

Petroquímica e Fertilizantes

no Rio de Janeiro
2024



Ficha Catalográfica

Petroquímica e fertilizantes no Rio de Janeiro 2024 / Firjan SENAI
SP497 SESI ... [et al.]. – Rio de Janeiro: [s.n.], 2024.
38 p. : il.

Inclui bibliografia

1. Indústria petroquímica. 2. Fertilizantes. 3. Rio de Janeiro I. Firjan SENAI. II. Firjan SESI. III. SEDEICS-RJ. IV. Prefeitura do Município de Macaé. V. Yara Brasil. VI. ABIPLAST. VII. Siquirj.

CDD 333.7

DEZ. 2024

www.firjan.com.br
Av. Graça Aranha, 1, 11º andar
Centro, Rio de Janeiro
www.firjan.com.br/petroleoegas

Expediente

Firjan – Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro

Presidente

Luiz César de Souza Caetano Alves

1º Vice-Presidente Firjan

Carlos Erane de Aguiar

2º Vice-Presidente Firjan

Henrique Antônio Nora Oliveira Lima Junior

1º Vice-Presidente CIRJ

Isadora Landau Remy

2º Vice-Presidente CIRJ

Antonio Carlos Vilela

Presidente do Conselho Empresarial de Petróleo e Gás

Emiliano Fernandes Lourenço Gomes

Diretor Executivo SESI/SENAI

Alexandre dos Reis

Diretor de Competitividade Industrial e Comunicação Corporativa (Interino)

Luís Augusto Carneiro Azevedo

Diretora de Compliance e Jurídico

Gisela Pimenta Gadelha

Diretora de Gestão de Pessoas, Diversidade e Produtividade

Adriana Torres

Diretora de Finanças e Serviços Corporativos

Luciana Costa M. de Sá

Diretor de Educação e Cultura

Vinícius Cardoso

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 de Relacionamento e Parcerias

Juliana de Castro Lattari

Equipe

Bruna Duarte Martins

Bruno Gonçalves

Carina De Souza Torres Faria

Carolina de Moraes Ribeiro

Emanuelle Ferreira de Lima

Felipe da Cunha Siqueira

Gustavo Rangel de Matos

Iva Xavier da Silva

Leticia Cristina Pereira Nascimento

Marcelli de Oliveira Tavares

Maria Eduarda Jacinto de Miranda

Maria Eduarda Domingos de Menezes

Priscila Lima dos Santos Gomes

Savio Bueno Guimarães Souza

Wilson Koji Matsumoto

PROJETO GRÁFICO

Gerente-Geral de Reputação e Comunicação

Karla de Melo

Gerente de Comunicação Corporativa

Amanda Zarife

Equipe Técnica

Danielle Pascoalino

Margareth Moreira

Sharlyne Dias

Colaboração externa

Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico, Indústria, Comércio e Serviços do Rio de Janeiro (SEDEICS-RJ)

Subsecretária de Indústria, Comércio e Serviços

Marina Esteves

Superintendente de Novas Economias

Pedro Veillard Farias

Superintendente de Indústria, Comércio e Serviços

Laura Nascimento Brito

Pesquisador Embrapa Solos

Bruno Dias Ferreira

Assessora

Iasmim Alves

Prefeitura Municipal de Macaé

Secretário de Desenvolvimento Econômico, Trabalho e Renda

Rodrigo Ferreira Vianna

Assistente Técnico - Ministério da Agricultura e Pecuária

Bruno Dias Ferreira

Pesquisador Embrapa Solos | Assessor Técnico - Ministério da

Agricultura e Pecuária

Jose Carlos Polidoro

Superintendente de Novas Economias | Governo do Estado do

Rio de Janeiro

Pedro Veillard Farias

Yara Brasil

Presidente da Yara Brasil

Marcelo Altieri

Abiplast – Associação Brasileira da Indústria do Plástico

Presidente da Abiplast

João Ricardo Roriz Coelho

Siquirj – Sindicato da Indústria de Produtos Químicos para Fins Industriais do Estado do Rio de Janeiro

Presidente do Siquirj

Isaac Plachta

Assistente Técnico

Diogo Marques Fernandes

Sumário

LISTA DE SIGLAS	7
EDITORIAL	8
AGRADECIMENTOS	10
APRESENTAÇÃO	11
FERTILIZANTES	12
A cadeia de fertilizantes e o estado do Rio de Janeiro.....	13
Oportunidades e impacto econômico dos projetos de fertilizantes nitrogenados e metanol em Macaé para a economia brasileira e do Norte Fluminense.....	17
Vocação sustentável é a oportunidade do Brasil no mercado global.....	22
Oportunidades e inovações no segmento petroquímico e de fertilizantes no Rio de Janeiro.....	24
PETROQUÍMICA	28
Cadeia de valor: indústria do plástico e a relação com a petroquímica.....	29
A petroquímica e o cenário global e nacional.....	30
CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
Cenário promissor para o protagonismo do Rio de Janeiro no mercado de petroquímica e fertilizantes do presente e futuro.....	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

Lista de Siglas

ANDA - Associação Nacional para Difusão de Adubos

ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

CEFENP - Centro de Excelência em Fertilizantes e Nutrientes para a Produção

CONFERT - Conselho Nacional de Fertilizantes e Nutrição de Plantas

EPE - Empresa de Pesquisa Energética

ESG - *Environmental, Social, and Governance* (Ambiental, Social e Governança)

FAFENs - Fábricas de Fertilizantes Nitrogenados

FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICT - Instituição Científica, Tecnológica e de Inovação

MDIC - Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços

ONU - Organização das Nações Unidas

OPEP - Organização dos Países Exportadores de Petróleo

PIB - Produto Interno Bruto

PNF - Plano Nacional de Fertilizantes

REIQ - Regime Especial da Indústria Química

SEDEICS - Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Indústria, Comércio e Serviços

UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro

UPGN - Unidade de Processamento de Gás Natural

Editorial

O mosaico energético do Rio de Janeiro vai ficando mais rico e colorido na medida em que se abre a possibilidade de construção de demanda para produção de energia baseada em novas tecnologias produtivas que são de baixo carbono – fortalecendo a presença de uma indústria verde ou, como alguns preferem, mais eficiente em carbono.

Em paralelo está sendo fortalecida também a posição de produção de petróleo e gás, garantindo segurança ao sistema de oferta de energia firme e, portanto, ampliando o potencial para o fornecimento de insumos a indústrias como as de petroquímica e de fertilizantes. Agrega-se sustentabilidade e melhor alocação de recursos, com expectativa de redução de altos ciclos de importação e, conseqüentemente, de nossa dependência de outras economias.

O início de operação do Projeto Integrado Rota 3, que poderá escoar até 18 milhões de metros cúbicos de gás natural por dia da Bacia de Santos para Itaboraí, na região metropolitana da capital, abastecendo o recém-inaugurado Complexo de Energias Boaventura, promoverá o aumento da atividade econômica no seu entorno.

Após totalmente concluído, o complexo terá capacidade de processar até 21 milhões de metros cúbicos de gás natural por dia, na maior Unidade de Processamento de Gás Natural (UPGN) do país. Além de possibilitar grande salto na oferta de gás natural para consumo energético, reduzindo a dependência de importações, pode viabilizar a implantação de duas novas termelétricas a gás, com capacidade de gerar 1.800 MW, e plantas para produção de cerca de 110 mil barris por dia de combustíveis e de lubrificantes.

Em conseqüência, o setor petroquímico também percebe espaço para ampliar sua contribuição à economia. O gás da Bacia de Santos contém expressiva quantidade de matérias-primas petroquímicas, hoje insuficientes para operação a plena capacidade instalada das fábricas existentes. Tais insumos têm de ser importados, com uma logística complexa e cara. Da mesma forma a indústria de fertilizantes, hoje deficitária no atendimento da demanda interna existente, tem

neste cenário a oportunidade de aumentar sua capacidade para suprir um mercado tão expressivo na pauta de exportações do país, o da agroindústria.

Territorialmente, merecem destaque as iniciativas da Região Norte Fluminense, que tem um histórico de competência instalada para as indústrias de petróleo e gás e conta com infraestrutura logística e energética muito relevante para os projetos em desenvolvimento. Contando com dutos conectados à malha do Sudeste, gasodutos para o aproveitamento de gás do pré-sal e oleodutos ligados à rede e tancagem para abastecimento de refinarias, a região se destaca por ter a maior UPGN em operação, em Cabiúnas, e pela grande geração de energia de fontes fósseis e renováveis.

Em Macaé alguns projetos em desenvolvimento são significativos para um novo ciclo de crescimento no município, como a montagem de um terminal portuário e a implantação de duas fábricas de grande porte em área retroportuária. A primeira fábrica é para a produção de 1,3 milhão de toneladas anuais de ureia, o principal fertilizante nitrogenado, atendendo a mais de 10% da demanda nacional e consumindo 3,2 milhões de metros cúbicos por dia de gás natural. A segunda, para a produção de 900 mil toneladas anuais de metanol, o combustível do futuro, atendendo a 50% da demanda nacional e consumindo 2,7 milhões de metros cúbicos diários de gás natural. Também faz parte do plano a implantação de uma nova UPGN para atender projetos de tal monta.

Localizado em São João da Barra, o Porto do Açú, maior complexo portuário privado, hoje exporta grãos e importa fertilizantes, e tem a perspectiva de ter instalada uma planta de produção de amônia verde, contribuindo para a descarbonização, seja por sua aplicação potencial como combustível, seja na rota de fertilizantes nitrogenados.

Nesse contexto merece destaque a Nova Política Industrial Brasileira, que contempla as cadeias agroindustriais sustentáveis e digitais para a segurança alimentar, nutricional e energética. O Plano Nacional de Fertilizantes (PNF), cuja secretaria executiva está com

o Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC), visa ao desenvolvimento sustentável do setor com redução da dependência externa na aquisição de fertilizantes. E ao Conselho Nacional de Fertilizantes e Nutrição de Plantas (Confert), criado no âmbito do PNF, cabe a governança e a coordenação de políticas públicas envolvendo representantes do setor público e privado, incluindo entidades representativas relacionadas ao setor.

Não menos importante foi a criação e implementação do Centro de Excelência em Fertilizantes e Nutrição de Plantas (Cefenp), uma instituição autônoma de perfil público-privado, com autonomia financeira e administrativa, que tem entre seus principais escopos o desenvolvimento de soluções tecnológicas para o mercado e o apoio técnico e transferência de tecnologias para o setor industrial e o produtor rural.

Inicialmente o Cefenp será constituído por sete *hubs* de diferentes especialidades e estados da Federação. Ficará sediado no *hub* do estado do Rio de Janeiro, que tem no escalonamento de tecnologias sua especialidade, expandindo a escala do projeto até o nível industrial.

Essas e outras iniciativas, incluídas as relativas ao marco legal, permitem prever significativo impulso no desenvolvimento de negócios dos mais variados portes. E nesse contexto o Sistema Firjan continuará agindo, em conjunto com os agentes de mercado, para que um novo ciclo de desenvolvimento econômico e social se consolide em nosso estado.

Luiz César Caetano
Presidente da Firjan



Agradecimentos

O estudo *Petroquímica e fertilizantes no estado do Rio de Janeiro* é resultado de um trabalho colaborativo que reforça o compromisso da Firjan SENAI SESI e de seus parceiros com o desenvolvimento sustentável de indústrias fundamentais para a economia. Essa entrega busca destacar o potencial desses mercados no Rio de Janeiro, pelo fortalecimento das cadeias produtivas, que contribuem para impulsionar a eficiência industrial e novos negócios no estado.

O trabalho da equipe técnica da Federação, somado ao apoio das lideranças e ao envolvimento de áreas parceiras, foi primordial para atingir o resultado esperado com a publicação. Da mesma forma, expressamos nosso agradecimento aos parceiros externos que colaboraram para enriquecer o nosso entendimento em relação aos desafios e oportunidades do setor.

À SEDEICS-RJ, agradecemos pela parceria estratégica e pelo apoio no desenvolvimento de políticas públicas

que promovem a competitividade e o crescimento do setor industrial no estado.

À Prefeitura de Macaé, pela constante dedicação ao fortalecimento do polo industrial local que favorece a integração e o desenvolvimento sustentável da região.

À Yara Brasil, referência na indústria de fertilizantes, pela inédita parceria e pela contínua atuação de impacto em prol de soluções cada vez mais eficientes e sustentáveis na produção agrícola.

À Abiplast, por destacar a importância da transformação do plástico e seu papel estratégico em competitividade e inovação, além de promover políticas que fortalecem a cadeia produtiva e impulsionam o desenvolvimento industrial.

Ao Sindicato da Indústria de Produtos Químicos para Fins Industriais do Estado do Rio de Janeiro (Siquirj), pela promoção da competitividade e qualidade dos produtos nacionais e constante comprometimento com o desenvolvimento da indústria química no estado.

Apresentação

O Rio de Janeiro é o estado com um dos maiores potenciais para impulsionar e rentabilizar o desenvolvimento das indústrias petroquímica e de fertilizantes no Brasil, tanto pelo gás natural, fóssil ou renovável, quanto a partir do uso de hidrogênio. A posição do país, de dependência externa como grande importador global de fertilizantes, supera Índia, Estados Unidos e Europa, que também são mercados demandadores desses produtos. O cenário se repete para a indústria petroquímica, com uma quantidade significativa de resinas e polímeros sendo importados. Enquanto isso, a demanda interna continua a crescer. Para ampliarmos nossa capacidade produtiva, é urgente trabalhar a maior competitividade em preços dos insumos, em destaque, o gás natural, que representa 80% dos custos de produção dos fertilizantes, por exemplo.

Assim, para apoiar a tomada de decisão das empresas interessadas e atuantes nesses mercados e para buscar diferentes rotas de investimento e expansão das oportunidades no estado, a Firjan SENAI SESI lança a publicação *Petroquímica e fertilizantes no estado do Rio de Janeiro*. Nesta edição, o estudo tem como objetivo apresentar, de maneira estruturada, informações estratégicas sobre a indústria petroquímica e o potencial da indústria de fertilizantes. Além disso, se faz necessário também um olhar do panorama atual desses mercados, que pode ser acessado, de maneira mais ampla, pelo painel dinâmico deste estudo.

Dados Dinâmicos Petroquímica e Fertilizantes no Rio de Janeiro 2024



Escaneie o QR Code ou clique [aqui](#)

Para promover o desenvolvimento e criar um ambiente favorável de acesso ao mercado, unimos esforços com parceiros do governo e da iniciativa privada, na construção das visões para este estudo, por uma série de artigos em três aberturas – Fertilizantes, Petroquímica e Considerações Finais.

Na primeira parte sobre o mercado de fertilizantes, a Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico, Indústria, Comércio e Serviços do Rio de Janeiro (SEDEICS-RJ) destaca o Cefenp que terá sede no Rio de Janeiro. A **Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico, Trabalho e Renda de Macaé** traz a perspectiva de uma nova planta de fertilizante nitrogenado no município localizado na Região Norte Fluminense. A empresa **Yara Brasil** apresenta a sua visão sobre o mercado nacional de fertilizantes, em que aborda o impacto que será gerado com a expansão da utilização da amônia renovável atrelada à oportunidade de descarbonizar sua operação.

Já o artigo do **Instituto SENAI de Inovação em Química Verde** traz a contribuição da área da pesquisa e inovação sobre o desenvolvimento de projetos que promovem o avanço tecnológico da indústria de fertilizantes e o fortalecimento da indústria petroquímica.

Na segunda abertura sobre a indústria petroquímica, a **Associação Brasileira da Indústria do Plástico (Abiplast)** aborda a importância do setor para a economia nacional e geração de empregos, também trata dos desafios enfrentados pela indústria. Já o **Sindicato da Indústria de Produtos Químicos para Fins Industriais do Estado do Rio de Janeiro (Siquirj)** aborda a importância da competitividade do mercado nacional dos produtos químicos, discutindo sobre o consumo desses produtos, o aumento da importação e os desafios para manter a indústria competitiva aliada à indústria de óleo e gás.

Por fim, nas Considerações Finais, a **Firjan SENAI SESI** destaca o cenário atual como promissor para o Rio de Janeiro se posicionar estrategicamente com novos investimentos no mercado de petroquímica e de fertilizantes.



Fertilizantes

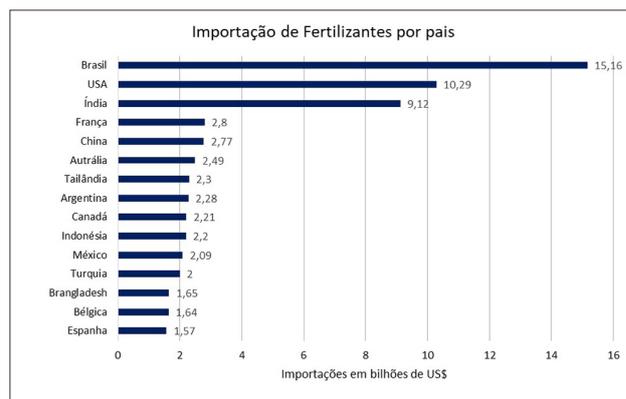
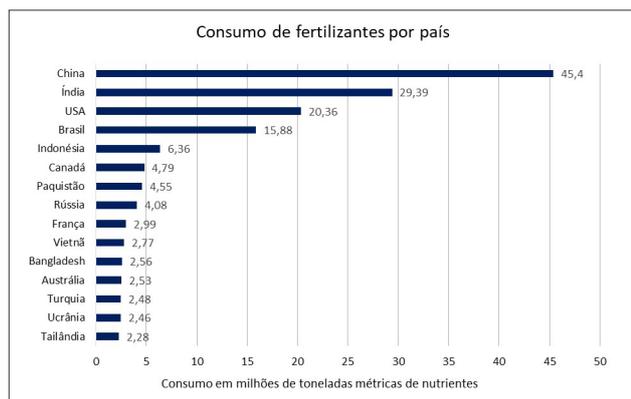
A cadeia de fertilizantes e o estado do Rio de Janeiro

Elaborado pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Indústria, Comércio e Serviços (SEDEICS-RJ)

Atualmente, o Brasil é uma potência global no agronegócio e na agroindústria, ocupando a quarta posição entre os maiores produtores de alimentos do mundo, ficando atrás de China, EUA e Índia.¹ O país se destaca pela produção de grãos, sendo o segundo maior exportador global, com avanços tecnológicos significativos impulsionados pela cooperação entre setor público, privado e acadêmico. A produção agrovegetal cresceu 225% de 2000 a 2022, com aumento de cerca de 50% no uso da terra.²

Entretanto, o Brasil enfrenta uma crítica dependência por fertilizantes importados. É o quarto maior consumidor (8% do consumo global), atrás de China, Índia e EUA.³ Porém é o maior importador (figura 1). Quase 90% dos fertilizantes utilizados no Brasil são importados, o que gerou um déficit de US\$ 25 bilhões na balança comercial de 2022 e US\$ 15 bilhões em 2023.⁴ É a maior pauta de importação do Brasil. Muitos dos fornecedores para o mercado brasileiro estão em zonas politicamente instáveis ou de conflito.

Figura 1 - Consumo de fertilizantes por país (em termos de nutrientes) e importação de fertilizantes por país (em dólares) no ano de 2024



Fontes: Ifastat (2024) e Trademap (2024).

¹ FAO. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data>. Acesso em: 10 out. 2024.

² ANDA. *Setor de fertilizantes - anuário estatístico de 2022*. São Paulo: [s.n.], 2023.

³ IFA. Disponível em: <https://www.ifastat.org/databases/plant-nutrition>. Acesso em: 13 out. 2024.

⁴ MDIC. Disponível em: <https://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>. Acesso em: 11 out. 2024.

Essa dependência representa uma vulnerabilidade significativa para o agronegócio e para a agroindústria, assim como representa uma oportunidade para a reindustrialização, especialmente para o estado do Rio de Janeiro.

Nesse bojo, em 2023 foi lançado o Plano Nacional de Fertilizantes com o Decreto nº 10.991, de 11 de março de 2022, que institui o Plano Nacional de Fertilizantes 2022-2050 e o Confert, alterando o Decreto nº 10.991, de 11 de março de 2022, com as seguintes diretrizes:

Quadro 1 - Diretrizes do Plano Nacional de Fertilizantes 2050

I - a modernização, a reativação e a ampliação das plantas industriais e dos projetos de fertilizantes existentes no país;

II - a melhoria do ambiente de negócios no país, com vistas à atração de investimentos para a cadeia de produção e distribuição de fertilizantes e insumos para nutrição de plantas;

III - a promoção de vantagens competitivas para o país na cadeia de produção mundial de fertilizantes;

IV - a ampliação dos investimentos nas atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação e no aperfeiçoamento da cadeia de produção e distribuição de fertilizantes e insumos para nutrição de plantas do país; e

V - a adequação da infraestrutura para a integração de polos logísticos e a viabilização de novos empreendimentos.

O PNF 2050 abrange esforços colaborativos entre os setores público e privado. Seu objetivo envolve reduzir a dependência de fornecimento externo, mas também reduzir a dependência tecnológica, mitigando assim os impactos das crises internacionais. As ações previstas também abrangem: aumentar a produção de fertilizantes orgânicos, bioinsumos, aumentar a eficiência dos produtos utilizados no campo, desenvolver novas tecnologias e novos mercados, reduzir custos logísticos, modernizar o arcabouço regulatório para o setor.

Para o sucesso dessa política de Estado, faz-se necessário a participação intensiva dos estados da Federação, na elaboração das políticas e na execução das mesmas. Nesse sentido, em esforço conjunto da SEDEICS do governo do estado do Rio de Janeiro, da Assembleia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro - (Alerj) e de atores relevantes do setor, articulou-se para a instauração da primeira lei estadual de fertilizantes do Brasil, no estado do Rio de Janeiro (Lei nº 9.716, de 10 de junho de 2022), onde estão previstos diretrizes e metas que promovem:

- A implantação de plantas industriais de fertilizantes e demais insumos para nutrição de plantas.
- A sinergia entre a cadeia de fertilizantes nitrogenados e a indústria de gás natural.
- O desenvolvimento de tecnologias de produção de hidrogênio e amônia verde.
- Adequação de infraestrutura logística.
- A construção de um centro de excelência em fertilizantes.

O estado do Rio de Janeiro é um *player* potencial para o setor de fertilizantes. A determinação de diversos atores do estado em trazer esta cadeia de valor nos últimos anos tem sido relevante em pelo menos quatro frentes: a instalação de uma fábrica de fertilizantes nitrogenados a partir de hidrogênio verde no Porto do Açu, a expansão do Norte Fluminense como um *hub* logístico para o setor, a instalação de uma fábrica de fertilizantes nitrogenados em Macaé e a instalação do Cefepn no Parque Tecnológico da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Com uma infraestrutura logística privilegiada, o Rio de Janeiro apresenta uma capacidade ociosa considerável para operações em portos privados e inclusive já

realizando operações no setor do agronegócio e de fertilizantes, conectando com efetividade o litoral ao Centro-Oeste do Brasil.⁵

Figura 2 - A produção de fertilizantes nitrogenados no Brasil



Fonte: Elaboração própria a partir de Comex Stat (2023), ANP (2023), Anda (2023), EPE (2023).

Ademais, o estado do Rio de Janeiro é responsável por mais de 58% da oferta de gás natural no Brasil,⁶ maior fonte de matéria-prima para a produção de fertilizantes nitrogenados. A instalação de duas fábricas pode atrair mais de R\$ 20 bilhões em investimentos, gerar mais de 10.000 empregos durante as obras e 1.300 empregos durante a fase de operação. Uma única planta é capaz de consumir até 3 milhões de toneladas de gás natural (figura 2).

O Rio de Janeiro também é um grande ator quando se trata de capital intelectual. Nesse sentido, em 11 de julho de 2024, o Confert, através da resolução CONFERT/MDIC nº 10, aprovou a proposta de criação e monitoramento do Cefenp, com sede no Rio de Janeiro e de pelo menos seis hubs temáticos em outros estados da Federação.

⁵ Brasil Mineral. Disponível em: <https://www.brasilmineral.com.br/noticias/minas-port-investe-mais-de-r-100-milhoes-no-porto-do-acu>. Acesso em: 20 out. 2024.

⁶ ANP. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/anuario-estatistico/anuario-estatistico-brasileiro-do-petroleo-gas-natural-e-bicombustiveis-2024>. Acesso em: 20 out. 2024.

O Centro de Excelência em Fertilizantes, com sede no estado do Rio de Janeiro

A dependência do Brasil por fertilizantes não se dá apenas no âmbito das importações. Segundo dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI),⁷ mais de 90% das tecnologias utilizadas no Brasil são importadas.

Nesse contexto, o Cefenp, inserido no Plano Nacional de Fertilizantes e no Plano Estadual de Fertilizantes no Rio de Janeiro, será um dos pilares estratégicos para o desenvolvimento tecnológico e industrial do setor. Com sede localizada no Parque Tecnológico da UFRJ e com pelo menos seis *hubs* temáticos em outros estados, o Cefenp será um braço estratégico, tático e operacional do desenvolvimento tecnológico agrônomo e industrial para a cadeia de fertilizantes e insumos para a nutrição de plantas, de maneira a:

- Conectar o ecossistema brasileiro de inovação aos principais atores setoriais (agricultura, indústria, academia, *startups*, financiadores e governo) no ambiente nacional e global.
- Complementar e potencializar as competências das instituições científicas, tecnológicas e de inovação (ICTs), instituições públicas e empresas privadas no Brasil.
- Promover o compartilhamento de infraestrutura tecnológica e científica.
- Promover práticas agrícolas e industriais mais sustentáveis para as cadeias consolidadas.
- Impulsionar as denominadas cadeias emergentes em insumos para a nutrição de plantas - novas cadeias com potencial de aumento de *market share*, mas que necessitam de consolidação em termos de PD&I, tais como bioinsumos, organominerais, agrominerais, entre outros.
- Formar técnicos, profissionais de nível superior e cientistas no campo de fertilizantes e insumos para a nutrição de plantas.

O Cefenp também contará com uma versão virtual, com pilares focados em solução tecnológica e de negócios,

inteligência estratégica setorial e capacitação. Esse modelo permitirá uma disseminação mais ampla de conhecimento e soluções para o setor, conectando o Rio de Janeiro e os *hubs* temáticos ao restante do país e ao mundo.

As primeiras tecnologias a serem exploradas nesse projeto compreendem temáticas como: produção de fertilizantes nitrogenados a partir de fontes renováveis, utilização de resíduos industriais/agroindustriais e urbanos como fontes de nutrientes, bioinsumos aplicados à nutrição de plantas, processamento de agrominerais, fertilizantes de eficiência aumentada. Ainda, serão abarcados temas transversais às diversas tecnologias, como: escalonamento de tecnologias e plantas piloto, engenharia de processos, caracterização e avaliação agrônoma/ambiental/econômica de produtos.

Por meio de um acordo de cooperação entre a SEDEICS e a UFRJ, o Cefenp já possui um escritório no Parque Tecnológico da UFRJ, e há um prédio em negociação para sediar o Cefenp. Desde julho de 2024, o projeto é acompanhado em nível nacional pelo Ministério da Agricultura e Pecuária, no âmbito da Câmara Técnica de Assuntos Agrícolas do Conselho Nacional de Fertilizantes. Consultorias estão sendo contratadas pelo governo do estado do Rio de Janeiro, pela SEDEICS, para o detalhamento do projeto Cefenp.

A atração de indústrias de fertilizantes para o Rio de Janeiro, assim como a instalação do Cefenp, não apenas fortalecerá o agronegócio e a agroindústria no Brasil, mas também impulsionará a indústria brasileira, gerando empregos, promovendo inovação e integração às cadeias globais de valor. Para o sucesso dessa estratégia, é essencial a continuidade de esforços conjuntos entre governo, iniciativa privada e academia, aproveitando ao máximo os recursos disponíveis e promovendo um ambiente propício para investimentos. Dessa forma, o Rio de Janeiro poderá atrair novos setores estratégicos, como o setor de fertilizantes.

⁷ INPI. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/assuntos/informacao/radares-tecnologicos>. Acesso em: 21 out. 2024.

Oportunidades e impacto econômico dos projetos de fertilizantes nitrogenados e metanol em Macaé para a economia brasileira e do Norte Fluminense

Elaborado por Prefeitura Municipal de Macaé

O Brasil é um dos maiores produtores agrícolas do mundo, ocupando uma posição de destaque no cenário global. Contudo, essa posição é alcançada com uma dependência significativa de fertilizantes importados, com cerca de 85% das 45 milhões de toneladas anuais (Comex Stat, 2024; ANDA, 2024). Essa dependência expõe o agronegócio brasileiro a variações nos preços globais e a riscos de fornecimento, destacando a necessidade de soluções que aumentem a produção do país (Ferreira *et al.*, 2023).

Para reduzir os riscos da dependência de importação, o governo brasileiro lançou o PNF, pelo Decreto nº 10.991, de 11 de março de 2022, com atualizações pelo

Decreto nº 11.518, de 4 de maio de 2023. O plano busca incentivar a produção nacional para cobrir até 50% da demanda de fertilizantes até 2050, quando o consumo estimado será de 78 milhões de toneladas anuais (PNF, 2023). Nesse contexto, Macaé e a Região Norte do Rio de Janeiro se destacam como polos estratégicos, devido à infraestrutura de gás natural (GN) e à proximidade com o Porto do Açu, que facilita o escoamento de produtos, além de uma malha rodoviária que conecta a região ao interior do país. Este artigo analisa o potencial dos novos projetos de fertilizantes nitrogenados e metanol em Macaé para fortalecer a produção nacional e impulsionar a economia local.

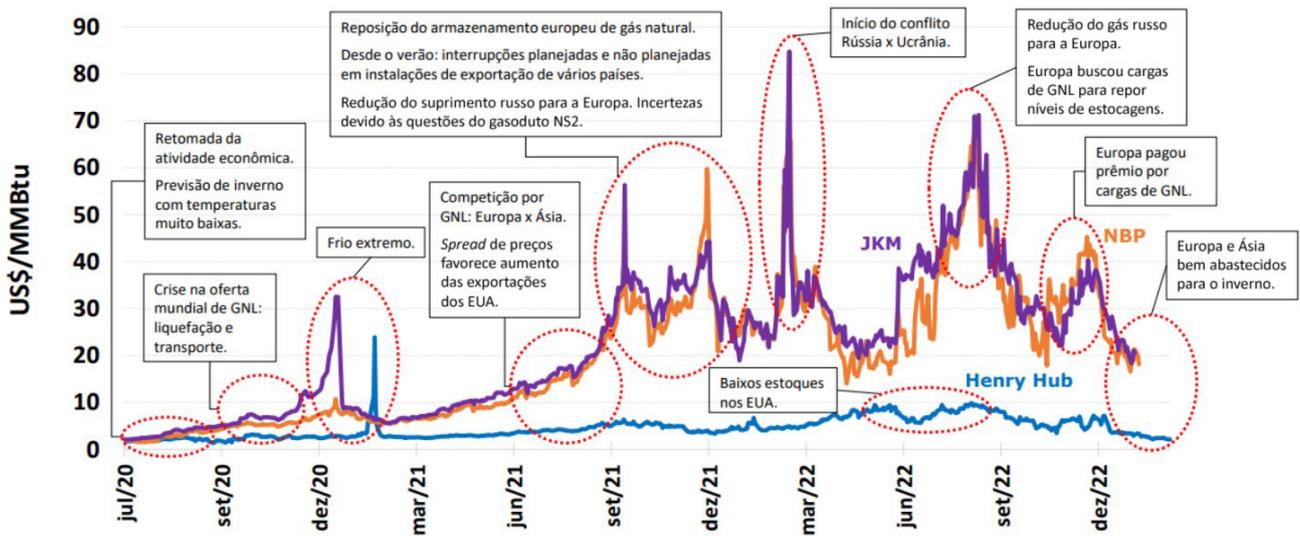
17

O papel do gás natural na produção de fertilizantes nitrogenados e metanol

O gás natural é uma matéria-prima essencial na produção de fertilizantes nitrogenados e metanol, ambos fundamentais para a agricultura e a indústria química. No caso dos fertilizantes, o gás natural é usado na síntese de amônia, que é combinada com dióxido de carbono para formar fertilizantes nitrogenados, com uma planta típica consumindo cerca de 2,24 milhões de m³ por dia para produzir 1,3 milhão de toneladas ao ano. Já na produção de metanol, o gás é convertido em gás de síntese, com plantas de grande porte consumindo até 2,7 milhões de m³ diários, conforme a capacidade (EPE, 2019b).

O custo do gás natural é crucial para a viabilidade desses projetos, dada a alta correlação (0,95) entre o preço do gás e o dos fertilizantes nitrogenados no mercado internacional (EPE, 2023a). Por exemplo, o conflito entre Rússia e Ucrânia elevou significativamente o preço do gás (figura 3), impactando também os preços globais de fertilizantes. Essa volatilidade expõe o Brasil a oscilações de custo, prejudicando a competitividade do agronegócio e aumentando o custo dos alimentos, o que pressiona a inflação.

Figura 3 - Preços internacionais do gás natural



Fonte: EPE, 2023.

No Brasil, essa relação entre o preço do gás e a competitividade da produção de fertilizantes nitrogenados já teve consequências diretas. Entre 2019 e 2020 e 2023 e 2024, as fábricas de fertilizantes nitrogenados (Fafens) localizadas nos estados da Bahia e Sergipe tiveram a produção interrompida, pois o custo do gás natural no mercado interno era elevado em comparação aos preços internacionais. Durante os períodos de paralisações, houve variações nos preços internacionais e o aumento dos nacionais tornando mais viável a importação de fertilizantes nitrogenados de outros mercados (Barbosa, 2024; EPE, 2023b).

Para que projetos de produção de fertilizantes nitrogenados e metanol sejam viáveis no Brasil, o preço do gás natural precisa estar na faixa de 4 a 7 US\$/MMBTU e hoje está em 12 US\$/MMBTU (Lustosa, 2024). Esse patamar permite que a produção nacional possa competir com os preços internacionais. O desenvolvimento de uma base produtiva doméstica para fertilizantes e metanol não só estabilizaria a oferta nacional, como também agregaria valor ao gás natural produzido no país, transformando-o em produtos de maior valor agregado e essenciais para o setor agrícola (EPE, 2019a).

Macaé e Região Norte Fluminense como polo energético e industrial

O estado do Rio de Janeiro, alinhado ao Plano Nacional de Fertilizantes, foi o primeiro a instituir um plano de incentivo à produção e oferta de fertilizantes, com a Lei nº 9.716/22, criando um ambiente mais favorável para investimentos no setor.

Macaé, no litoral norte do estado, consolidou-se como um dos principais polos energéticos do Brasil, com infraestrutura robusta de processamento de gás natural e proximidade com bacias *offshore*. A cidade abriga a UPGN de Cabiúnas, fundamental na cadeia produtiva de gás natural, e novas instalações em fase

de expansão, como a UPGN Vagflex, fortalecendo sua posição estratégica para a produção de insumos voltados para o agronegócio (Macaé, 2024).

O Porto do Açu complementa essa infraestrutura, atuando como um importante ponto logístico, conectado às principais rotas de escoamento, conforme ilustrado na figura 4 (Porto do Açu, 2020). Com recentes investimentos, o porto ampliou sua capacidade de armazenamento e área alfandegada, além de instalar uma unidade misturadora de fertilizantes, otimizando a distribuição para o agronegócio (Porto do Açu, 2023).

Figura 4 – Conectividade do Porto do Açu



Fonte: Porto do Açu, 2020.

Combinando esses fatores — disponibilidade de gás natural, capacidade de processamento, e proximidade de infraestrutura portuária de classe mundial —, Macaé se posiciona com elevado potencial para o desenvolvimento de plantas industriais voltadas para a produção de fertilizantes nitrogenados e metanol. Esses empreendimentos visam não apenas suprir a demanda

nacional por esses insumos, mas também contribuir para a diversificação econômica da região e para a segurança da cadeia de fertilizantes do Brasil, reduzindo a dependência de importações.

A importância estratégica e benefícios socioeconômicos das fábricas de fertilizantes nitrogenados e de metanol

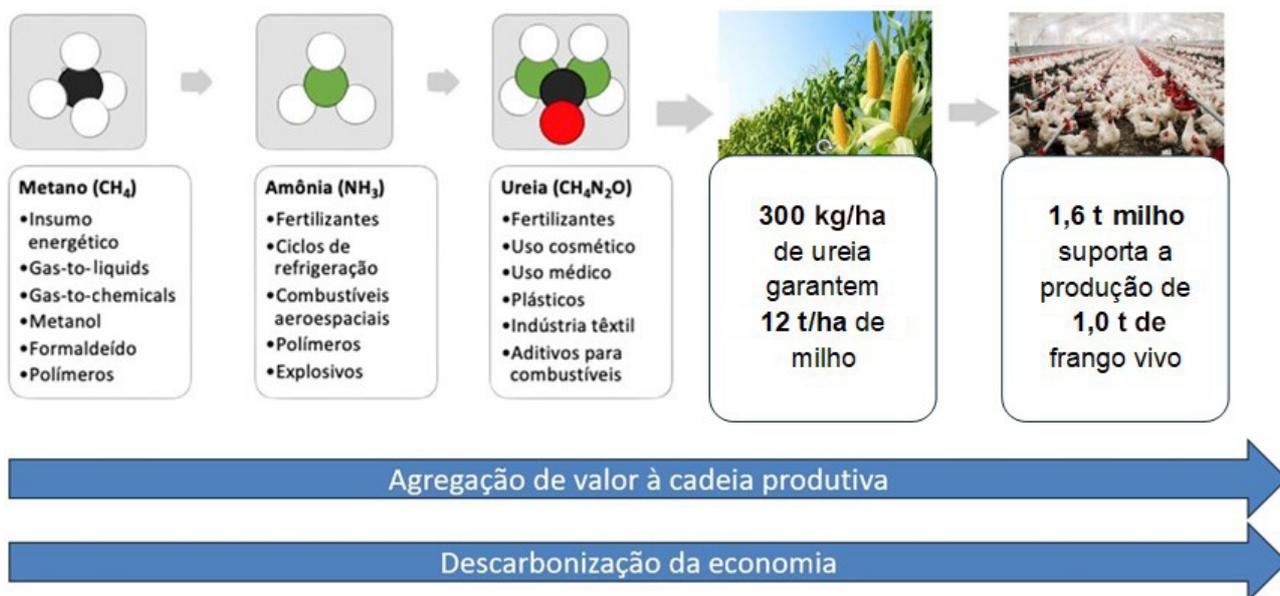
Os projetos de fertilizantes nitrogenados e metanol em Macaé são fundamentais para a estratégia industrial brasileira, alinhando-se ao Plano Nacional de Fertilizantes e ao programa Nova Indústria Brasil (MDIC, 2024). Uma fábrica de amônia/fertilizantes nitrogenados com capacidade de 1,3 milhão de toneladas anuais pode atender 11% da demanda nacional, enquanto uma planta de metanol, com produção estimada em 900 mil toneladas por ano, cobriria cerca de 50% do consumo interno.

Além dos benefícios industriais, esses projetos gerariam impactos socioeconômicos significativos, com a criação potencial de 5 a 7 mil empregos diretos na construção e 400 a 600 na operação, além de fomentar setores de apoio como logística e manutenção na Região Norte do Rio de Janeiro (Macaé, 2024). O governo de Macaé contratou um estudo de viabilidade técnica, econômica e socioambiental (EVTESA), com publicação prevista para dezembro de 2024. O projeto faz parte da carteira de projetos estratégicos do Plano Nacional de

Fertilizantes (Resolução Confert/MDIC nº 11, de 20 de agosto de 2024).

Outro projeto relevante foi anunciado pelo Porto do Açu, com previsão de produção de amônia/fertilizantes nitrogenados utilizando gás natural, biometano e amônia verde (Porto do Açu, 2023), reforçando o potencial estratégico da região para a produção de fertilizantes. Esses projetos, alinhados à Política Pública Gás para Empregar (Decreto nº 10.712/2021, alterado pelo Decreto nº 12.153/2024), buscam atrair investimentos no setor de gás natural e promover o desenvolvimento econômico. Com essa política, estima-se R\$ 94,6 bilhões em investimentos e a criação de 436 mil empregos diretos e indiretos (Agência Gov, 2024). Além de garantir o abastecimento, esses empreendimentos agregam valor à cadeia agropecuária. A figura 5 ilustra a transformação do gás natural em produtos de alto valor agregado, como amônia e fertilizantes nitrogenados, essenciais para a produção agrícola.

Figura 5 – Cadeia de agregação de valor do gás natural na produção agrícola



Fonte: Elaboração própria.

A produção de amônia e ureia a partir do gás natural oferece vantagens competitivas em relação à geração de energia elétrica, especialmente pelo valor agregado que traz à cadeia agrícola. A produção de amônia consome cerca de 28 GJ de gás natural por tonelada, com um custo de 38,92 a 50,04 US\$ por tonelada, considerando o preço de 5 US\$/MMBTU (IEA, 2021). Já a produção de ureia, que requer mais energia para combinar amônia e dióxido de carbono, consome entre 36 e 42 GJ por tonelada, resultando em um custo de 170 a 200 US\$ por tonelada. Em comparação, a geração de eletricidade consome aproximadamente 7 MMBTU de gás natural por MWh, a um custo médio de 35 US\$ por MWh (EPE, 2018).

A produção de amônia e ureia a partir do gás natural é competitiva e agrega valor essencial à economia brasileira. Diferente da energia elétrica, que nem sempre oferece o mesmo valor, a amônia é um insumo

básico crucial para uma vasta cadeia produtiva do agronegócio, que representou cerca de 23% do Produto Interno Bruto (PIB) em 2023 (CNA, 2024), aumentando a produtividade e competitividade do setor. A produção nacional fortalece a segurança de abastecimento, reduzindo a dependência de importações e promovendo uma cadeia mais integrada, posicionando o Brasil como líder estratégico no mercado global de alimentos.

Os projetos de fertilizantes nitrogenados e metanol em Macaé e Região Norte Fluminense oferecem uma oportunidade estratégica para o Brasil reduzir a dependência de fertilizantes importados e fortalecer a segurança da cadeia agrícola. Com infraestrutura avançada de processamento de gás natural e o Porto do Açu, a Região Norte Fluminense pode se consolidar como um potencial centro essencial para esses empreendimentos.



Vocação sustentável é a oportunidade do Brasil no mercado global

Elaborado por Yara Brasil

Reconhecidamente, o fertilizante está entre as invenções que mais salvaram vidas na história, à frente, inclusive, de vacinas e até da penicilina. Ao viabilizar a produção de alimentos em larga escala, o insumo, que leva para o solo os nutrientes que consumimos, foi determinante para combater a fome na Europa no início do século XX. Esse protagonismo, essencial para a segurança alimentar de uma população estimada em 9 bilhões até 2050 segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), está sendo alçado a um novo cenário ao se tornar peça-chave para um futuro produtivo sustentável e regenerativo.

Nesse contexto, vale analisar a próxima fronteira do fertilizante e o seu papel de indutor da celeridade para uma rota de produção limpa, a partir de fontes renováveis como o biometano, ocupando um espaço ainda mais relevante ao proporcionar a liquidez e o volume que as indústrias precisam para uma economia realmente verde. Se esse caminho ainda parece distante mundo afora, no Brasil, com abundância de fontes de energia limpa, está bem pavimentado.

Pronta para dar o próximo passo rumo à transição energética, a indústria brasileira se prepara, entre outros movimentos, para ampliar a oferta do biometano ainda neste ano. Esse gás é obtido de resíduos orgânicos e substituirá gradativamente o uso do gás natural fóssil. Com o biometano se faz a amônia renovável. O grande impacto dessa amônia de menor impacto ambiental está justamente na descarbonização da operação e, conseqüentemente, de toda a cadeia que faz o seu uso e das soluções industriais produzidas a partir dela, como nitratos para aplicação industrial ou fertilizantes nitrogenados. No caso dos fertilizantes *lower carbon*, quando comparados ao mesmo insumo produzido a partir de gás natural de origem fóssil, há uma redução de até 90% na emissão de gases de efeito estufa, o que permitirá ao produtor rural agregar ainda mais valor à sua colheita e à produção agrícola brasileira, abrindo novos mercados.

Para se ter uma ideia do marco que representa a oferta dessa solução inédita no país, dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) mostram que a agricultura responde por 20% das emissões globais de gases de efeito estufa e, dessa parcela, 11% correspondem à produção e à aplicação de fertilizantes. Portanto, a aplicação desse insumo *lower carbon*, aliada às práticas da chamada agricultura regenerativa, proporcionará resultados positivos para a natureza em meio a mudanças climáticas severas. Em outras palavras, o uso adequado de fertilizantes, que devolve para o solo os nutrientes retirados durante a colheita, é fundamental para proteger o ecossistema, melhorar a biodiversidade, evitar a degradação do solo e aumentar a produtividade das lavouras.

Esse futuro não está distante, porém, requer um trabalho de coalizão que una iniciativas dos setores privado e público. Aliás, vale exaltar os esforços do Poder Executivo federal para alavancar a produção nacional da indústria nos próximos dez anos. No programa Nova Indústria Brasil, por exemplo, sobressaem ações focadas em subsídios, empréstimos a juros competitivos e mais investimento federal para que a “neointustrialização” impulse segmentos como infraestrutura, bioeconomia e agroindústria. Além dele, notadamente também o PNF, que busca readequar o equilíbrio entre a produção nacional e a importação, e, assim, diminuir a dependência externa pelo insumo, em 2050, de 85% para 45%. Tais estímulos são estratégicos para que o país potencialize suas iniciativas relacionadas a fontes energéticas sustentáveis.

O tamanho desse desafio ao mesmo tempo reflete uma janela de oportunidades que se multiplica Brasil adentro. E é exatamente no Rio de Janeiro, com sua vocação para a indústria de óleo e gás, onde estão possibilidades concretas. A capacidade de processar gás natural a partir de seu volume de pré-sal e a retomada da operação da Rota 3 para escoar o gás



natural da Bacia de Santos ao Polo Gaslub (antigo Comperj) são alguns dos exemplos que colocam o estado como um dos agentes para a transição energética. A esses fatores podemos somar o privilégio logístico fluminense e a nova dinâmica no contexto da Reforma Tributária, favorecendo uma reorganização nas cadeias de mistura e distribuição, o que contribuirá para o desenvolvimento nacional do mercado de fertilizantes nitrogenados.

E, claro, é preciso mencionar a referência do estado em inovação e pesquisa. O Rio de Janeiro, que já é sede da Embrapa Solos, polo fundamental com pesquisas longevas para solos tropicais - inclusive com apoio da Yara Brasil -, vai abrigar em breve o Cefenp, coordenado pelo Confert, e no Conselho Nacional de Fertilizantes e Nutrição de Plantas, e no âmbito do PNF. Passado o recente encontro do G20 no Rio de Janeiro e a pouco mais de um ano da COP30 em Belém, quando os holofotes mundiais estarão ainda mais direcionados

para o Brasil, o País tem a oportunidade de mostrar como está realizando na prática a circularidade da economia e o avanço da transição energética, ao mesmo tempo em que fortalece sua indústria, gera empregos, reduz a exposição a riscos geopolíticos, melhorando o ambiente de negócios para, assim, atingir as expectativas nacionais e mundiais de produção de alimentos.

É verdade que ainda há muito o que se discutir em termos de incentivos, precificação e divisão de custo para o ganho de escala e o rápido avanço do que temos hoje em mãos. Por outro lado, não podemos como país desperdiçar a grande oportunidade de colocar essa transformação em prática; temos matrizes energéticas limpas e um grande indutor que dá agilidade ao processo: o fertilizante. O Brasil, definitivamente, tem vocação para uma produção sustentável. Chegou o momento de ganhar protagonismo global.

Oportunidades e inovações no segmento petroquímico e de fertilizantes no Rio de Janeiro

Elaborado por Instituto SENAI de Inovação em Química Verde

A produção agrícola brasileira é relevante parcela (mais de 20%) do PIB brasileiro. O Brasil é um dos maiores produtores e fornecedores globais de grãos, cana-de-açúcar, carne e produtos florestais, tendo hoje foco em garantir produtividade, tanto pelo uso de fertilizantes como pela melhoria nas técnicas de aplicação e manejo agrícola. Fertilizante é definido, na legislação brasileira, como "substância mineral ou orgânica, natural ou sintética, fornecedora de um ou mais nutrientes vegetais". Tendo mais de US\$ 180 bilhões ao ano como mercado global, no Brasil a principal demanda recai sobre os fertilizantes de potássio, fósforo e nitrogênio (NPK).

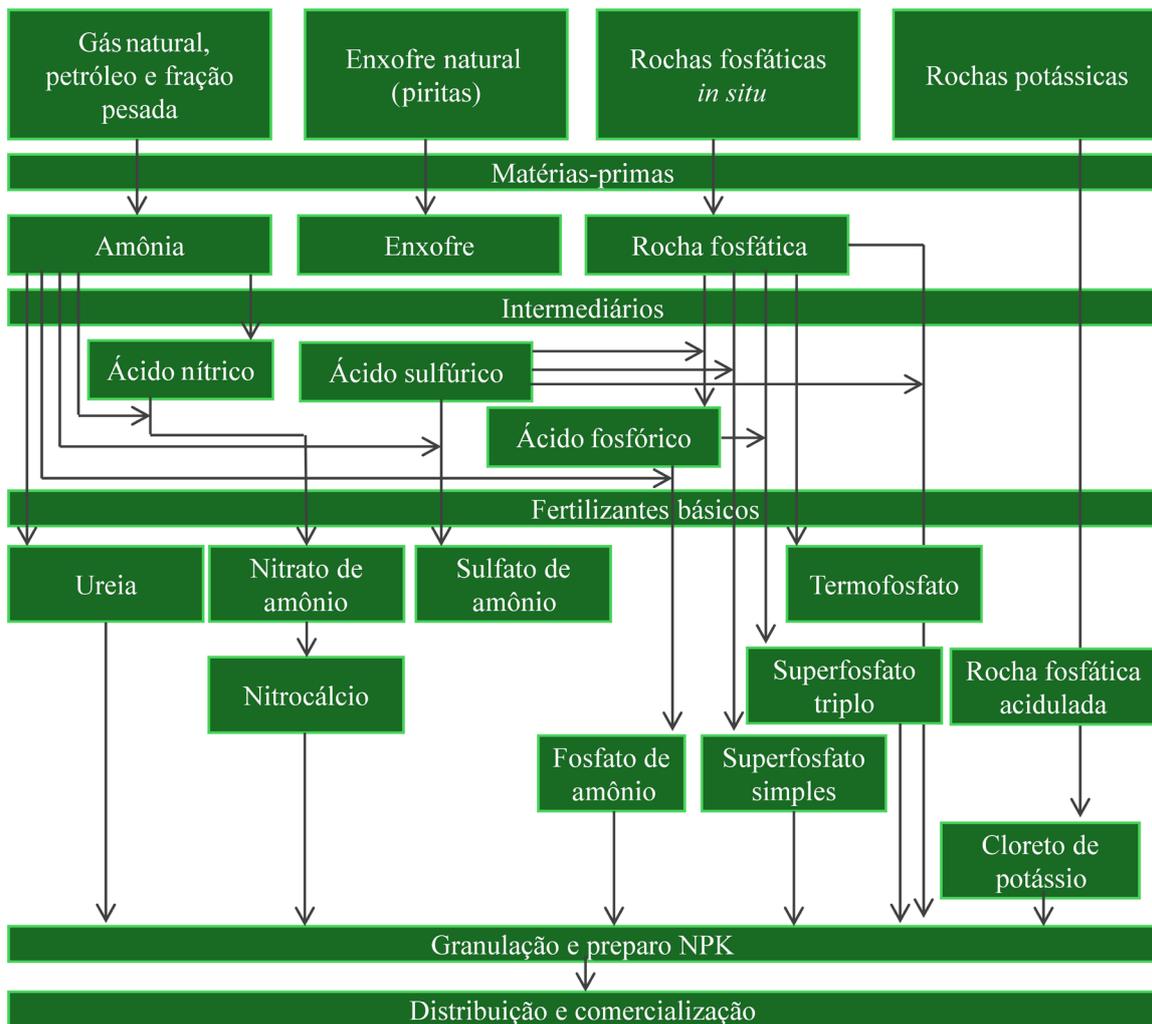
A produção tem início na indústria extrativa mineral (i.e., rocha fosfática, rocha potássica, enxofre e gás natural ou nafta), a segunda etapa inclui os insumos intermediários (e.g., ácido sulfúrico, ácido fosfórico e amônia anidra) inerentemente inorgânicos. A seguir, a indústria chega aos insumos básicos, e só então acontece o processo de granulação e mistura dos elementos (por exemplo, gerando o fertilizante NPK, figura 6). Há predomínio de produção de fosfatados,

nitrogenados e potássicos no mercado atual, tendo grandes corporações globais como fornecedoras, a constar de Monsanto/Bayer, Dupont/Dow, Syngenta/ChemChina e Basf.

Além de grande produtor agrícola, o Brasil também é grande consumidor de fertilizantes, ficando abaixo apenas de China, Índia e Estados Unidos. A produção de fertilizantes, no entanto, está abaixo da demanda, e hoje o Brasil é o maior importador global (oposto ao cenário de exportação até a década de 80), e nenhum outro grande produtor agrícola possui tamanho risco/dependência (União Europeia 55%, Índia 38%, EUA 24%).

Tendo em vista essa importância estratégica dos fertilizantes para o país (50% da produtividade agrícola está ligada a eles), é desejável elevar a produção interna. Não é por falta de reservas de fósforo e potássio, ou de gás natural (por exemplo, do pré-sal), esse que é insumo básico para a produção de nitrogenados. E muito mais pode ser feito e repensado no segmento, incluindo iniciativas com forte viés de sustentabilidade.

Figura 6 – Diagrama da cadeia produtiva de fertilizantes



Fonte: Adaptado de Diaz e Fernandes (2006).

No que diz respeito à produção nacional de fertilizantes, há empresas produtoras de fosfatos e rocha fosfática em ao menos 10 estados, com destaque para Minas Gerais e Tocantins. Sergipe tem produção de fertilizantes potássicos e nitrogenados, estes também produzidos na Bahia, Paraná e São Paulo. Há, ainda, iniciativa de produção industrial de amônia verde no Brasil, com previsão de comissionamento no segundo semestre de 2024, algo inédito em escala comercial. O que seria essa coloração? Logo voltamos a isso. Mas antes, um pouco mais sobre um reagente que não pode ser ignorado, o gás natural.

Enquanto o segmento de petróleo e gás é responsável por mais de 50% da matriz energética mundial, sendo ainda fonte de matérias-primas indispensáveis às indústrias petroquímicas, químicas e de fertilizantes,

temos na indústria petroquímica a relevante produção de insumos como eteno, propeno, butadieno, aromáticos, amônia e metanol. A partir deles é possível chegar em grande diversidade de intermediários, sendo que a indústria petroquímica corresponde ao principal segmento da indústria química brasileira, sempre acima de 60% do faturamento total dos produtos químicos de uso industrial, estando próximo de US\$ 70 bilhões nos últimos anos.

Em 2023 o Brasil bateu recorde na produção de gás natural, com 150 milhões de m³/dia, 9% a mais do produzido em 2022, e temos apenas 50% da demanda interna de gás natural produzida aqui (o restante entra via gasoduto da Bolívia, complementando a demanda local com gás natural liquefeito). Vale registrar que, em novembro de 2022 (ANP, 2024), do total produzido

internamente, metade foi reinjetada em poços do pré-sal. Esse cenário se deve, em grande parte, à falta de infraestrutura adequada para o escoamento do gás, além da ausência de sinalizações de preços que tornem viável a ampliação da demanda por parte dos consumidores finais. Tais fatores limitam o aproveitamento pleno do gás natural produzido, impactando diretamente a competitividade da indústria e o desenvolvimento do mercado de gás no Brasil. A viabilização da infraestrutura para isso inclui iniciativas de pesquisa e desenvolvimento, sobretudo considerando que essa extração de gás na região do pré-sal pode repercutir sobre outros segmentos como a indústria química (por exemplo, novas plantas de amônia-ureia, metanol, eteno e polietilenos). Mais gás natural disponível no mercado pode, por sua vez, beneficiar a cadeia produtiva de matérias-primas intermediárias para os fertilizantes nitrogenados, como o ácido nítrico e a própria amônia. A amônia, geradora de fertilizantes nitrogenados (para culturas de milho, cana-de-açúcar, café, algodão, laranja, por exemplo), tem sua produção em etapas, desde a dessulfuração e o reformador primário até o reator de síntese. Este, sob elevadas pressões (250-350 bar) e temperaturas (400-500°C) faz a síntese a partir do nitrogênio e hidrogênio atmosféricos (processo Haber-Bosch, que já tem 100 anos). Antes, no reformador a vapor, tem-se a conversão de gás natural em hidrogênio gasoso, tendo nessa associação de etapas cerca de 85% da produção global de amônia. No Brasil, assim como na maioria dos países, a principal fonte de hidrogênio para esse processo é o gás natural. Aliás, voltando para a questão de coloração, o verde indica que o processo (tanto energeticamente como pela origem de seus reagentes) é desejável (por exemplo, ao reduzir/eliminar emissões de carbono). Assim, a amônia verde é produzida a partir de hidrogênio verde, que deve sua cor ao uso de fontes renováveis de energia (i.e., solar, eólica ou resíduos). Outra fonte, e que gera hidrogênio alternativo, parte de biometano que é gás derivado de resíduos orgânicos (ou seja, renovável) e tem impacto positivo na questão da pegada de carbono. No Brasil, o uso de biometano na produção de amônia renovável está ganhando força com resíduos da indústria sucroalcooleira, por exemplo. Já o metanol é insumo para produção de biocombustíveis e de diversos intermediários químicos

usados, por exemplo, desde a indústria de móveis e até a de fertilizantes. Parte da produção ocorre via carvão, em que a China é a maior representante, já a reforma a vapor e a reforma autotérmica de gás natural representam as principais tecnologias usadas na produção de metanol.

Mas aqui também trabalha-se para colorir parte desse metanol, seja partindo de fontes renováveis como as biomassas lignocelulósicas e resíduos industriais, seja por meio da síntese com eletricidade de fontes renováveis junto da captura de CO₂. Já existem iniciativas no Brasil para isso, alguns no ambiente de pesquisa e desenvolvimento, inclusive na Firjan SENAI, mas também em unidades industriais piloto ou de escala reduzida.

A química verde tem ampla aplicação no setor químico e petroquímico. Com a expansão do segmento da indústria química de base renovável, o aproveitamento das oportunidades oferecidas pela exploração do pré-sal, juntamente com a implantação da indústria 4.0 no Brasil, tem-se potencial de investimentos em novas capacidades industriais na ordem de bilhões de reais. E tanto pesquisa como inovação serão novamente pilares dessa expansão, no Rio de Janeiro e no Brasil.

Neste contexto, ganha destaque a intensificação de PD&I para emprego mais eficiente de matérias-primas fósseis em processos de refino, bem como de suas aplicações. E também de amadurecer tecnologias de aplicação sobre insumos renováveis, e por meio de rotas energeticamente viáveis (i.e., com custo-benefício). Sem esquecer os catalisadores e substratos de reação, tópicos que convertem a reação em bancada de laboratório em proposta concreta (e viável) para a indústria.

As indústrias do segmento petroquímico já deram início a seu reposicionamento no mercado e, com isso, ganham nova visão sobre aplicações envolvendo gás natural, bem como sobre o cenário de geração de hidrogênio. Some-se a isso a recente criação do Programa de Desenvolvimento da Indústria de Fertilizantes (Profert, Projeto de Lei nº 699/2023), que deve dar base legal para o mercado de fertilizantes nitrogenados no Brasil. Novas fábricas podem ser concretizadas a partir de gás natural e de hidrogênio verde, sobretudo com a aprovação recente do marco legal do hidrogênio verde.

O estado do Rio de Janeiro já tem buscado alternativas

para incentivar a competitividade da indústria e no cenário do gás natural, em que já há estrutura tarifária aplicada ao mercado cativo, existe segmento denominado "petroquímico" com condições tarifárias mais favoráveis para empresas ali enquadradas, o que proporciona vantagem competitiva importante para as indústrias que se enquadram nesse perfil. Além disso, políticas públicas voltadas para a abertura do mercado livre de gás natural estão em andamento, ampliando as opções de fornecimento de gás para a indústria. Permitir a livre negociação pode gerar condições ainda melhores que as oferecidas pela distribuidora local, reduzindo custo e ampliando a competitividade das empresas instaladas no estado.

O suporte técnico-científico para as indústrias e que é fornecido pela Firjan SENAI no Rio de Janeiro, aqui sobretudo na área de química verde, perpassa níveis mais baixos de maturidade até desenvolvimentos próximos do mercado. Com infraestrutura laboratorial recentemente ampliada, esse suporte técnico-científico

visa agregar sustentabilidade aos processos industriais, e já são mais de R\$ 32 milhões investidos, com R\$ 100 milhões em projetos executados, boa parte no segmento petroquímico.

Há muito para se avançar em amadurecimento do conhecimento, na execução de provas de conceito dos processos e produtos em maiores escalas que permitam tangibilizar sua viabilidade industrial. Quando se percebe que a indústria tem complementaridade entre seus segmentos, que a parte regulatória está sendo desenvolvida para dar suporte aos segmentos em expansão, e que esses segmentos dividem recursos naturais e tecnologias, fortalecer a produção de fertilizantes para a produção agrícola é também fortalecer o segmento petroquímico. E esse conjunto pode impactar positivamente sobre o meio ambiente, revendo a matriz produtiva e energética, ajustando-a para as demandas e requisitos que temos hoje. Isso pode partir do Rio de Janeiro, e a Firjan SENAI é parceira desse desafio da indústria.





Petroquímica

Cadeia de valor: indústria do plástico e a relação com a petroquímica

Elaborado por Associação Brasileira da Indústria do Plástico - Abiplast

A indústria petroquímica brasileira enfrenta um paradoxo. Apesar de sua competitividade global, a lucratividade do setor vem sendo impactada por dificuldades no fornecimento de matérias-primas. A concorrência com a nafta, derivado do petróleo, e a escassez de gás natural representam grandes obstáculos para o crescimento da petroquímica nacional. A sugestão de direcionar uma maior oferta de gás natural para o setor é vista como uma solução potencial para aumentar a competitividade e resolver problemas de rentabilidade. No entanto, o cenário é complexo e demanda uma análise mais aprofundada das políticas públicas vigentes.

A recente elevação da alíquota de importação para resinas plásticas, por exemplo, aliada ao Regime Industrial da Indústria Química (REIQ), beneficia a petroquímica ao proteger o mercado interno e conceder incentivos fiscais, mas coloca pressão sobre os transformadores, que não tem repassadas a jusante as condições fiscais diferenciadas e enfrentam aumento de custos por conta das altas tarifárias e, conseqüentemente, uma menor competitividade. A tarifa média de importação de resinas em outros países é de 6,5%, enquanto, no Brasil, passou de 11,2% para 20% para praticamente todas as resinas termoplásticas, tornando-se uma das taxas mais altas do mundo.

O plástico, além de ser um insumo que impacta a competitividade de diversos setores ao compor sua matriz de custos, possui um potencial significativo de agregar valor em aplicações industriais, sendo essencial para setores de alta exigência. No setor alimentício, por exemplo, dois terços dos produtos exportados são embalados em plástico, e o custo das embalagens pode representar até 20% do valor final desses produtos. Cada tipo de resina plástica pode ser adaptado para diferentes setores e usos específicos. Produtos de alta tecnologia, como peças para equipamentos médicos, soluções para a construção civil, embalagens agrícolas que otimizam produtividade, sistemas de transporte e armazenagem, além de componentes técnicos para os setores automotivo e eletrônico, são exemplos

de produtos de alto valor agregado que contribuem diretamente para a economia nacional.

Nesse contexto, o setor de plásticos responde às demandas da sociedade moderna, com impactos que abrangem desde a mobilidade urbana até a sustentabilidade ambiental e a economia circular. É fundamental, portanto, ir além dos materiais comoditizados oferecidos aos transformadores, investindo em tecnologia e inovação para desenvolver soluções específicas que atendam às novas exigências da sociedade em transformação.

Sem a transformação, não haveria produtos para consumo, e o valor agregado da resina não atingiria seu máximo potencial. É na fase de transformação que o plástico, ao ser moldado em produtos com funcionalidades e características específicas, atinge seu maior valor. Segundo o Perfil 2023 da Abiplast, no ano passado, foram produzidos no Brasil 7,04 milhões de toneladas de produtos plásticos, enquanto o consumo atingiu 7,49 milhões de toneladas. A indústria de transformados de plástico gerou 363,4 mil empregos em 12,4 mil empresas, enquanto o setor de reciclagem contabilizou 15,4 mil empregos em 1,6 mil empresas, consolidando-se como o quarto maior polo industrial do país. Além disso, para cada tonelada de plástico reciclado, são gerados empregos para 3,16 mil catadores.

A indústria é, assim, um elo estratégico para o crescimento econômico, geração de empregos e fortalecimento da competitividade brasileira nos mercados globais. Para isso, é fundamental que as políticas públicas não apoiem apenas a petroquímica, mas também a transformação e a inovação tecnológica, incentivando toda a cadeia produtiva. Por isso, o Brasil necessita de um mercado equilibrado e de políticas que incentivem tanto a produção de matérias-primas quanto a transformação, fortalecendo toda a cadeia. Dessa forma, será possível atender às necessidades da sociedade com produtos de alta qualidade e valor agregado, sem expor a indústria nacional a vulnerabilidades e perdas de competitividade.

A petroquímica e o cenário global e nacional

Elaborado por Siquirj

A petroquímica é um importante segmento para a economia de um país, contribuindo significativamente para o PIB e gerando empregos diretos e indiretos em diversas áreas, desde a extração de petróleo, na fabricação de produtos químicos e até na transformação desses insumos em produtos finalizados. É um setor que impulsiona a inovação tecnológica e a pesquisa, além de fornecer matérias-primas essenciais para diversas indústrias igualmente importantes, criando uma rede de interdependência que tende a fortalecer a cadeia produtiva. Em resumo, possui um impacto abrangente, sendo vital para a segurança e transição energética e para o desenvolvimento regional. Hoje, no mundo, temos três principais potências petroquímicas, sendo elas: a europeia, a norte-americana e a asiática.

30 A petroquímica europeia encontra-se em declínio de competitividade, ocasionada por altos custos de energia e matérias-primas, regulamentações ambientais mais rigorosas e agressiva concorrência global. A dependência energética da Europa, agravada pela crise da Ucrânia, aumentou os custos de produção, enquanto as políticas ambientais e de transição energética pressionam o setor a reduzir sua pegada de carbono, encarecendo as operações locais.

A indústria petroquímica norte-americana mantém-se relativamente competitiva, impulsionada pelo acesso a insumos de baixo custo, como o gás de xisto, e por uma infraestrutura tecnológica avançada. Diferente da Europa, possui um ambiente regulatório mais flexível, mas é inevitável que as tendências de sustentabilidade e governança ambiental também gerem uma pressão maior sobre os produtores americanos, que precisarão equilibrar suas operações com as expectativas de mercado.

Já a petroquímica asiática, liderada por China, Índia e Sudeste Asiático, tornou-se altamente competitiva nos últimos anos, graças ao acesso a matérias-primas baratas, políticas governamentais de efetivo apoio ao setor e uma alta demanda interna. A proximidade com

fornecedores de petróleo e gás do Oriente Médio e o suporte governamental, como subsídios e incentivos fiscais, permitiram à região expandir sua capacidade produtiva, posicionando-a como uma potência no mercado global, especialmente em produtos de base e intermediários, superando em muito os demais concorrentes.

No Brasil, a situação da indústria petroquímica, aproxima-se do cenário europeu em termos de declínio, mas com o paradoxal agravante de que mesmo sendo riquíssimo em reservas de petróleo e gás natural, o Brasil mantém um custo de matéria-prima e energia altíssimo (entre US\$ 16 a 20/MMBTU contra US\$ 2 a 3/MMBTU nos EUA), que, aliado à enxurrada de importações a preços agressivamente baixos, derruba a competitividade da indústria nacional, mesmo possuindo um grande mercado consumidor. O resultado é uma altíssima ociosidade nas plantas químicas cujo nível de utilização da capacidade instalada já chegou a cerca de 50%, praticamente inviabilizando a produção e acarretando fechamento de investimentos por todo o país, reduzindo arrecadação e postos de emprego. Pela sua importância, se a indústria petroquímica perde, o país todo perde.

Desde 2022 a redução de *spreads* dos petroquímicos tem afetado empresas do setor, uma vez que uma baixa na demanda e a invasão de produtos asiáticos importados fizeram com que os preços dos produtos finais fossem reduzidos. Com esta menor demanda e uma oferta ampliada, é difícil manter margens mais favoráveis em regiões de custos mais altos, como no Brasil. Contudo, houve duas importantes conquistas da indústria química que ainda trazem um respiro para as empresas que sobrevivem no país: a volta do REIQ e o aumento da alíquota de importação de alguns produtos químicos, que oferecem uma esperança de melhor competitividade para a petroquímica nacional, mas são soluções de impacto limitado, já que há problemas de caráter estruturante que ainda precisam ser brevemente resolvidos.

Perspectivas para o setor petroquímico

Em uma análise de curto prazo para o setor petroquímico, observamos as tendências do preço do barril de petróleo Brent nos últimos meses e sua projeção para o próximo ano. O barril tem mantido valores entre US\$ 70 e US\$ 80, dificilmente alcançando novamente os US\$ 100 até o próximo ano. Este valor mais baixo do Brent tem sido atribuído ao arrefecimento da economia e da atividade industrial chinesa, que inclusive vem demonstrando um certo interesse em assumir uma matriz energética mais limpa, além das ditas "reavaliações de estratégias" da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP), que vem adiando seus planos de aumento de produção em meio a um ambiente de mercado volátil.

Quanto ao impacto deste baixo valor do petróleo sobre o Brasil, especialistas esperam um efeito levemente negativo para a balança comercial e positivo na renda real que se refletiria em um impacto neutro sobre o PIB. Já com relação às companhias brasileiras, a manutenção desses valores projetados certamente traria desafios para as empresas de exploração e produção de petróleo, mas seriam positivamente interessantes para distribuidoras e para a indústria petroquímica em si, que se beneficiariam desses preços mais baixos.

Ao tratarmos especificamente do Rio de Janeiro, a perspectiva é de aproveitamento do potencial do Complexo de Energias Boaventura (ex-Polo GasLub, ex-Comperj), em Itaboraí, que contará, quando em pleno funcionamento, com até 18 milhões de m³/dia escoados pelo Projeto Integrado Rota 3; e o processamento, pela UPGN, de até 21 milhões de m³/dia de gás natural. Este gás, rico em componentes químicos utilizados pela indústria petroquímica, viabiliza a utilização deste complexo como um polo petroquímico, agregando valor a este insumo.

E abordando transição energética e redução de emissões de carbono, também temos uma análise de médio a longo prazo do setor. Inegavelmente, há uma forte tendência em nível global de uma economia cada

vez menos intensiva em carbono, trazendo uma pressão irrefreável sobre o setor petroquímico, principalmente na destinação do petróleo e do gás natural para o segmento dos transportes. Conforme as práticas ambiental, social e de governança (ESG) passam cada vez mais do patamar de recomendações a condições indispensáveis a investidores e consumidores, é natural que se busquem soluções alternativas ao uso dos combustíveis fósseis, impactando diretamente o setor. Apesar dessas projeções gerarem um clima de incerteza sobre o futuro de todos os *players* que orbitam o petróleo e seus derivados, o "esverdeamento" da economia é uma oportunidade importante de desenvolvimento da petroquímica.

Têm surgido, principalmente na Ásia, projetos de novas refinarias que visam à maximização da produção de químicos em vez de combustíveis, os chamados *crude oil to chemicals* (COTC). Com a popularização de novos projetos que visam, por exemplo, a maior eletrificação dos meios de transporte, o setor petroquímico terá grande sobreoferta de matéria-prima, sendo necessário desenvolver mercado para todo o volume gerado. Diante desse cenário provável, fica clara a importância do setor petroquímico em desenvolver e buscar aplicações que tenham um maior valor agregado, mitigando as questões de margens e de demanda. Dito isto, urge a necessidade de reduzirmos os custos de matéria-prima e energia no país para que a petroquímica nacional se torne mais competitiva diante do cenário global. Só assim haverá investimento necessário para o setor se manter relevante e não ser "esmagado" pelas potências globais da química, como os EUA e a China. Mais do que uma questão de pleito setorial, este é um assunto que trata de soberania nacional. Dada a sua importância para todas as atividades econômicas, é indispensável que haja um olhar atento e cuidadoso do governo federal sobre a petroquímica para garantir que realmente seja possível alcançar a neointustrialização do Brasil.

Considerações finais

Cenário promissor para o protagonismo do Rio de Janeiro no mercado de petroquímica e fertilizantes do presente e futuro

Elaborado por Firjan SENAI

32

A pujança energética do estado do Rio de Janeiro vem se consolidando ainda mais nos últimos anos. Em 2023, 86% da produção de petróleo e 72% da produção de gás do país foram originadas do *offshore* fluminense, representando um crescimento em percentual, respectivamente, de 14% e 29%, desde 2019. Especificamente para o mercado de gás, marcos em profusão, como a Nova Lei do Gás (Lei nº 14.134/2021) e o Decreto do Gás para Empregar (Decreto nº 12.153/2024) estão contribuindo para o aumento dos investimentos em infraestrutura, com a expectativa de maior aproveitamento do gás, principalmente do pré-sal. Além dos gasodutos de escoamento Rota 2 (Cabiúnas/Macaé) e Rota 3 (Complexo Boaventura/Itaboraí), projetos inovadores como o de Raia, localizado na Bacia de Campos, com capacidade de processamento de 16 MMm³/dia, sem necessidade de uma UPGN em terra, pavimentam um caminho de maior oferta de gás competitiva para o estado. Todo esse gás deverá ser aproveitado não somente para fins energéticos, como nas térmicas, mas, sobretudo, na sua utilização como matéria-prima. Nesse contexto, como bem sublinhados pelos parceiros da presente publicação, o mercado petroquímico e de fertilizantes deve ser impulsionado, neste cenário, por suas naturais e profundas relações com o complexo econômico de petróleo e gás.

Neste cenário, o contínuo aperfeiçoamento da operação das plantas petroquímicas localizadas em Duque de Caxias, fizeram o Rio de Janeiro aumentar seu destaque no setor petroquímico nos últimos anos. Desde 2023, o estado se tornou aquele com balança comercial mais favorável de polipropileno (PP), ficando na frente dos tradicionais polos do Rio Grande do Sul e São Paulo; e, desde 2021, está em segundo lugar da balança comercial de polietileno (PE), à frente de Bahia e São

Paulo. Apesar disso, existem espaços para estímulos de outros produtos de segunda geração no qual o estado é deficitário, como o poliestireno (PS), PET e PVC. Outro importante indicador desse protagonismo petroquímico fluminense está atrelado à recuperação do número de empregados do setor. Considerando a fabricação de produtos básicos, intermediários, elastômeros e resinas e seu comércio, houve um aumento de 28% de 2017 até 2023. Nesse contexto, os mais de 2.500 funcionários em 2023 ratificam a relevância socioeconômica da petroquímica para o estado.

Já a produção de fertilizantes é praticamente nula, atualmente, no Rio de Janeiro, com 13 das 33 principais plantas localizadas em estados vizinhos, como Minas Gerais (7) e São Paulo (6). Por outro lado, o estado abriga ao menos 100 empresas que fazem parte da cadeia de valor de fertilizantes, entre pequenos produtores, comerciantes, importadores, exportadores e prestadores de serviços. Esse cenário de baixa relevância nacional deve mudar nos próximos anos. Investimentos anunciados em novas plantas localizadas em Macaé e no Porto do Açu (São João da Barra) podem viabilizar a fabricação de nitrogenados a partir do aproveitamento do gás natural das Bacias de Campos e Santos. Especialmente, o gás proveniente do pré-sal, por ter uma pegada de carbono menor que a média mundial, pode ajudar o Brasil a ter fertilizantes menos carbono-intensivos, tornando-os mais atrativos interna e externamente. Ainda, o governo do estado do Rio de Janeiro está liderando a iniciativa do Cefenp, a ser instalado no Parque Tecnológico da UFRJ, que gerará estudos e pesquisas alinhados com a realidade local para diminuir a dependência externa de fertilizantes no país.

Cabe ainda destacar que o Cefenp deve atuar em consonância com a rede de institutos de ciência e

tecnologia já existentes e realizar projetos de pesquisa em parceria, notadamente uma oportunidade para as áreas de conhecimento da Firjan SENAI como a inovação aplicada em química verde. Além disso, abre também oportunidade para formação de um maior número de profissionais que irão atuar nessa indústria. Em âmbito federal, a política de industrialização Nova Indústria Brasil apoiará o crescimento desses setores, com metas específicas para os próximos 10 anos. Na quinta missão do programa, com a temática em bioeconomia, existe o importante instrumento do REIQ, regulamentado pelo Decreto nº 11.668/2023, que reduz alíquotas do PIS/Pasep e Cofins para as centrais petroquímicas e indústrias químicas. Esse benefício fiscal aplica-se à compra de produtos como nafta petroquímica, etano, propano, butano, benzeno e tolueno, que são os principais insumos da indústria petroquímica de primeira e segunda geração. Este regime é fundamental para diminuir as desvantagens competitivas perante os preços desses insumos no mercado interno em comparação com o mercado internacional. Já na missão 1, que versa sobre cadeias agroindustriais, o mercado de fertilizantes desponta como principal meta de desenvolvimento. Um dos instrumentos dessa missão aponta a prioridade de financiamento na modalidade não reembolsável para projetos de geração de produtos inovadores e tecnologias para a redução da dependência brasileira de fertilizantes e defensivos, incluindo NPK, bioinsumos, remineralizadores, macro e micronutrientes e outros insumos para nutrição e defesa de plantas e seus ensaios agronômicos. Ademais, com um olhar da transição e integração energética, além de barris menos carbono-intensivos e uma matriz elétrica e energética mais renovável, o Brasil e o Rio de Janeiro apresentam outras importantes vantagens competitivas. Para fabricação de fertilizantes nitrogenados, pode ser usado hidrogênio sustentável, já que a molécula é reagente do processo de produção de amônia. Iniciativas de captura e armazenamento de

carbono, como o projeto do *hub* de CCS em Cabiúnas, são alternativas para a contínua utilização do gás natural como insumo. Em relação ao hidrogênio obtido por eletrólise, diversos MoUs foram assinados, nos últimos anos, para a produção da molécula principalmente no Porto do Açu. O desenvolvimento de projetos de eólicas *offshore*, que somam 15 projetos em licenciamento no Ibama para o Rio de Janeiro, será uma importante fonte de insumos renováveis a esses eletrolisadores e contribuirão para maior viabilidade econômica dos projetos.

Ainda existem outras oportunidades no estado como a ocorrência de hidrogênio natural em Maricá e aproveitamento de hidrogênio no processo de produção eletrônica em Angra do Reis. Outro aspecto importante e inerente a esses mercados é o fato do carbono estar sendo absorvido/capturado pelos produtos petroquímicos e fertilizantes, não sendo emitido instantaneamente como o uso do gás, por exemplo, em energia. Também, no processo de produção da ureia, o gás carbônico é reagente e promove ainda maior redução de gases do efeito estufa emitidos. Dessa maneira, o Rio de Janeiro concentra características únicas para promoção, principalmente, de um polo produtor de fertilizantes com interligação com o complexo econômico verde.

Assim, uma maior competitividade para a indústria petroquímica e a nacionalização da produção de fertilizantes vão proporcionar bases sólidas para o maior protagonismo do estado. Com sua proximidade das bacias produtoras de petróleo e gás e sua infraestrutura industrial, o Rio de Janeiro possui as vocações para tanto. No futuro, o estado pode solidificar sua posição como líder não apenas na produção tradicional desses produtos, mas também na inovação para uma economia de baixo carbono, com foco na sustentabilidade e na redução da pegada ambiental, tornando-se um *hub* de produção energético-industrial com impacto global.

Petroquímica e fertilizantes

Ensino, pesquisa, desenvolvimento e inovação

6
cursos

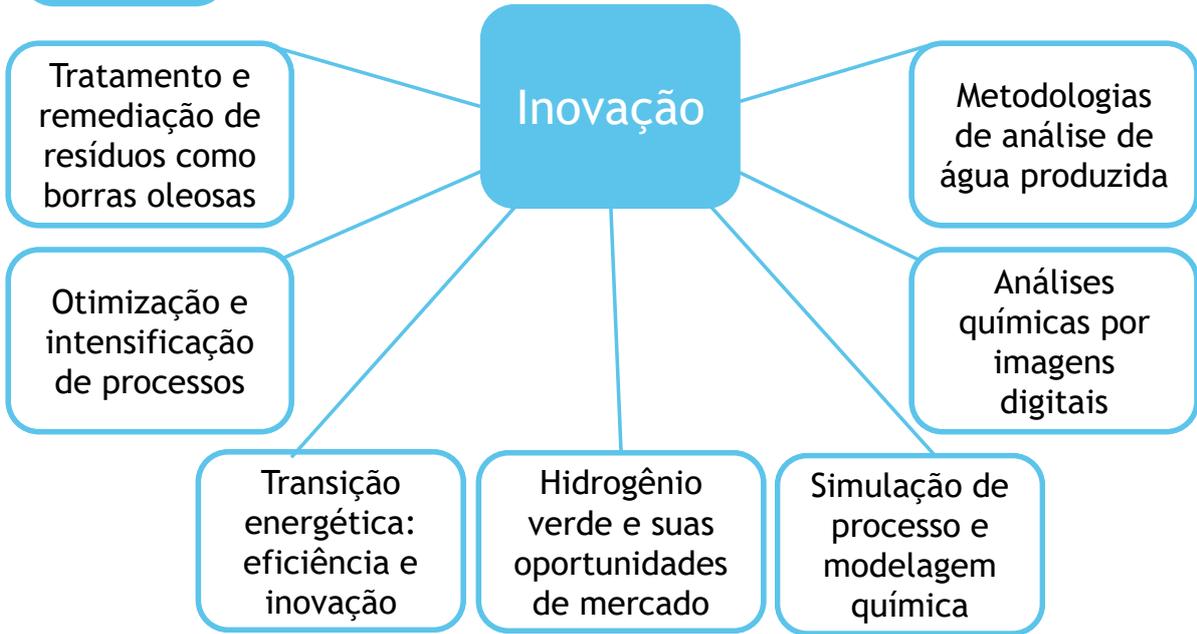
- Técnico
- Qualificação profissional
- Aperfeiçoamento

Acesso a recursos de fomento



Nossa atuação

- Projetos de pesquisa aplicada
- Atuação como consultoria
- Análises químicas e serviços tecnológicos



Corpo técnico de mestres e doutores



R\$ 15 milhões em projetos já executados




5
patentes

SOLUÇÕES APLICADAS À REALIDADE DA INDÚSTRIA



**CONFORMIDADE EM SAÚDE
E SEGURANÇA DO TRABALHO**

Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR)	Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO)	Serviços especializados em SST	Programa de Proteção Respiratória (PPR) Programa de Conservação Auditiva (PCA)
---	--	--------------------------------	---

**PROMOÇÃO DA
SAÚDE**

Atendimento clínico individual	Educação em saúde	Consultoria em Saúde	Programas
--------------------------------	-------------------	----------------------	-----------

**PREVENÇÃO DE
DOENÇAS E ACIDENTES**

Treinamentos normativos (NRs) Consultoria e treinamento customizado para empresas	Campanhas educativas e preventivas Protocolos técnicos	Campanha de imunização <i>in company</i> contra gripe e outras doenças
--	---	--

Saiba mais em:
<https://bit.ly/3YYal38>

Referências bibliográficas

ANDA - ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. *Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes*. São Paulo, 2010.

_____. *Dados 2019 - principais indicadores do setor de fertilizantes*. Disponível em: https://anda.org.br/wp-content/uploads/2020/05/Principais_Indicadores_2019-1.pdf. Acesso em: 11 out. 2024.

_____. *Principais Indicadores*. [S. l.], 2024. Disponível em: https://anda.org.br/wp-content/uploads/2024/03/Principais_Indicadores_2023.pdf. Acesso em: 5 nov. 2024.

AGÊNCIA SENADO. *CMA vai debater incentivo à produção de biogás e biometano*. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/audios/2024/05/cma-vai-debater-incentivo-a-producao-de-biogas-e-biometano>. Acesso em: 5 nov. 2024.

AGÊNCIA GOV. *Lula e ministro Alexandre Silveira assinam decreto do Gás para Empregar*. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://agenciagov.etc.com.br/noticias/202408/presidente-lula-ministro-alexandre-silveira-decreto-gas-para-empregar>. Acesso em: 5 nov. 2024.

ANP. AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. *Boletim Mensal de Produção*. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br>. Acesso em: 18 out. 2024.

BARBOSA, J. *Unigel paralisa fábricas de fertilizantes na Bahia e em Sergipe e demite 255 funcionários*. Disponível em: <https://www.terra.com.br/economia/unigel-paralisa-fabricas-de-fertilizantes-na-bahia-e-em-sergipe-e-demite-255-funcionarios,958dfd805dcb2b2c3597f55351f700cef3dhtqnz.html>. Acesso em: 5 nov. 2024.

BLAS, J. *Por que o barril do petróleo a US\$ 50 em 2025 parece mais provável que a US\$ 100*. *Bloomberg Línea*. 2 out. 2024. Disponível em: <https://www.bloomberglinea.com.br/2024/10/02/por-que-o-barril-do-petroleo-a-us-50-em-2025-parece-mais-provavel-que-a-us-100/>. Acesso em: 31 out. 2024

CNA. *PIB do agronegócio cai 2,99% em 2023*. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/noticias/pib-do-agronegocio-cai-2-99-em-2023#:~:text=Com%20este%20resultado%2C%20o%20setor,os%20segmentos%20da%20cadeia%20produtiva>. Acesso em: 5 nov. 2024.

CCGNMP. COALIZÃO PELA COMPETITIVIDADE DO GÁS NATURAL MATÉRIA-PRIMA. *A indústria química, o segmento de fertilizantes e o gás natural como matéria-prima*. 2023.

CEPEA. CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. *PIB do agronegócio mantém queda no segundo trimestre, acumulando recuo de 3,5% em 2024*. Disponível em: <https://cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/PIB-DO-AGRONEGOCIO-MANTEM-QUEDA-NO-SEGUNDO-TRIMESTRE.pdf>. Acesso em: 17 out. 2024.

COSTA, L. M.; SILVA, M. F. O. *A indústria química e o setor de fertilizantes*. 2012. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/bibliotecadigital>. Acesso em: 18 out. 2024.

DIAS, V. P.; FERNANDES, E. *Fertilizantes: uma visão global sintética*. *BNDES Setorial*, n. 24, p. 97-138. Rio de Janeiro: BNDES, 2006.

DUTRA, J. et al. *Acompanhamento do processo de abertura da indústria do gás natural*. Relatório de Diagnóstico. FGV CERJ, 2024.

EPE. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. *A química do C1. A disponibilidade e o preço do gás natural como oportunidade para a indústria química*. 2019.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. *Premissas e Custos da Oferta de Energia Elétrica no horizonte 2050*. [S. l.], 2018. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-456/NT%20PR%20007-2018%20Premissas%20e%20Custos%20Oferta%20de%20Energia%20EI%C3%A9tica.pdf>. Acesso em: 5 nov. 2024.

_____. 2019a. *Competitividade do gás natural; estudo de caso na indústria de fertilizantes nitrogenados*. 2019a.

_____. *Competitividade do gás natural: estudo de caso na indústria de metanol*. 2019b.

_____. *Estudos sobre preços de gás natural: projeções internacionais*. 2023a.

_____. *Gás natural como matéria-prima para ureia: análise de viabilidade econômica para o mercado brasileiro*. 2023b.

FERREIRA, B. D. et al. Advancements and challenges in Brazil's agribusiness sector. *Fertilizer Focus*, [S. l.], v. 41, ed. 4, p. 44-47, 2024.

GLOBALFERT. Volume de importação de fertilizantes no Brasil em 2018. *Boletins*, 2019. Disponível em: <https://www.globalfert.com.br/boletins/volume-de-importacao-de-fertilizantes-no-brasil-em-2018/>. Acesso em: 11 out. 2024.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pesquisa da indústria anual*. IBGE, 2022.

IEA. *Ammonia technology roadmap*. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/ammonia-technology-roadmap>. Acesso em: 5 nov. 2024.

INFOMONEY. *Novas fábricas de fertilizantes no Brasil podem reduzir descompasso global de oferta*. 2024. Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/business/novas-fabricas-fertilizantes-podem-reduzir-descompasso-global-de-oferta/>. Acesso em: 11 out. 2024.

LUSTOSA, G. *Vilão da produção de fertilizantes, preço do gás natural faz Unigel paralisar fábricas*. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://agfeed.com.br/negocios/vilao-da-producao-de-fertilizantes-preco-do-gas-natural-faz-unigel-paralisar-fabricas/#>. Acesso em: 5 nov. 2024.

MDIC – MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS. *Nova Indústria Brasil é marco para a retomada do setor*. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/noticias/2024/janeiro/nova-industria-brasil-e-marco-para-a-retomada-do-setor>. Acesso em: 5 nov. 2024.

_____. *Dados Gerais*. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>. Acesso em: 5 nov. 2024.

MACAÉ, Prefeitura. *Motivos pelos quais Macaé se destaca como um polo estratégico para o setor de Petróleo, Gás e Indústria de Fertilizantes no Brasil*. 11 set. 2024. Apresentação de PowerPoint.

MME. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. *Competitividade do gás natural: estudo de caso na indústria de metanol*. N° EPE-DEA-IT-005/2019.

PETROBRAS. *Complexo de Energias Boaventura da Petrobras vai ofertar 21 milhões de m³ de gás natural*. Agência Petrobras, 13 de set. 2023. Disponível em: <https://agencia.petrobras.com.br/w/negocio/complexo-de-energias-boaventura-da-petrobras-vai-ofertar-21-milhoes-de-m-de-gas-natural>. Acesso em: 31 out. 2024.

PNF. *Plano Nacional de Fertilizantes*. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/documentos/pnf/pnf-v-07-21-11-23.pdf>. Acesso em: 5 nov. 2024.

POLIDORO, J. C. *Plano Nacional de Fertilizantes - pontos críticos*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2020.

PORTO DO AÇU. TERMINAL MULTICARGAS. [S. l.], 2020. Disponível em: https://portodoacu.com.br/wp-content/uploads/2020/07/T-MULT-Apresenta%C3%A7%C3%A3o-2020_02_03_Portugu%C3%AAs.pdf. Acesso em: 5 nov. 2024.

_____. *Porto do Açu e Toyo Setal firmam parceria para desenvolvimento conjunto de planta de fertilizantes nitrogenados*. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://portodoacu.com.br/porto-do-acu-e-toyo-setal-firmam-parceria-para-desenvolvimento-conjunto-de-planta-de-fertilizantes-nitrogenados/>. Acesso em: 5 nov. 2024.

RODRIGUES, R. B. et al. Opção de troca de produto na indústria de fertilizantes. *Revista de Administração*, v. 50, n. 2, p. 129-140, 2015.

RÜBENS, M. ESG: caminhos da indústria química brasileira na economia de baixo carbono. *Exame*. 10 set. 2024. Disponível em: <https://exame.com/esg/caminhos-da-industria-quimica-brasileira-na-economia-de-baixo-carbono/>. Acesso em: 31 out. 2024.

RYNGELBLUM, I. Brasil está "sem gás" para aproveitar o nearshoring, acredita presidente do conselho da Gerdau. *NeoFeed*. 17 set. 2024. Disponível em: <https://neofeed.com.br/negocios/brasil-esta-sem-gas-para-aproveitar-o-nearshoring-acredita-presidente-do-conselho-da-gerdau/>. Acesso em: 31 out. 2024.

RIZÉRIO, L. De Petrobras a PRIO: corte nas projeções de petróleo muda preferências no setor? *InfoMoney*. 17 set. 2024. Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/mercados/de-petrobras-petr4-a-prio-prio3-corte-nas-projecoes-de-petroleo-muda-preferencias-no-setor/>. Acesso em: 31 out. 2024.

SECRETARIA ESPECIAL DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS (SAE-PR). *Produção nacional de fertilizantes: estudo estratégico*. ET - DPE - 01/2020.

SILVA, F. *Cenário global para a petroquímica, uma visão até 2030 - parte II*. 26 mar. 2024. Disponível em: <https://www.arandanet.com.br/revista/rti/noticia/8434-Cenario-global-para-a-petroquimica,-uma-visao-ate-2030-%E2%80%93-Parte-II..html>. Acesso em: 31 out. 2024.

TIAN, S. et al. The effect of optimizing chemical fertilizers consumption structure to promote environmental protection, crop yield and reduce greenhouse gases emission in China. *Science of the total environment*, v. 857, p. 159349, 2023.

Firjan SENAI
 SESI