

Legislação e Regulação

Diretrizes e regras claras que propiciem um ambiente de negócios saudável são aguardadas pelo mercado. O Marco Legal para o Hidrogênio e seu processo de regulamentação por uma Agência Reguladora devem destravar investimentos, possibilitando o desenvolvimento de projetos.

Certificação e Normatização

Garantir que o hidrogênio foi produzido com uma determinada intensidade de carbono é papel de um processo de certificação. O mercado ainda carece de uma definição quanto aos métodos e parâmetros que serão empregados, validade tanto em prazo como em aceitação internacional, bem como outros aspectos relacionados.

Segurança

Entre as características do H₂, estão a sua não detecção pelo olfato, sua chama não é visível, também possui alta inflamabilidade e seu transporte e armazenamento estão associadas a elevadas pressões e riscos de vazamento.

Demanda

Estimular a demanda por hidrogênio passa por uma competitividade do preço do energético frente a outras soluções, a partir de um ambiente com maior oferta, mais desenvolvimento tecnológico e regras propícias para possibilitar negócios.

Armazenamento

Por suas características físico-químicas, o armazenamento de H₂ em seu estado gasoso requer elevadas pressão e volume. Quando liquefeito, são necessárias temperaturas criogênicas. Se empregados carreadores (transportadores) químicos, há custos de conversão e de transporte do carreador quando não utilizado no destino.

Transporte

A mistura do H₂ ao gás natural para transporte em gasodutos não é recomendada por diversos fatores técnicos, e principalmente por alterar o produto que a indústria hoje consome e demandar uma série de adequações e custos associados. Construir infraestrutura própria também possui um alto custo de capital associado e deve prever o emprego de aços especiais para diminuir a corrosão ou empolamento.

Minimizar perdas

Os processos para obtenção de hidrogênio e sua transformação, ao longo da cadeia de valor, em produtos utilizam energia com um rendimento associado a cada conversão. Maximizar a eficiência, minimizando perdas e necessidades de transformação pode contribuir diretamente para o aumento de competitividade do energético.

Oportunidades

O mercado de hidrogênio é promissor em todo o mundo. As oportunidades de desenvolvimento, especialmente para o Brasil e para o estado do Rio de Janeiro, englobam diferentes trajetórias para atrair investimentos e desenvolver novos empreendimentos.



Criação de Demanda

Os volumes mais significativos de hidrogênio produzidos hoje são a partir de fontes fósseis. Este hidrogênio pode usar processo de captura de carbono para reduzir a intensidade de carbono, bem como a de produtos derivados. Combinar a produção de hidrogênio a áreas industriais emissoras de CO₂, como no refino ou no processamento de gás natural podem potencializar a integração energética e ampliar a redução de emissões localmente.

O estado do RJ tem projeto de captura de carbono já anunciado para Macaé.



Descarbonização

O hidrogênio tem o potencial de se tornar um importante agente de descarbonização para muitos setores com emissão elevada, como transportes, siderurgia e indústrias de transformação.



Ampliação de fontes de energia

O uso do hidrogênio como energia pode impactar positivamente a segurança energética, principalmente em períodos de intermitência de geração de fontes renováveis.



Desenvolvimento tecnológico

Como as tecnologias do hidrogênio e muitas de suas aplicações ainda se encontram em estágio inicial, há muito espaço para que o desenvolvimento e a pesquisa aplicada impactem profundamente os custos de produção, por exemplo, com potencial de gerar ganhos de competitividade do hidrogênio.

O RJ é um hub de inovação e possui projetos de pesquisa sobre hidrogênio em diferentes graus de maturidade tecnológica, incluindo aqueles desenvolvidos nos Institutos SENAI de Inovação e Institutos SENAI de Tecnologia.



Exportação

Com a assinatura de diversos tratados e acordos nos últimos anos, EUA e Europa objetivam reduzir drasticamente as emissões de GEE. Assim, foram criadas metas de consumo de H₂ e financiamento de projetos. Nesse contexto, o Brasil surge como um competitivo exportador de hidrogênio de baixo carbono devido à capacidade de sua infraestrutura portuária de atender grandes demandas, à proximidade do Brasil de seus consumidores e ao potencial da geração de energia renovável no país.

O município de São João na Barra tem infraestrutura portuária e projeto voltado para exportação de hidrogênio a partir do Rio de Janeiro.



Mercado Interno

Hoje, 85% dos fertilizantes consumidos no Brasil, sendo o 4º maior consumidor do mundo, são importados. O hidrogênio participa da rota de síntese da amônia, precursora de fertilizantes nitrogenados.

Também foram determinados percentuais de utilização de SAFs no transporte aéreo, sinalizando o potencial de consumo do hidrogênio no país.

Os municípios de Itaguaí e Macaé têm potencial para expandir o uso do hidrogênio regionalmente.



Polo de Captura de Carbono

O estado do Rio possui tecnologias e formações geológicas favoráveis para projetos em CCS e CCU.

Destinos

A aplicação final do H₂ pode se dar em diferentes indústrias. Ademais, o energético vem se transformando em um importante agente de descarbonização em todo mundo. As principais aplicações, que têm o maior potencial também para o RJ, são destacadas.

Refino e Petroquímica

 A maior parte do hidrogênio é produzido e consumido nas refinarias de petróleo. Sua aplicação é voltada para processar frações pesadas em produtos mais leves com fins comerciais. Já na indústria petroquímica, o H₂ é utilizado para gerar produtos de maior valor agregado e parte excedente usado como combustível.

O estado do RJ tem um polo de refino e petroquímica já consolidado, em Duque de Caxias, que consome hidrogênio.



Energia

Nas turbinas a gás, o H₂ é capaz de substituir ou ser misturado ao gás natural para a geração de energia com menor emissão de carbono.



Combustível Automotor

O uso de célula combustível que converte a energia química das moléculas de hidrogênio em energia elétrica pode viabilizar seu uso em veículos com zero emissão de carbono. Também tem sido desenvolvido motor de combustão de hidrogênio, similar ao de combustão de frações de petróleo, mas sem emissão de carbono.



Combustíveis sintéticos e SAFs

A síntese de CO₂ e H₂ em combustíveis permite o seu uso em motores tradicionais, além de não demandarem novas soluções de armazenamento e distribuição. Já os combustíveis sustentáveis de aviação - SAFs podem ser empregados em conjunto com o querosene de aviação tradicional, reduzindo a emissão de carbono no transporte aéreo.



Metanol

O hidrogênio faz parte do processo de síntese do metanol, sendo capaz de reagir com monóxido de carbono ou gás carbônico e contribuir para aplicação na via de captura de carbono. O metanol, importante solvente para a indústria química, por sua vez pode ser convertido em formaldeído, insumo para a produção de polímeros e em diversos processos químicos.



Amônia

Para a produção de amônia, é preciso que ocorra a reação entre nitrogênio e hidrogênio. A amônia é o principal insumo de diferentes fertilizantes nitrogenados, como a ureia. Embora seja o principal destino da amônia, os fertilizantes devem dividir espaço com outras aplicações: combustível marítimo, armazenamento de hidrogênio e geração de eletricidade. O estado do RJ tem projetos potenciais na área de fertilizantes.



Aço (HBI)

A substituição do coque pelo hidrogênio no processo de redução direta do minério de ferro para a formação do HBI, produto intermediário entre o minério de ferro e o aço, além de eliminar a formação de CO₂ nessa etapa da produção, resultando em aço de baixa intensidade de carbono, com maior potencial de exportação.



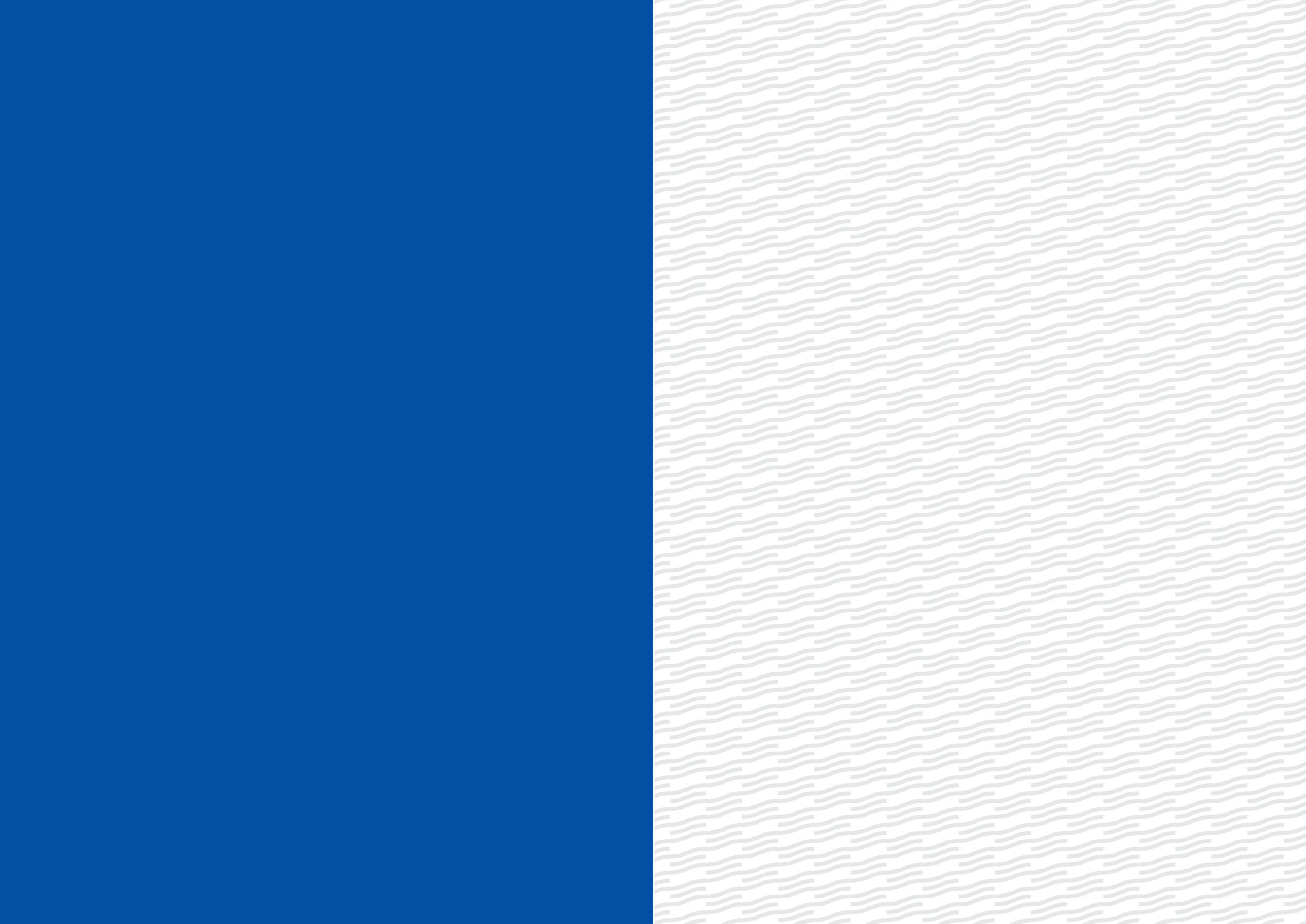
Cimento

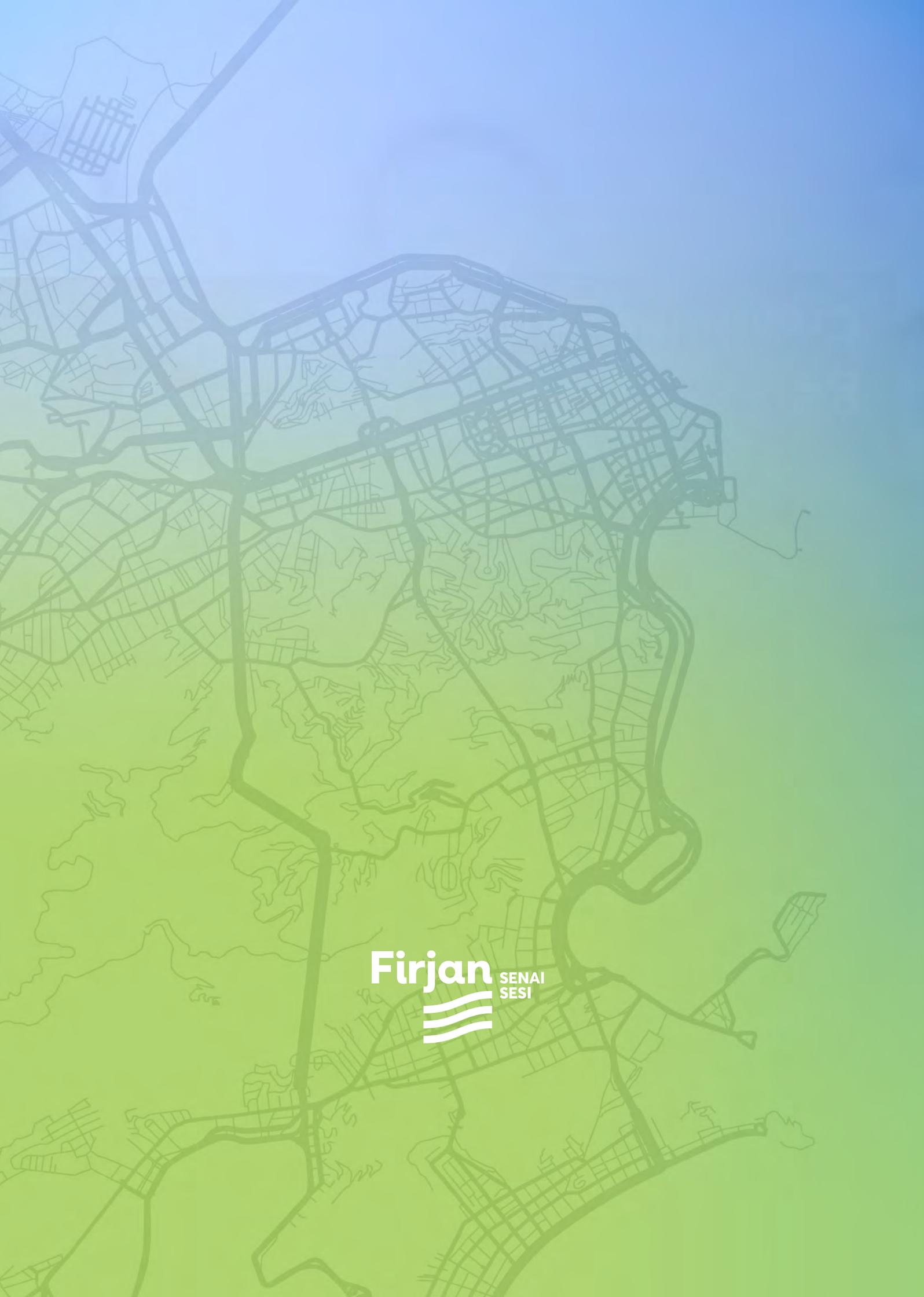
A indústria de cimento representa um grande potencial para a adoção do hidrogênio devido às suas elevadas demandas energéticas e emissões de CO₂. A substituição gradual de combustíveis fósseis nos fornos rotativos por hidrogênio, com alto poder calorífico, aliada a sistemas de captura de carbono ajudariam a descarbonizar essa indústria.



Outros usos

O hidrogênio pode ter ainda diversas outras aplicações como insumo ou energético. Alguns exemplos incluem seu uso na produção de ácido clorídrico, em processo de soldagem a arco, como fluido refrigerante, como agente redutor na fabricação de vidro, entre outros.





Firjan SENAI
SESI

