

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
ESCOLA DE QUÍMICA

**Beatriz Bento Villela**  
**Larissa Fernanda Itria Zamuner**



NOVO MERCADO DE GÁS NATURAL: UM ESTUDO DE CASO  
SOBRE O USO NÃO ENERGÉTICO NA CADEIA DE  
FERTILIZANTES NITROGENADOS NO BRASIL

RIO DE JANEIRO

2023

Beatriz Bento Villela  
Larissa Fernanda Itria Zamuner

NOVO MERCADO DE GÁS NATURAL: UM ESTUDO DE CASO SOBRE O USO NÃO  
ENERGÉTICO NA CADEIA DE FERTILIZANTES NITROGENADOS NO BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Engenheiro Químico

Orientadora: Suzana Borschiver, D.Sc.

Rio de Janeiro

2023

#### CIP - Catalogação na Publicação

Z26n Zamuner, Larissa Fernanda Itria  
NOVO MERCADO DE GÁS NATURAL: UM ESTUDO DE CASO  
SOBRE O USO NÃO ENERGÉTICO NA CADEIA DE  
FERTILIZANTES NITROGENADOS NO BRASIL / Larissa  
Fernanda Itria Zamuner. -- Rio de Janeiro, 2023.  
73 f.

Orientadora: Suzana Borschiver.  
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -  
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de  
Química, Bacharel em Engenharia Química, 2023.

1. gás natural. 2. importação. 3. fertilizantes  
nitrogenados. 4. plano nacional de fertilizantes.  
I. Borschiver, Suzana, orient. II. Título.

Beatriz Bento Villela  
Larissa Fernanda Itria Zamuner

NOVO MERCADO DE GÁS NATURAL: UM ESTUDO DE CASO SOBRE O USO NÃO  
ENERGÉTICO NA CADEIA DE FERTILIZANTES NO BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Escola de Química da Universidade Federal do  
Rio de Janeiro, como parte dos requisitos  
necessários à obtenção do grau de Engenheiro  
Químico.

Aprovado em 17 de julho de 2023.

---

Suzana Borschiver, D.Sc, UFRJ

---

Armando Lucas Cherem da Cunha, D.Sc, UFRJ

---

Aline Sarmiento Procópio, D.Sc, UFJF

Rio de Janeiro  
2023

## RESUMO

VILLELA, Beatriz; ZAMUNER, Larissa. **Novo mercado de gás natural: Um estudo de caso sobre o uso não energético na cadeia de fertilizantes nitrogenados no Brasil**. Rio de Janeiro, 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

Desde o início do século, o gás natural vem ganhando mais destaque, tanto pelo seu uso energético quanto pelo papel fundamental que desempenha para o setor de fertilizantes. Especialmente no caso de fertilizantes nitrogenados, ele representa cerca de 70% a 80% dos custos operacionais de produção. Atualmente, o Brasil ocupa o 4º lugar dentre os consumidores mundiais de fertilizantes e, no entanto, importa cerca de 85% desse insumo para atender ao mercado interno. Para o caso dos fertilizantes nitrogenados, essa dependência por importações é ainda mais significativa, o que torna a economia nacional, fortemente apoiada pelo agronegócio, vulnerável. No ano de 2021, o país possuía apenas quatro fábricas de fertilizantes nitrogenados em operação, utilizando apenas 35% da capacidade instalada total de 3.347.000 toneladas. Dessa forma, este trabalho se propôs a realizar um estudo de caso, com projeções para expansão da atual capacidade instalada e seu potencial de redução da dependência de importação de fertilizantes nitrogenados. Assim, foram levantados dois cenários possíveis, um considerando que as metas estabelecidas pelo Plano Nacional de Fertilizantes fossem atingidas e o segundo estimando o potencial de entrada de quatro novas unidades industriais do porte da Unidade de Fertilizantes Nitrogenados de Três Lagoas. Para o primeiro cenário uma redução da dependência para 67% foi calculada, bem como um consumo respectivo de gás de 12,35 milhões de m<sup>3</sup>/dia. Já para o segundo cenário, a dependência por importação poderia ser ainda menor chegando a 47%, com um consumo de gás de 18,35 milhões de m<sup>3</sup>/dia. Além da análise da demanda necessária de gás natural para atender esse aumento futuro de produção, foi realizada uma discussão da necessidade de um gás competitivo e em quantidades suficientes para atender o mercado futuro potencial de fertilizantes nitrogenados.

Palavras-chave: gás natural; importação; fertilizantes nitrogenados; plano nacional de fertilizantes;

## ABSTRACT

VILLELA, Beatriz; ZAMUNER, Larissa. **New natural gas market: A case study on non-energy use in the nitrogen fertilizer chain in Brazil.** Rio de Janeiro, 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

Since the beginning of the century, natural gas has been gaining more prominence, both for its energy use and the fundamental role it plays in the fertilizer sector. Especially in the case of nitrogenous fertilizers, it represents around 70% to 80% of the operating production costs. Currently, Brazil occupies the 4th place among the world's fertilizer consumers, however imports around 85% of this input to supply the domestic market. In the case of nitrogen fertilizers, this dependence on imports is even more significant, which makes the national economy, strongly supported by agribusiness, vulnerable. In the year 2021, the country had only four nitrogenous fertilizer factories in operation, using only 35% of the total installed capacity of 3.347.000 tons. That way, this work proposed to carry out a case study, with projections for the expansion of the current installed capacity and its potential to reduce dependence on imported nitrogen fertilizers. Thus, two possible scenarios were raised, one considering that the goals established by the National Fertilizer Plan were achieved and the second estimating the potential entry of four new industrial units of the size of the Nitrogen Fertilizer Unit of Três Lagoas. For the first scenario, a dependency reduction of 67% was calculated, as well as a respective gas consumption of 12.35 million m<sup>3</sup>/day. As for the second scenario, dependence on imports could be even lower, reaching 47%, with a gas consumption of 18.35 million m<sup>3</sup>/day. In addition to the analysis of the necessary demand for natural gas to meet this future increase in production, a discussion was held on the need for competitive gas and in sufficient quantities to meet the potential future market for nitrogen fertilizers.

Keywords: natural gas; import; nitrogen fertilizers; national fertilizer plan;

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - Consumo diário de gás natural no Brasil, por setor, entre 2005 e 2020
- Figura 2 - Consumo de Fertilizantes NPK no Brasil
- Figura 3 - Riqueza média entre os três tipos de gás natural
- Figura 4 - Representação das etapas de *upstream*, *midstream* e *downstream*
- Figura 5 - Preço médio do gás natural em US\$/MBtu para consumidores industriais (2019)
- Figura 6 - Distribuição do faturamento líquido da indústria química brasileira por segmento, em 2022
- Figura 7 - Cadeia produtiva de fertilizantes
- Figura 8 - Balança comercial de fertilizantes nitrogenados, em milhão de dólares (2013 – 2022)
- Figura 9 - Balança comercial de fertilizantes nitrogenados, em tonelada (2013 – 2022)
- Figura 10 - Dependência por fertilizantes importados, em 2019
- Figura 11 - Consumo mundial de fertilizantes por cultura, em 2018
- Figura 12 - Consumo nacional de fertilizantes por cultura, em 2018
- Figura 13 - Tipos de fertilizantes consumidos no Brasil
- Figura 14 - Composição do preço do gás natural ao consumidor final (2018)
- Figura 15 - Correlação entre o preço do gás natural e a ureia
- Figura 16 - Correlação entre o preço do gás natural e amônia de 2012 a 2021
- Figura 17 - Variação acumulada dos preços internos – Porto Paranaguá
- Figura 18 - Movimentação de gás natural por destinação ( $Mm^3/d$ )
- Figura 19 - Produção nacional de produtos intermediários para fertilizantes
- Figura 20 - Produção em termos de tonelada de nitrogênio, de 2015 a 2021
- Figura 21 - Capacidade de produção de fertilizantes básicos nitrogenados no Brasil, em mil ton/ano, 2021.
- Figura 22 - Balanço comercial de fertilizantes em termos de nitrogênio contido (1000 toneladas)
- Figura 23 - Balanço comercial da Ureia
- Figura 24 - Balanço comercial do sulfato de amônio
- Figura 25 - Balanço comercial do nitrato de amônio
- Figura 26 - Projeção da demanda de fertilizantes nitrogenados
- Figura 27 - Cenário 1 - Projeção da demanda de N por fertilizantes e potencial de expansão - 2019 a 2050
- Figura 28 - Cenário 2 - Projeção da demanda de N por fertilizantes e potencial de expansão - 2019 a 2050

Figura 29 - Cenário 1 - Importação de nitrogenados x Consumo de gás natural

Figura 30 - Cenário 2 - Importação de nitrogenados x Consumo de gás natural

Figura 31 - Faixa de preço do gás natural para consumidor industrial

Figura 32 - Comparativo entre reinjeção e importação de gás natural (bilhões de m<sup>3</sup>)

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Valor FOB de importação de fertilizantes nitrogenados.

Tabela 2 - Posição do Brasil no ranking mundial de produção e exportação em 2020.

Tabela 3 - Plantas de fertilizantes nitrogenados no Brasil (2021)

Tabela 4 - Destinação dos nitrogenados produzidos para uso como fertilizante

Tabela 5 - Comparativo entre a capacidade instalada e a produção, no Brasil em 2021.

Tabela 6 - Consumo, produção, importação e exportação de fertilizantes, em termos de nitrogênio contido (1000 toneladas).

Tabela 7 - Comparativo entre a capacidade instalada, produção e consumo aparente, no Brasil em 2021.

Tabela 8 - Balanço de fertilizantes nitrogenados nos anos de 2019, 2020 e 2021 (em termos de 1000 toneladas de nitrogênio).

Tabela 9 - Consumo de gás natural das plantas de fertilizantes.

Tabela 10 - Movimentação de gás natural (mil m<sup>3</sup>/dia).

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABEGÁS - Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Gás Canalizado  
ABIQUIM - Associação Brasileira da Indústria Química  
ANDA - Associação Nacional para Distribuição de Adubos  
ANP - Agência Nacional de Petróleo  
BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social  
CADE - Conselho Administrativo de Defesa Econômica  
CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada  
CNA - Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil  
CNPE - Conselho Nacional de Política Energética  
*Comex Stat* - Estatísticas do Comércio Exterior  
COP - Conferência das Partes  
EPE - Empresa de Pesquisa Energética  
E&P - Exploração e Produção  
FAFEN - Fábrica de Fertilizante Nitrogenado  
FOB - *Free on Board*  
GASBOL - Gasoduto Brasil-Bolívia  
GLP - Gás Liquefeito de Petróleo  
GNL - Gás Natural Liquefeito  
GNC - Gás Natural Comprimido  
IBP - Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás  
IEA - *International Energy Agency*  
IEF - *International Energy Forum*  
IFA - *International Fertilizer Association*  
K - Potássio  
MBtu - *Million British Thermal Units*  
MDIC - Ministério da Economia, Indústria, Comércio Exterior e Serviços  
N - Nitrogênio  
NCM - Nomenclatura Comum do Mercosul  
ODS - Objetivo de desenvolvimento Sustentável  
P - Fósforo  
PNE - Plano Nacional de Energia  
PNF - Plano Nacional de Fertilizantes

PNGN - Plano Nacional de Gás Natural

PPI - Preço de Paridade Internacional

SINPRIFERT - Sindicato Nacional da Indústria de Matérias-Primas de Fertilizantes

TCC - Termo de Compromisso de Cessação de Conduta

UFN - Unidade de Fertilizante Nitrogenado

UPGN - Unidade de Processamento de Gás Natural

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1 OBJETIVO GERAL.....	15
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
<b>2 METODOLOGIA.....</b>	<b>16</b>
<b>3 ASPECTOS GERAIS DA INDÚSTRIA DE GÁS NATURAL .....</b>	<b>18</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO GÁS NATURAL.....	18
3.2 ESTRUTURA GERAL DA CADEIA DE GÁS NATURAL.....	19
<b>3.2.1 Upstream .....</b>	<b>20</b>
3.2.1.1 E&P – Exploração e produção.....	20
3.2.1.2 Processamento .....	20
<b>3.2.2 Midstream .....</b>	<b>21</b>
3.2.2.1 Transporte.....	21
3.2.2.2 Estocagem.....	22
<b>3.2.3 Downstream .....</b>	<b>22</b>
3.3 PANORAMA GERAL E HISTÓRICO DA PRODUÇÃO DE GÁS NATURAL.....	22
<b>4 GÁS NATURAL E SEU USO NÃO ENERGÉTICO PARA A PRODUÇÃO DE FERTILIZANTES NITROGENADOS.....</b>	<b>27</b>
4.1 PANORAMA GERAL E HISTÓRICO DA PRODUÇÃO DE FERTILIZANTES.....	27
4.2 ANÁLISE MERCADOLÓGICA .....	28
<b>4.2.1 A indústria química e o setor de fertilizantes .....</b>	<b>28</b>
<b>4.2.2 Cadeia produtiva de fertilizantes .....</b>	<b>29</b>
<b>4.2.3 Balança comercial de fertilizantes nitrogenados .....</b>	<b>31</b>
4.3 O AGRONEGÓCIO E O SETOR DE FERTILIZANTES .....	33
<b>4.3.1 Consumo de fertilizantes por cultura .....</b>	<b>35</b>
4.4 MOTIVOS PARA A AUSÊNCIA DE INVESTIMENTOS EM PLANTAS DE FERTILIZANTES NITROGENADOS.....	37
<b>4.4.1 Formação dos preços de gás natural.....</b>	<b>37</b>
<b>4.4.2 Volatilidade entre os preços de gás natural e fertilizantes nitrogenados .....</b>	<b>38</b>
<b>4.4.3 Aproveitamento do gás natural do pré-sal é a solução? .....</b>	<b>41</b>
<b>5 ESTUDO DE CASO SOBRE O CENÁRIO DA INDÚSTRIA DE FERTILIZANTES NITROGENADOS .....</b>	<b>44</b>
5.1 CENÁRIO ATUAL.....	44

<b>5.1.1 Plantas de fertilizantes .....</b>	<b>44</b>
<b>5.1.2 Produção Nacional.....</b>	<b>48</b>
<b>5.1.3 Capacidade Instalada .....</b>	<b>51</b>
<b>5.2 CONSUMO APARENTE DE FERTILIZANTES BÁSICOS NITROGENADOS .....</b>	<b>52</b>
<b>5.2.1 Comparação das unidades produtivas, produção e consumo aparente .....</b>	<b>55</b>
<b>5.3 CAMINHOS PARA A REDUÇÃO DA DEPENDÊNCIA POR IMPORTAÇÃO .....</b>	<b>55</b>
<b>5.3.1 Cenários e possibilidades de expansão da capacidade instalada.....</b>	<b>55</b>
<b>5.3.2 Consumo de gás natural para os cenários propostos .....</b>	<b>60</b>
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>66</b>
<b>7 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>68</b>

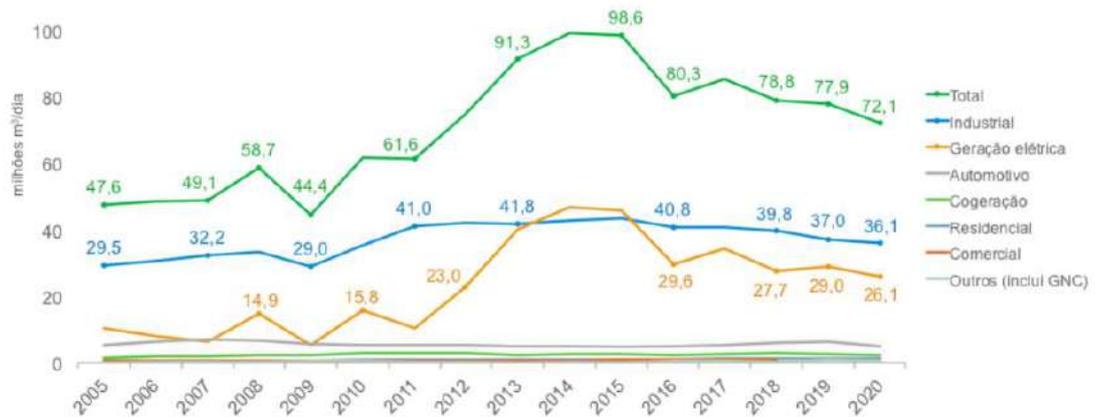
## 1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas têm sido um tema de muito debate nas últimas décadas. Entretanto, ao mesmo tempo em que existe a preocupação em mitigar emissões de gases de efeito estufa, existe também uma demanda por maior suprimento de energia. Este impasse vem sendo solucionado por meio de uma transição gradual da matriz energética mundial, considerando que as principais alternativas renováveis não são ainda capazes de constituir base de suprimento de energia elétrica devido à natureza intermitente (e.g., eólica e solar), a coexistência fósseis-renováveis é esperada para o futuro próximo. Com isso, em um cenário a curto e médio prazo, o gás natural se mostra uma tecnologia-ponte, por ser o combustível fóssil de menor nível de emissão de CO<sub>2</sub> e por permitir um baixo custo de adaptação das instalações industriais já existentes.

Além da importância no setor energético e na transição para uma economia de baixo carbono, o gás natural tem um papel fundamental para o setor de fertilizantes. A guerra da Rússia com a Ucrânia iniciada em 2022, evidenciou essa urgência na disponibilidade de gás natural para a produção de fertilizantes, não apenas com impacto que causou nos preços, mas também com o risco de fornecimento. Segundo dados da *Fertilizers Europe*, aproximadamente 70% da capacidade de produção na Europa dos fertilizantes nitrogenados foi reduzida em consequência do aumento no preço do gás natural. Tais fertilizantes, amplamente utilizados na agricultura, são derivados da amônia – que é obtida a partir da transformação química do gás natural, sendo responsável por 70 a 80% dos custos variáveis de sua produção (IEA, 2022). Portanto, a partir desta relação positiva entre os preços, o gás natural possui impacto direto na garantia de disponibilidade de alimentos para a população.

Desde o início do século, o gás natural vem ganhando cada vez mais destaque globalmente, atingindo patamares mundiais de demanda de 4 trilhões de metros cúbicos, no ano de 2021, e 68% maior se comparado com o ano 2000 (IBP, 2021). O Brasil produziu, desde 1960, ao todo, cerca de 757 bilhões de m<sup>3</sup> de gás natural. A Bacia de Campos foi a que mais contribuiu para esse volume, sendo responsável por quase 1/3. Além disso, o recente crescimento da produção de gás associado na Bacia de Santos tem contribuído com parcela expressiva do total nacional – 68% em 2020 (IBP 2021). De acordo com dados da figura 1, o setor industrial, o qual atende os segmentos de ferro e aço, químico e petroquímico, corresponde historicamente ao maior consumo, com 36,1 milhões de m<sup>3</sup>/dia no ano de 2020, cerca de 50% do total, tendo um comportamento de consumo estável em comparação com a geração elétrica.

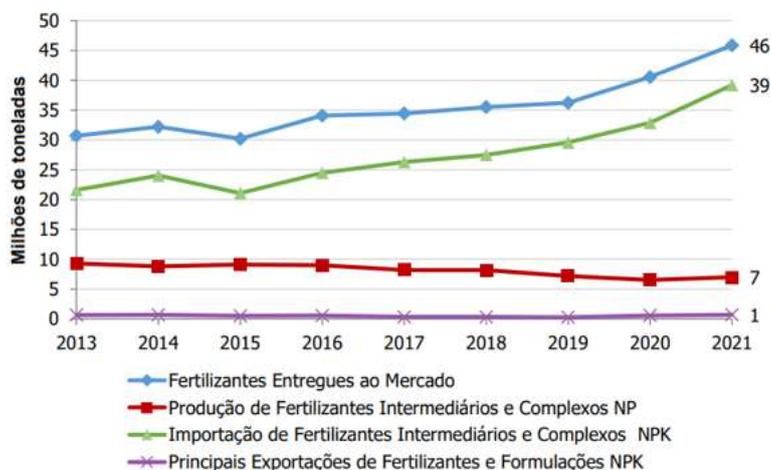
**Figura 1 - Consumo diário de gás natural no Brasil, por setor, entre 2005 e 2020**



Fonte: BNDES, 2020

No entanto, de acordo com dados da Agência Nacional de Petróleo (ANP), por mais que o Brasil tenha contado, em 2020, com uma produção média bruta de 127 milhões de m<sup>3</sup>/dia de gás natural, apenas 55 milhões de m<sup>3</sup>/dia foram disponíveis ao mercado, enquanto o restante da produção foi utilizado para consumo, queima e reinjeção durante as atividades de exploração e produção (E&P). Dessa forma, o país se torna dependente tanto do gás natural importado por gasodutos internacionais quanto na forma de GNL em terminais de regaseificação.

Um dos grandes impactos da insuficiência em atender ao mercado ocorre exatamente na indústria de fertilizantes. As dificuldades associadas à disponibilidade de matéria-prima e ao preço são responsáveis pela dependência externa, em que cerca de 85% do mercado doméstico de fertilizantes é atendido pela importação, como mostra a figura 2. Essa situação traz um risco ao balanço comercial do Brasil, deixando a economia nacional, fortemente apoiada pelo agronegócio, vulnerável às oscilações cambiais e às possibilidades de interrupções de fornecimento.

**Figura 2 - Consumo de Fertilizantes NPK no Brasil**

Fonte: EPE (2022)

Diante do exposto, o governo adotou diversas medidas como o Programa Novo Mercado de Gás, Programa Gás para Empregar e o Plano Nacional de Fertilizantes, buscando uma nova forma de mercado, mais dinâmica e aberta, para aumentar o volume ofertado e consumido, otimizando a utilização das capacidades instaladas ou promovendo novos projetos. Neste contexto, a oferta de gás natural a preços competitivos aumenta a atratividade de investimentos em indústrias intensivas nessa fonte, contribuindo para a instalação de novas plantas, com geração de empregos e movimentação da cadeia produtiva.

### 1.1 OBJETIVO GERAL

Conhecer o mercado de gás natural e analisar os impactos no mercado de fertilizantes, com vistas a redução da dependência de importações de fertilizantes nitrogenados no Brasil.

### 1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- a) Identificar os impactos da competitividade e disponibilidade do gás natural, principal matéria-prima para a produção de fertilizantes nitrogenados, na viabilidade de investimentos no setor;
- b) Analisar o cenário do mercado brasileiro de fertilizantes nitrogenados, incluindo importação, exportação, consumo e produção;
- c) Determinar a capacidade instalada de plantas de fertilizantes nitrogenados necessária para atingir as metas do Plano Nacional de Fertilizantes e reduzir a dependência por importações deste insumo.

## 2 METODOLOGIA

O presente Trabalho de Conclusão de Curso consiste em uma pesquisa de caráter bibliográfico, com objetivo exploratório. Quanto aos procedimentos técnicos, a pesquisa bibliográfica utiliza-se de materiais já elaborados, como livros, artigos científicos, relatórios técnicos etc. As pesquisas caracterizadas como exploratória propõe uma maior familiaridade com o problema, podendo envolver revisão bibliográfica e estudo de caso (Gil, 2007).

A análise do mercado de gás natural expõe a sua relevância para a produção de fertilizantes nitrogenados. Assim, foi realizada uma delimitação do objeto de estudo, discutindo a demanda específica do gás natural para esse setor. Após apresentado o mercado de gás natural e realizado o levantamento do impacto da sua competitividade para o segmento de fertilizantes nitrogenados, foi realizado um estudo de caso sobre esse setor, que consistiu em uma análise técnica e mercadológica.

Para a elaboração da pesquisa, foram utilizadas plataformas como Google Acadêmico, Portal Periódicos Capes, *ScienceDirect*, bem como anuários, relatórios, sites organizacionais, entre outros. Os dados coletados foram priorizados até dezembro de 2022, já que somente até este ano tem-se o resultado acumulado do ano, mas algumas informações recentes também foram relatadas. Uma discussão sobre a utilização do gás do pré-sal e o impacto para as considerações do estudo de caso foi muito relevante, apesar de ser uma relação ainda pouco explorada nos artigos encontrados, principalmente no que se refere a revisão da resolução atualmente em vigor, ANP 16/2008.

Para a análise mercadológica foi realizado um levantamento da balança comercial, do consumo aparente e das capacidades instaladas, além de uma investigação sobre a estrutura da indústria e as perspectivas futuras para o setor.

Para a balança comercial foi utilizado o *Comex Stat*. O portal fornece acesso às estatísticas de comércio exterior do Brasil, com informações de importação e exportação de produtos que podem ser filtrados de acordo com seu código NCM (Nomenclatura Comum do Mercosul). Os dois primeiros dígitos do código representam o capítulo; os quatro primeiros, a posição; os seis primeiros, o subtítulo de cada produto e o conjunto de oito dígitos corresponde ao código NCM do produto pesquisado. O capítulo 31 se refere a fertilizantes e adubos. Para estabelecer a balança comercial dos fertilizantes básicos nitrogenados, os dados de importação e exportação foram obtidos do item 31.02, que se refere especificamente a esses produtos.

A balança comercial é realizada de forma que o déficit ou superávit é calculado pela Exportação (em US\$ *Free On Board* (FOB)), subtraída da Importação (em US\$ FOB).

Para os dados de produção nacional de fertilizantes, a Associação Nacional para Distribuição de Adubos (ANDA) divulga no seu Anuário Estatístico informações específicas para o segmento de fertilizantes nitrogenados, sendo possível o acesso apenas aos anuários dos anos de 2015, 2016, 2017, 2018 e 2021. Porém, para dados de produção, esses anuários traziam dados do ano de referência e do ano anterior, permitindo que a visão histórica fosse construída. Outra possibilidade avaliada foi a utilização dos dados da Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUIM), no entanto, estes estavam ainda mais defasados, datando 2016.

Ainda, um levantamento das plantas industriais de fertilizantes nitrogenados existentes, incluindo as que não tiveram obras concluídas, foi realizado de forma a determinar uma estimativa da capacidade de produção e potencial de expansão, tendo como principal premissa a substituição de importações. Do mesmo modo, a demanda de gás natural necessária para atender essas plantas foi apresentada.

### 3 ASPECTOS GERAIS DA INDÚSTRIA DE GÁS NATURAL

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DO GÁS NATURAL

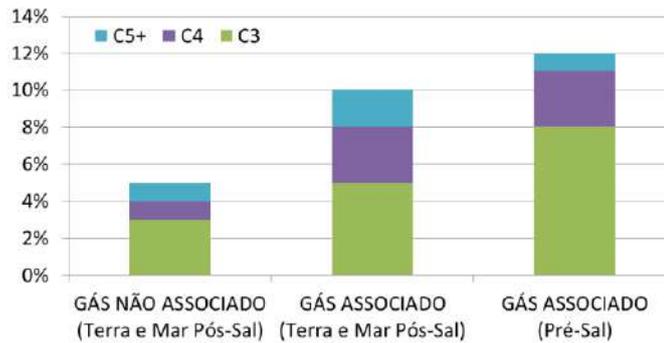
O gás natural é uma fonte de energia não renovável formado majoritariamente por hidrocarbonetos leves, compostos orgânicos e inorgânicos. Dentre esses hidrocarbonetos, o principal constituinte é o metano ( $\text{CH}_4$ ), o qual representa aproximadamente 70-90%, seguido do etano ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ), propano ( $\text{CH}_3\text{H}_8$ ) e butano ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ), que representam cerca 0-20% da molécula (*Handbook of Alternative Fuel Technologies, 2007*). Em condições atmosféricas, se apresenta em estado gasoso e suas características físicas, como densidade e ponto de fusão, variam de acordo com a sua composição e estrutura (REIS, H. L. 2018).

Os componentes não hidrocarbonetos são considerados contaminantes e a sua concentração determina a qualidade do gás, viabilizando ou não a sua utilização. A presença de gases ácidos como o sulfeto de hidrogênio e o gás carbônico, em altas concentrações, causam a corrosão de dutos e comprometem os equipamentos. Além disso, elevados teores de água podem bloquear o fluxo de gás, pois formam hidratos de gás natural em baixa temperatura e alta pressão. Deve-se ressaltar também que o gás nitrogênio é considerado gás inerte, que não participa do processo de combustão, reduzindo o poder calorífico da mistura gasosa (VAZ et al, 2008; GOMES, 2013 apud EPE, 2016).

De acordo com a ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis), o gás natural encontrado tanto em campos terrestres (*Onshore*) quanto marítimos (*Offshore*) pode ser classificado como gás associado – dissolvido no petróleo ou sob a forma de capa de gás, sendo um coproduto da produção – e como gás não associado, livre de óleo e tendo a sua concentração predominante no reservatório.

Além disso, há uma distinção de acordo com a riqueza, no qual é considerado gás natural rico aquele que apresenta teores de hidrocarbonetos pesados superiores a 8%. Quanto maior for a proporção de componentes mais pesados que o etano, maior será o poder calorífico da mistura e, conseqüentemente, mais rico será considerado o gás bruto, elevando seu valor comercial. De acordo com a Figura 3, ao considerar os três tipos de gás natural e seus campos de exploração, o gás associado oriundo do Pré-Sal é a fonte com maior riqueza, pois possui em sua composição 8% de fração igual a C3 (propano), 3% de C4 (butano) e 1% de compostos superiores ou iguais ao C5 (pentano), que também é conhecido como gasolina natural.

**Figura 3 – Riqueza média entre três tipos de gás natural.**



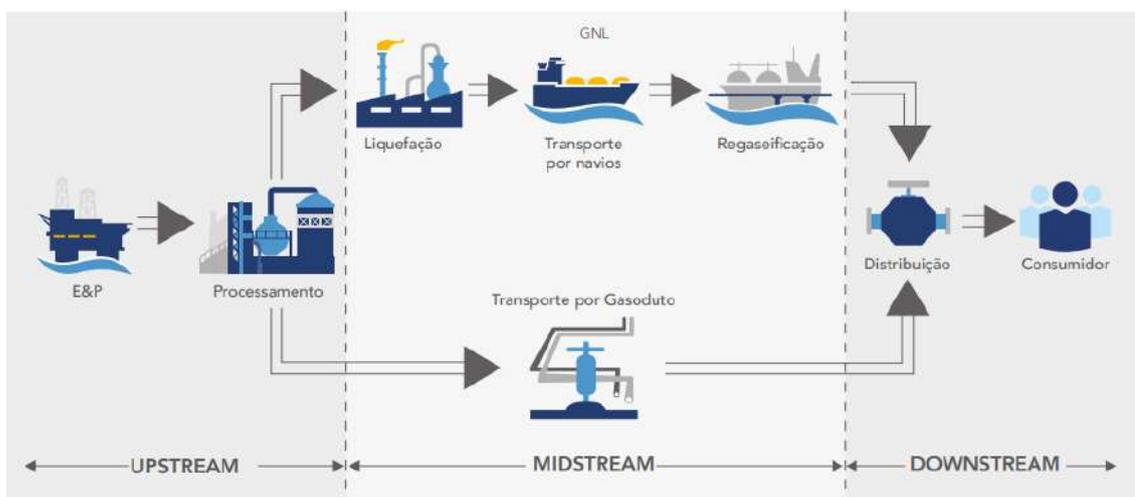
Fonte: ANP (2014)

O gás natural também pode ser classificado de acordo com o seu uso, podendo ser energético ou não. O primeiro se refere a geração de calor e energia, mediante combustão. Enquanto o uso não energético se refere ao uso do gás natural como matéria-prima para a indústria química, sendo aplicado na produção de fertilizantes, por exemplo. Segundo o BNDES (2020), em 2018 a demanda média de gás natural brasileira foi de aproximadamente 80 Mm<sup>3</sup>/dia, sendo 32 Mm<sup>3</sup>/dia destinado a atender a demanda do setor industrial, enquanto apenas 4 Mm<sup>3</sup>/dia foram destinados ao uso como matéria-prima. Destes 4 Mm<sup>3</sup>/dia, 75% foram destinados à indústria de fertilizantes nitrogenados.

### 3.2 ESTRUTURA GERAL DA CADEIA DE GÁS NATURAL

A organização da cadeia produtiva do gás natural é constituída, conforme figura 4, por três grandes segmentos: *upstream*, *midstream* e o *downstream*.

**Figura 4 - Representação das etapas de *upstream*, *midstream* e *downstream*.**



Fonte: Adaptado de (FGV ENERGIAS – GN, 2014).

### 3.2.1 *Upstream*

O segmento de *upstream* abrange as atividades de exploração e produção (E&P) e de processamento. A exploração consiste em pesquisas geológicas para a verificação do potencial de extração de determinada reserva, envolve a investigação da existência de gás e culmina na perfuração do poço para determinar a viabilidade de produção do campo. Durante a etapa de processamento serão obtidos produtos comercializáveis a partir dos produtos brutos provenientes da fase de produção.

#### 3.2.1.1 E&P – Exploração e produção

Antes da exploração de uma área com potencial, são realizados estudos e um processo de mapeamento. O dimensionamento da quantidade dos hidrocarbonetos nas jazidas, no entanto, só é obtido com a perfuração propriamente dita, atividade que envolve alto risco e elevado investimento.

Após a fase de exploração, se for identificada viabilidade econômica do campo em questão, se inicia a etapa de desenvolvimento do campo, com instalação da infraestrutura necessária para posterior produção. A produção pode acontecer tanto em terra (*onshore*), quanto em alto mar (*offshore*), em ambos os casos o gás é extraído do reservatório e direcionado até a plataforma de produção para ser separado da água e dos hidrocarbonetos líquidos. Se o gás bruto estiver contaminado com compostos com enxofre, ele passa por uma unidade de dessulfurização. Uma parte do gás é usado nas plataformas para geração de energia, reinjeção e queima, e o restante é transportado por um gasoduto de escoamento até uma Unidade de Processamento de Gás Natural (UPGN). Em casos de campos associados em que a quantidade de gás não é tão expressiva, a empresa produtora pode optar por não investir em infraestrutura para escoamento e processamento do gás, em vez disso pode destiná-lo para geração de energia na plataforma e/ou reinjetá-lo para favorecer a produção de petróleo ou ainda queimá-lo integralmente (VELHOS, 2018).

#### 3.2.1.2 Processamento

Na UPGN ocorre o processamento do gás, para retirada de contaminantes e hidrocarbonetos mais pesados, a fim de atender às especificações da ANP e poder ser transportado até o consumidor final. Nessas unidades de processamento, o gás rico extraído do campo é tratado e/ou fracionado em seus subprodutos, possibilitando então a obtenção do gás seco. Em geral, são extraídos do gás úmido o propano e o butano, compondo o Gás Liquefeito

de Petróleo (GLP), e a gasolina natural (C5+), que será misturada a outros hidrocarbonetos na refinaria. O etano pode fazer parte da composição do gás natural seco, desde que não exceda o limite imposto pela ANP, que atualmente é de 12% (VELHOS, 2018).

A composição do gás rico pode variar entre os reservatórios de origem, já que depende do processo de formação geológica. Portanto, é evidente o importante papel da ANP no controle dos limites máximos e mínimos de metano e etano (principais componentes do gás seco que será comercializado), assim como na regulamentação dos contaminantes que podem estar presentes, já que alguns apresentam-se com ação corrosiva (Cabral, 2020).

### **3.2.2 Midstream**

O segmento de *midstream* consiste na operação de transporte do gás, que nos termos da “Nova Lei do Gás”, a Lei nº 14.134/2021, abrange as atividades de movimentação, estocagem, liquefação de gás e regaseificação de gás natural liquefeito (GNL).

#### **3.2.2.1 Transporte**

O transporte do gás natural (*midstream*) tem seu início na saída das UPGNs e seu fim na entrega do gás às distribuidoras. Pode ocorrer por três modais: por gasodutos, Gás Natural Liquefeito (GNL) ou Gás Natural Comprimido (GNC). A escolha do modal de transporte depende, principalmente, do volume a ser transportado e da distância a ser percorrida.

Para volumes e distâncias relativamente pequenos, o transporte por caminhões com cilindros de GNC apesar de pouco utilizado, normalmente é a melhor opção, semelhante ao que ocorre com o GLP (gás de cozinha). Já para altos volumes e distâncias médias, a construção de gasodutos para transporte normalmente se mostra mais econômica.

O transporte também pode ocorrer na forma de Gás Natural Liquefeito (GNL) que após os ciclos de refrigeração tem um volume 600 vezes menor do que em estado gasoso, à temperatura e pressão atmosféricas (PITA, 2006). Muito utilizado para grandes distâncias ou para evitar cruzamento de dutos em alto mar, o transporte do GNL é realizado através de navios específicos ou por caminhões próprios para a operação – facilitando as atividades de exportação e importação (Cabral, 2020).

Para o caso de comercialização de GNL é necessário unidades específicas para transformação do gás. Após a produção, o gás que se encontra naturalmente em seu estado gasoso é levado ao estado líquido para transporte e, posteriormente, deve retornar ao estado

gasoso para consumo. Assim, unidades de liquefação e terminais de regaseificação se mostram indispensáveis para as atividades de comercialização que envolvam GNL.

#### 3.2.2.2 Estocagem

Apesar do Brasil não possuir tradição de estocar o gás natural, em países com grande extensão territorial, a estocagem de gás pode permitir otimizar a logística de transporte de gás natural; em mercado que apresentam grande volatilidade da demanda, possibilita um certo controle sobre variações drásticas de preços, equilibrando de tal modo oferta e demanda (Cenários Gás, 2018).

#### 3.2.3 *Downstream*

Este segmento se refere à comercialização e distribuição do gás natural para o consumidor final. A distribuição do gás natural normalmente é realizada através de gasodutos e tem início nos chamados “*city gates*”, locais que conectam os gasodutos de transporte aos gasodutos de distribuição. É nessas instalações que a pressão nos gasodutos é reduzida - uma vez que os gasodutos de transporte possuem maior diâmetro e pressão (aproximadamente 80 bar) que os de distribuição (menor que 20 bar). O volume escoado é medido, o gás é odorizado e enviado ao consumidor final, seja ele industrial, termelétrico, veicular, comercial ou residencial.

### 3.3 PANORAMA GERAL E HISTÓRICO DA PRODUÇÃO DE GÁS NATURAL

A produção de gás natural se iniciou nos anos de 1950, com um volume de cerca de 170 mil m<sup>3</sup>/dia que se destinava ao setor industrial (ANP, 2020). Em 1987, foi instituído o plano nacional do gás natural (PNGN) com objetivo de aumentar a participação do gás natural na matriz energética brasileira para cerca de 10% até os anos 2000 (DOS SANTOS, 2002). A preocupação do PNGN era garantir uma oferta de gás que suprisse as necessidades de consumo nacionais, o que seria possibilitado por uma ampliação e diversificação das fontes de gás natural brasileiras, até então controladas exclusivamente pela Petrobras, além de uma negociação inicial com países da América Latina para garantir uma oportunidade de integração energética.

No final dos anos 1990 a oferta de gás natural mudou radicalmente, principalmente devido à construção do gasoduto Brasil-Bolívia (Gasbol). A importação do gás boliviano representava um caminho para reduzir a dependência do Brasil em relação aos derivados de petróleo e às hidrelétricas. Somente em 1997, a Lei do Petróleo (Lei 9.478) possibilitou abertura

do mercado, interrompendo o monopólio da Petrobras e permitindo a atuação de empresas nacionais e estrangeiras na exploração, produção, refino e transporte do petróleo e gás. Em decorrência de tal lei, a ANP surgiu em 1998 para garantir a fiscalização e regulação das atividades de petróleo e derivados.

No entanto, a Lei do Petróleo não tratou das especificidades da indústria de gás natural. Assim, a Lei nº 11.909/2009, a chamada Lei do Gás (atualmente revogada) entrou em vigor com o objetivo de regular as atividades de transporte, tratamento, processamento, estocagem, liquefação, regaseificação e comercialização do gás natural, à exceção da exploração e produção que já estavam previstas na Lei 9478/1997. Porém, a lei instituída em 2009 vedou o acesso de terceiros aos terminais de liquefação e regaseificação de gás natural, contribuindo para a manutenção da Petrobras como grande controladora da movimentação do gás natural.

Assim, buscando atrair investimentos e expandir o setor, o governo federal lançou o programa “Gás para Crescer”, em 2016. Ainda nesse ano, foi publicada a Resolução do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) nº 10/2016, que se propôs a:

“Art. 1º Estabelecer as diretrizes estratégicas para o desenho de novo mercado de gás natural no Brasil obedecendo às seguintes premissas:

- I – Adoção de boas práticas internacionais;
- II – Atração de investimentos;
- III – Diversidade de agentes;
- IV – Maior dinamismo e acesso à informação;
- V – Participação dos agentes do setor;
- VI – Promoção da competição na oferta de gás natural;
- VII – Respeito aos contratos (Resolução CNPE nº 10/2016).”

Tal Resolução também tratou da remoção de barreiras econômicas e regulatórias à exploração e produção de gás natural; estímulo à concorrência, limitando a concentração de mercado e promovendo a competição na oferta de gás natural; promoção de independência comercial e operacional dos transportadores; aumento da transparência no que diz respeito à formação de preços; etc. A Resolução criou ainda o Comitê Técnico para o Desenvolvimento da Indústria do Gás Natural, com objetivo de trazer medidas que possibilitassem uma transição gradual e segura para o modelo do novo mercado de gás natural.

Foi a partir de 2019 que mudanças mais significativas no arcabouço regulatório do mercado de gás surgiram de forma a garantir a desverticalização e promoção do acesso ao setor. Em abril de 2019, o CNPE publicou a Resolução CNPE nº 16/2019, estabelecendo “diretrizes e aperfeiçoamentos de políticas energéticas voltadas à promoção da livre concorrência no mercado de gás natural”. Essa resolução orientou sobre como se daria a transição do mercado,

na prática, tinha a mesma orientação e deu continuidade ao programa Gás para Crescer, do governo anterior (IPEA, 2022).

Ainda em 2019, o Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE) firmou com a Petrobras os Termos de Compromisso de Cessação de Conduta (TCC), com o objetivo de evitar condutas anticompetitivas. Dessa forma, a estatal se comprometeria a vender cerca de metade de sua capacidade de refino e a desinvestir em ativos de gás natural.

Após a assinatura dos TCCs, a estatal se comprometeu a sair completamente dos segmentos de transporte e de distribuição de gás até 2021. Assim, realizou desinvestimentos no setor de gás, estimulando a concorrência na distribuição do gás. A estatal vendeu a Gaspetro para a Compass, a transportadora TAG para a Engie, e a transportadora NTS para um consórcio liderado pela Brookfield. No entanto, em março deste ano a estatal se movimentou tentando revisar estes termos junto ao CADE, decisão essa que pode ter implicações negativas para o mercado de gás.

O marco legal do setor também foi alterado pelo projeto de lei da nova Lei do Gás, que propunha a criação de um novo marco regulatório alinhado às propostas do Programa, o que foi concretizado com a publicação da nova Lei do Gás, Lei nº 14.134/2021, em 8 de abril de 2021.

Por fim, chegou-se ao lançamento do Programa Novo Mercado de Gás, criando também o Comitê de Monitoramento da Abertura do Mercado de Gás Natural, instituído pelo Decreto nº 9.934/2019.

O Programa busca implementar as medidas para formulação do novo modelo de mercado de gás natural, focando nas normas infralegais e adotando estratégias negociais com os estados e com os agentes dominantes do mercado. Junto ao Programa, um novo marco legal surgiu com a aprovação do Projeto de Lei (PL) nº 6.407/2013 pelo Congresso Nacional e se transformou na Lei nº 14.134, de 8 de abril de 2021 (Nova Lei do Gás), regulamentada pelo Decreto nº 10.712, de 2 de junho de 2021.

Mais recentemente, em março de 2023, foi elaborada a Resolução CNPE nº 1/2023, que institui o Grupo de Trabalho do Programa Gás para Empregar, responsável pela elaboração de estudos em prol do melhor aproveitamento do gás.

“Art. 2º As propostas a serem apresentadas pelo GT-GE têm os seguintes objetivos:

I - Aumentar a oferta de gás natural da União no mercado doméstico;

II - Melhorar o aproveitamento e o retorno social e econômico da produção nacional de gás natural, buscando a redução dos volumes reinjetados além do tecnicamente necessário;

III - Aumentar a disponibilidade de gás natural para a produção nacional de fertilizantes nitrogenados, produtos petroquímicos e outros setores produtivos, reduzindo a dependência externa de insumos estratégicos para as cadeias produtivas nacionais; e

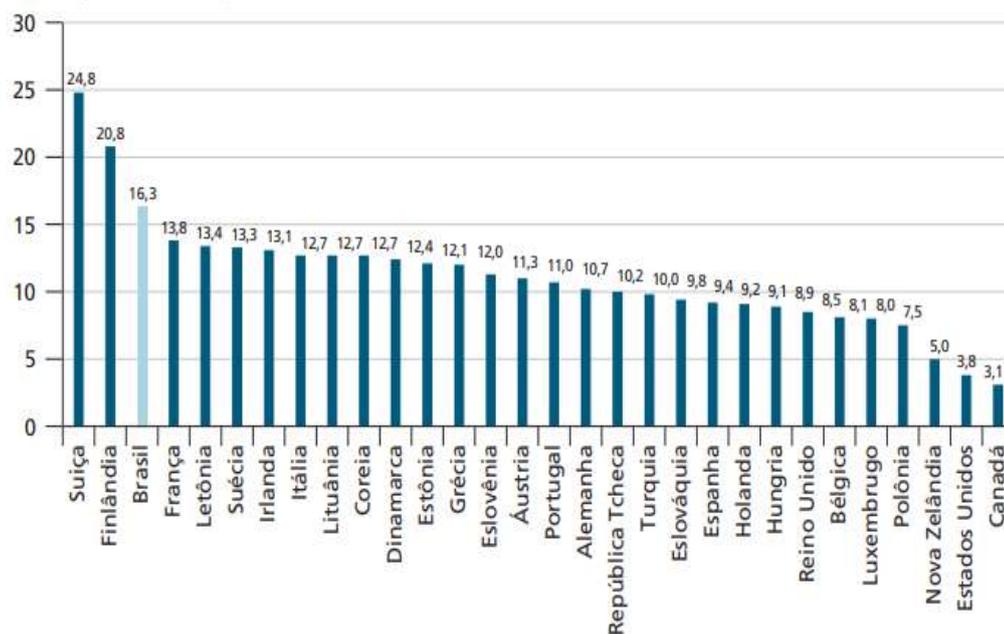
IV - Integrar o gás natural à estratégia nacional de transição energética para contemplar sinergias e investimentos que favoreçam o desenvolvimento de soluções de baixo carbono, como o biogás/biometano, hidrogênio de baixo carbono, cogeração industrial e captura de carbono (Resolução CNPE nº 1/2023).”

Até o lançamento desse novo programa, o Brasil não tinha política pública voltada para utilização do gás natural como matéria-prima e, agora, passa a discutir temas como a política de precificação do gás natural, o investimento em novas infraestruturas, o papel da Pré-Sal Petróleo S.A (PPSA) na viabilização da construção de gasodutos e redução de reinjeção do gás natural nos campos offshore (BORSCHIVER, 2023a). A projeção de investimentos no setor é de até R\$ 94,6 bilhões até 2032, sendo destinados R\$ 39,3 bilhões para unidades de fertilizantes nitrogenados e outros químicos (BORSCHIVER, 2023b).

Essas últimas mudanças recentes no arcabouço regulatório citadas, diretrizes do CNPE, TCC do CADE, Nova Lei do Gás, Decreto Regulamentador e Programa Gás para Empregar, se encaminharam no sentido de recolocar o gás natural dentro da agenda de reindustrialização, promovendo a concorrência por meio da desverticalização da Petrobras e facilitando o acesso dos segmentos não competitivos da cadeia.

Promover a competição é importante, principalmente, para garantir que o gás natural tenha um preço competitivo no mercado. De acordo com dados da *International Energy Agency* (IEA) que seguem na figura 5, em 2019 o Brasil tinha o preço do gás natural, de cerca de US\$ 16,3 por milhões de unidade térmica britânica (MMBtu), valor este superior a vários países europeus e bem acima dos Estados Unidos (US\$ 3,8 MMBtu) e Canadá (US\$ 3,1 MMBtu).

**Figura 5 – Preço do gás natural em US\$/MBtu para consumidores industriais (2019)**



Fonte: IEA (2019)

Assim, todos esses esforços promovendo alterações relevantes no arcabouço regulatório serão essenciais para tornar o preço do gás competitivo e incentivar a produção e comercialização do insumo. E, de fato, alavancar a produção nacional de produtos químicos e petroquímicos, por consequência, de fertilizantes.

## **4 GÁS NATURAL E SEU USO NÃO ENERGÉTICO PARA A PRODUÇÃO DE FERTILIZANTES NITROGENADOS**

### **4.1 PANORAMA GERAL E HISTÓRICO DA PRODUÇÃO DE FERTILIZANTES**

Assim como o gás natural passou por importantes marcos regulatórios e políticas nacionais de incentivo ao setor, o mercado de fertilizantes também precisou ser impulsionado.

As primeiras fábricas de fertilizantes começaram a ser implantadas nos anos 1940, para acompanhar o processo de industrialização do País. Essas fábricas restringiam-se exclusivamente à mistura NPK com base em fertilizantes simples importados.

Foi a partir de 1971 que o gás natural passou a ser utilizado como matéria-prima para a produção de amônia e ureia. A partir desse ano, a demanda por fertilizantes teve considerável crescimento, apesar de limitada pela necessidade de importações adicionais a custos crescentes (Dias; Fernandes, 2006).

Em decorrência dessa situação, e considerando a política agroexportadora do país, diversas políticas nacionais foram criadas de forma a incentivar a produção interna de fertilizantes. Nos anos 1974 e 1995, o Governo Federal lançou os Planos Nacionais de Fertilizantes (PNFs) com intuito de ampliar a produção nacional e modernizar o setor de fertilizantes.

Os dois PNFs demandaram investimentos da ordem de US\$ 3,5 bilhões, permitindo que a produção nacional de fertilizantes aumentasse em mais de 40% no período entre 1987 e 2005 (SAE-PR, 2021). Por sua vez, contribuiu para a substituição das importações, geração de renda e emprego e desenvolvimento do agronegócio.

De 1992 a 1994, ocorreu a privatização da indústria brasileira de fertilizantes. Nesse período o setor passou por um período de estagnação que se estendeu até 2008 quando uma crise financeira abalou a economia mundial, interrompendo as discussões para desenvolvimento da produção nacional de fertilizantes (BENITES et al., 2010). No ano de 2010, o Governo Federal desenvolveu um novo Plano Nacional de Fertilizantes, que, no entanto, não chegou a ser executado (SAE-PR, 2021).

Anos depois, o cenário ainda se mantém negativo do ponto de vista da demanda necessária para atender o mercado interno. O Brasil consome cerca de 8% da produção global de fertilizantes, no entanto, em 2021 importou mais de 85% dos fertilizantes utilizados (CALIGARIS et al., 2022).

Diante desse cenário, em 2022 instituiu-se um novo Plano Nacional de Fertilizantes 2022-2050. O PNF 22-50 tem por diretrizes modernizar, reativar e ampliar as plantas e projetos

de fertilizantes no Brasil; atrair investimentos para a cadeia de fertilizantes e insumos para nutrição de plantas; tornar a produção nacional mais competitiva frente ao mercado mundial, melhorando o suprimento do mercado brasileiro; aumentar os investimentos em P&D e no desenvolvimento do setor; adequar a infraestrutura para integração de polos logísticos e viabilizar novos empreendimentos (SAE-PR, 2021).

## 4.2 ANÁLISE MERCADOLÓGICA

### 4.2.1 A indústria química e o setor de fertilizantes

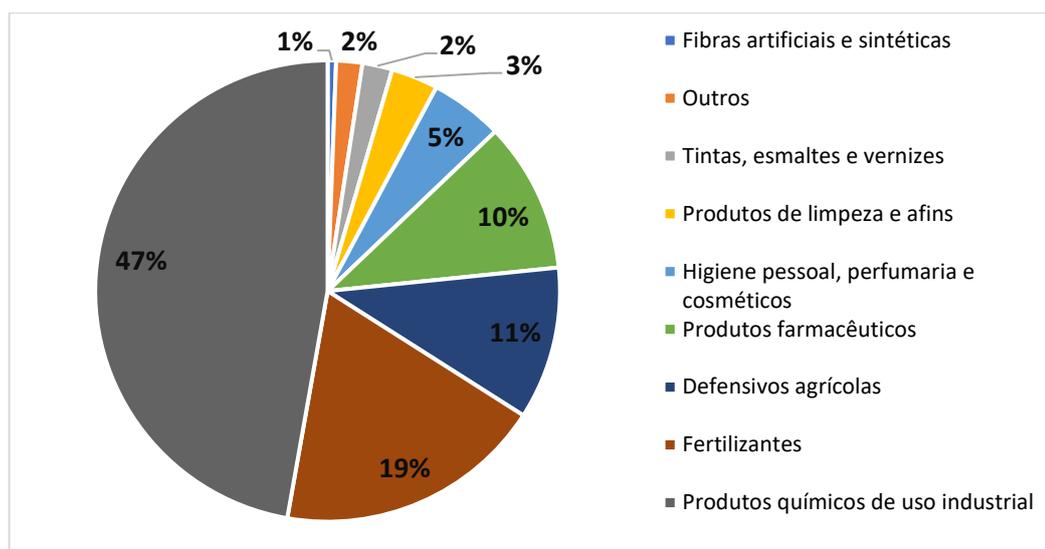
A produção da Indústria Química Brasileira vem perdendo sistematicamente a capacidade de atender à demanda interna. Segundo dados da ABIQUIM, em 2022, o Brasil importou 57,4 milhões de toneladas de produtos químicos, correspondendo a marca de US\$ 80,3 bilhões. Este valor monetário é inédito desde o início do acompanhamento da balança comercial setorial em 1989. O déficit na balança comercial de produtos químicos totalizou o recorde de US\$ 63 bilhões em 2022 – valor 36,4% superior ao total registrado em 2021. Parte expressiva desse déficit é de produtos derivados diretamente do gás natural, utilizado como matéria-prima.

A Indústria Química é composta por diversos segmentos que vão desde produtos químicos de uso industrial até produtos químicos de uso final, sendo o setor de fertilizantes incluído nesta última classificação. Uma outra classificação para os produtos químicos é a de Kline (1976), que os separa em commodities, pseudo-commodities, química fina e especialidade. As commodities são produtos de elevado grau de padronização, fabricados e comercializados em grandes quantidades e que por conta dessas características a concorrência do setor é influenciada prioritariamente pelos preços praticados. É nessa categoria que o segmento de fertilizantes está inserido. As pseudo-commodities se diferem das commodities por não serem vendidas a partir de especificações de sua composição química, mas, sim, por especificações de desempenho. Os produtos de química fina se assemelham às commodities por não serem diferenciados, mas são produzidos em pequena escala, geralmente vendidos para um pequeno número de clientes. Por fim, as especialidades são produtos diferenciados que estão associadas a um menor grau de padronização e são produzidas em menor escala se comparada às commodities (Wongtshowski, 2019).

Ao mesmo tempo em que temos uma indústria química que enfrenta déficits na balança comercial, temos a produção concentrada no segmento de commodities. Conforme a figura 6 acima, 47,2% da produção se concentra em produtos químicos de uso industrial e quase 18,7%

em fertilizantes, que são segmentos com margens menores e mais sensíveis à competição de preços, às variações de custos de matéria-prima, além de sofrerem com a concorrência das importações.

**Figura 6 – Distribuição do faturamento líquido da indústria química brasileira por segmento, em 2022**



Fonte: Elaboração própria com estimativas da ABIQUIM

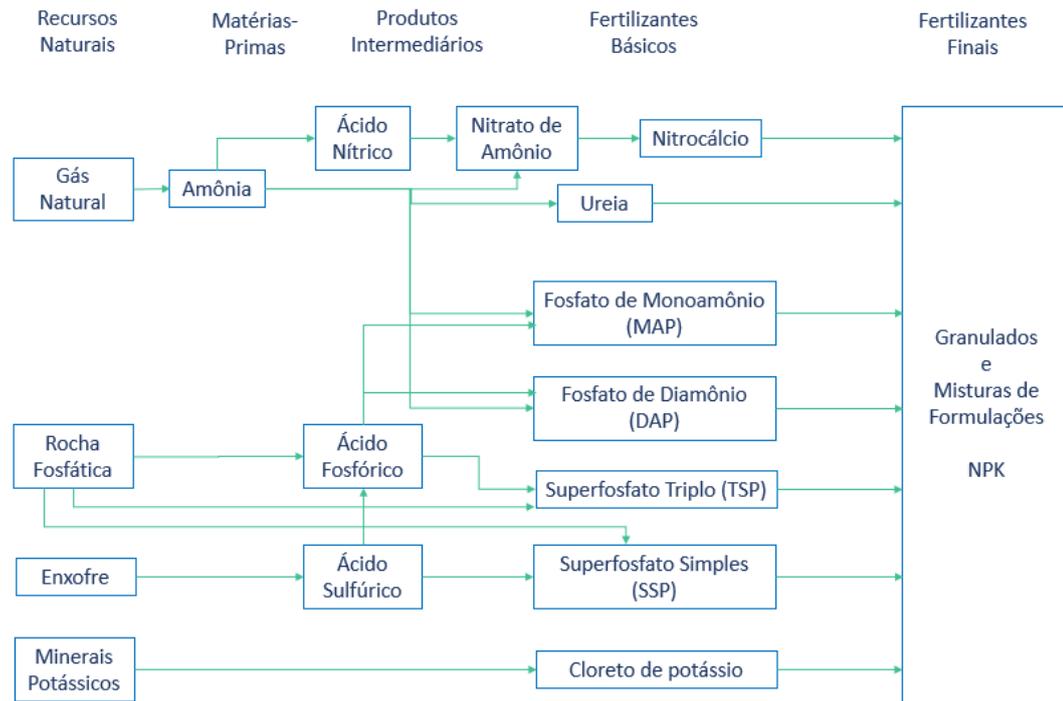
A demanda do setor de fertilizantes é crescente no país há várias décadas, no entanto, a produção nacional não acompanhou o mesmo ritmo de crescimento. Assim, esse setor apresenta déficits crescentes de forma análoga à indústria química.

#### 4.2.2 Cadeia produtiva de fertilizantes

Os fertilizantes são qualquer material, orgânico ou inorgânico, natural ou sintético, utilizados na agricultura para aumentar a quantidade de nutrientes do solo e, por consequência, garantir maior produtividade.

Os macronutrientes primários (NPK) são o grupo mais importante para a indústria química. Os demais elementos, apesar de também apresentarem valor biológico, são utilizados em pequena quantidade, não apresentando valorização comercial. Uma representação da cadeia produtiva dos fertilizantes minerais é inserida na figura 7.

**Figura 7 - Cadeia produtiva de fertilizantes**



Fonte: Elaboração própria baseado em Andrade, 1995

No início da cadeia ocorre a produção das matérias-primas básicas, etapa essa demarcada pelo alto investimento de capital e de baixo retorno, explicando a predominância de empresas estatais neste segmento. Na outra ponta da cadeia, na formulação e distribuição de fertilizantes, prevalece empresas de menor porte, que enfrentam os efeitos da sazonalidade típica deste setor, com a produção que ocorre ao longo do ano, no entanto, um consumo que se limita em alguns meses que ocorre o plantio (Andrade, 1995).

Para a produção de amônia, o gás natural passa por um processo de dessulfurização, para retirada de gases sulfurados que podem desativar os catalisadores dos processos. Em seguida, ocorrem as etapas de reforma catalítica, que geram o gás de síntese ( $\text{CO}$  e  $\text{H}_2$ ) (NIELSSON, 1987). Na conversão por shift, o monóxido de carbono obtido da etapa anterior reage com vapor d'água, gerando mais gás hidrogênio e dióxido de carbono. O  $\text{CO}_2$  é, então, retirado da corrente por processos de absorção química ou física (SOUZA, 2012).

A corrente segue para a etapa de metanação, em que ocorre a reação dos resíduos de monóxido e dióxido de carbono com gás hidrogênio gerando metano e vapor d'água. Este processo tem por objetivo garantir que tais resíduos não estejam presentes na corrente que alimenta o reator de síntese de amônia e, dessa forma, o reator não perca a atividade catalítica (NIELSSON, 1987).

Por fim, a corrente de gás nitrogênio e hidrogênio entra no reator de síntese de amônia e, a amônia é, então, produzida podendo ser transformada em várias outras fontes de fertilizantes nitrogenados (APPL, 2011)

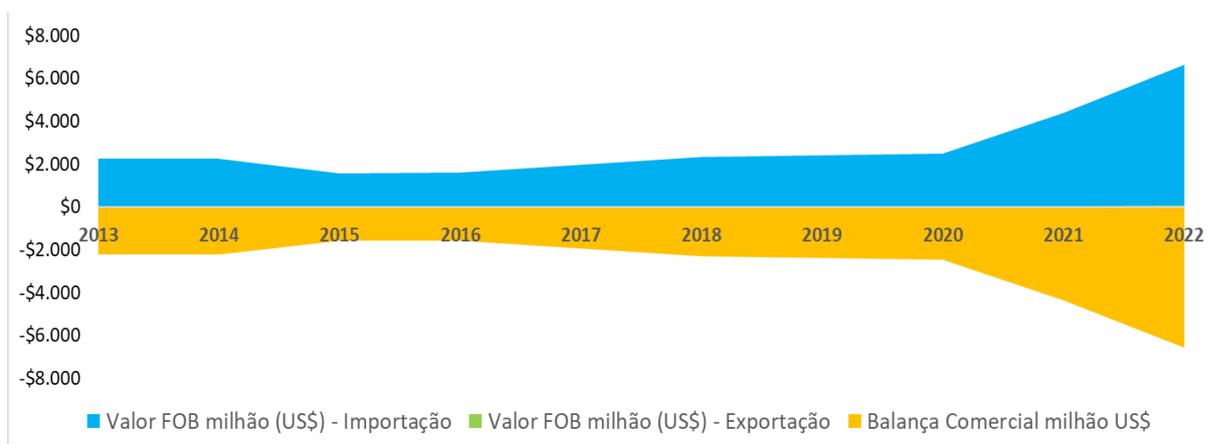
### 4.2.3 Balança comercial de fertilizantes nitrogenados

O Brasil é fortemente dependente de fertilizantes importados, com um consumo de aproximadamente 8% da produção global ocupa o 4º lugar dentre os consumidores mundiais, atrás apenas da China (24%), da Índia (14,6%) e dos Estados Unidos (10,3%). Os quatro países representam juntos quase 60% do consumo mundial, porém apenas o Brasil tem produção doméstica quase insignificante, colocando o país na delicada posição de maior importador de fertilizantes do mundo (Insper, 2022).

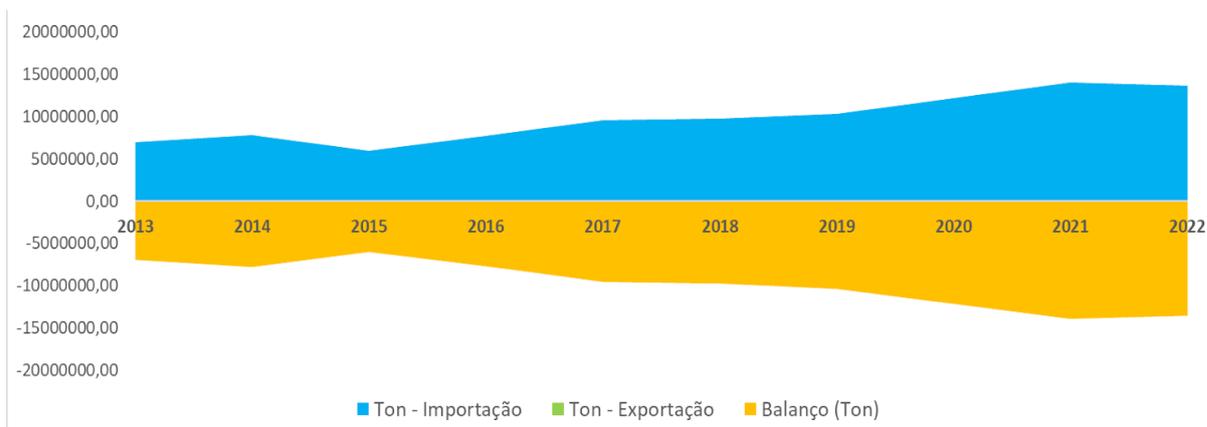
Dentre os segmentos de fertilizantes, os nitrogenados são os que apresentam maior potencial de redução da dependência por importações. Com a descoberta do gás do pré-sal e a quantidade imensa de gás disponível que está sendo injetado na boca de poços, não faz sentido que o país não seja capaz de produzir fertilizantes nitrogenados para atender a demanda interna. O caminho para se aproximar da autossuficiência pelo menos para este segmento precisa ser traçado e este será o enfoque do capítulo.

Utilizando-se de dados do Ministério da Economia, Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC), estabeleceu-se a Balança Comercial Brasileira de Fertilizantes Nitrogenados que pode ser vista na Figura 8, em milhões de dólares, e na Figura 9, em milhões de toneladas.

**Figura 8 - Balança comercial de fertilizantes nitrogenados em milhão de dólares (2013 – 2022)**



Fonte: Elaboração própria com dados do Comex Stat (2023)

**Figura 9 - Balança comercial de fertilizantes nitrogenados em tonelada (2013 – 2022)**

Fonte: Elaboração própria com dados do Comex Stat (2023)

Como observado, para o segmento específico de fertilizantes nitrogenados, o déficit comercial cresceu abruptamente nos últimos dois anos. Em 2022, o saldo deficitário totalizou US\$ 6,55 bilhões de dólares. Esse déficit é ditado praticamente apenas pela importação, já que a exportação é de duas ordens de grandeza menor que a importação, se apresentando quase imperceptível no gráfico.

Esse aumento expressivo a partir de 2021 também esteve atrelado ao aumento no custo do fertilizante importado. Analisando dados do Comex Stat do valor FOB em dólar por quilograma de fertilizantes nitrogenados importados, nota-se que em 2021 esse valor sofreu um aumento de 55% em relação a 2020, conforme tabela 1.

**Tabela 1 - Valor FOB de importação de fertilizantes nitrogenados**

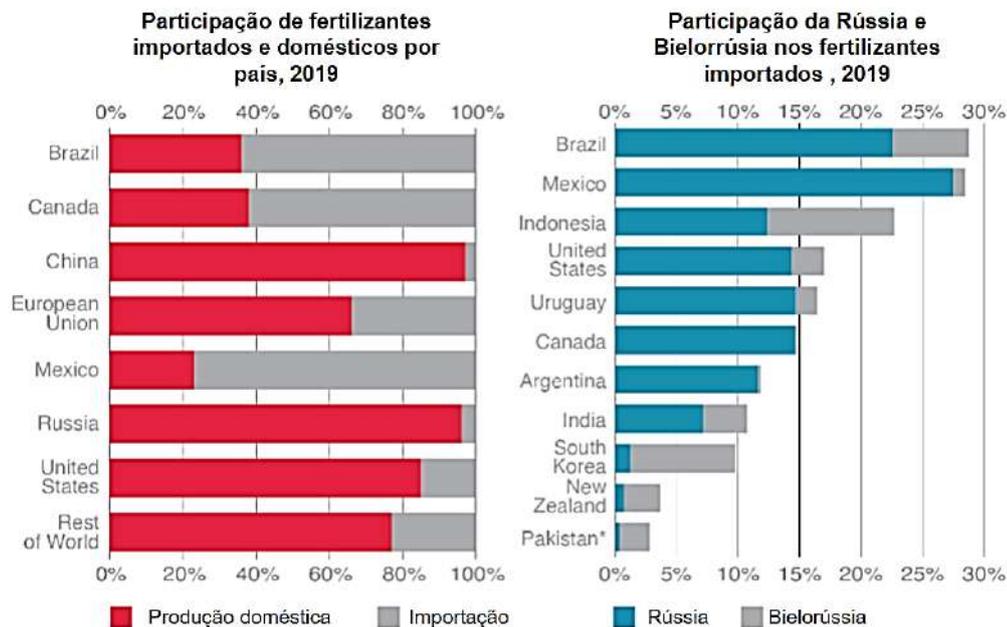
Ano	Importação US\$/Kg
2013	\$0,32
2014	\$0,29
2015	\$0,26
2016	\$0,20
2017	\$0,21
2018	\$0,24
2019	\$0,23
2020	\$0,20
2021	\$0,31
2022	\$0,48

Fonte: Elaboração própria com dados do Comex Stat

Em 2021, como consequência da crise energética vivenciada na Europa e na China, já era esperado esse aumento significativo nos preços dos fertilizantes. Essa crise foi ocasionada pelo aumento do preço do gás natural, insumo necessário para a produção de fertilizantes nitrogenados (CNN, 2021). No entanto, com a eclosão da guerra da Rússia e Ucrânia a situação se mostrou ainda mais complexa, não apenas com impacto nos preços, mas também com o risco de fornecimento.

A Rússia é o 2º produtor mundial de potássio, com cerca de 20% da produção global; o 2º produtor de fertilizantes nitrogenados (com 10% de participação) e o 4º de fertilizantes fosfatados (7%). Representa quase 13% do comércio global dos principais intermediários (amônia, rocha fosfática, enxofre) e quase 16% dos acabados (Insper, 2022). De acordo com dados de 2019 da *Food and Agriculture Statistics* (FAOSTAT), que seguem na figura 10, o Brasil tem mais de 25% de suas importações da Rússia e da Bielorrússia, demonstrando uma dependência considerável e preocupante tanto para a segurança energética brasileira, quanto para a garantia de suprimento para a produção de fertilizantes.

**Figura 10 - Dependência por fertilizantes importados, em 2019**



Fonte: FAOSTAT, 2019

#### 4.3 O AGRONEGÓCIO E O SETOR DE FERTILIZANTES

O agronegócio é um importante segmento da economia brasileira, responsável pela posição do país entre as principais potências agrícolas mundiais. Em 2022, o agronegócio teve

peso de 24,80% no PIB do país, segundo estimativas do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea) da Esalq/USP em parceria com a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA). No entanto, apesar da participação expressiva no PIB, o resultado poderia ser ainda maior, já que em 2021 a marca registrada foi de 26,6%.

Enquanto o PIB do ramo pecuário avançou 2,11%, o do setor agrícola recuou expressivos 6,39% em 2022. Segundo pesquisadores do Cepea, esse resultado negativo do PIB do ramo agrícola foi decorrente do alto custo com insumos, como fertilizantes, defensivos, combustíveis, sementes e outros (CEPEA, 2023).

O Brasil é o quarto maior produtor mundial de grãos (arroz, cevada, soja, milho e trigo), com uma produção de 250 milhões de toneladas em 2021 (8,2% da produção total mundial), e o segundo maior exportador de grãos do mundo. Em 2021, o país exportou cerca de 130 milhões de toneladas de grãos, representando 19,3% do total mundial comercializado (Embrapa, 2022). A Tabela 2 a seguir mostra a posição ocupada pelo Brasil no ranking mundial de produção e exportação de algumas commodities em 2020.

**Tabela 2 - Posição do Brasil no ranking mundial de produção e exportação em 2020**

<b>Principais Produtos</b>	<b>Produção</b>	<b>Exportação</b>	<b>Representação mundial nas exportações (2020)</b>
Soja	1º	1º	49,9%
Açúcar	1º	1º	30,3%
Café	1º	1º	25,5%
Milho	3º	2º	19,8%
Algodão	4º	2º	12,4%

Fonte: Adaptado, Aragão e Contini (2020).

A demanda por commodities agrícolas aumenta significativamente em todo o mundo em decorrência, principalmente, do crescimento populacional, da elevação de renda em mercados emergentes e do uso de produtos agrícolas para a produção de combustíveis renováveis.

De acordo com Tereza Cristina, ex-ministra da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, até 2050, a produção nacional de alimentos terá que crescer na ordem de 40% para atender a demanda global, considerando um aumento previsto de mais 2 bilhões de pessoas no mundo (*GlobalFert*, 2021). Além disso, o desenvolvimento de tecnologias para produção de biocombustíveis também eleva a demanda por produtos agrícolas como o milho, sobretudo nos

Estados Unidos, e a cana-de-açúcar, no Brasil. A produção de etanol de primeira geração e de segunda geração tem potencial de impulsionar o Brasil com destaque em nível global, direcionando para a substituição dos derivados de petróleo.

De certo, fertilizantes possuem um papel relevante em alavancar o Brasil como potência agrícola, progredindo em direção à Meta 2.1 do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) de garantir o acesso a alimentos seguros, nutritivos e suficientes para todas as pessoas durante todo o ano; Meta 2.2 do ODS, de erradicar todas as formas de má nutrição e garantir segurança alimentar de crianças e da população em geral; Meta 7.2 de aumentar, até 2030, a participação de energias renováveis na matriz energética global.

Porém, para atingir esses objetivos e atender ao aumento da atividade agrícola, a disponibilidade de fertilizantes é fator determinante, tem impacto nos custos de produção e sua oferta insuficiente pode restringir a produtividade e o crescimento da produção nos próximos anos. O risco nos custos de produção, advindos dos preços dos insumos, é um dos aspectos mais importantes para o Brasil, dado que os fertilizantes representavam, em 2021, entre 30% e 45% dos custos operacionais nas principais culturas brasileiras (CNA, 2023). Apesar de serem determinantes para a produtividade agrícola, o Brasil carece de insumos para a produção de adubos de forma que cerca de 85% do fertilizante empregado na produção, em 2021, foi importado (CAFFAGNI, 2022). Em resumo, o cenário brasileiro é de uma agricultura altamente competitiva, no entanto, o país está vulnerável no início da cadeia pela enorme dependência por fertilizantes importados.

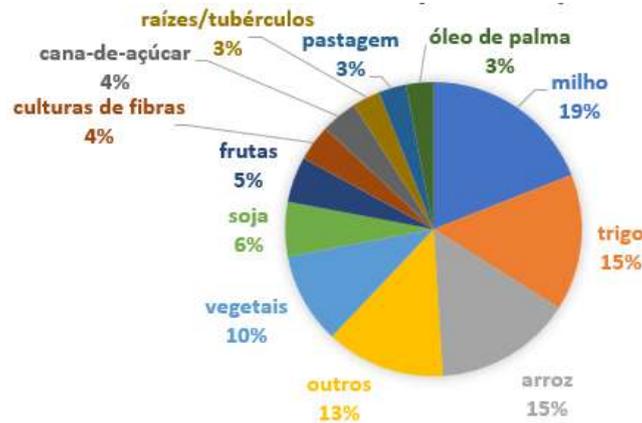
#### **4.3.1 Consumo de fertilizantes por cultura**

Existem diversos tipos de fertilizantes minerais e a aplicação varia de acordo com as características e necessidades de cada cultura e cada tipo de solo. O nitrogênio é um componente essencial dos aminoácidos para a construção de proteínas, ácidos nucleicos e clorofila. O fósforo é vital para o armazenamento e transferência de energia e integridade da membrana em plantas. O potássio tem funções importantes na ativação enzimática, transpiração e no transporte de assimilados (o produto da fotossíntese).

Segundo a figura 11, elaborada com dados da *International Fertilizer Association* (IFA), as produções de milho, trigo e arroz foram os setores agrícolas que apresentaram os maiores consumos de fertilizantes mundialmente, no ano de 2018. Porém, conforme figura 12, do ponto de vista nacional as maiores demandas são provenientes dos cultivos de soja, milho e cana-de-açúcar. Em 2022, estima-se que a demanda para a soja poderá ultrapassar 17 milhões de

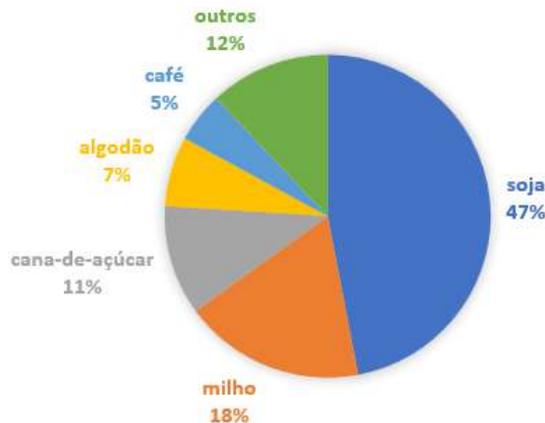
toneladas, já para o milho espera-se que a demanda chegue a quase 7 milhões (Outlook *Global Fert*, 2022).

**Figura 11 - Consumo mundial de fertilizantes por cultura, em 2018**



Fonte: Elaboração própria com dados IFA 2022.

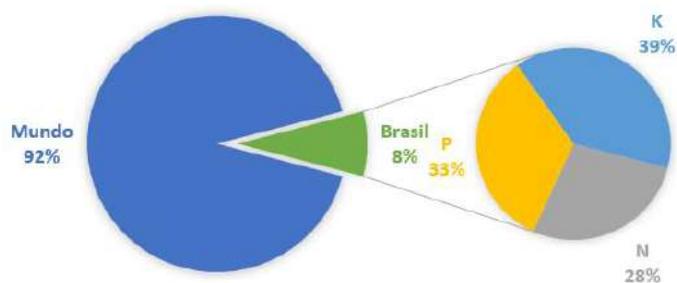
**Figura 12 - Consumo nacional de fertilizantes por cultura, em 2018**



Fonte: Elaboração própria com dados Outlook Global Fert 2022.

O macronutriente mais consumido no mundo é o nitrogênio, correspondente a 54% da demanda, seguido pelos fertilizantes fosfatados e potássicos, com 25% e 21% respectivamente. No entanto, no Brasil, há uma inversão nesta ordem por conta da principal cultura consumidora, a soja, a qual utiliza pouco nitrogênio e grande quantidade de potássio para a sua produção (BNDES, 2010). Desta forma, conforme mostra a figura 13, os fertilizantes mais consumidos no país são os potássicos, seguidos pelo fosfatados e nitrogenados, com 39%, 33% e 28%, respectivamente.

**Figura 13 - Tipos de fertilizantes consumidos no Brasil**



Fonte: Elaboração própria com dados IFA 2022.

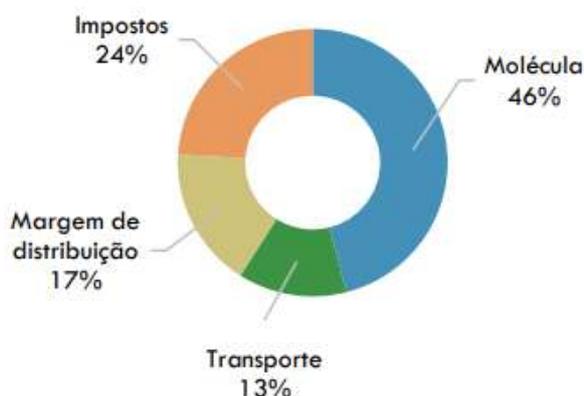
A demanda de nitrogênio no Brasil é oriunda principalmente dos cultivos de milho e cana-de-açúcar que apresentam altas taxas de aplicação por hectare deste nutriente, se comparado com a soja, por exemplo. Enquanto esta última utiliza apenas 16 kg/ha, os dois primeiros possuem taxa de 68 kg/ha e 76 kg/ha, respectivamente. Portanto, as culturas de milho e cana-de-açúcar consomem aproximadamente 47% de todo o nutriente empregado no cenário nacional, o equivalente a 2.062,8 kt (quiloton métrico – 1000 toneladas) (IFA, 2022).

#### 4.4 MOTIVOS PARA A AUSÊNCIA DE INVESTIMENTOS EM PLANTAS DE FERTILIZANTES NITROGENADOS

##### 4.4.1 Formação dos preços de gás natural

No Brasil, o preço do gás natural é composto pelo preço da molécula em si, tarifa de transporte, a margem de distribuição e os tributos, conforme figura 14.

**Figura 14 - Composição do preço do gás natural ao consumidor final (2018)**



Fonte: FGV (2019)

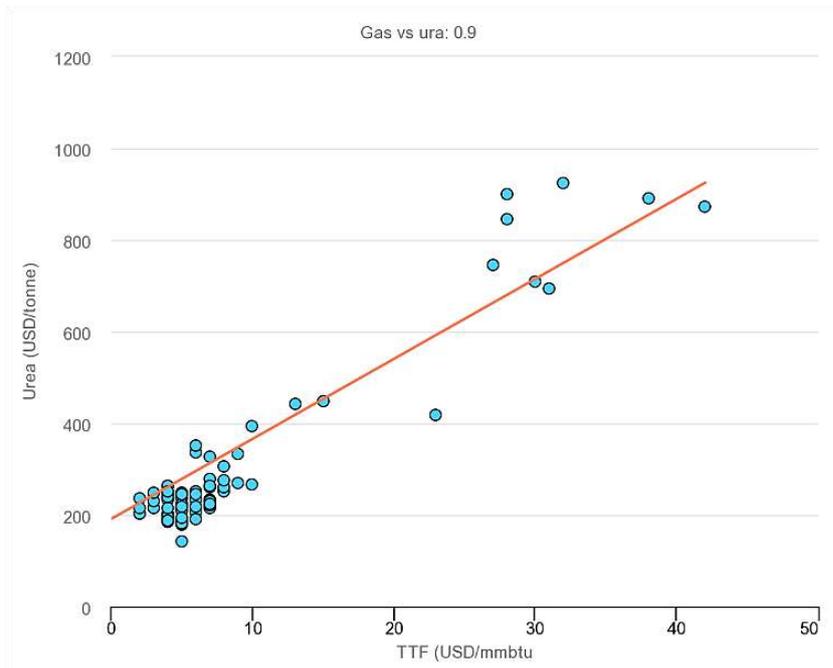
Ou seja, a composição de preços seria em média uma parcela de 17% que remunera a distribuidora (margem), 46% com custos de aquisição do gás (maior parcela da tarifa), 13% transporte e 24% impostos, que incluem PIS/COFINS (9,35%) e ICMS (12%-25%) (EPE, 2018).

Em dezembro de 2019, o preço transmitido pelo produtor brasileiro foi de US\$ 8,2278/MMBtu (molécula e transporte, sem impostos), chegando ao consumidor industrial final a US\$ 15,70/MMBtu, em média. De fato, os custos logísticos, de distribuição e de impostos praticados em alguns nos Estados da Federação faz com que o preço praticamente dobre ao longo da cadeia (MME, 2019).

#### **4.4.2 Volatilidade entre os preços de Gás Natural e Fertilizantes Nitrogenados**

O custo de produção de fertilizantes está ligado aos preços de energia, especialmente no caso dos fertilizantes nitrogenados. A amônia pode ser utilizada diretamente como fertilizante ou como matéria-prima de partida para outros fertilizantes nitrogenados minerais. Em todo o mundo, a amônia é produzida quase exclusivamente a partir do gás natural, consumindo cerca de 170 bilhões de metros cúbicos (4% do consumo global de gás). A exceção é a China, onde a produção de amônia é baseada principalmente no carvão. O gás natural geralmente responde por 70% a 80% dos custos operacionais de produção de amônia e ureia, resultando em estreita correlação de preços (IEA, 2022). A correlação de Pearson entre esses preços é obtida na figura 15, tomando como exemplo a ureia, principal fertilizante nitrogenado utilizado no mundo. O fator varia de 0 a 1, quanto mais próximo de 1 mais forte a relação entre as variáveis quantitativas. Ou seja, o fator obtido de 0,9, mostra que o aumento do preço de gás natural impacta positivamente no preço da ureia.

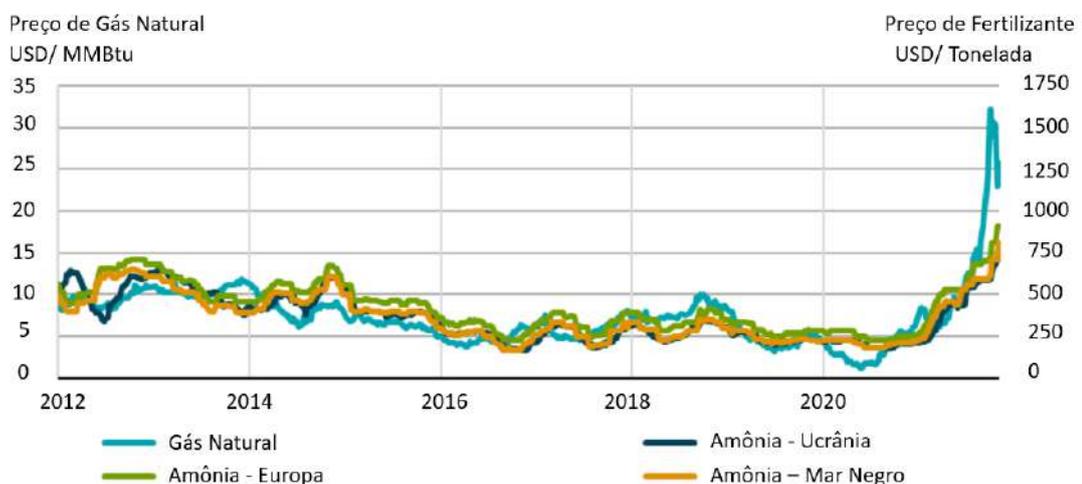
**Figura 15 - Correlação entre preço do gás natural e a ureia**



Fonte: IEA, 2022

A figura 16 também confirma essa correlação de preço entre nitrogenados e gás natural, agora utilizando a amônia como exemplo. Na Europa, o aumento dos preços do gás natural para patamares superiores a US\$ 30/MMBtu em outubro de 2021 elevou os preços da amônia em muitos dos maiores mercados de exportação, como o Mar Negro e Ucrânia. Os preços da amônia na Europa sofreram aumento de cerca de 270% em 2021, em relação ao mesmo período de 2020 (IEF, 2021).

**Figura 16 - Correlação entre preço do gás natural e amônia de 2012 a 2021**



Fonte: IEF, 2021

A falta de competitividade da indústria nacional de fertilizantes se deve a uma série de fatores. No caso de fertilizantes nitrogenados dois fatores principais podem ser identificados: a vantagem tributária dos produtos importados sobre os nacionais; e o elevado custo do gás natural para a indústria que, como reportado anteriormente, representa 80% do custo dos fertilizantes nitrogenados. A situação ficou ainda mais problemática para os produtores brasileiros com o crescimento da produção do *shale gas* americano, um gás natural não-convencional encontrado dentro de rochas sólidas de xisto, que se tornou um dos mais baratos do mundo.

O conflito na Rússia e Ucrânia em 2022 acendeu o alerta de que a falta de competitividade da indústria nacional e a alta dependência por importação é um grave problema para o país. Por exemplo, de acordo com a figura 17, o preço da tonelada de ureia que chega ao porto de Paranaguá sofreu alta de 67,5% como decorrência do conflito, revelando o forte impacto nesse mercado (CNA, 2022).

**Figura 17 – Variação acumulada dos preços internos – Porto Paranaguá**



Fonte: Adaptado CNA, 2022

Pensando em impulsionar o setor e torná-lo mais competitivo, o governo federal lançou, em março de 2022, o Plano Nacional de Fertilizantes, que prevê ações como a redução de impostos e linhas de financiamento para atrair novos investimentos em pesquisa, produção e processamento da matéria-prima.

De acordo com Bernardo Silva, diretor executivo do Sindicato Nacional da Indústria de Matérias-Primas de Fertilizantes (SINPRIFERT), para atingir a meta de reduzir a dependência de importação de 85% para 45% em 2050 serão necessários investimentos da ordem de R\$ 126 bilhões. A atração de investimentos para a indústria, além de alavancar o setor, beneficia a sociedade em geral, seja com geração de emprego e renda, geração de impostos para o governo

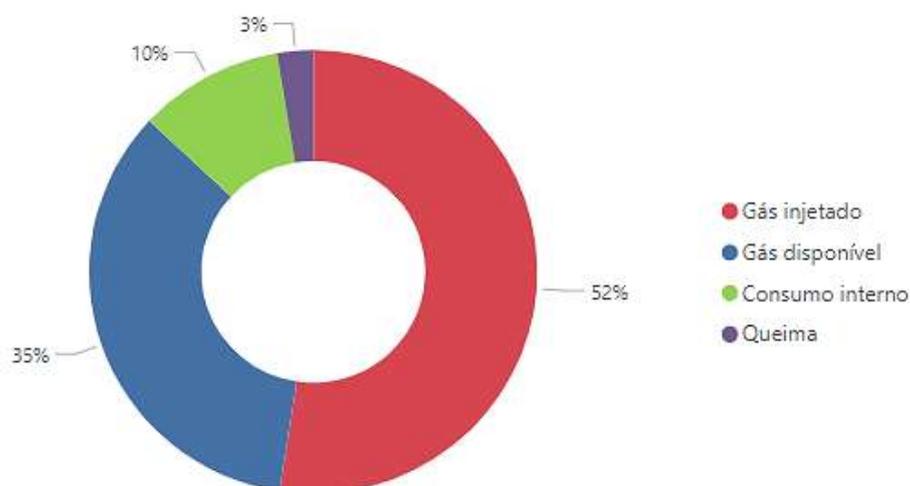
ou até por serem investimentos em um dos setores mais importantes para uma nação, um setor que está diretamente ligado a cadeia de produção de alimentos.

#### 4.4.3 Aproveitamento do gás natural do pré-sal é a solução?

As flutuações nos preços do gás natural e seu impacto nos preços dos fertilizantes deixam claro que a alta dependência de fertilizantes nitrogenados não é sustentável. É preciso reduzir essa dependência e caminhar em sentido à autossuficiência. Para isso, serão necessários investimentos altos principalmente da indústria de fertilizantes governamental. No entanto, essa indústria é capital intensivo e como tal, a possibilidade de contar com fornecimento limitado de insumos que paralisariam as plantas não é atrativa. Na ponta da cadeia, os produtores agrícolas, além do preço, dependem de uma garantia de suprimento do fertilizante demandado, caso contrário, se direcionam ao mercado internacional.

Assim, a decisão de investir em plantas de fertilizantes não depende só do custo com insumos, especialmente gás natural, mas também da garantia de fornecimento. Segundo a diretora de Economia e Estatística da ABIQUIM, utilizar o gás do pré-sal para produzir amônia e ureia tornaria possível diminuir a dependência de 80% para 30%. No entanto, uma barreira para o uso desse novo gás é o alto índice de reinjeção, que para o gás do pré-sal se mostra ainda mais expressivo. Dados recentes sobre o percentual de gás natural destinado à reinjeção seguem na figura 18.

**Figura 18 - Movimentação de gás natural por destinação (Mm<sup>3</sup>/d)**



Fonte: ANP, março 2023

De acordo com dados da ANP de março de 2022, mais da metade do gás natural produzido nacionalmente é reinjetado nos reservatórios para aumento da recuperação e/ou produção de petróleo, representando um potencial inexplorado do gás que seria capaz de reduzir a demanda nacional. O mesmo ocorre com o gás do pré-sal, boa parte acaba sendo reinjetada para aumentar a produção do óleo que é o principal produto para garantia de viabilidade econômica ao campo offshore. Ainda, outro obstáculo é a falta de infraestrutura para escoar esse gás do pré-sal para o interior do Brasil (EPE, 2018).

Os investimentos necessários são altos, associado a isso uma incerteza na demanda seja por um cenário do gás sendo substituído por outras fontes de energia, ou até mesmo com a importação do *shale gas* americano, que apresenta um custo muito competitivo. É nesse cenário que os programas governamentais entram para promover a concorrência, melhorar o arcabouço regulatório e consequentemente atrair de investimentos.

No entanto, tratando-se de gás do pré-sal também é necessário discutir a qualidade do gás natural produzido. Isso porque essa nova fonte de gás possui composições diferentes das obtidas no gás do pós-sal e no gás natural comumente importado, principalmente no que se refere aos teores de metano e etano. Ainda, geralmente esse gás apresenta maiores teores de CO<sub>2</sub>, podendo ser altamente corrosivo para dutos e tubulações.

Surge então um problema regulatório, uma vez que os teores de hidrocarbonetos deste gás natural do pré-sal não se enquadram na Resolução ANP nº 16 de 2008 atualmente vigente. Uma revisão da resolução está em debate na ANP, atentando-se para esse aumento da oferta interna de gás natural de novas fontes; melhoria de aproveitamento do gás natural (reduzindo a reinjeção, por exemplo); impactos nos segmentos consumidores, uma vez que por ter características diferenciadas tem impacto em segmentos que o utilizam como matéria-prima; impactos ambientais; etc.

Em seu Relatório Preliminar de Análise de Impacto Regulatório (AIR), a ANP avalia três possibilidades: manter a especificação para os limites de hidrocarbonetos (metano, etano, propano, butano, etc.); manter a especificação, mas permitir alteração dos limites para casos específicos; ou ainda, deixar de fixar esses limites.

Para a ABIQUIM, no que se refere ao uso não energético do gás natural a qualidade é fundamental. Para o uso como matéria-prima o gás precisa ter o menor número possível de componentes pesados, o que torna problemática a terceira proposta do relatório de não limitar esses teores, já que o gás do pré-sal tem um teor de etano maior do que o gás até então recebido. Entende que se a resolução permitir que esse novo gás do pré-sal não seja tratado na origem, todo o custo de tratamento estaria sendo transferido para o mercado.

O Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás (IBP) se posicionou a favor da flexibilização dos parâmetros, entendendo que a consequência seria uma diminuição nos custos de produção do gás natural e um aumento do volume de gás disponibilizado ao mercado interno. Além de investimentos em infraestrutura de escoamento e transporte, que até então não ocorreram, bem como uma possível redução no preço do gás natural ao consumidor.

Para Fátima Giovanna, diretora de Economia e Estatística da ABIQUIM, a demanda por gás natural para o setor de fertilizantes nitrogenados poderia ser triplicada, desde que exista oferta competitiva e segura para atender ao consumo que é firme e de longo prazo (Diálogos BNDES, 2021). Assim, tornaria viável os investimentos no setor de fertilizantes, que são altos e de longo prazo para retorno.

## **5 ESTUDO DE CASO SOBRE O CENÁRIO DA INDÚSTRIA DE FERTILIZANTES NITROGENADOS**

### **5.1 CENÁRIO ATUAL**

Em 2019, o país contava com quatro fábricas de fertilizantes nitrogenados em operação, três da Petrobras e uma da Yara Fertilizantes. No entanto, o cenário mudou com a perda de competitividade da indústria nacional de fertilizantes e uma escolha estratégica da Petrobras de se retirar do setor para se concentrar em uma área mais lucrativa: petróleo e gás. Tal posicionamento levou a companhia a paralisar a operação de suas três fábricas de fertilizantes nitrogenados (FAFENs). Em 2017, a estatal havia declarado que as FAFENs da Bahia e Sergipe estavam resultando em prejuízo de 200 e 600 milhões, respectivamente. Na época, a Petrobras já citava o preço do gás natural como fator determinante para a decisão estratégica de desinvestimento no setor. Em janeiro de 2019, a estatal resolveu colocar ambas as unidades em hibernação, interrompendo progressivamente as unidades (PETROBRAS, 2018).

Entretanto, em agosto de 2020, a Proquigel, empresa pertencente ao Grupo Unigel, firmou acordo para arrendar, por 10 anos, as FAFENs dos estados da Bahia e Sergipe. Com isso, o Grupo Unigel se consolidou como um dos principais consumidores de gás natural do país, já que as duas unidades têm juntas consumo de gás natural da ordem de 2,8 milhões de m<sup>3</sup>/dia (BNDES, 2021).

#### **5.1.1 Plantas de fertilizantes nitrogenados no Brasil**

##### Plantas que já tiveram obras concluídas:

- Unigel-BA (Camaçari, Bahia)

A antiga FAFEN-BA iniciou sua operação em 1971, produzindo fertilizantes nitrogenados a partir dos campos petrolíferos da Bahia e do Sergipe e utilizando a estrutura industrial do Polo de Camaçari.

A planta possui capacidade de produção de até 475 mil toneladas por ano de ureia, 475 mil toneladas por ano de amônia e 220 mil toneladas por ano de ARLA, substância utilizada em motores a diesel para reduzir a emissão de poluentes (FORBES, 2021).

- Unigel-SE (Laranjeiras, Sergipe)

A antiga FAFEN-SE iniciou sua operação em 1982, levando desenvolvimento ao Sergipe com a construção da adutora do Rio São Francisco, expansão da rede elétrica na região,

restauração da ferrovia ligando Sergipe à Bahia e a instalação do terminal marítimo Ignácio Barbosa (PETROBRAS, 2020).

Após sua venda para a Unigel, a unidade foi reinaugurada em maio de 2021, garantindo uma capacidade de produção anual de 650 mil toneladas de ureia, 450 mil toneladas de amônia e 320 mil toneladas de sulfato de amônio (UNIGEL,2021). No entanto, a unidade de sulfato de amônio foi hibernada em julho de 2017. Um protocolo demonstrando a intenção de reativação da planta foi assinado em abril de 2022, entre o Grupo Unigel e o Governo de Sergipe. Para a retomada dessa unidade o investimento necessário seria em torno de R\$ 30 milhões (SEDETEC, 2022).

Atualmente, a planta de Sergipe está parada para uma manutenção que, segundo o diretor Executivo de Compras da Unigel, deve ocorrer de forma propositalmente lenta para economizar recursos da companhia. “Mas ela estará pronta para partir a qualquer momento, na hora que tiver o gás competitivo, voltamos com a operação da planta”, afirmou Luiz Antônio Nitschke no Seminário de Gás Natural organizado pelo IBP em maio de 2023, no Rio de Janeiro.

- Araucária Nitrogenados (ANSA) - (Araucária, Paraná)

A Fábrica de Fertilizantes Nitrogenados do Paraná foi inaugurada em 1982, privatizada em 1993 e recomprada pela Petrobras em 2012 (ANSA, 2014). A unidade possui capacidade de produção de 410.000 ton/ano de amônia e de 630.000 ton/ano de ureia (ANSA, 2019).

Em 2020, a Petrobras hibernou a FAFEN-PR, que produzia amônia e ureia a partir de resíduo asfáltico e era produtora do ARLA-32.

No final de 2022, a estatal iniciou as negociações com a norueguesa Yara para a venda da unidade por cerca de US\$ 50 milhões (R\$ 263,6 milhões), no entanto, a empresa estrangeira desistiu da compra (Valor Econômico, 2022).

- Yara (Piaçaguera, São Paulo)

O complexo industrial Piaçaguera/Cubatão teve início nos anos 50. A unidade surgiu com objetivo de utilizar o gás, até então sem aproveitamento, da Refinaria Presidente Arthur Bernardes. A proximidade ao Porto de Santos também foi essencial para a escolha da localização da unidade industrial, denominada na época FAFER, tendo como proprietária a Vale Fertilizantes.

O complexo de nitrogênio e fosfato, que até 2017 era de propriedade da Vale Fertilizantes, conta com uma capacidade de produção anual de aproximadamente 211 mil toneladas de amônia, 600 mil toneladas de nitratos (divididos entre o segmento de fertilizantes e industrial) e 980 mil toneladas de fertilizantes fosfatados. (Yara, 2017). No que diz respeito

ao consumo de gás natural, de acordo com a Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Gás Canalizado (ABEGÁS), a fábrica consome em média 700 mil m<sup>3</sup> de gás natural ao dia.

No final de 2017, a Vale saiu do negócio de fertilizantes vendendo a subsidiária Vale Fertilizantes para a *Yara International ASA* por US\$ 255 milhões (VALE, 2018).

- Unigel (Candeias, Bahia)

A planta inaugurada em 2011 recebeu investimentos da ordem de R\$ 45 milhões. Em seu Relatório Anual de 2022, a Unigel informa ao mercado que a unidade de Candeias possui, no que se refere aos nitrogenados, capacidade de produção 350.000 ton/ano de sulfato de amônio farelado e 100.000 ton/ano de sulfato de amônio granulado. Além destes produtos, a unidade também produz metacrilatos, cianeto de sódio, resinas, chapas acrílicas, etc.

Plantas com obras paralisadas:

- UFN III (Três Lagoas, Mato Grosso do Sul)

A unidade de fertilizantes nitrogenados (UFN) de Três Lagoas começou a ser construída em setembro de 2011, mas as obras foram interrompidas em dezembro de 2014 quando a Petrobras rompeu o contrato com o consórcio responsável pela construção, com 81% das obras concluídas e mais de R\$ 3 bilhões de reais gastos. A capacidade projetada para a unidade é de 803 mil t/ano (2.200 t/dia) de amônia e 1.314 mil t/ano (3.600 t/dia) de ureia a partir de 2,24 milhões de m<sup>3</sup>/dia de gás natural. No entanto, a maior parte da amônia produzida é utilizada na fabricação de ureia, apenas 81 mil toneladas por ano são destinadas ao mercado (EPE, 2019).

Como parte do plano estratégico da Petrobras de desinvestimento no setor, a unidade foi colocada à venda em 2017. Na ocasião, a empresa russa Acron manifestou interesse na compra da fábrica, mas desistiu por conta da dificuldade de fornecimento do gás natural que viria da Bolívia. No início de 2022, o grupo reavaliou e finalizou a compra da unidade. No entanto, segundo a estatal, a venda foi fracassada por conta de uma tentativa da Acron de alteração do plano de negócio, impossibilitando algumas aprovações governamentais necessárias.

- UFN IV (Linhares, Espírito Santo)

A escolha pela região de Linhares teria sido motivada pela proximidade com campos produtores de gás natural, como a unidade de tratamento de Gás de Cacimbas (UTGC) e a unidade de tratamento de Gás Sul Capixaba (UTGSul) e, pela logística para a distribuição dos produtos. Se trata de uma região próxima a portos e linhas férreas que ligam o ES ao Centro-Oeste, consumidor expressivo de fertilizantes.

Com investimentos da ordem de US\$ 4,3 bilhões, o polo de Linhares responderia por uma capacidade produtiva de mais de 1 milhão de t/ano de nitrogenados, como amônia e ureia (EPBR, 2018).

Segundo dados da ANDA e BNDES de 2013, a capacidade prevista de produção da planta era de 736 mil t/ano de ureia, 430 mil t/ano (produção, sem excedente para venda) de amônia, além da produção de melamina (30 mil t/ano), metanol (790 mil t/ano e ácido acético (200 mil t/ano) e ácido fórmico (25 mil t/ano).

- UFN V (Uberaba, Minas Gerais)

O projeto UFN-V teve as obras iniciadas em janeiro de 2014, prevendo a produção de 519.000 t/ano de amônia (equivalente a 427.411 t/ano em nitrogênio contido) e 170.000 t/ano de CO<sub>2</sub>, com um investimento da ordem de 1,95 bilhões de reais (PETROBRAS, 2014) (BNDES, 2013).

Em julho de 2015 a Petrobras interrompeu as obras na unidade, optando por realizar a venda dos equipamentos de forma separada. A Prefeitura de Uberaba se posicionou na tentativa de garantir que a venda da unidade fosse realizada em sua integridade, facilitando que o futuro comprador colocasse a unidade em operação (GLOBALFERT, 2018)

Um grande obstáculo no projeto foi a falta do suprimento de gás natural à planta. Desde os anos 80 se discutia a instalação de um gasoduto para a região, mas o projeto nunca saiu do papel (O TEMPO, 2019).

Um resumo das plantas de fertilizantes existentes no Brasil segue na tabela 3. A capacidade instalada se refere à capacidade total de produção de todos os produtos. Assim, para a análise do potencial dessas plantas de atender o mercado de fertilizantes nitrogenados será utilizado nos tópicos subsequentes apenas dados específicos de capacidade de produção dos nitrogenados.

**Tabela 3: Plantas de fertilizantes nitrogenados no Brasil (2021)**

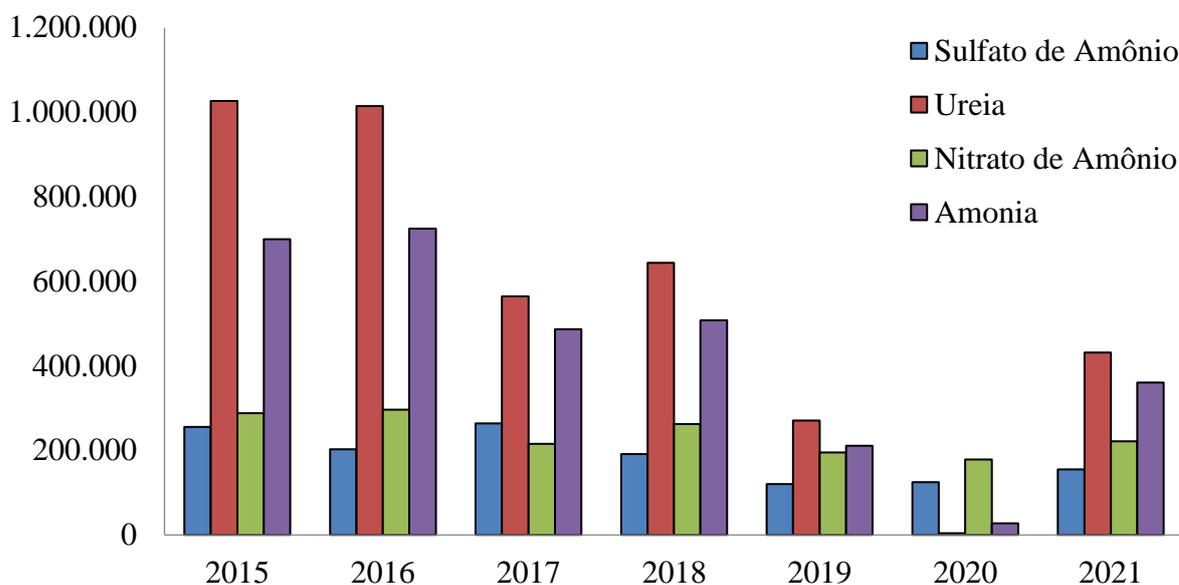
<b>Empresa</b>	<b>Local</b>	<b>Status</b>	<b>Capacidade instalada anual (mil toneladas)</b>	<b>Produtos nitrogenados</b>
Petrobras	Linhares – ES (UFN IV)	Inacabado	1.808	Ureia, metanol e outros
Petrobras	Três Lagoas-MS (UFN III)	Inacabado (85% da obra concluída)	1.399	Amônia (comercializada) e ureia
Petrobras	Araucária-PR (ANSA)	Hibernado	1.040	Amônia e ureia a partir de resíduo asfáltico
Petrobras	Uberaba-MG (UFN V)	Inacabado	519	Amônia
Unigel	Laranjeiras-SE	Operação*	1.420	Amônia, uréia e sulfato de amônio
Unigel	Camaçari-BA	Operação	950	Amônia e ureia
Yara	Piaçaguera/Cubatão-SP	Operação	627	Amônia, nitrato de amônio e sulfato de amônio
Unigel	Candeias-BA	Operação	350	Sulfato de amônio

\*Dados recentes de 2023 indicam que a planta está paralisada para manutenção, no entanto, para as análises os dados são anteriores à paralisação.

Fonte: Elaboração própria com dados da SINPRIFERT, EPE (2019) e ANDA (2021)

### **5.1.2 Produção nacional**

Considerando os fertilizantes nitrogenados intermediários e a matéria-prima amônia anidra, foi possível inserir na figura 19 a produção desses produtos quando utilizados somente para fins fertilizantes. Ou seja, considerando a produção que de fato veio das plantas industriais.

**Figura 19: Produção nacional de produtos intermediários para fertilizante**

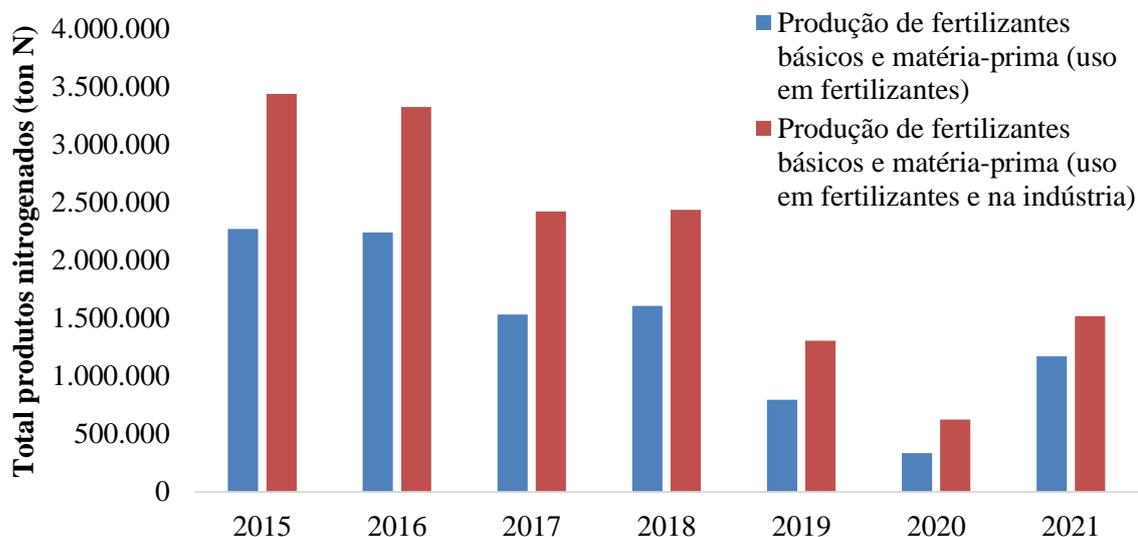
Fonte: Elaboração própria com dados ANDA.

Pela figura, nota-se que em 2020, a produção de fertilizantes nitrogenados foi a menor dentre todo o histórico. Esse resultado está fortemente relacionado com o processo de desinvestimento da Petrobras em suas plantas de fertilizantes, algumas hibernadas, outras paralisadas e iniciando o processo de venda.

A estatal encerrou as atividades na planta de Araucária (PR), produtora de amônia e ureia. Além disso, nesse período de 2020, as plantas de Laranjeiras (SE) e Camaçari (BA) estavam paralisadas, o que corrobora para o cenário de produção inexpressiva de ureia no período. As plantas possuem juntas uma capacidade de produção de 1.125.000 toneladas de ureia por ano e 925 mil toneladas de amônia. Após a venda das unidades para a Unigel, a produção foi restabelecida apenas entre abril e março de 2021.

Comparando com a produção de 2018, quando as três unidades de produção ainda estavam em operação, a produção de ureia caiu 99,4%, em 2020, com a paralisação das antigas FAFENs.

Os dados de produção da ANDA trazem outra informação relevante, a produção que já é deficitária não é destinada completamente para o uso em fertilizantes. Um comparativo entre a produção total nacional dos principais produtos nitrogenados (amônia, ureia, sulfato de amônio e nitrato de amônio) conforme sua finalidade é indicado na figura 20.

**Figura 20: Produção em termos de tonelada de nitrogênio, de 2015 a 2021.**

Fonte: Elaboração própria com dados do Anuário ANDA.

Os principais produtos que foram responsáveis por essa diferença entre os destinos da produção foram a amônia e o nitrato de amônio. Ambos, têm em média apenas 53% da sua produção destinada para uso em fertilizantes. A amônia, além do uso para fabricação de fertilizantes, é muito usada em produtos químicos, produtos de limpeza, plásticos e fibras. No caso do nitrato de amônio, seu uso em fertilizantes compete principalmente com seu uso na fabricação de explosivos. O percentual da produção destinada aos fertilizantes segue na tabela 4.

**Tabela 4: Destinação dos nitrogenados produzidos para uso como fertilizante**

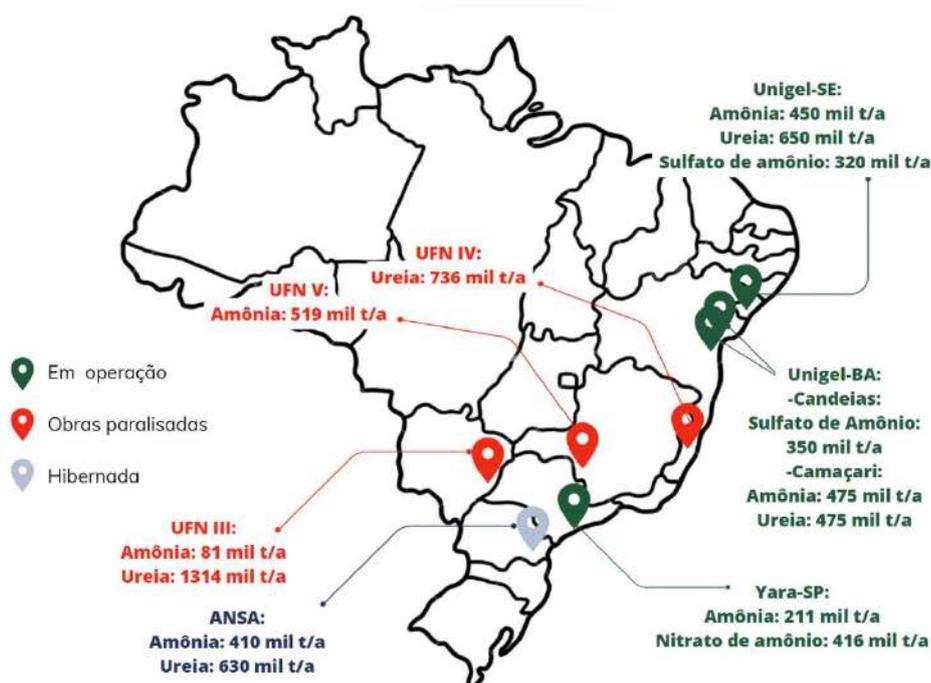
Ano	Sulfato de Amônio	Ureia	Nitrato de Amônio	Amônia
2015	92,69%	72,16%	55,90%	57,26%
2016	78,33%	76,44%	56,69%	59,74%
2017	99,86%	67,49%	52,93%	53,36%
2018	100,00%	73,84%	54,92%	56,94%
2019	100,00%	62,27%	54,76%	53,42%
2020	100,00%	60,00%	51,57%	18,56%
2021	100,00%	100,00%	49,45%	74,65%
Média	95,84%	73,17%	53,75%	53,42%

Fonte: Elaboração própria com dados ANDA

### 5.1.3 Capacidade instalada por produto nitrogenado

Para a estimativa da capacidade instalada, vide figura 21, a planta de fertilizantes da Unigel do Sergipe será considerada, apesar de ter sido paralisada em 2022 para manutenção. Assim, a estimativa será mais coerente, visto que os balanços são realizados com dados anteriores a 2022.

**Figura 21: Capacidade de produção de fertilizantes básicos nitrogenados no Brasil, em mil ton/ano, 2021**



Fonte: Elaboração própria com dados de mercado, notícias, relatório de investidor das empresas mencionadas e ANDA (2021).

De modo geral, a capacidade de produção de nitrato de amônio é exclusiva da Yara, bem como a capacidade de produção de ureia se concentra com a Unigel, em suas unidades FAFENs arrendadas da Petrobras.

De acordo com dados da tabela 5, de 2021, o país possuía uma capacidade de aproximadamente 1.136.000 toneladas/ano de amônia (ou 933.370 toneladas de nitrogênio equivalente), 1.125.000 ton/ano de ureia, 670.000 ton/ano de sulfato de amônio e 416.000 ton/ano de nitrato de amônio. No mesmo período, foram produzidas 360.818 toneladas de amônia, o equivalente a 296.606 toneladas em termos de nitrogênio. Ou seja, o país subutiliza sua capacidade instalada, criando déficits comerciais e uma alta dependência por importação de países mais desenvolvidos.

**Tabela 5: Comparativo entre capacidade instalada e produção, no Brasil em 2021**

<b>Produto</b>	<b>Capacidade Instalada (ton)</b>	<b>Produção (ton)</b>	<b>Taxa de Ocupação</b>
Amônia	1.136.000	360.818	31,76%
Ureia	1.125.000	431.258	38,33%
Sulfato de Amônio	670.000	155.272	23,17%
Nitrato de Amônio	416.000	221.792	53,32%
<b>Total</b>	<b>3.347.000</b>	<b>1.169.140</b>	<b>34,93%</b>

Fonte: Elaboração própria com dados da Anda (2021)

Foi possível estimar, com dados de produção de 2021, a taxa de ocupação das unidades em operação, ou seja, o percentual da capacidade de produção instalada que está sendo utilizada. A capacidade instalada considera informações obtidas das duas empresas com plantas em operação, Yara e Unigel. Percebe-se que nem metade da capacidade instalada estava sendo, de fato, utilizada para a produção de nitrogenados em 2021.

## 5.2 CONSUMO APARENTE DE FERTILIZANTES BÁSICOS NITROGENADOS

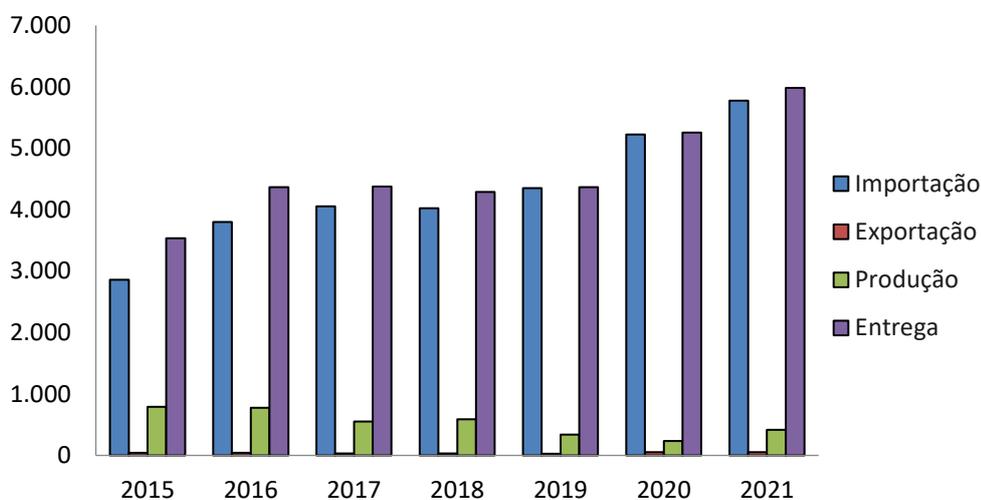
A partir de dados estatísticos sobre o setor de fertilizantes fornecidos pela ANDA, é possível observar e analisar na tabela 6 que a dependência por fertilizantes nitrogenados no ano de 2021 chegou a 96,5%, ainda mais expressiva do que a importação de fertilizantes no geral. Ainda, um gráfico com os dados obtidos pode ser verificado na figura 22.

**Tabela 6 - Consumo, produção, importação e exportação de fertilizantes, em termos de nitrogênio contido (1000 toneladas)**

Ano	Consumo	Produção	Importação	Exportação
2015	3.533	789	2.858	44
2016	4.366	777	3.800	42
2017	4.377	551	4.054	31
2018	4.287	590	4.022	33
2019	4.358	338	4.351	28
2020	5.255	237	5.225	53
2021	5.981	417	5.777	53

Fonte: Elaboração própria com dados da Anda, 2021

**Figura 22– Balanço comercial de fertilizantes em termos de nitrogênio contido (1000 toneladas)**



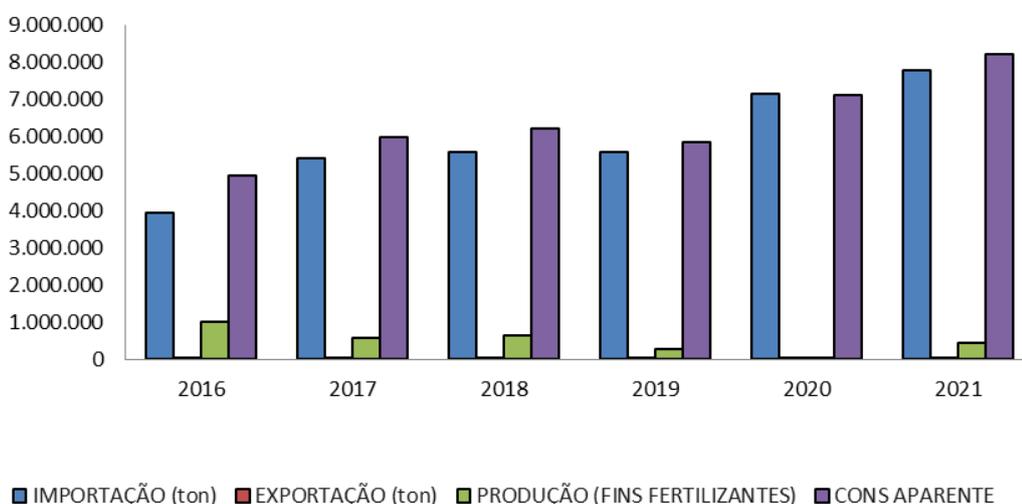
Fonte: Elaboração própria com dados da Anda, 2021

Ainda, o consumo aparente detalhado de cada fertilizante básico nitrogenado foi levantado a partir dos dados de produção, obtidos no Anuário da ANDA, somados aos volumes de importação e subtraídos de quantidades exportadas. Os dois últimos consideraram os códigos NCM 31021010, 31022100, 31023000, com dados obtidos do MDIC (2023). Agora, com dados em toneladas de cada produto e não mais em termos de nutriente.

Os dados do balanço para ureia seguem na figura 23, para o sulfato de amônio na figura 24 e para o nitrato de amônio na figura 25.

- Ureia: (NCM 3102.10)

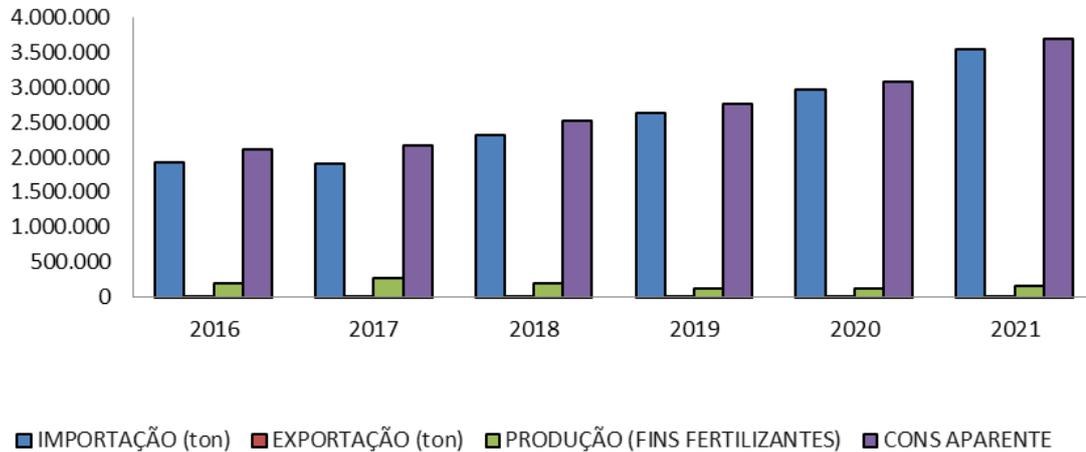
**Figura 23 - Balanço comercial da ureia**



Fonte: Elaboração própria

- Sulfato de Amônio (NCM 3102.21.10)

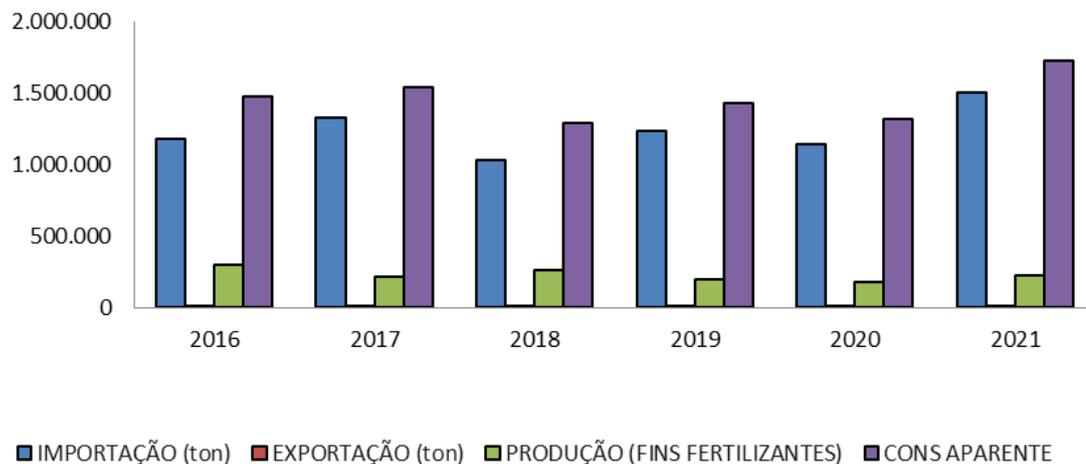
**Figura 24 - Balanço comercial do sulfato de amônio**



Fonte: Elaboração própria

- Nitrato de Amônio (NCM 3102.30.00)

**Figura 25 - Balanço comercial do nitrato de amônio**



Fonte: Elaboração própria

### 5.2.1 Comparação das unidades produtivas, produção e consumo aparente

De acordo com os dados de 2021, apresentados na tabela 7, a capacidade instalada de ureia, que considera as plantas da Unigel da Bahia e Sergipe, é capaz de atender apenas 14% da demanda. Apenas com a planta de Três Lagoas-MS (UFN III), que já conta com 85% da construção concluída, a capacidade de produção de ureia poderia ser mais que dobrada.

**Tabela 7: Comparativo entre capacidade instalada, produção e consumo aparente em 2021**

<b>Produto</b>	<b>Capacidade Instalada</b>	<b>Produção</b>	<b>Consumo Aparente</b>	<b>Produção/Consumo</b>	<b>Consumo/Capacidade</b>
Ureia	1.125.000	431.258	8.195.714	5%	14%
Sulfato de Amônio	670.000	155.272	3.694.427	4%	18%
Nitrato de Amônio	416.000	221.792	1.724.717	13%	24%
Total	2.211.000	808.322	13.614.858	6%	16%

Fonte: Elaboração própria com dados ANDA (2021)

### 5.3 CAMINHOS PARA A REDUÇÃO DA DEPENDÊNCIA POR IMPORTAÇÃO

#### 5.3.1 Cenários e possibilidades de expansão da capacidade instalada

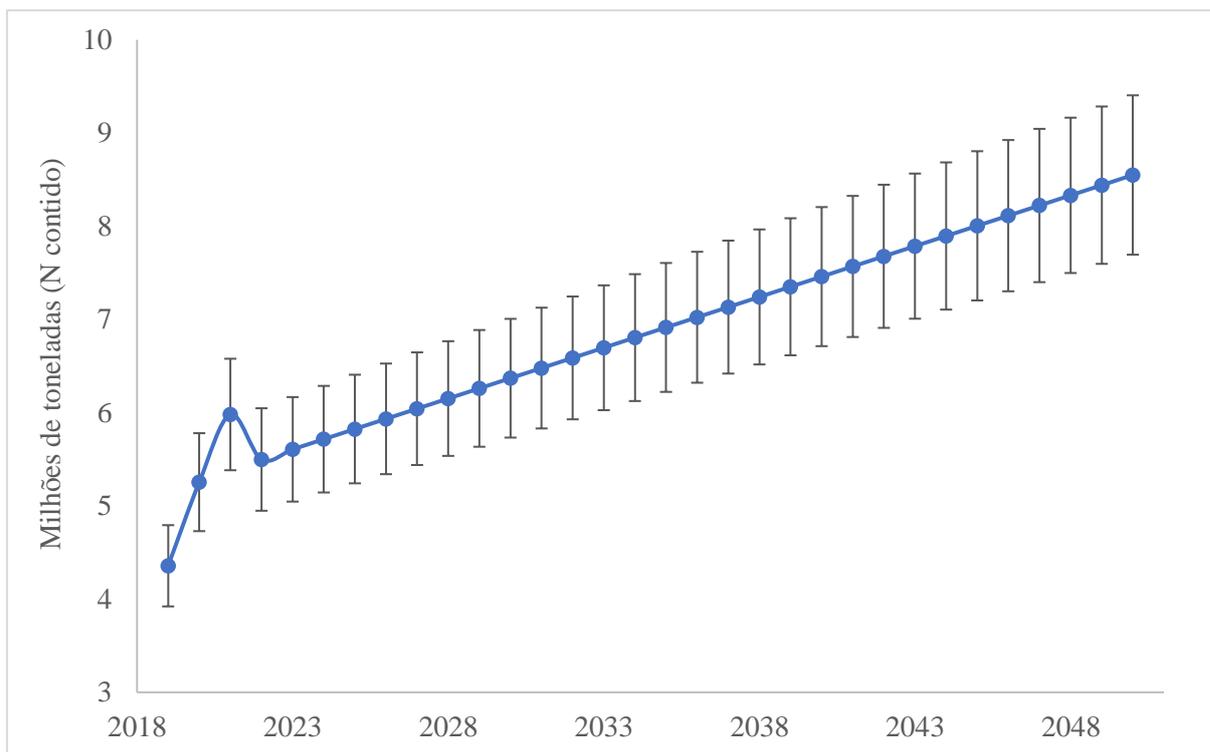
O Anuário da ANDA traz o balanço de fertilizantes nitrogenados em termos de nitrogênio. Tais dados englobam todos os nitrogenados e, os dados de entregas se referem ao consumo nacional do nutriente. Dados de mercado do setor de fertilizantes são mostrados na tabela 8, com informações de produção, importação e exportação, além de informar o total de fertilizantes nitrogenados disponíveis em cada ano, que representa o estoque acumulado do ano anterior somado a produção e importação. Ainda, do total disponível, a maior parte é entregue ao mercado, pequena parcela é exportada e perdas são consideradas para o cálculo do estoque final do ano correspondente.

**Tabela 8: Balanço de fertilizantes nitrogenados nos anos de 2019, 2020 e 2021  
(em termos de 1000 toneladas de nitrogênio)**

Itens	N		
	2019	2020	2021
1) Estoque inicial (Indústria)	880	985	1052
2) Produção	338	237	417
3) Importação	4351	5225	5777
4) Disponibilidade (1+2+3)	5569	6447	7246
5) Exportação	28	53	53
6) Entregas	4358	5255	5981
7) Quebras/Ajustes	198	87	161
8) Estoque final (4-5-6-7)	985	1052	1051

Fonte: Adaptado Anda, 2021

A figura 26 mostra a projeção da demanda de fertilizantes nitrogenados até 2050. Os dados de entrega da ANDA, da tabela 8, foram utilizados para a marcação da demanda nos anos de 2019 a 2021. A partir de 2022 até 2050, a projeção realizada pelo Plano Nacional de Fertilizantes 2050 (PNF), em um estudo elaborado pelo MAPA, EMBRAPA e INPI, foi utilizada como fonte de informação. Em tal projeção, o consumo de fertilizantes nitrogenados, em termos de milhões de toneladas de nitrogênios contidos, atingiria 6,37 em 2030, 7,46 em 2040 e 8,55 em 2050. Além disso, o estudo também considera um erro de aproximadamente 10% tanto como limite superior quanto limite inferior.

**Figura 26 - Projeção da demanda de fertilizantes nitrogenados**

Fonte: Elaboração própria com os dados da ANDA e do PNF-2050.

As capacidades das plantas em operação, hibernadas e as de construção paralisada foram convertidas para toneladas em termos de nitrogênio. O teor médio de nitrogênio presente na ureia é de 46%, para o sulfato de amônio 21% e para o nitrato de amônio 34%, teores estes que foram utilizados para a conversão da unidade em termos de nitrogênio contido (Souza, 2012).

Foram projetados dois cenários, o primeiro considerando as plantas que deveriam começar a operar para que a meta 1 do Objetivo 1 do Plano Nacional de Fertilizantes (PNF) fosse atingida. O segundo cenário, mais otimista, considerou a expansão da capacidade de produção de nitrogenados necessária para atingir uma redução da dependência de importação para 48%.

Dentre as plantas com obras inacabadas, foram consideradas apenas a do Espírito Santo e a de Três Lagoas, já que a de Uberaba foi projetada apenas para produção de amônia, com destino para a produção de fosfatados em Minas Gerais e Goiás (ANDA, 2022).

- **Cenário 1:**

O PNF traz como um dos objetivos estratégicos a modernização, reativação e ampliação de plantas e projetos de fertilizantes no Brasil. Uma das metas levantadas por esse objetivo é a de atingir uma capacidade instalada de 1,6 milhões de toneladas de nitrogênio ao ano em 2025; 1,9 milhões em 2030; 2,3 milhões em 2040; e 2,8 milhões em 2050.

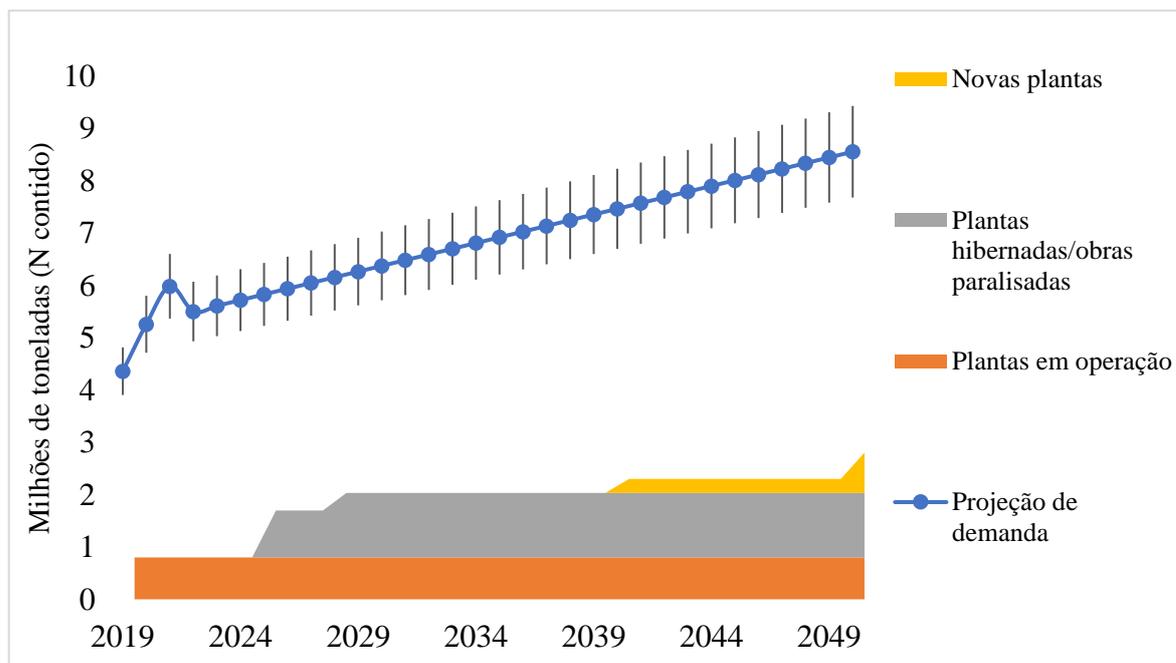
Para isso, o próprio plano traz algumas ações a citar a modernização e ampliação das capacidades instaladas das plantas de nitrogenados da Bahia, Sergipe, Paraná e São Paulo. Além da finalização das obras da planta de Três Lagoas e construção das plantas de Uberaba/MG e Linhares/ES, que tiveram obras paralisadas no início do projeto.

Para este cenário, apresentado na figura 27, foi considerado que a planta do Paraná, atualmente hibernada, e a de Três Lagoas/MS teriam potencial de entrar em operação já em 2025, levando a capacidade instalada do segmento ao patamar de 1,69 milhões de toneladas de nitrogênio. De acordo com Simone Tebet, existindo uma negociação com a Petrobras, a fábrica de fertilizantes do MS tem condições de ficar pronta em oito meses (Diário do Senado Federal n° 27 de 2022).

Com base no EPE, foi estimado um tempo de 4 anos para finalização das obras da unidade do ES e, com o início da operação, a capacidade total do país chegaria a 2 milhões de toneladas de nitrogênio em 2028.

Novas unidades foram estimadas com potencial de entrar em operação em 2040, com uma capacidade necessária de 0,27 milhões de toneladas de nitrogênio para que a meta de 2,3 milhões seja atingida. Para atingir a meta de 2,8 milhões em 2050, seria necessário uma ou mais unidades, que somadas tenham a capacidade de 0,50 milhões de toneladas de nitrogênio.

**Figura 27 – Cenário 1 – Projeção da demanda de N por fertilizante e potencial de expansão – 2019 a 2050**

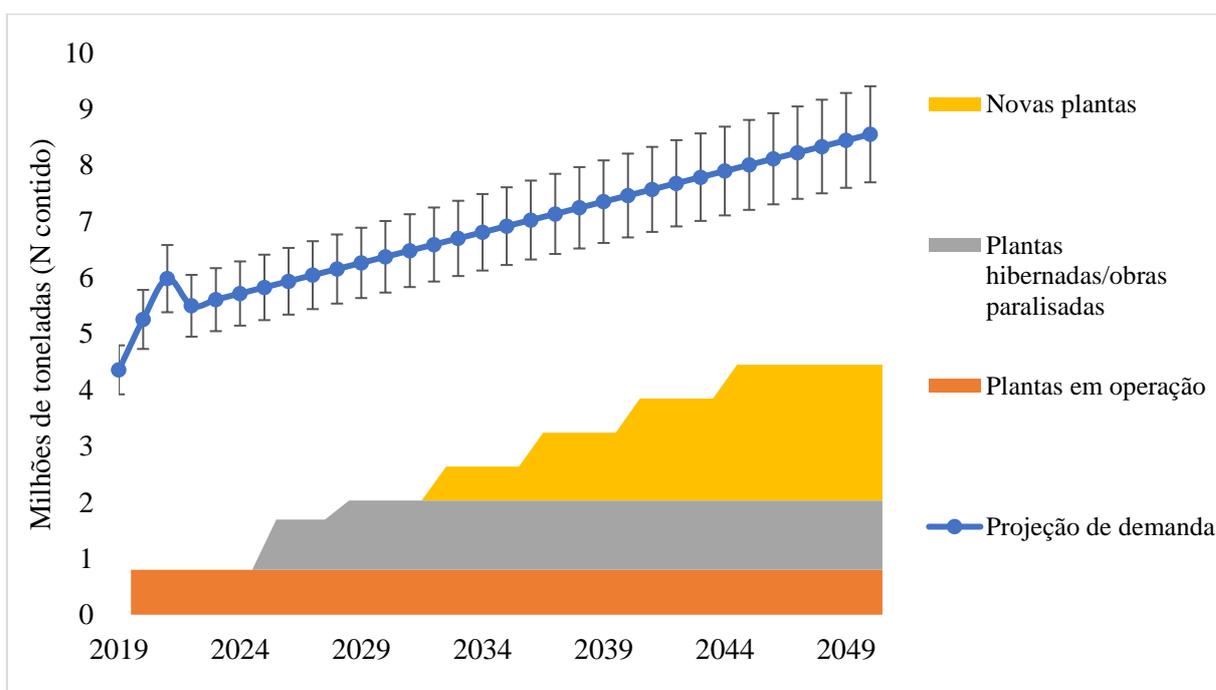


Fonte: Elaboração própria

- Cenário 2:

Para o segundo cenário, apresentado na figura 28, foi estimado que a planta de Araucária-PR, atualmente hibernada, teria potencial de entrar em operação já no ano de 2025, bem como a unidade de Três Lagoas, já que as obras estão avançadas. Para a UFN IV, foi considerado que poderia retomar a construção e, mediante investimentos, iniciar a operação em 2028. E, pensando em atingir a meta estipulada pelo Ministério da Agricultura no ano passado, realizou-se uma estimativa de quantas novas plantas seriam necessárias para reduzir a dependência do Brasil de importações para algo próximo de 45% (MAPA, 2022). No caso, a estimativa foi realizada visando se aproximar dessa redução de dependência só para nitrogenados, mas o efeito no setor de fertilizantes como um todo seria significativo, contribuindo para que a meta geral seja atingida. Essa expansão da capacidade foi projetada considerando investimentos em 4 novas plantas com as mesmas características da unidade de Três Lagoas/MS. A suposição foi de que poderiam entrar em operação em 2032, 2036, 2040 e 2044, já que de acordo com o projeto da UFN III, o tempo médio de construção é de aproximadamente 4 anos (RIMA, 2013).

**Figura 28 - Cenário 2 – Projeção da demanda de N por fertilizante e potencial de expansão – 2019 a 2050**



Fonte: Elaboração própria

Segundo pronunciamento da atual ministra do Orçamento e Planejamento, Simone Tebet, na 16ª Sessão Deliberativa Ordinária no Senado Federal, faltariam investimentos de cerca de R\$ 700 milhões (US\$ 150 milhões de dólares) para colocar a planta de Três Lagoas em operação. De acordo com dados da ANDA, o investimento na unidade de Espírito Santo seria de cerca de US\$ 4,3 bilhões (EPBR, 2018). Por fim, para as 4 novas unidades projetadas o investimento necessário seria o mesmo da UFN III, ou seja, US\$ 1,5 bilhões cada (EPE, 2019). Assim, para o cenário otimista projetado, com redução da dependência de importação para 48%, o investimento necessário seria de cerca de US\$ 10,45 bilhões de dólares até 2050.

O próprio PNF prevê como um dos seus objetivos estratégicos a atração de, ao menos, mais dois agentes produtores de nitrogênio fertilizante no Brasil até 2030 e mais quatro até 2050 e; atração de, pelo menos, US\$10 bilhões de recursos privados para a expansão da fabricação de fertilizantes nitrogenados (e matérias-primas) até 2030, e o mesmo valor a cada década até 2050. Assim, as despesas de capital mencionadas estariam dentro do orçamento assumido no plano, se mostrando um investimento possível.

### 5.3.2 Consumo de gás natural para os cenários propostos

Para a estimativa da demanda de gás natural necessária para atingir as capacidades produtivas dos cenários propostos, não foi considerada a unidade de Araucária/PR, uma vez que esta planta utiliza resíduo asfáltico e não o gás natural como matéria-prima. Ainda, como já comentado, a UFN V não é uma unidade projetada para atender a demanda de fertilizantes básicos nitrogenados, portanto, também não foi considerada nas estimativas. Os dados de consumo de gás natural das plantas de fertilizantes seguem abaixo na tabela 9.

**Tabela 9: Consumo de gás natural das plantas de fertilizantes**

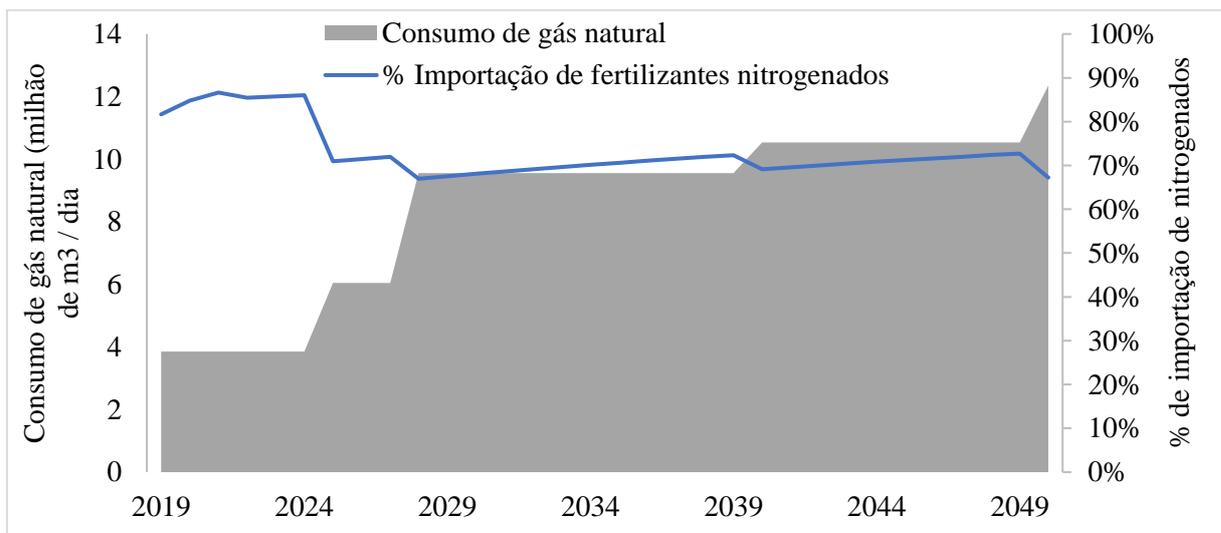
<b>Unidade industrial</b>	<b>Capacidade Instalada Anual (mil toneladas)</b>	<b>Consumo de Gás Natural (milhões m<sup>3</sup> /dia)</b>
UFN IV	1808	3,5
UFN III	1399	2,2
YARA Fertilizantes	627	0,7
Unigel	2720	3,15

Fonte: Elaboração própria

- Cenário 1:

Para o cenário em que as metas do plano nacional de fertilizantes são atingidas, as novas plantas com capacidades de 0,27 e 0,50 milhões de toneladas de nitrogênio tiveram o consumo de gás natural estimado pelas características da UFN III conforme figura 29. Ou seja, um consumo específico de 3,64 m<sup>3</sup> de gás natural/toneladas de nitrogênio.

**Figura 29 – Cenário 1 – Importação de nitrogenados x Consumo de gás natural**

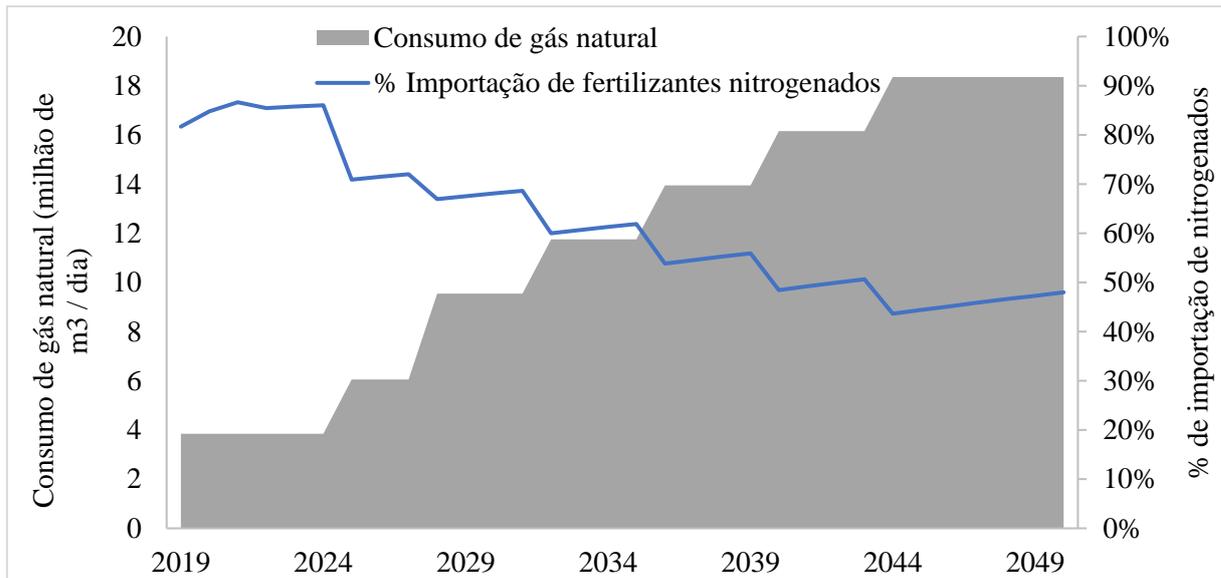


Fonte: Elaboração própria

Neste cenário, a importação de nitrogenados básicos poderia ser reduzida de 85% em 2022, para 67% em 2050. O consumo de gás natural necessário para as unidades funcionarem com capacidade máxima, sairia de 3,85 milhões de m<sup>3</sup>/ dia para 12,35 milhões de m<sup>3</sup>/ dia em 2050, ou seja, a demanda por gás seria mais do que triplicada.

- Cenário 2:

Neste cenário mais otimista, representado pela figura 30, a dependência por importação poderia ser reduzida para 48% em 2050, com um consumo de 18,35 milhões de m<sup>3</sup> de gás natural por dia no mesmo ano.

**Figura 30 – Cenário 2 – Importação de nitrogenados x Consumo de gás natural**

Fonte: Elaboração própria

De fato, mesmo diante de um cenário mais otimista a importação de fertilizantes nitrogenados ainda será necessária, haja vista a posição de potência agrícola do país. A importação por si só não representa um grave problema, mas sim a extrema dependência que torna o país vulnerável no setor de fertilizantes. Assim, a viabilidade dos cenários propostos contribui para a segurança energética e alimentar, já que, como visto anteriormente, fertilizantes são o elo inicial das principais commodities agrícolas utilizadas tanto para a produção de alimentos como para biocombustíveis.

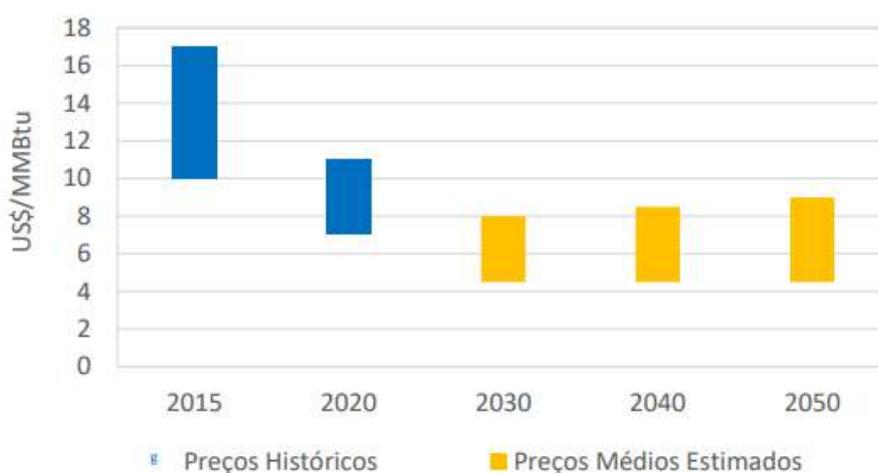
Dessa forma, para viabilizar a expansão proposta pelos cenários, é essencial que se tenha gás natural competitivo e disponível a um preço atrativo. De acordo com o estudo da EPE, um preço de gás que atrairia investimentos em novas plantas de fertilizantes seria entre 4 e 7 USD/MMBtu. De fato, para atração de investimentos um preço em torno do que é praticado no mercado internacional, principalmente nos EUA, é o que permitiria novos aportes nos empreendimentos.

De acordo com dados da EPE, o preço do gás para o consumidor industrial brasileiro é da ordem de US\$ 11/MMBtu sem impostos, acrescido de impostos pode chegar a US\$ 14/MMBtu. Valores estes bem superiores ao praticado nos Estados Unidos de US\$ 4/MMBtu, aos US\$ 8/MMBtu da Europa e US\$ 10/MMBtu no Japão, sendo que as duas últimas regiões são abastecidas por importações de gás (EPE, 2019).

No Plano Nacional de Energia (PNE) de 2050, uma projeção do preço de gás natural para os próximos anos foi realizada, conforme figura 31. A partir de considerações das

propostas elaboradas pelo Novo Mercado de Gás que incluem redução de custos com infraestrutura logística de transporte, redução na margem de distribuição e revisão da tributação, os custos estimados de gás natural podem ser reduzidos se aproximando ao preço da molécula. Já para o ano de 2030, a previsão seria de valores entre 4 e 8 USD/MMBtu, viabilizando um aumento de competitividade bem expressivo frente ao mercado internacional.

**Figura 31 – Faixa de preço do gás natural para consumidor industrial**



Nota: No histórico, foram considerados o menor e o maior preço praticados para consumidores industriais

Fonte: PNE 2050 (EPE, 2020)

Quanto à disponibilidade de gás necessária para atender a demanda das unidades industriais, principalmente com o desenvolvimento dos campos de pré-sal, um aumento da produção é projetado. No entanto, esse aumento da produção precisa vir acompanhado de uma maior disponibilização comercial do gás, isso inclui menores perdas, diminuição do percentual destinado à queima e diminuição da reinjeção.

Conforme a tabela 10, a reinjeção pode ocorrer tanto para recuperação secundária de petróleo, quanto para armazenamento. Em alguns casos, como em jazidas de pré-sal em que o gás apresenta elevados teores de CO<sub>2</sub>, a reinjeção pode ser a melhor opção. Um exemplo é o campo de Mero, localizado no pré-sal da Bacia de Santos, que produz gás com 45% de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Assim, todo o gás é injetado de forma alternada com a injeção de água (*Water Alternating Gas* - WAG), mantendo a pressão da jazida e aumentando a recuperação de petróleo, além de reduzir a emissão de CO<sub>2</sub> na atmosfera (Petrobras, 2022).

Porém, apesar da necessidade de reinjeção para alguns casos, existe um limite técnico para sua viabilidade e, de fato, é um consenso de que o país reinjeta acima desse limite. Além

da reinjeção, o volume de gás destinado à queima também pode contribuir para a maior disponibilidade de gás, já que sozinho seria capaz de atender a demanda de uma unidade do porte da UFN III, por exemplo.

**Tabela 10 - Movimentação de gás natural (mil m<sup>3</sup>/dia):**

<b>Ano</b>	<b>Produção</b>	<b>Disponível</b>	<b>Consumo interno</b>	<b>Injeção gás - recuperação secundária</b>	<b>Injeção gás - armazenamento</b>	<b>Injeção</b>	<b>Queima</b>
2018	111.923	59.925	13.734	24.062	11.026	35.087	3.720
2019	122.431	61.265	14.157	31.188	11.983	43.171	4.360
2020	127.401	55.298	14.625	47.509	7.153	54.662	3.367
2021	133.749	55.852	14.311	52.911	7.927	60.839	3.382
2022	137.879	52.037	14.526	49.126	19.259	68.385	3.476

Fonte: Elaboração própria com dados ANP, 2023

Assim, a questão que deve ser discutida é o motivo que torna pouco atrativa a comercialização do gás natural e uma opção melhor a reinjeção. Sem dúvida, a recuperação de petróleo é benéfica do ponto de vista econômico, já que o óleo apresenta maior valor agregado que o gás natural. No entanto, há de se ponderar o limite técnico ideal dessa reinjeção. Fernando Borges, diretor executivo de exploração e produção da Petrobras, afirmou em entrevista à agência de notícias EPBR que a sobre injeção de gás foi entre 4 e 5 milhões de m<sup>3</sup>/dia em 2022, com previsão de chegar na média de 9 milhões de m<sup>3</sup>/dia em 2023.

Desafios logísticos e tecnológicos, como o alto custo de escoamento do gás diante das grandes distâncias dos reservatórios da costa, são os principais responsáveis pela opção de injetar o gás acima do limite ideal. Na Bacia de Campos, por exemplo, responsável por uma das maiores taxas de reinjeção, as duas rotas de escoamento disponíveis (rota 1 e 2) já operam com capacidade máxima (EPBR, 2022). A rota 3, ainda em construção, tem potencial de atender todo esse gás que está sendo injetado em excesso, já que o gasoduto tem capacidade prevista de escoar 21 MMm<sup>3</sup>/d (IBP, 2017). Principalmente para o gás do pré-sal, que tem teores mais elevados de CO<sub>2</sub>, os investimentos em separação para garantir um gás de qualidade para seu uso como matéria-prima pode ser um desafio.

Ainda, a falta de uma demanda firme desincentiva investimentos para viabilizar a comercialização do gás do pré-sal (BNDES, 2021). Como já discutido, a indústria de

fertilizantes representa esse mercado consumidor estável para garantir um escoamento constante de que o produtor de gás precisa e, os investimentos no setor podem garantir um aumento do gás disponível para o mercado. Pois, para reduzir a reinjeção é necessária uma maior valorização do gás, modificando o ponto ótimo do limite da reinjeção.

De acordo com a figura 32, a reinjeção no ano de 2018, por exemplo, superou a importação de gás, um potencial energético que pode estar sendo desperdiçado, além da economia com importação que o país poderia atingir.

**Figura 32 Comparativo entre reinjeção e importação de gás natural  
(bilhões de m<sup>3</sup>)**



Fonte: Elaboração própria com os dados da ANP e MME

Ainda, existe uma projeção de aumento da oferta de gás natural, em 2040, para cerca de 256 a 350 milhões de m<sup>3</sup>/ dia e, em 2050, para cerca de 340 a 450 milhões de m<sup>3</sup>/ dia (PNE 2050). Dessa forma, pode-se concluir que, se houver o devido processamento desse volume, haverá gás natural no mercado suficiente para atender os dois cenários de projeção realizados, os quais consomem 12,35 milhões de m<sup>3</sup>/ dia e 18,35 milhões de m<sup>3</sup>/ dia, respectivamente.

## 6 CONCLUSÕES

O Brasil possui grandes reservas de gás natural, um recurso com vantagens econômicas e ambientais para o país. É um hidrocarboneto que em condições atmosféricas normais se encontra no estado gasoso, destacando-se pelo seu impacto na transição energética, permitindo redução de emissão de carbono; seu potencial de geração de eletricidade para termelétricas, setores industriais e domésticos; seu uso como combustível veicular, além do seu papel como matéria prima. A cadeia de gás natural é composta pelo segmento de exploração, produção, escoamento, processamento, transporte e distribuição. A maior parte do gás natural explorado se encontra associado ao petróleo e em jazidas de pré-sal.

No que se refere ao seu uso não energético, ele é insumo para a produção de fertilizantes nitrogenados, com exceção da planta de Araucária, que faz uso de resíduo asfáltico. Nos últimos anos, diversas dessas plantas industriais reduziram sua capacidade produtiva, algumas ainda paralisaram suas operações.

A partir da compreensão da importância do segmento de fertilizantes para a manutenção do país como potência agrícola e na garantia de segurança alimentar e energética, este trabalho se propôs a realizar um estudo de caso sobre o impacto do gás natural no setor. Como discutido, o gás natural representa entre 70% e 80% dos custos operacionais de produção de fertilizantes nitrogenados (IEA, 2022). Assim, discutir a viabilidade de aumento de produção desses fertilizantes inegavelmente passa pela necessidade de uma garantia de fornecimento do insumo em quantidades suficientes e a preços competitivos.

Foram analisados dois cenários para o aumento da produção de fertilizantes nitrogenados e os respectivos consumos de gás natural. Para o cenário em que as metas do Plano Nacional de Fertilizantes fossem atingidas, além das plantas já construídas e da finalização das obras paralisadas, seria necessário um aumento da capacidade produtiva de ao menos 0,77 milhões de toneladas/dia em termos de nitrogênio contido até 2050. Assim, a meta de capacidade instalada de 2,8 milhões de toneladas de nitrogênio em 2050 seria atingida e o consumo de gás chegaria na ordem de 12,35 milhões de m<sup>3</sup>/ dia, garantindo uma redução de importações de 85% para o patamar de 67%.

Ainda, um cenário mais otimista também foi analisado. Neste, foram consideradas 4 novas plantas do porte da UFN III em operação até 2050, resultando em um investimento da ordem de US\$ 10,45 bilhões de dólares. Assim, a dependência por importações para o segmento de fertilizantes nitrogenados seria reduzida para 48%, com consumo de gás natural da ordem de 18,35 milhões de m<sup>3</sup>/dia.

No que diz respeito à disponibilidade de gás natural para viabilidade dos cenários propostos, é fato que, principalmente, com as grandes reservas de gás natural do pré-sal, a capacidade de produção nacional poderia ser aumentada para além da demanda do mercado consumidor. No entanto, como discutido, as dificuldades técnicas e a falta de infraestrutura de escoamento, transporte e distribuição representam uma barreira que deve ser ultrapassada para a comercialização desse gás natural.

Além da disponibilidade, a viabilidade de um gás a preço competitivo é essencial para promover o interesse na compra das plantas da Petrobras ou ainda, incentivar investimentos na construção de novas unidades. As plantas atualmente em operação já não são capazes de atender a demanda interna mesmo sob capacidade máxima de produção, com a alta ociosidade das unidades a dependência por importações se mostra ainda mais forte.

Apesar da difícil situação financeira do país, esses investimentos são essenciais para o crescimento econômico de país, geram produção e isso retorna para a sociedade na forma de impostos e renda. Assim, políticas públicas e revisões de normas e regulações serão necessárias para garantir a atração de investimentos que viabilizem a comercialização do gás natural e, consequentemente, a produção de fertilizantes nitrogenados.

## 7 REFERÊNCIAS

ABEGÁS. O salto do gás renovável. Disponível em: <https://www.abegas.org.br/arquivos/86388>. Acesso em: 03 junho. 2023

Anuário da indústria química brasileira. São Paulo: ABIQUIM, 2018. Acesso em: 03 março. 2023

ALMEIDA, Ed et al. Gás do pré-sal: oportunidades, desafios e perspectivas. CICLO DE DEBATES SOBRE PETRÓLEO E ECONOMIA, Rio de Janeiro. Disponível em: [https://www.ibp.org.br/personalizado/uploads/2017/04/2017\\_TD\\_Gas\\_do\\_Pre\\_Sal\\_Oportuni\\_dades\\_Desafios\\_e\\_Perspectivas-1.pdf](https://www.ibp.org.br/personalizado/uploads/2017/04/2017_TD_Gas_do_Pre_Sal_Oportuni_dades_Desafios_e_Perspectivas-1.pdf). Acesso em: 15 março. 2023

ANDA, Indústria Nacional de matérias-primas para fertilizantes. Disponível em: [https://anda.org.br/wp-content/uploads/2018/10/Painel\\_INVESTIMENTOS.pdf](https://anda.org.br/wp-content/uploads/2018/10/Painel_INVESTIMENTOS.pdf). Acesso em 5 maio. 2023.

ANDRADE, J. E. P. et al. A indústria de fertilizantes. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n.1 , p. 94-109, jul. 1995. Disponível em: [https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/8558/2/BS%2001%20A%20Ind%c3%bastr ia%20de%20Fertilizantes\\_P\\_BD.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/8558/2/BS%2001%20A%20Ind%c3%bastr ia%20de%20Fertilizantes_P_BD.pdf). Acesso em: 24 fevereiro. 2023

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Boletim Mensal da Produção de Petróleo e Gás Natural. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins-anp/boletins/boletim-mensal-da-producao-de-petroleo-e-gas-natural>. Acesso em: 30 maio. 2023.

ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Memória de Cálculo do Preço de Referência do Gás Natural – Dezembro de 2014. Disponível em . Acesso em 15 fevereiro. 2023

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO SETOR DE FERTILIZANTES. São Paulo: ANDA, 2015-2018, 2021. Anual.

APPL, M. Ammonia. In: \_\_ Ullmann's Encyclopedia of industrial Chemistry. Weinheim: Wiley Verlag, 2011.

BENITES, Vinicius de Melo et al. Oportunidades para inovação tecnológica no setor de fertilizantes no Brasil. Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, p. 18-21, set./dez. 2010

BNDES - BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. GÁS PARA O DESENVOLVIMENTO: A indústria química e o setor de fertilizantes. 2010. Disponível em: [https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2025/1/A%20ind%C3%BAstria%20qu%C3%ADmica%20e%20o%20setor%20de%20fertilizantes\\_P\\_A.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2025/1/A%20ind%C3%BAstria%20qu%C3%ADmica%20e%20o%20setor%20de%20fertilizantes_P_A.pdf). Acesso em: 16 março. 2023.

BNDES - BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. GÁS PARA O DESENVOLVIMENTO: Perspectivas de oferta e demanda no mercado de gás natural do Brasil. 2021. Disponível em: [https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/20581/1/Relatorio\\_Gas\\_Developmento%20Final.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/20581/1/Relatorio_Gas_Developmento%20Final.pdf). Acesso em: 15 março. 2023

BNDES. GÁS NATURAL: O POTENCIAL DE CONSUMO DA INDÚSTRIA BRASILEIRA. Disponível em: <https://agenciadenoticias.bndes.gov.br/blogdodesenvolvimento/detalhe/Gas-natural-o-potencial-de-consumo-da-industria-brasileira/>. Acesso em: 15 março. 2023

BORSCHIVER, Suzana. Agenda política para uso do gás natural como matéria-prima: Novo Programa Gás para Empregar. Publicação da Associação Brasileira das Indústrias de Química Fina, Biotecnologia e suas Especialidades, 2023a.

BORSCHIVER, Suzana. Gás para Empregar: janela de oportunidade para promover a neointustrialização. Publicado na EPBR. 2023b. Disponível em: <https://epbr.com.br/gas-para-empregar-janela-de-oportunidade-para-promover-a-neointustrializacao/>. Acesso em: 07 de julho de 2023.

BRASIL. Conselho Nacional de Política Energética. Resolução nº 1, de 20 de março de 2023.

BRASIL. Conselho Nacional de Política Energética. Resolução nº 10, de 14 de dezembro de 2016.

BRASIL. Conselho Nacional de Política Energética. Resolução nº 16, de 24 de junho de 2019. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 25 jun. 2019.

BRASIL. Conselho Nacional de Política Energética. Resolução nº 4, de 9 de abril de 2019.

BRASIL. Decreto nº 9.616, de 17 de dezembro de 2018. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 18 dez. 2018.

BRASIL. Decreto nº 9.934, de 24 de julho de 2019. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 24 jul. 2019.

BRASIL. Lei nº 11.909 de 4 de março de 2009. Presidência da República. Brasília

CABRAL, Carolina Kiss Pinheiro. A transição no setor de gás natural no Brasil: desafios e iniciativas estratégicas corporativas potenciais – Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2020.

CAFFAGNI, Luiz Cláudio. Um olhar sobre o mercado de fertilizantes. Agro ANALYSIS, v. 42, n. 4, p. 27-30, 2022

CALIGARIS, Bruno Santos Abreu et al. A importância do Plano Nacional de Fertilizantes para o futuro do agronegócio e do Brasil. Revista de Política Agrícola, 2022.

CENÁRIOS GÁS. Estocagem de Gás Natural para o Brasil – Considerações técnico-econômicas. 2018. Disponível em: <https://cenariosgas.editorabrasilenergia.com.br/estocagem-de-gas-natural-para-o-brasil-consideracoes-tecnico-economicas/>. Acesso em 10 de maio de 2023.

CEPEA. PIB DO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>. Acesso em: 12 abril. 2023.

CNA. OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2022-2031. Disponível em: <https://cnabrasil.org.br/storage/arquivos/files/Sumario-Executivo-Perspectivas-Agricolas-2022-2031.pdf>. Acesso em: 03 abril. 2023

CNN. Brasil, Europa e China têm crises energéticas com causas diferentes. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/economia/brasil-europa-e-china-tem-criises-energeticas-com-causas-diferentes-entenda/>. Acesso em: 4 abril. 2023.

DIAS, Victor Pina; FERNANDES, Eduardo. Fertilizantes: uma visão global sintética. BNDES Setorial, n. 24, p. 97-138, set. 2006.

DOS SANTOS, E.M; ZAMALLOA, G.C.; FAGÁ, M. T. W.; VILLANUEVA, L. D. (2002); Gás Natural: Estratégias para uma energia nova no Brasil. Editora Annablume, São Paulo, 2002, v.1.

Embrapa, 2022. O agro no Brasil e no Mundo: Um panorama do período de 2000 a 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/26187851/O+agro+no+Brasil+e+no+mundo/098fc6c1-a4b4-7150-fad7-aaa026c94a40>. Acesso em: 22 jun 2023.

EPBR, 2018. Petrobras fecha fábricas na Bahia e Sergipe; veja 10 projetos que a estatal desistiu. Disponível em: <https://epbr.com.br/petrobras-fecha-fabricas-na-bahia-e-sergipe-veja-10-projetos-que-a-estatal-desistiu/> Acesso em: 27 jun. 2023

EPBR, 2022. REINJEÇÃO DE GÁS: SOLUÇÃO OU DESPERDÍCIO? Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=xdqi2CuKji8> Acesso em: 13 abril. 2023

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis. Rio de Janeiro, agosto de 2022. Disponível em: [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-688/NT-EPE-DPG-SDB-2022-02\\_Analise\\_de\\_Conjuntura\\_dos\\_Biocombustiveis\\_2021.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-688/NT-EPE-DPG-SDB-2022-02_Analise_de_Conjuntura_dos_Biocombustiveis_2021.pdf)

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. Considerações sobre a Participação do Gás Natural na Matriz Energética de Longo, Estudos de Longo Prazo, Nota para Discussão, Rio de Janeiro, dezembro de 2018. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-457/Considera%C3%A7%C3%B5es%20sobre%20a%20Participa%C3%A7%C3%A3o%20do%20G%C3%A1s%20Natural%20na%20Matriz%20Energ%C3%A9tica%20no%20Longo%20Prazo.pdf>. Acesso em: 05 fevereiro. 2023

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. Desafios do pré-sal, Estudos de longo Prazo, Rio de Janeiro, dezembro de 2018. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-457/Desafios%20do%20Pre-Sal.pdf>. Acesso em: 05 fevereiro. 2023

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Metodologia para Cálculo da Oferta de Gás Natural Seco e Derivados, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-250/topico-298/EPE,%202016%20-%20Nota%20T%C3%A9cnica%20Metodologia%20G%C3%A1s%20Natural%20Seco%20e%20Derivados.pdf>. Acesso em: 05 fevereiro. 2023

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Plano Nacional de Energia – PNE 2050, 2020. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-563/Relatorio%20Final%20do%20PNE%202050.pdf>. Acesso em: 14 de Junho. 2023

FABIÃO, Luiz; PERIN, Monique. Atuação do BNDES no setor de fertilizantes no Brasil e perspectivas de investimentos. Rio de Janeiro: BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2012. Disponível em: <http://cntq2.hospedagemdesites.ws/wp-content/uploads/2014/08/Palestra-BNDES-CNTQ-Catal%C3%A3o-VF.pdf>. Acesso em: 08 março. 2023

FAOSTAT. Roma: FAO, 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>. Acesso em: 22 jun 2023.

FERTILIZERS EUROPE. Why do we need a strong european fertilizer industry?. Disponível em: <https://www.fertilizerseurope.com/gas-prices-2/>. Acesso em: 7 de fevereiro. 2023.

FGV, 2019. Distribuição de gás natural no Brasil: Dados e aspectos regulatórios. FGV – Centro de Estudos em Regulação e Infraestrutura. Julho de 2019.

FGV. Gás Natural: Uma nova fase institucional regulatória e economica. 2023 . Disponível em: [https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/33638/caderno\\_gas\\_natural\\_2022\\_final.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/33638/caderno_gas_natural_2022_final.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 20 março. 2023.

FORBES. Unigel inicia operação de fábrica de fertilizantes nitrogenados na Bahia. Disponível em: <https://forbes.com.br/forbesagro/2021/11/unigel-inicia-operacao-de-fabrica-de-fertilizantes-nitrogenados-na-bahia/>. Acesso em: 17 mai. 2023.

GAUTO, Marcelo. Gás natural e o preço para a reindustrialização brasileira. EPBR, 2020. Disponível em: [https://epbr.com.br/gas-natural-e-o-preco-para-a-reindustrializacao-brasileira/#:~:text=A%20f%C3%B3rmula%20que%20comp%C3%B5e%20os,Btu%20\(US%24%2FMMBtu](https://epbr.com.br/gas-natural-e-o-preco-para-a-reindustrializacao-brasileira/#:~:text=A%20f%C3%B3rmula%20que%20comp%C3%B5e%20os,Btu%20(US%24%2FMMBtu). Acesso em: 14 abril. 2023.

Global Market Analysis (2022), Impacts and Repercussions of Price Increases on the Global Fertilizer Market. Disponível em: <https://www.fas.usda.gov/data/impacts-and-repercussions-price-increases-global-fertilizer-market> Acesso em 20 março. 2023.

GUTIERREZ, Maria. O SETOR DE GÁS NATURAL NO BRASIL: UMA COMPARAÇÃO COM OS PAÍSES DA OCDE. IPEA, Brasília, julho de 2022. Disponível em: [https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/11226/1/td\\_2777.pdf](https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/11226/1/td_2777.pdf). Acesso em: 19 abril. 2023.

IBP, 2017. Gás do Pré-Sal: Oportunidades, Desafios e Perspectivas. Disponível em: [https://www.ibp.org.br/personalizado/uploads/2017/04/2017\\_TD\\_Gas\\_do\\_Pre\\_Sal\\_Oportunidades\\_Desafios\\_e\\_Perspectivas-1.pdf](https://www.ibp.org.br/personalizado/uploads/2017/04/2017_TD_Gas_do_Pre_Sal_Oportunidades_Desafios_e_Perspectivas-1.pdf) Acesso em : abril. 2023

IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Novo mercado de gás: the Brazilian gas market enters a new era. Paris: IEA, 2021. Disponível em: <https://www.iea.org/commentaries/novo-mercado-de-gas-the-brazilian-gas-market-enters-a-new-era>. Acesso em: 26 abril. 2023

IEA (2022), How the energy crisis is exacerbating the food crisis, IEA, Paris <https://www.iea.org/commentaries/how-the-energy-crisis-is-exacerbating-the-food-crisis>. Acesso em: 26 de abril. 2023

IEF - INTERNATIONAL ENERGY FORUM. High Natural Gas Prices Contribute to Rising Fertilizer and Food Prices. Disponível em: <https://www.ief.org/news/high-natural-gas-prices-contribute-to-rising-fertilizer-and-food-prices>. Acesso em: 28 abril. 2023.

IFA. 2022. Fertilizer use by crop and country for the 2017-2018 period. International Fertilizer Association (IFA), Paris, França; Disponível em: <https://www.ifastat.org/consumption/fertilizeruse-by-crop>. Acesso em: 26 de abril. 2023

Inspere, 2022. A GUERRA E A DEPENDÊNCIA EXTERNA BRASILEIRA NO SETOR DE FERTILIZANTES. Disponível em: <https://www.insper.edu.br/noticias/a-guerra-e-a-dependencia-externa-brasileira-no-setor-de-fertilizantes/>. Acesso em: 25 jun. 2023

IPEA. 2022. CAPÍTULO 14 – NOVO MERCADO DE GÁS NO BRASIL: DESVERTICALIZANDO PARA A CONCORRÊNCIA. Disponível em: [https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/11401/25/Concess%C3%B5es\\_Cap14.pdf](https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/11401/25/Concess%C3%B5es_Cap14.pdf). Acesso em: 25 jun. 2023

LYRA, Mariana. Recursos Naturais: Gás natural. Revista Política Hoje, 1ª edição, v.23, p. 149 – 174. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/politica hoje/article/view/3758>. Acesso em: 3 de abril. 2023

MINISTÉRIO da Economia. Exportações Gerais. Comex Stat. Base de Dados. Brasília: Ministério da Economia. 2015-2021. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>. Acesso em: maio 2023.

Ministério de Minas e Energia (MME). Boletim Mensal de acompanhamento da indústria do gás natural – maio de 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/petroleo-gas-natural-e-bicombustiveis/publicacoes-1/boletim-mensal-de-acompanhamento-da-industria-de-gas-natural/2019/12-boletim-mensal-de-acompanhamento-da-industria-de-gas-natural-dezembro-2019.pdf/view> .Acesso em: 01 de junho. 2023

NIELSSON, F. T. (Ed.). Manual of Fertilizer Processing. Florida: CRC Press, v. 5, 1987. O SEMANÁRIO, 1958. Disponível em: <p://memoria.bn.br/DocReader/Hotpage/HotpageBN.aspx?bib=149322&pagfis=1737&url=http://memoria.bn.br/docreader#>. Acesso em: 02 abril. 2023.

O TEMPO, 2015. Obra da fábrica de amônia é desacelerada e demite 450. Disponível em: <https://www.otempo.com.br/politica/obra-da-fabrica-de-amonia-e-desacelerada-e-demite-450-1.1015731>. Acesso em: 25 jun. 2023

OUTLOOK GLOBALFERT, 2021. GlobalFert, p. 13 – 27. Disponível em: <https://globalfert.com.br/outlook-globalfert/>. Acesso em: 5 junho. 2023

OUTLOOK GLOBALFERT, 2022. GlobalFert, p. 13 – 27. Disponível em: <https://globalfert.com.br/outlook-globalfert/>. Acesso em: 5 junho. 2023

PETROBRAS (2022), Iniciamos a operação da primeira plataforma definitiva no campo de Mero, no pré-sal da Bacia de Santos. Disponível em: <https://petrobras.com.br/fatos-e-dados/iniciamos-a-operacao-da-primeira-plataforma-definitiva-no-campo-de-mero-no-pre-sal-da-bacia-de-santos.htm> Acesso em 15 maio. 2023.

Petrobras, 2018. Fábricas de fertilizantes da Bahia e de Sergipe serão hibernadas. Disponível em: <https://petrobras.com.br/fatos-e-dados/fabricas-de-fertilizantes-da-bahia-e-de-sergipe-serao-hibernadas.htm>. Acesso em: 23 jun. 2023

PETROBRAS. RIMA - Unidade de Fertilizantes Nitrogenados III - RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL. Disponível em: <http://www.servicos.ms.gov.br/imasuldownloads/rimas/RIMAUFNIII.pdf>. Acesso em: 15 maio. 2023

R Reis, Humberto LS, et al. "Gás natural." Recursos minerais de Minas Gerais. Companhia de Desenvolvimento de Minas Gerais (CODEMGE), Belo Horizonte (2018): 1-39. Disponível em: [\(PDF\) GÁS NATURAL \(researchgate.net\)](#). Acesso em: 15 fevereiro. 2023

SAE-PR. Plano Nacional de Fertilizantes 2050, Brasília, novembro de 2021. Disponível em: <https://static.poder360.com.br/2022/03/plano-nacional-de-fertilizantes-brasil-2050.pdf>. Acesso em: 02 março. 2023

SANTOS, Patrícia Carneiro dos. Biocombustíveis Líquidos e a pressão de demanda por fertilizantes nitrogenados: Um papel não energético do gás natural no Brasil? Tese (Doutorado em Planejamento Estratégico) - COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/politica hoje/article/view/3758/3062>. Acesso em: abril. 2023.

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Mais de 1,5 bilhões foram investidos na reativação de grandes indústrias em Sergipe. Disponível em: <https://sedetec.se.gov.br/mais-de-15-bilhoes-foram-investidos-na-reativacao-de-grandes-industrias-em-sergipe/>. Acesso em: 22 mai. 2023.

SILVA, Mauro Santos. Concessões e parcerias público-privadas: políticas públicas para provisão de infraestrutura. IPEA, Brasília, 2022. ISBN: 978-65-5635-040-0. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/11401>. Acesso em: abril. 2023

SOUZA, M. D. M. V. M. Processos Inorgânicos. 1. ed. Rio de Janeiro: Synergia, 2012. p. 1-244.

STONE X - INTELIGÊNCIA DE MERCADO. Produção nacional de fertilizantes perdeu ainda mais participação no mercado doméstico em 2020. Disponível em: <https://mercadosagricolas.com.br/fertilizantes/producao-nacional-de-fertilizantes-perdeu-ainda-mais-participacao-no-mercado-domestico-em-2020/>. Acesso em: 21 abril. 2023.

TEBET, Simone. [Pronunciamento sobre a preocupação com a repercussão econômica da guerra na Ucrânia para o País, em especial com a dependência brasileira dos fertilizantes russos, diante do possível desabastecimento desses insumos.]. Brasília, 2022. Discurso durante a 16ª Sessão Deliberativa Ordinária, no Senado Federal, em 10 de março de 2022.

UNIGEL. Relatório de sustentabilidade, 2021. Disponível em: <https://api.mziq.com/mzfilemanager/v2/d/e79c9811-01ab-4180-96ef-e068788a531a/5e2900b9-8eb0-aeaa-33b6-521ba0641921?origin=1>. Acesso em: 14 abril. 2023

UNIGEL. Unigel inicia produção de fertilizantes nitrogenados em Sergipe e se torna o maior produtor de ureia no país. Disponível em: <https://www.unigel.com.br/unigel-inicia-producao-de-fertilizantes-nitrogenados-em-sergipe-e-se-torna-o-maior-produtor-de-ureia-no-pais/>. Acesso em: 14 abril. 2023.

Valor Econômico, 2022. Yara desiste de comprar fábrica da Petrobras no Paraná. Disponível em: <https://valor.globo.com/agronegocios/noticia/2022/12/19/yara-desiste-de-comprar-fabrica-da-petrobras-no-parana.ghtml>. Acesso em: 27 jun. 2023

VALOR GLOBO. Com margem pressionada, UNIGEL estende parada em fábrica de fertilizantes de Sergipe. Disponível em: <https://valor.globo.com/empresas/noticia/2023/05/17/com-margem-pressionada-unigel-estende-parada-em-fbrica-de-fertilizantes-de-sergipe.ghtml>. Acesso em: 25 mai. 2023.

VELHOS, João Vitor. Análise do Impacto da Variação da Composição do Gás Natural no Processo Single Mixed Refrigerant – Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2018.

WONGTSHOWSKI, P. Indústria Química: Riscos e Oportunidades. Editora Edgar Blycher, 2ª ed, 2002. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4565990/mod\\_resource/content/3/Panorama%20da%20Ind%C3%BAstria%20Qu%C3%ADmica.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4565990/mod_resource/content/3/Panorama%20da%20Ind%C3%BAstria%20Qu%C3%ADmica.pdf). Acesso em: 04 jun. 2023.

Yara, 2017. Yara assina acordo para compra da Vale Cubatão Fertilizantes. Disponível em: <https://www.yarabrasil.com.br/noticias-e-eventos/press-releases/22022018---2203---yara-promove-primeiro-hackathon-no-brasil-para-criacao-de-aplicativo222/> Acesso em: 27 jun. 2023.