



ESTUDO DA CADEIA PRODUTIVA DE FERTILIZANTES NO BRASIL

Mateus Pinheiro Ramos

Monografia em Engenharia Química

Orientadores

Prof. Luiz Fernando Leite, D.Sc.

Prof. Luiz Antoniod'Avila ,D.Sc.

Janeiro de 2020

**ESTUDO DA CADEIA PRODUTIVA DE FERTILIZANTES
NO BRASIL**

Mateus Pinheiro Ramos

Monografia em Engenharia Química submetida ao Corpo Docente da Escola de Química, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Química.

Aprovado por:

Armando Lucas Cherem da Cunha, D.Sc..

Wendel Rodrigues Cezário, D. Sc.

Adelaide Maria de Souza Antunes, D. Sc.

Orientado por:

Luiz Fernando Leite, D. Sc.

Luiz Antonio d'Avila, D. Sc.

Rio de Janeiro, RJ – Brasil

Janeiro de 2020

Ramos, Mateus Pinheiro.

Estudo da cadeia produtiva de fertilizantes no Brasil / Mateus Pinheiro Ramos. Rio de Janeiro: UFRJ/EQ, 2020.

ix, 95 p.; il.

(Monografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, 2020.

Orientadores: Luiz Fernando Leite e Luiz Antonio d'Avila.

1. Fertilizante. 2. Adubo. 3. Cadeia produtiva. 4. Prospecção tecnológica. 5. Monografia. (Graduação - UFRJ/EQ). 5. Luiz Fernando Leite e Luiz Antonio d'Avila.

I. Estudo da cadeia produtiva de fertilizantes no Brasil.

Dedicatória

Dedico este trabalho à minha família e a todos aqueles que acreditam que a melhor maneira de mudar o mundo é através de desenvolvimento pessoal contínuo e profunda reflexão.

“Se encontrares a maneira de me destruir, encontrarás o mercúrio filosófico do sábio, até mesmo a Pedra Branca amada pelos filósofos. Se descobrires como reerguer-me, encontrarás o mercúrio filosófico, isto é, a Pedra Vermelha e o Elixir da Vida”.

Patrick Harpur em *Mercurius, Or, the Marriage of Heaven & Earth* (2007)

“Majores fertilissium in agro oculum domini esse dixerunt”

[“Nossos pais costumavam dizer que o olho de um mestre é o melhor fertilizante”]

Plínio, O Velho em *Historia Naturalis, XVIII. 84: Citado em Hoyt's New Cyclopedia Of Practical Quotations* (1922)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por tornar tudo possível;

A minha mãe Nivea e meu pai Danilo e meu pai Diogo (que assumiu o posto com tanto esmero e amor após meu primeiro pai ter que ir auxiliar nas esquadras de Deus) e à minha família por darem tudo o que tinham pela minha criação e crescimento, apoiando cada passo e celebrando cada vitória como se própria fosse. Além de meus queridos e brilhantes irmãos: Natália e Guilherme;

A Thiago Pinheiro, Roberto Jimenez e Lucas Duarte, que tiveram papel fundamental na minha caminhada por terem me ajudado nas mais elucubradas disciplinas com abnegação e amizade. Não esquecendo também dos grandes amigos de graduação, etapa esta cuja austeridade é suavizada quando em companhia de pessoas virtuosas, dedicadas e, ainda, companheiras: Isaac Mallet, Morgana Soares, Victor Hugo Simões, Marcos Gusmão e Thayane Piccorelli; e também aos amigos externos ao meio acadêmico que foram sempre compreensivos e incentivadores: Vitor e Vinícius Cavalcante, Bruna Plentz e Rodrigo Lazzari;

À Prof^a Dr^a chefe Adelaide Antunes pelas oportunidades agraciadas, por ser um exemplo para mim, por todos os conselhos prestados e por ser uma pessoa maravilhosa e inspiradora;

Aos meus orientadores Prof. Dr. Luiz Fernando Leite e Prof. Dr. Luiz Antonio d'Avila por todo o suporte prestado, paciência e conhecimentos agregados;

Aos companheiros e amigos do SIQUIM: Suzanne Schumacher, Priscila Alcântara e Juliana de Simone; pelo apoio direto e abnegação em me ajudar quando assim necessitei;

Ao querido amigo Gláucio Souza “Netinho” por se mostrar uma pessoa altruísta e bondosa desde o dia em que primeiramente pisei na UFRJ e por vender o melhor açai do Rio de Janeiro, ajudando muito nos dias corridos em que não é possível almoçar;

Por fim, agradeço à Escola de Química e à Universidade Federal do Rio de Janeiro pela experiência e crescimento adquiridos e à Fundação Universitária José Bonifácio por disponibilizar bolsas de estágio e os recursos que permitiram a criação do projeto que gerou este trabalho.

Resumo da Monografia apresentada à Escola de Química como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Química

ESTUDO DA CADEIA PRODUTIVA DE FERTILIZANTES NO BRASIL

Mateus Pinheiro Ramos

Janeiro, 2020

Orientadores: Prof. Luiz Fernando Leite, D.Sc.

Prof. Luiz Antonio d'Avila, D. Sc.

Vegetais demandam nutrientes para seu crescimento como qualquer ser-vivo. Porém, enquanto animais retiram seus nutrientes de sua alimentação, plantas necessitam em geral extraí-los através de suas raízes no solo. Quando se estabelece uma plantação, rapidamente os recursos minerais do solo necessários às plantas se esgotam e é necessário que sejam reabastecidos.

A indústria de fertilizantes é vital para que haja produção de alimentos suficiente para atender ao massivo e crescente número de pessoas no mundo. O Brasil é um país que ostenta uma das maiores agriculturas do planeta, mas ao mesmo tempo têm visto sua indústria de fertilizantes encarar diversos reveses nos últimos anos.

Este trabalho busca agrupar os acontecimentos recentes na produção brasileira de fertilizantes minerais, demonstrar o problema do enfraquecimento dessa indústria e como os possíveis cenários para o futuro próximo podem ser desvantajosos para empresas, governo e população, caso não haja uma mudança no aspecto atual da cadeia de produção.

Para isso é utilizada uma análise temporal, mercadológica, econômica e de gestão tecnológica da cadeia, investigando dados de importação, exportação, produção, variação de preços, prospectos para insumos e mercados a jusante além do depósito de patentes por prospecção tecnológica.

O trabalho pôde identificar expectativas de crescimento da demanda, redução da produção e incertezas quanto à questão da inovação; para tudo isto há também a proposição de quais caminhos tomar para evitar um agravamento da situação.

SUMÁRIO

Capítulo I. INTRODUÇÃO	1
I.1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	Error! Bookmark not defined.
I.2. IMPORTÂNCIA DO TEMA.....	2
I.3. O BRASIL INSERIDO NO MERCADO INTERNACIONAL DE FERTILIZANTES	4
I.4. OBJETIVOS.....	6
Capítulo II. METODOLOGIA	8
II.1. ANÁLISE MERCADOLÓGICA.....	8
II.1.1. Estrutura da indústria	8
II.1.2. Balança comercial	8
II.1.3. Consumo e Produção	9
II.1.4. Projeção de demanda	10
II.1.5. Capacidades instaladas	16
II.1.6. Valores envolvidos	17
II.2. ANÁLISE DA GESTÃO TECNOLÓGICA.....	17
Capítulo III. DELIMITAÇÃO DA CADEIA DE PRODUÇÃO	21
III.1. FERTILIZANTES FOSFATADOS	21
III.2. FERTILIZANTES NITROGENADOS	22
III.3. FERTILIZANTES POTÁSSICOS.....	23
Capítulo IV. ANÁLISE MERCADOLÓGICA	24
IV.1. ESTRUTURA DA INDÚSTRIA.....	24
IV.1.1. Aspectos geográficos	24
IV.1.2. Cronologia de acontecimentos recentes relevantes	27
IV.1.3. Gás Natural	30
IV.2. BALANÇA COMERCIAL.....	32
IV.3. CONSUMO E PRODUÇÃO	34

IV.4. PROJEÇÃO DE DEMANDA.....	37
IV.4.1. Extrapolação de tendência temporal	38
IV.4.2. Modelo de Séries Temporais	40
IV.4.3. Mercados a Jusante	42
IV.4.4. Elasticidade PIB e PIB <i>per capita</i> da demanda	46
IV.4.5. Elasticidade preço da demanda	54
IV.4.6. Substituibilidade	60
IV.4.7. Outras projeções de demanda	60
IV.4.8. Compilação e discussão das projeções	61
IV.5. CAPACIDADES INSTALADAS NO BRASIL.....	64
IV.5.1. Matérias-primas	64
IV.5.2. Intermediários para fertilizante	64
IV.6. ESTIMATIVA DE VALORES DE IMPORTAÇÃO EMFUNÇÃO DE CENÁRIOS	66
IV.7. ANÁLISE DO AMBIENTE DE NEGÓCIO.....	70
IV.7.1. FAFENs	70
IV.7.2. Projetos em potencial	70
Capítulo V. ANÁLISE DA GESTÃO TECNOLÓGICA	76
Capítulo VI. CONCLUSÃO, REFLEXÕES E SUGESTÕES	83
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABIQUIM	Associação Brasileira da Indústria Química
ANDA	Associação Nacional para Difusão de Adubos
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás e Combustíveis
CNPJ	Cadastro Nacional de Pessoa Física
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
DAP	Fosfato de Diamônio
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FAFEN	Fábrica de Fertilizantes Nitrogenados
FIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
FMI	Fundo Monetário Internacional
FOB	<i>Free On Board</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MAP	Fosfato de Monoamônio
MDIC	Ministério da Economia, Indústria, Comércio Exterior e Serviços
MPF	Ministério Público Federal
NCM	Nomenclatura Comum do Mercosul
PIB	Produto Interno Bruto
SSP	Superfosfato simples
TSP	Superfosfato triplo
UFN	Unidade de Fertilizantes Nitrogenados

Capítulo I. INTRODUÇÃO

I.1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O uso de fertilizantes e adubos remonta a milhares de anos antes de Cristo, quando resíduos orgânicos eram utilizados para adubar a terra, como húmus de rios, guano (fezes de pássaros), cinzas e esterco.

Na idade média houve grande evolução deste tipo de adubagem de forma a ser um negócio na época e apenas em 1843, tem-se registro da primeira fábrica de fertilizantes, na Inglaterra, produzindo superfosfato (TEIXEIRA, 2007).

Teixeira (2007) menciona como a produção industrial de fertilizantes nitrogenados foi fundamental em evitar o desmatamento de florestas nativas já que diminuía a necessidade de se procurar novos solos devido ao esgotamento dos que já eram utilizados.

Já em 1812, Davy Berliner desenvolvia um método de produção de ureia a partir de fósforo e amônia, mas este processo foi totalmente substituído pelo do alemão Fritz Haber, 101 anos depois, usando-se amônia e dióxido de carbono, que foi escalonado ao nível industrial pelo também alemão, Carl Bosch.

Em 1857 se viu o surgimento da produção de potássio e em 1872 a do superfosfato triplo, que se tornou junto ao superfosfato simples as maiores fontes de Fósforo até 1974, quando o Fosfato de Diamônio (DAP) tomou esta posição (RUSSEL; WILLIAMS, 2019).

Em 1902, o patenteamento por Wilhelm Ostwald de um novo processo para fabricação de ácido nítrico com uso de amônia deu impulso ainda maior a produção de fertilizantes, em especial o nitrato de amônio (CONNOR, 1967).

Os fertilizantes chegaram ao Brasil em 1895, na região de Campinas, na época de ouro do café no Brasil. Entretanto até 1960, haviam apenas 30% das áreas cultivadas usando adubação. Em 1967, é criada a Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA), pela ação conjunta de 14 empresas. Hoje o país é um dos maiores consumidores desses gêneros de produtos no mundo (Associação Nacional para Difusão de Adubos, 2007). Alguns destes eventos são postos em ordem cronológica na Figura I.1.

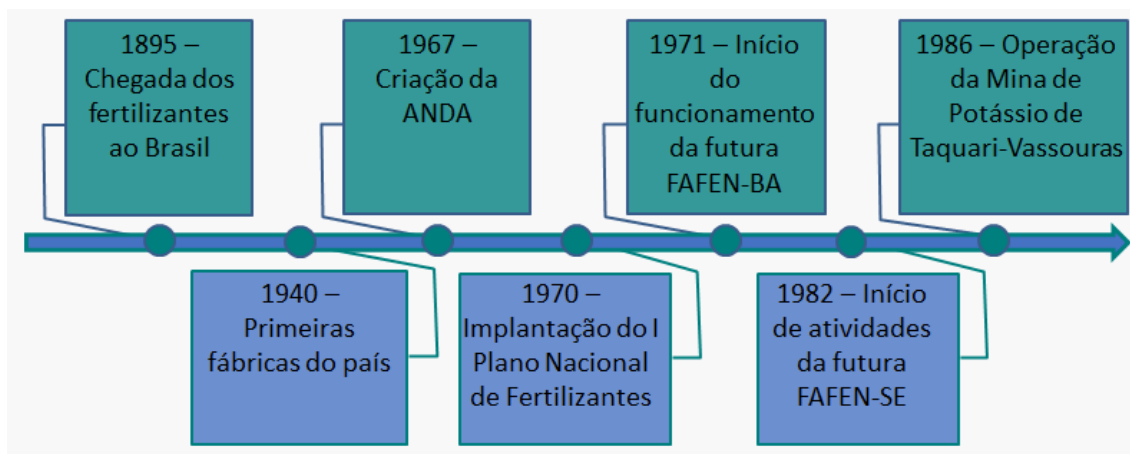


Figura I.1 Evolução da presença e organização industrial dos fertilizantes no Brasil até o fim do século XX. Dados de Associação Nacional de Difusão de Adubos (2007), Costa (2012) e Instituto Brasileiro De Mineração (2012).

I.2. IMPORTÂNCIA DO TEMA

Fertilizantes e adubos são utilizados em toda e qualquer produção agrícola em escala comercial, mas também são adotados mesmo em pequenas plantações, percebe-se o uso desde a horta de uma residência até aos muitos hectares de um sistema de monocultura. Não há como os vegetais se desenvolverem sem os nutrientes fornecidos, e o solo nunca supre essa demanda por muito tempo

Cada nutriente tem uma função diferente no desenvolvimento do espécime vegetal. Os fertilizantes podem conter Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio, Magnésio, Enxofre, Ferro, Zinco, Manganês, Cobre, Molibdênio, Cloro e Boro; em que os três primeiros são os chamados nutrientes principais, os três seguintes são nutrientes secundários e os demais são chamados “micronutrientes”, porque são requeridos em menores quantidades.

Os três nutrientes principais são fornecidos por fertilizantes conhecidos como Nitrogenados, Fosfatados e Potássicos(NPK), eles compõem a base do uso de fertilizantes na agricultura e seu uso e comércio envolve grandes volumes, sendo estratégica para os países a boa administração desse mercado.

O Nitrogênio é absorvido na forma de Nitrato (NO_3^-) ou Amônio (NH_4^+) pelas plantas, sua principal importância é a estrutural, sendo um componente dos aminoácidos e, por consequência, das proteínas. Além disso, é parte importante de várias estruturas relacionadas ao metabolismo (CAPONE, 2008). A deficiência de nitrogênio provoca

retardamento do crescimento das plantas e clorose nas folhas, deixando-as de tom verde-amarelado (SILVA et al, 2006).



Figura I.2 Planta com deficiência de Nitrogênio. Fonte: Silva et al (2006).

O Fósforo tem a contradição de ser ao mesmo tempo o macronutriente de menor massa exigida ao crescimento dos vegetais e aquele que tem menor presença nos solos brasileiros. As plantas o utilizam nas formas de HPO_4^{2-} e H_2PO_4^- e sua função está presente nos processos de fotossíntese, crescimento e divisão celular e no armazenamento e transferência de energia - através de moléculas como as adenosinas tri, di e monofosfato. Com deficiência do fósforo, a produção sofre limitação direta, as folhas adquirem áreas roxo-amarronzadas que em espécimes mais maduros podem se tornar necroses, nos frutos podem ocorrer a redução da firmeza e de seu número, além de aumentar a espessura da casca e produzir um miolo oco (DUARTE, 2019; SILVA et al, 2006; BUENO, GASPAROTTO, 1999).

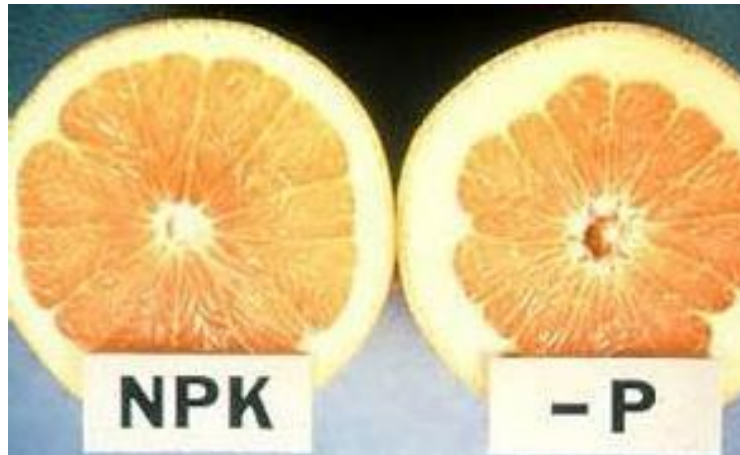


Figura I.3 Laranja com deficiência em fósforo(Original: PPI).

Já o potássio é absorvido quando em forma iônica, encontrada nos sais como o cloreto e o sulfato de potássio. Controle de estômatos (bomba de sódio e potássio), ativação de enzimas e a síntese proteica são todas relacionadas ao uso de potássio (SKOU, 1957). A falta deste nutriente desacelera o crescimento, gera defeitos nas folhas e reduzem o tamanho e a espessura da casca dos frutos(SILVA et al, 2006; BUENO, GASPAROTTO; 1999).



Figura I.4 Folhas de tomate com sintomas de deficiência de Potássio (SILVA et al, 2006).

I.3. O BRASIL INSERIDO NO MERCADO INTERNACIONAL DE FERTILIZANTES

Em 2018, de acordo com o ComexStat, o Brasil importou 29,5 milhões de toneladas de fertilizantes - Capítulo 31 da Nomenclatura Comum do Mercosul(NCM). As principais origens das importações foram de países dos mais variados níveis de

desenvolvimento, economia, cultura e posição geográfica como Argélia, Alemanha, Bielorrússia, Canadá, China, Egito, Estados Unidos, Israel, Marrocos e Rússia (GLOBALFERT, 2018a). Na Figura I.5 pode-se ver o exemplo dos fertilizantes fosfatados, que são importados de diferentes países ao redor do globo sem que nenhum deles seja preponderante aos demais.

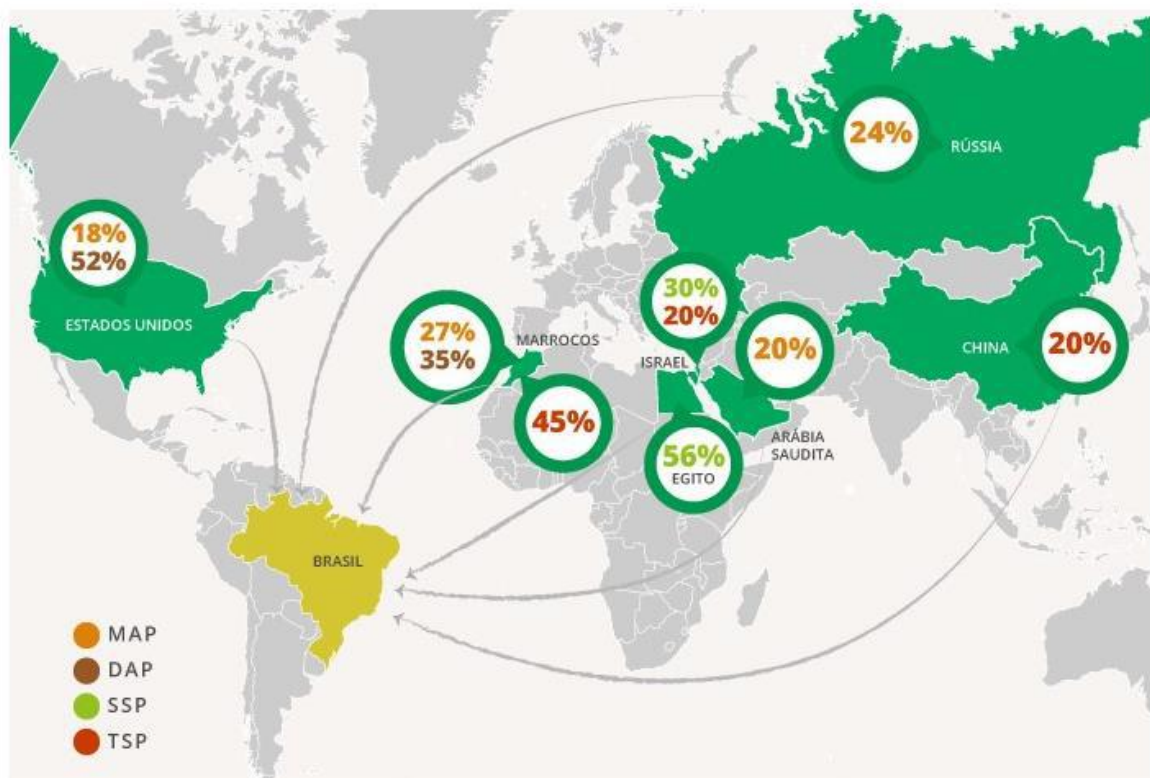


Imagem: Principais locais de origem de fertilizantes fosfatados em 2018. Elaboração: GlobalFert.

Figura I.5 Descrição da origem da importação de fertilizantes fosfatados, discriminado por intermediário. Fosfato de Monoamônio (MAP), Fosfato de Diamônio (DAP), Superfosfato simples (SSP) e Superfosfato Triplo (TSP) (GLOBALFERT, 2019 a).

Imagina-se que se estes países são grandes exportadores, é porque são, essencialmente, grandes produtores. Isto evidencia que para ser um exportador (e grande produtor) de fertilizantes, um país não precisa de características econômicas especiais. É verdade que fatores como as riquezas minerais do solo e o preço de alguns insumos têm uma pesada influência. Mas ao longo deste trabalho será visto que o Brasil tem oportunidades de ser um país mais proeminente na produção de fertilizantes.

De acordo com a Associação Brasileira da Indústria Química(2018b), a indústria de fertilizantes do Brasil faturou 10,2 bilhões de dólares em 2018, cerca de 8% do faturamento total da indústria química no ano, como apresentado na Figura I.6.

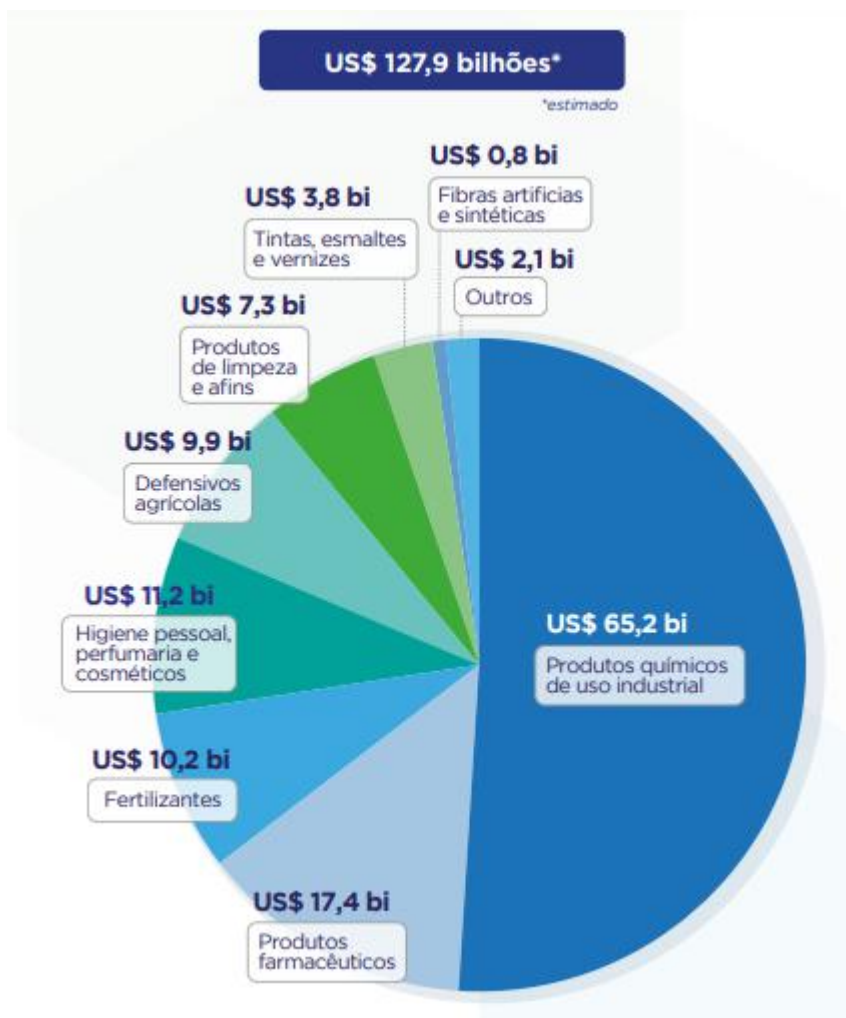


Figura I.6 Faturamento da Indústria Química brasileira em 2018 dividida por segmento (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA, 2018a).

I.4. OBJETIVOS

A intenção maior é investigar o futuro da cadeia de produção dos fertilizantes no Brasil e as oportunidades e desafios a serem enfrentados para os próximos dez anos. Isto através da investigação de análise de informações divulgadas por órgãos, associações e organizações relacionadas acima e abaixo da cadeia que possam ser estudadas em conjunto para entender os acontecimentos passados e presentes, além de gerar uma expectativa para o futuro. Têm-se como foco os fertilizantes NPK, por comporem a maior fração da utilização dos fertilizantes no mundo. Os produtos alvo escolhidos foram: Cloreto de Potássio, Fosfato de Diamônio, Fosfato de Monoamônio, Nitrato de Amônio, Sulfato de Amônio, Superfosfato Simples, Superfosfato Triplo e Ureia.

A intenção secundária é entender a característica geral da gestão de tecnologia na produção de fertilizantes através da investigação do depósito de patentes no escritório brasileiro com o auxílio de bases de dados de propriedade industrial.

Capítulo II. METODOLOGIA

Primeiramente foi feita uma delimitação do objeto de estudo, ou seja, da cadeia de produção de fertilizantes. Definida a cadeia de produção, selecionou-se os produtos/substâncias que seriam de interesse para uma análise mercadológica e tecnológica do setor de fertilizantes.

A parte de análise mercadológica constituiu-se de uma análise básica, contando com levantamento da balança comercial, do consumo aparente e das capacidades instaladas, além de uma investigação sobre a estrutura da indústria e projeções de demanda.

A análise da gestão tecnológica constituiu-se da realização de prospecção tecnológica em patentes sobre os produtos selecionados, de forma a melhor compreender o desenvolvimento de propriedade industrial do setor no Brasil, comparando-o com o de outros países.

II.1. ANÁLISE MERCADOLÓGICA

II.1.1. Estrutura da indústria

A indústria foi estudada quanto às suas peculiaridades geográficas e históricas, analisando como se desenvolve a dinâmica entre os insumos, o parque industrial e o mercado, tocando os aspectos a jusante e a montante dos fertilizantes e adubos.

Para entender os acontecimentos que impactaram o setor nos anos recentes, foi consultado o site da GlobalFert (www.globalfert.com.br) e as notícias divulgadas por ele nos últimos nove anos, devido à relevância deste portal de notícias em relação a outros (GLOBALFERT, 2019e).

Na cadeia de produção dos fertilizantes nitrogenados e fosfatados notou-se a importância do gás natural como insumo, portanto foram buscadas tendências específicas desse recurso para a sua produção e mercado para a próxima década e tentou-se ponderar como elas podem afetar o setor de fertilizantes.

II.1.2. Balança comercial

Para obter a balança comercial, utilizou-se o sistema ComexStat do MDIC (Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços) (<http://comexstat.mdic.gov.br>); que substitui o AliceWeb desde 2018 (MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS, 2019).

O ComexStat provê informações sobre a Importação e Exportação de quaisquer produtos, que são classificados de acordo com seu código NCM de oito algarismos. Os primeiros dois algarismos representam o capítulo; os primeiros quatro, a posição; os primeiros seis, a subposição de cada produto e o conjunto dos 8 (oito) algarismos corresponde, evidentemente, ao código NCM daquele produto.

O capítulo 31 corresponde ao de Fertilizantes e Adubos. Para estabelecer a balança comercial, tomou-se os dados de importação e exportação do capítulo 31, mais especificamente dos NCMs relacionados às substâncias de interesse, que são os fertilizantes NPK produzidos de acordo com a cadeia produtiva definida no “Capítulo III. DELIMITAÇÃO DA CADEIA DE PRODUÇÃO”.

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

II.1.3. Consumo e Produção

A ANDA (Associação Nacional para Distribuição de Adubos) divulga em seu website (<http://anda.org.br/>) estatísticas relacionadas ao setor de fertilizantes que nos permitem desenhar o Consumo e a Produção no país. Com estes dados pôde-se confeccionar gráficos referentes a esse indicador.

- Consumo: é a quantidade do produto utilizada no território nacional;
- Produção: é a quantidade do produto confeccionada em território nacional.

A ANDA fornece quatro categorias relacionadas ao comércio e utilização dos fertilizantes: Fertilizantes Entregues ao Consumidor Final, Produção Nacional de Fertilizantes Intermediários, Importação de Fertilizantes Intermediários; Principais Exportações de Fertilizantes e Formulações NPK. Assim, poderá se ter o primeiro como

sendo correspondente ao consumo nacional e o segundo, à produção. Explicando os termos utilizados, os produtos de interesse são chamados “intermediários” porque os fertilizantes finais, que irão para o mercado, serão composições desses intermediários (incluindo os não-NPK) desenvolvidas pelas empresas de acordo com que tipo de objetivo se deseja atingir com o uso daquele produto no solo.

II.1.4. Projeção de demanda

Pode-se estimar o futuro do setor de fertilizantes com metodologias de projeção da demanda, de forma a entender precisamente os riscos e oportunidades que envolvem o tratamento desta parte importante da manufatura brasileira.

Alguns dos fatores que afetam a demanda de fertilizantes são: taxa de crescimento de mercados a jusante (produção agrícola e de biocombustíveis), elasticidade preço da demanda e crescimento do PIB e do PIB *per capita*. Pode-se também utilizar métodos de séries temporais e as opiniões de especialistas sobre a evolução da demanda estudada, além de levar em conta a substituíbilidade dos produtos no tempo.

Para estabelecer o crescimento da agricultura no Brasil, consultou-se relatórios e dados divulgados por variadas entidades como o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), que fornecem dados e informações históricos e projetivos relacionados ao mercado agrícola.

Para cálculo da elasticidade preço da demanda, foram obtidos dados relativos à variação dos preços de fertilizantes no *website* Index Mundi (www.indexmundi.com). O Index Mundi é um portal que reúne estatísticas e dados a partir de diversas fontes, os compila e disponibiliza em forma de gráficos e quadros de fácil visualização. Infelizmente, foram encontrados dados para apenas quatro dos intermediários de interesse: DAP, superfosfato triplo, ureia e amônia (INDEX MUNDI, 2019). Outros portais com informações sobre outros intermediários eram pagos.

II.1.4.1. Métodos Quantitativos: Séries Temporais

Podem ser separados em dois tipos:

i) Extrapolação de tendências:

Apoia-se na continuidade histórica de uma tendência, assumindo que ela deve continuar a se repetir a menos que alguma interferência force outras situações. É um método simples, porém a suposição de que o passado determina o futuro às vezes pode se revelar problemática e irreal. Podem ser utilizadas extrapolações de tendência lineares, potenciais, exponenciais e “curvas S”. Para este trabalho foram preferidos os modelos linear e exponencial.

Linear: $Qt = a + b * t$ (II.1)

Exponencial: $Qt = Qo * e^{bt}$ (II.2)

Onde:

Qt - Quantidade projetada;

Qo - Quantidade inicial no tempo zero;

t – Tempo;

a, b – Constantes.

ii) Modelos de séries-temporais:

Possibilita a avaliação de efeitos de sazonalidade junto ao desenvolvimento da variável. Dois modelos são compreendidos nesta técnica:

Taxa aritmética: $Qn = Qo * (1 + i * n)$ (II.3)

Taxa geométrica: $Qn = Qo * (1 + i)^n$ (II.4)

Onde:

Qn – último valor observado;

Qo – primeiro valor observado;

n – número de períodos da série;

i – taxa média aritmética/geométrica a ser calculada. (NEVES, 1990)

II.1.4.2. Mercados a jusante

Os índices dos consumidores da indústria que se estuda têm efeito sobre a sua demanda. Correlacionar as duas coisas é uma possibilidade de se ter um modelo confiável e que, caso se tenha uma projeção da variável independente (neste caso relacionada à atividade consumidora da atividade estudada) pode-se projetar o consumo da atividade de interesse.

Para se fazer esta projeção podem-se usar algumas técnicas. A utilizada neste trabalho será a Regressão Linear Simples: define-se uma variável independente X e uma variável Y dependente de X. Utilizando-se um método de estimativa com minimização de desvios, como o Método dos Mínimos Quadrados, encontra-se uma equação de reta que representa a relação entre X e Y, sendo então o modelo da correlação.

Para estabelecimento de uma correlação entre Consumo de fertilizantes e Produção agrícola, por exemplo, pode-se utilizar a regressão linear entre as duas, onde o R² indica a qualidade da regressão. A qualidade da correlação entre as duas variáveis também pode ser avaliada pelo Coeficiente de Correlação de Pearson, que é calculado pela seguinte fórmula:

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{[\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2][\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2]}} \quad (\text{II.5})$$

Onde:

ρ : Coeficiente de Correlação de Pearson;

x, y: Conjuntos de valores de uma variável;

A Correlação de Pearson permite estabelecer um grau de correlação linear entre dois conjuntos de mesmo número de elementos com valores de variáveis diferentes, um assumido independente e outro assumido dependente. Ou seja, permite que se verifique quanto os valores do conjunto dependente são afetados de forma linear pelos valores do conjunto independente. Esta escala varia adimensionalmente entre -1 e 1, o que é útil para conjuntos de números de diferentes unidades e dimensões. O módulo define o grau de intensidade da correlação linear, enquanto o sinal define se essa correlação é positiva (valores do conjunto dependente crescem quando os do conjunto independente crescem) ou negativa (valores do conjunto dependente decrescem quando

os do conjunto independente crescem). Um Coeficiente de Correlação de Pearson muito próximo a zero significa que não há correlação linear entre os conjuntos, embora isso não exclua a possibilidade de haver correlações de outras naturezas (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2012).

II.1.4.3. Elasticidade preço da demanda

A elasticidade preço da demanda é um índice econômico que contrapõe a evolução temporal da demanda de um produto ou serviço e a variação do preço deste mesmo produto/serviço no mesmo período de tempo. Ela é útil para se perceber como a alteração do preço de um bem afeta a sua demanda.

É calculada segundo a seguinte equação:

$$\varepsilon_p = - \frac{\frac{\partial D}{D}}{\frac{\partial P}{P}} \quad (\text{II.6})$$

Onde:

ε_p : Elasticidade preço da demanda;

D : Quantidade demandada inicial;

P : Preço inicial;

∂D : Variação da quantidade demandada;

∂P : Variação do preço.

O resultado é avaliado da seguinte forma:

Se ε_p :

→ ∞ , a demanda é perfeitamente elástica (qualquer aumento no preço leva a demanda a zero);

>1, a demanda é elástica (variações no preço afetam significativamente a demanda);

=1, a demanda é unitária (variações no preço afetam a demanda de forma proporcional);

<1, a demanda é inelástica (variações pouco afetam a demanda);

→ 0, a demanda é perfeitamente inelástica (variações no preço não afetam a demanda) (MARSHALL, 1920).

A Elasticidade foi calculada para a variação entre cada par de anos consecutivos no período compreendido (2011-2018), desconsiderando-se valores entendidos como sendo pontos fora da curva e então fez-se o uso de uma média aritmética para definir o que seria considerada como uma elasticidade padrão do preço médio dos fertilizantes para com a sua demanda. Após isto, utilizou-se esta elasticidade média para realizar uma projeção de demanda. Para isso, primeiro fez-se uma projeção preliminar dos preços médios dos fertilizantes e considerou-se que a elasticidade calculada será obedecida até 2028, o que permitiu calcular valores para a demanda futura.

II.1.4.4. Elasticidade PIB e PIB *per capita* da demanda

Outra ferramenta que pode ser empregada para uma projeção de demanda são os índices de elasticidade baseados em indicadores econômicos de um país (NEVES, 1990). Usou-se dados do Banco Central para o crescimento do Produto Interno Bruto (PIB), do Banco Mundial e do Fundo Monetário Internacional (FMI) e os dados de crescimento da população obtidos por previsões do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para as previsões de PIB e PIB *per capita*. Com isso, pôde-se realizar o cálculo da elasticidade da demanda de fertilizantes com estes índices. O cálculo é feito de maneira similar à elasticidade preço da demanda, mas substitui o preço dos fertilizantes pela evolução do PIB ou do PIB *per capita* e o sinal negativo é removido, já que se espera que, a princípio, um aumento nos índices leve a também um aumento na demanda por fertilizantes, devido ao aquecimento da economia e melhora do poder de compra.

$$\epsilon_{\text{PIB}} = \frac{\frac{\partial D}{D}}{\frac{\partial \text{PIB}}{\text{PIB}}} \quad (\text{II.7})$$

Onde:

PIB: PIB no ano inicial;

∂PIB : Variação do PIB;

D: Demanda inicial;

∂D : Variação da demanda.

II.1.4.5. Compilação e discussão das projeções

Os resultados de todas as projeções são dados independentes entre si, o que permite a utilização de algumas ferramentas estatísticas para se poder observar como as projeções foram semelhantes ou destoantes entre si. O principal recurso utilizado nesta monografia será o Diagrama de Caixa (também conhecido como *Box-Plot*), que utiliza a mediana e os quartis para realizar um diagrama que permite uma visualização do comportamento estatístico generalizado dos dados. O Diagrama de Caixa foi escolhido devido à natureza dos dados serem independentes entre si, favorecendo este tipo de análise e permitindo perceber a presença de *outliers* (pontos fora da curva) na amostra observada.

Quartis são valores que separam um conjunto de dados numéricos em quatro partes de mesmo número de elementos quando este conjunto é observado em ordem crescente. O primeiro quartil, é o número que separa os primeiros 25% do número de elementos do conjunto dos outros 75%. O segundo quartil separa 50% do conjunto e o terceiro quartil separa os primeiros 75% dos demais 25%. Em um diagrama de Caixa, os primeiro e terceiro quartis definem, respectivamente o “topo” e o “fundo” da “caixa”, melhor visualizado na Figura II.1.

Mediana: se todos os números de um conjunto forem postos em ordem crescente (ou decrescente), a mediana será o valor que está na metade da ordenação, todos os que vêm antes (depois) dele, são a metade maior e todos os números que vêm depois (antes) dele, são a metade menor. Quando um conjunto contiver número par de elementos, a mediana será a média aritmética entre os dois valores centrais.

Para a conformação do diagrama, utiliza-se também o cálculo dos Limites Superior e Inferior da amostragem. A interpretação destes limites é que a variação normal entre os dados do conjunto deve acontecer dentro destes limites, de forma que valores que resultam além deles têm um comportamento estatisticamente anormal. O cálculo dos limites é realizado da seguinte maneira:

$$\text{Limite Inferior} = Q_1 - 1,5 * (Q_3 - Q_1) \quad (\text{II.8})$$

$$\text{Limite Superior} = Q_3 + 1,5 * (Q_3 - Q_1)$$

(II.9)

O diagrama então fica construído como no seguinte exemplo:

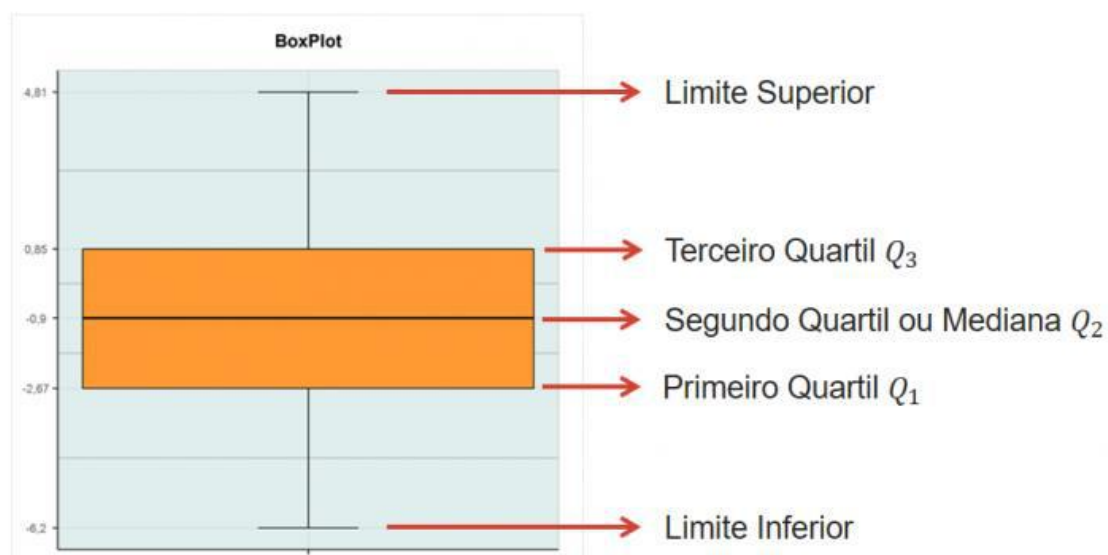


Figura II.1 Exemplo de *Box-plot*. Retirado de Portal Action (2015).

Valores que sejam inferiores ao Limite Inferior ou superiores ao Limite Superior são chamados *outliers* (ou “pontos fora da curva”) e geralmente são desconsiderados de qualquer análise posterior (PORTAL ACTION, 2015).

II.1.5. Capacidades instaladas

Buscou-se para cada um dos fertilizantes e suas matérias-primas as capacidades instaladas, as empresas detentoras de plantas de produção e a sua localização primariamente no Anuário da Indústria Química Brasileira 2018 publicado pela Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUIM). Quando não havia informações disponíveis neste volume, acessou-se o Guia da Indústria Química Brasileira 2015/2016, que era o volume mais recente disponível. O Guia foi utilizado também para verificar quais plantas efetivamente são destinadas à produção de fertilizantes e, caso o Guia não esclarecesse ou não contivesse as informações recentes ou suficiente ou ainda persistisse dúvida quanto à atualidade/precisão das informações naquele volume, acessou-se o *website* da empresa.

II.1.6. Valores envolvidos

Esta seção se destinará a aproximar os valores decorrentes das projeções realizadas, especialmente quanto ao possível *déficit* acumulado que o país pode apresentar em sua balança num futuro não muito distante. Para isto toma-se as projeções de demanda e se produz cálculos de previsão do déficit com diferentes cenários.

II.2. ANÁLISE DA GESTÃO TECNOLÓGICA

A prospecção tecnológica em patentes foi realizada utilizando a seguinte estratégia de busca na base de dados Derwent Innovations Index®:

Palavras-Chave no título ou no resumo: "nome da substância e sinônimos" AND "fertiliz*".

Códigos de patentes: "BR*".

Período de busca: 2004 a 2019.

Web of Science

Ferramentas ▾ Pesquisas e alertas ▾ Histórico de pesquisa Lista marcada

Selecione uma base de dados Derwent Innovations Index

Claim your publications
Track your citations

Pesquisa Básica Pesquisa de patente citada **Pesquisa avançada**

Utilize rótulos de campo, operadores booleanos, parênteses e resultados de consultas para criar sua consulta. Os resultados aparecerão na Tabela do histórico de busca, na parte inferior da página. (Saiba mais sobre a Pesquisa avançada)

Exemplo: TS=(nanotub* AND carbon) NOT AU=Smalley RE
#1 NOT #2 mais exemplos | visualizar o tutorial

Pesquisa

Tempo estipulado
Todos os anos (1963 - 2019)

MAIS CONFIGURAÇÕES ▾

Booleanos: AND, OR, NOT, SAME

Rótulos do campo:

TS= Tópico	CP= Número de patente citada
TI= Título	CX= PC + Família
AU= Inventor [Índice]	CAC= Depositante Citado [Lista]
PN= Número da patente	CN= Nome do Depositante Citado
IP= Int. Classificação da patente [Lista]	CPC= Código de Depositante Citado
DC= Código de classe no Derwent [Lista]	CAU= Inventor citado [Índice]
MAN= Código manual no Derwent [Lista]	CD= NAP citado
PAN= IP de acesso prim. no Derwent	
AN= Nome de depositante	
AC= Código do Depositante	
AE= Nome + Código do Depositante [Lista]	

Figura II.2 Webpage do Web of Science® quando selecionada a busca pelo Derwent Innovations Index®

Por exemplo:

(MAP OR "monoammonium phosphate" OR "Ammonium dihydrogen phosphate") AND "fertiliz*".

A escolha das palavras chave se baseou na formulação da cadeia de produção de fertilizantes previamente apresentada.

O Quadro II.1 apresenta as palavras chaves utilizadas na busca.

Quadro II.1 - Palavras-chave para realização da busca (confeção própria).

<i>Intermediário</i>	<i>Palavra-Chave 1</i>	<i>Palavra-Chave 2</i>	<i>Palavra-Chave 3</i>
Cloreto de Potássio	Potassium chloride	Potash muriate	Potassium muriate
DAP	Diammonium phosphate	DAP	Diammonium hydrogen phosphate
Superfosfatos	Calcium phosphate*	Superphosphate	Monocalcium phosphate
MAP	Ammonium dihydrogen phosphate	MAP	Monoammonium phosphate
Nitrato de Amônio	Ammonium nitrate		
Sulfato de Amônio	Ammonium sulfate		
Ureia	Urea	Carbamide	

Neste exemplo, se encontram todas as patentes da base que contém necessariamente qualquer palavra que inicie com "fertiliz*" (como por exemplo "fertilizer" e "fertilizing") e mais as que contenham pelo menos "MAP" ou "monoammonium phosphate", contando apenas aquelas depositadas entre 2004 e 2019 e que tenham o Brasil como um dos países onde ocorreu depósito.

Após a obtenção das patentes, utilizou-se o *software* VantagePoint® para realizar eliminação de duplicatas e análise dos depósitos. Esta análise foi feita em relação ao ano que foram depositados (ano de prioridade), aos países onde essas patentes tiveram o depósito prioritário e as empresas/organizações/indivíduos que foram creditados como autores principais através de seus Códigos de Depositantes nas patentes.

Um último tratamento dos dados de forma a melhor organizá-los no *software* Microsoft Excel® permitiu a geração de informações sobre o comportamento do patenteamento dessas substâncias no Brasil.

Para efeito de comparação, foi realizada também a mesma busca descrita inicialmente, porém sem restringir apenas a aquelas que tiveram depósito no Brasil, e foi colocada em contraste com a busca inicial com a estratégia de busca completa, incluindo apenas as que tiveram depósito no Brasil. Num exemplo hipotético, uma patente com depósitos cujos códigos iniciem com "AU", "UK" e "US" seria

contabilizada apenas na segunda busca, enquanto uma com "AU", "BR", "UK" e "US", seria contabilizada em ambas as buscas.

Capítulo III. DELIMITAÇÃO DA CADEIA DE PRODUÇÃO

III.1. FERTILIZANTES FOSFATADOS

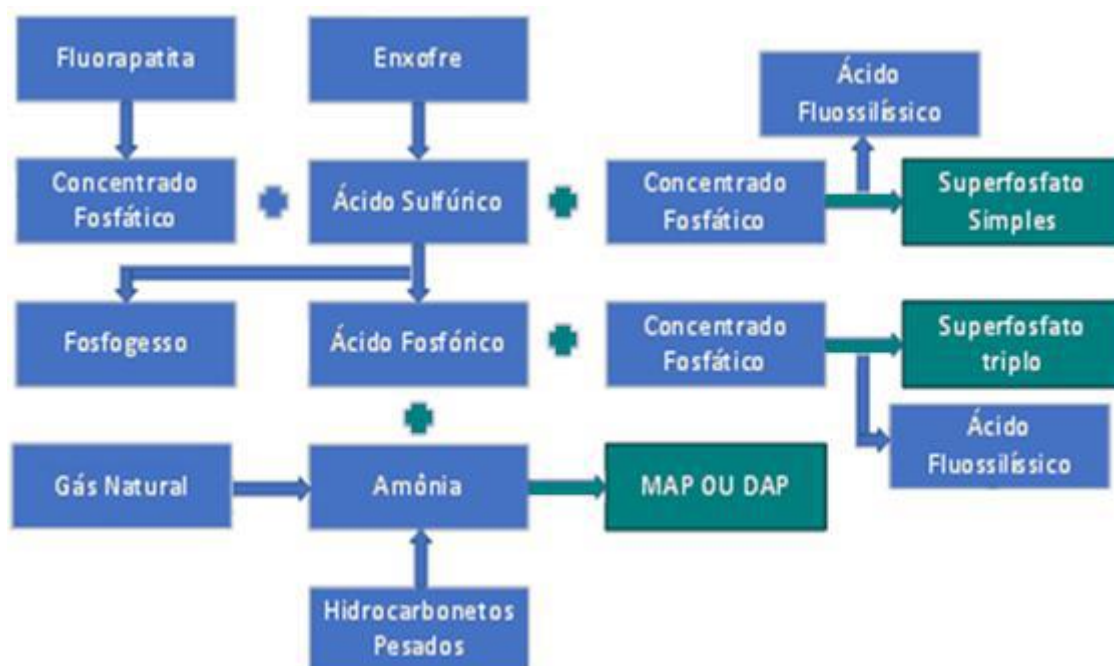


Figura III.1 Produção de fertilizantes fosfatados. Adaptado de apostila do professor Armando Cunha para a disciplina de Processos Inorgânicos (CUNHA, 2019).

“Concentrado fosfático” é um nome genérico para uma mistura de produtos que contém forte presença de fosfato, os concentrados fosfáticos mostrados no fluxograma não são necessariamente os mesmos, embora se originem todos de rocha fosfática (CUNHA, 2019).

Pode-se inferir a partir do fluxograma:

Principais insumos: Gás natural bruto ou hidrocarbonetos pesados (para oxidação parcial) e rocha fluorapatita.

Produtos intermediários para fertilizantes: Superfosfato Simples (Fosfato de cálcio 18% de P_2O_5 solúvel), Superfosfato Triplo (Fosfato de cálcio 44-50% de P_2O_5 solúvel), MAP (Fosfato de monoamônio) e DAP (Fosfato de diamônio).

Deve-se notar que a produção de Enxofre, Ácido Sulfúrico, Ácido Fosfórico e Amônia não necessariamente são feitas pela mesma planta, o que torna a produção e o comércio destas substâncias de interesse para a produção de fertilizantes.

A produção de Ácido Fosfórico representada no fluxograma é a de Via Úmida utilizando Ácido Sulfúrico, há também processos que utilizam Via Seca, mas que estão entrando em desuso por serem mais caros e não gerarem pureza muito superior aos processos de Via Úmida atualmente devido aos avanços nos processos deste último.

O Ácido Fluossilícico produzido é utilizado por empresas de tratamento de água na fluoretação do efluente tratado, já o Fosfogesso é um passivo ambiental.

III.2. FERTILIZANTES NITROGENADOS

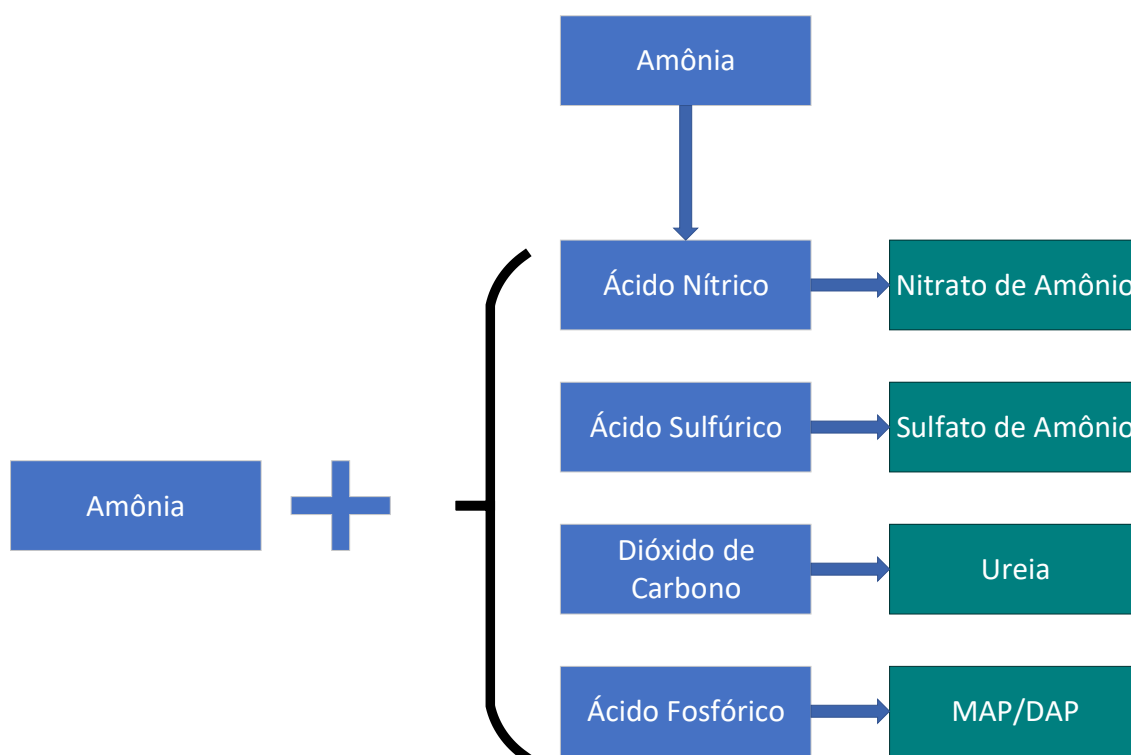


Figura III.2 Produção de fertilizantes nitrogenados. Adaptado de apostila do professor Armando Cunha para a disciplina de Processos Inorgânicos (CUNHA, 2019).

A amônia que leva ao Ácido Nítrico indica que a produção deste ácido é feita a partir de amônia. A amônia que se soma aos ácidos está presente nas plantas de produção dos respectivos fertilizantes, durante o processo de produção (CUNHA, 2019).

Infere-se pelo fluxograma:

Principais insumos: Os mesmos dos fertilizantes fosfatados (gás natural bruto, hidrocarbonetos pesados e rocha fluorapatita).

Produtos intermediários para fertilizantes: Nitrato de amônio, Sulfato de amônio, Ureia ((NH₂)₂CO), MAP e DAP.

Deve-se notar que a produção de Nitrato de Amônio tem sido reduzida consideravelmente nos últimos anos porque esta substância pode facilmente ser utilizada para a confecção de explosivos caseiros, estimulando uso perigoso.

Como já foram previamente demonstradas no item “III.1 FERTILIZANTES FOSFATADOS” as etapas de produção de ácido sulfúrico, ácido fosfórico e amônia, decidiu-se por omiti-las neste fluxograma.

III.3. FERTILIZANTES POTÁSSICOS

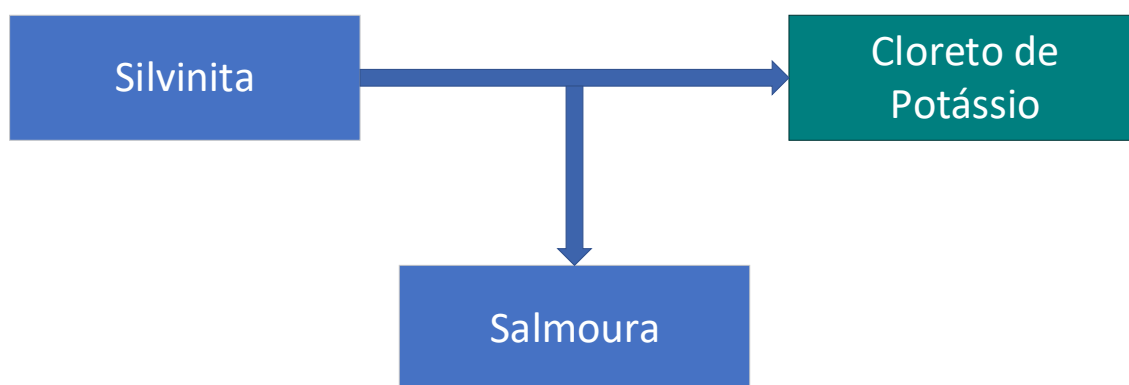


Figura III.3 Produção de fertilizantes potássicos. Adaptado de apostila do professor Armando Cunha para a disciplina de Processos Inorgânicos (CUNHA, 2019).

Infere-se pelo fluxograma:

Principais insumos: Silvinita.

Produtos intermediários para fertilizantes: Cloreto de Potássio.

Atualmente a produção de Cloreto de Potássio no Brasil é feita quase exclusivamente por uma planta, como será visto mais adiante, que minera a Silvinita e dela retira o sal através do processo de Lavra Subterrânea, mas ele pode ser obtido através de outros minerais como a Carnalita (podendo utilizar o processo de Mineração por Dissolução) e a Silvita (CUNHA, 2019).



Figura IV.2 Mapa da agricultura do Brasil. Retirado de Estados e Capitais do Brasil (2019).

Por comparação entre as Figuras IV.1 e IV.2, nota-se que a distribuição da produção de fertilizantes no Brasil acompanha de forma majoritária as zonas de culturas diversificadas e criação, principalmente na linha quase vertical que cruza o oeste de Minas Gerais, parte da região central de São Paulo e litoral do Paraná. Nestas regiões a produção agrícola é intensa, mas ainda é um pouco distante do foco da agricultura brasileira: o centro-oeste do país. Houve, em anos recentes, a intenção de se operar plantas mais em direção ao Centro-Oeste, como em Três Lagoas-MS, mas os planos não estão se concretizando, como será visto a seguir.

Por outro lado, a distância da produção de nitrogenados não ser tão distante em relação ao litoral é estratégica para evitar maior custo de transporte com Gás Natural, insumo vital e cuja maior fração nacional vem de fontes *Off-Shore*, especialmente no Sudeste. Plantas mais interioranas poderiam requerer que o fornecimento de gás fosse realizado por importação da Bolívia a partir do gasoduto GASBOL, devido aos altos custos de transporte do Gás Natural por terra do litoral brasileiro até o interior produtor.

Ao longo do trabalho será observado que a importação provê a maior parte dos insumos fertilizantes consumidos no país. Porém, a importação ocorre, obviamente, nos portos, ou seja, no litoral, relativamente longe do maior ambiente agrícola brasileiro. O que se traduz em uma desvantagem logística se depender tanto da importação.

Pela Figura IV.3, percebe-se que grande parte dessas importações chega a portos do sul do país, o que faz sentido visto que ainda é uma zona importante para a agricultura e que devido ao formato do litoral brasileiro, tem menor distância para o interior do que outros portos.

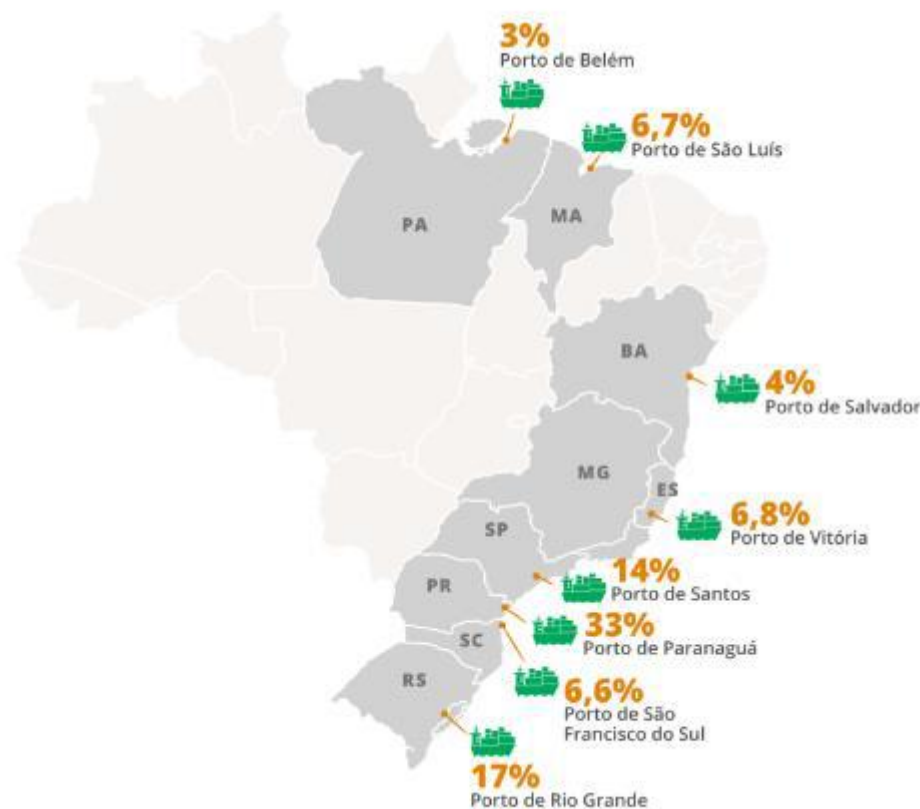


Imagem: Principais portos de entrada de Fertilizantes no Brasil em 2018. Elaboração: GlobalFert.

Figura IV.3 Representação dos portos que recebem as importações de fertilizantes e as respectivas percentagens em relação ao volumetotal destes tipos de produto no Brasil.

Pela comparação entre os três mapas, pode-se admitir que a importação é menos expressiva (ainda que os valores absolutos ainda sejam significativos) no Nordeste devido ao porte relativamente menor da agricultura na região em comparação às fronteiras agrícolas do Sul, Sudeste e Centro-Oeste. Acredita-se também que a produção na região deva contribuir de alguma forma considerável pelo suprimento de demanda na

região. Enquanto no sudeste e centro-oeste deve ser atendida em parte pela importação e em parte pela produção nas plantas de Minas Gerais, São Paulo e Goiás e no extremo-sul o mais plausível é de que a demanda seja quase completamente saciada pelas importações, visto o grande recebimento de importações nos portos e a escassa presença de plantas de produção de fertilizantes, em especial no Rio Grande do Sul.

IV.1.2. Cronologia de acontecimentos recentes relevantes

2010: Vale compra ativos de Bunge e Fosfértil e cria a Vale Fertilizantes (COSTA; SILVA, 2012).

2012, Abril: Arrendamento de mina em Sergipe da Petrobras pela Vale para extração de Cloreto de Potássio, dando início ao projeto Carnalita I (GLOBALFERT, 2012).

2012, Novembro: Petrobras revela projeto de Complexo Gás-Químico para Linhares e Aracruz, ES. Plantas são previstas para produção de 763 mil toneladas por ano de ureia, além de metanol, ácido acético, ácido fórmico e melamina e é prevista para entrar em operação em 2017. Esta seria a Unidade de Fertilizantes Nitrogenados IV. Sendo a III prevista para o Mato Grosso do Sul e a V para Minas Gerais (GLOBALFERT, 2012) Obras até o tempo presente não estão concluídas e nem espera-se que o sejam.

2013, Janeiro: Governo do Amazonas apresenta em conferência projeto para exploração de reservas de silvinita (Cloreto de Potássio) no estado, incluindo, entre outras cidades, para a reserva de Autazes que se tornaria o projeto Amazonas Autazes da Potássio do Brasil (GLOBALFERT, 2013a).

2013, Junho: Petrobras compra Araucária Nitrogenados da Vale, sendo a partir de então a chamada Fábrica de Fertilizantes Nitrogenados do Paraná (FAFEN-PR) (GLOBALFERT, 2013b).

2013, Agosto: confirma-se a vencedora da licitação para construção de fábrica de Nitrogenados em Uberaba, MG, a italiana Tecnimont, liderando o Consórcio Triângulo Mineiros e sagrou a ganhadora e em março de 2014 têm-se o início das obras (GLOBALFERT, 2013c e 2014a).

2014, Agosto: Yara compra 60% da Galvani, que estava envolvida na mineração de fosfato e produção de superfosfato simples (GLOBO RURAL, 2014).

2014, Outubro: Projeto para beneficiamento de cloreto de potássio da empresa Potássio do Brasil avança entrando em fase de testes (GLOBALFERT, 2014b).

2014, Dezembro: Petrobras paralisa obras da Unidade de Fertilizantes Nitrogenados III no MS, alegando quebra de contrato. As projeções para a planta eram de que, quando pronta, tivesse a capacidade de produzir 3600 toneladas/dia de ureia, 2200 t/d de amônia e 290 t/d de gás carbônico (G1, 2019).

2015, Julho: Petrobras interrompe obras da Unidade de Fertilizantes Nitrogenados V (UFN-V/Planta de Amônia) em Uberaba e decide que irá realizar venda dos equipamentos de forma separada. Prefeitura de Uberaba busca mudar a intenção para que a venda da Unidade seja realizada em sua integridade para que possa ser capaz de operar (GLOBALFERT; 2018) A falta do suprimento de gás natural à planta é um dos seus maiores problemas, há conversas sobre a instalação de um gasoduto desde a década de 80, mas nunca foi levado adiante(O TEMPO, 2019).

2017, Março: Potássio do Brasil pede, em acordo com Ministério Público Federal (MPF), suspensão de licença prévia para realização de consultas a povos locais sobre o projeto de mineração (GLOBALFERT, 2017a).

2017, Maio: Verde AgriTech inicia estudo preliminar de viabilidade para expansão de produção de potássio a partir de *Greensand*. Prevê produção de 25 milhões de toneladas por ano (GLOBALFERT, 2017b).

2017, Novembro: Yara compra setor de Nitrogenados da Vale Fertilizantes.

Este negócio segue as diretrizes da Vale de deixar seu negócio mais enxuto saindo do setor de fertilizantes.

2018, Janeiro: Mosaic conclui compra da Vale Fertilizantes, incorporando as partes de Fosfato e Potássio.

2018; Março: Petrobras anuncia intenção de hibernar as Fábricas de Fertilizantes Nitrogenados da Bahia (FAFEN-BA) e de Sergipe (FAFEN-SE).

A empresa declara que as FAFENs Baiana e Sergipana resultaram em prejuízo de 200 e 600 milhões, respectivamente em 2017 e cita que o preço do gás natural como

uma causa preponderante para a decisão estratégica. A hibernação consiste em uma progressiva interrupção das funções das Unidades (VALOR ECONÔMICO, 2018).

2018, Julho: Verde AgriTech inicia construção de planta de produção de SuperGreensand® (GLOBALFERT, 2018).

2019; Janeiro: Hibernação das FAFEN-BA e FAFEN-SE.

A Petrobras reafirma que a FAFEN tem se apresentado uma operação deficitária e inicia a hibernação da planta. Pelo fato da FAFEN-BA ser uma Unidade crucial para o Polo Industrial de Camaçari, sendo fornecedora de insumos como amônia, ureia, ácido nítrico e hidrogênio para outras várias empresas presentes no Polo, estas empresas, junto ao sindicato dos petroleiros e o estado da Bahia, buscam reverter a situação. Durante o ano de 2019 ocorreram diversas disputas judiciais entre as partes para tentar fazer valer seus interesses, com liminar impedindo a hibernação que acabou sendo revertida e a situação se prolonga sem definição e causando grande incerteza.

Com a hibernação da FAFEN, espera-se impacto na economia brasileira, com aumento de importações dos insumos (o que causa aumento de preços a toda a cadeia a jusante: fertilizantes e produtos agrícolas, além das demais atividades que dependem destes insumos), centenas de desempregados e problemas de arrecadação aos estados da Bahia e de Sergipe (GLOBALFERT, 2019b e 2019c).

2019, Maio/Junho: Descoberta de bacia de gás natural em Sergipe e Alagoas com expectativas de produzir até 20 milhões de m³/dia de gás.

A Bacia Sergipe-Alagoas apresenta perspectiva de crescimento de mais de 30% na produção de gás no Brasil. O que inicialmente se espera que abaixe os preços e aqueça o mercado (INFOMONEY; 2019).

2019, Junho: Petrobras anuncia retomada de processo de venda da UFN-III e da Ansa (Araucária Nitrogenados S.A.). Estima-se que a UFN-III entre em operação em 2024 (G1, 2019).

2019, Novembro: Arrendamento das FAFENs ao grupo UNIGEL.

Petrobras realiza contratos de arrendamento de 10 anos (com possibilidade de prorrogação) das FAFENs de Bahia e Sergipe com a Proquigel Química, pertencente ao Grupo UNIGEL, evitando assim hibernação das fábricas. O início das atividades da

Proquigel depende apenas da aprovação do Conselho Administrativo de Defesa Econômica (Cade) e das licenças necessárias (EXAME, 2019).

A linha temporal pode ser observada de forma mais reduzida na Figura IV.4.

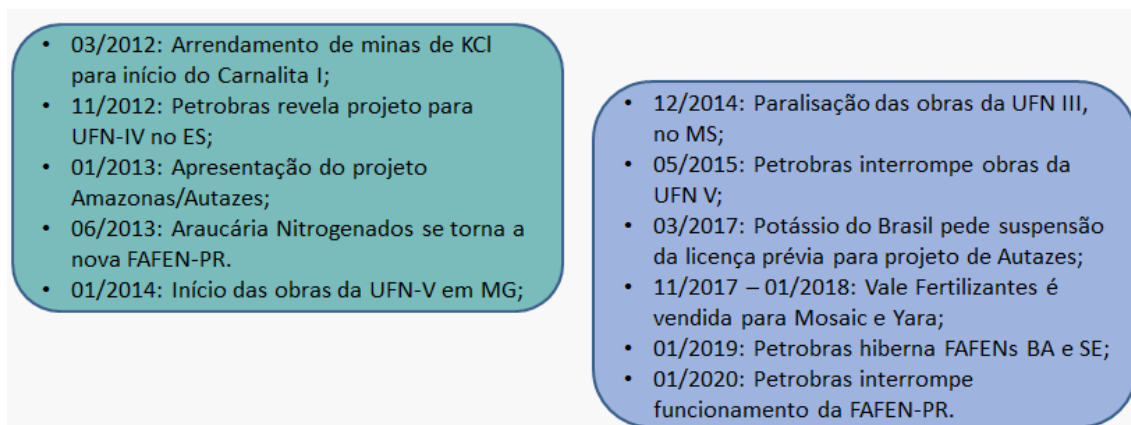


Figura IV.4 Linha do tempo resumindo alguns dos principais acontecimentos que afetaram a cadeia de produção de fertilizantes na década de 2010.

IV.1.3. Gás Natural

Como demonstrado na cadeia de produção de fertilizantes, o gás natural é um insumo essencial para esta indústria. Muitas das dificuldades observadas nos últimos anos decorrem do alto preço do Gás Natural (BRASILAGRO, 2019), que reduziu grandemente os benefícios econômicos da produção de fertilizantes, ocasionando desinteresse no investimento na indústria e provocando crescimento ainda maior da dependência das importações de fertilizantes no país, como será demonstrado mais adiante.

Por outro lado, a descoberta das Bacias Sergipe-Alagoas e Solimões e a exploração das reservas do pré-sal têm representado perspectiva de maior produção nacional para os próximos anos, o que significaria também a redução do preço e retorno da atratividade da produção de produtos derivados do gás, bem como os fertilizantes. A Empresa de Pesquisa Energética (EPE) publicou a projeção da produção de gás natural para os próximos dez anos:

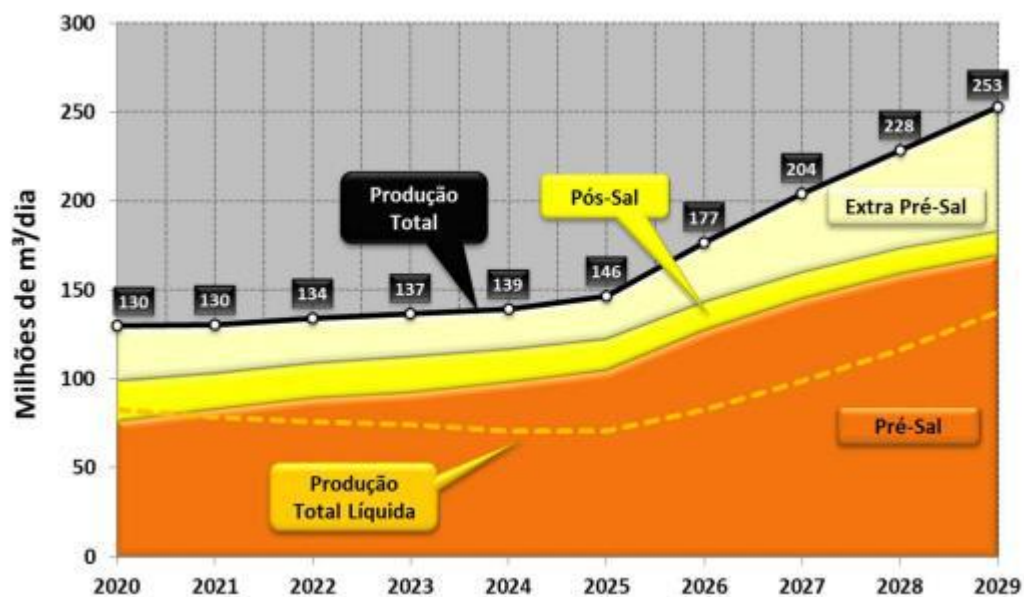
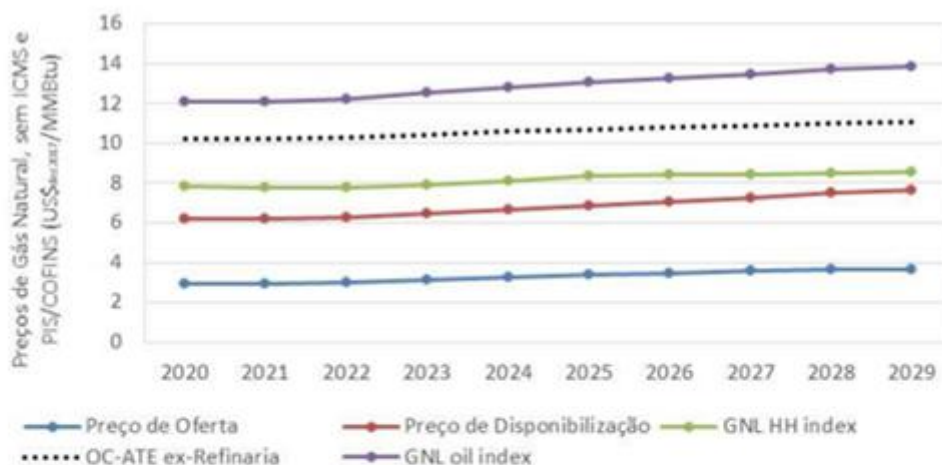


Figura IV.5 Previsão de produção bruta de gás natural nacional para o pré-sal, para o pós-sal e extra pré-sal (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2019).

Explicando um pouco o Figura IV.5, a linha preta que corresponde à produção total está em contraste até 2025 com a linha amarela pontilhada que corresponde à produção total líquida. O Plano Decenal de Energia da EPE explica que isto ocorre porque está prevista a reinjeção de grandes volumes de gás natural que naturalmente deverá ocorrer com o declínio dos campos do Pós-sal e do Extra pré-sal e a necessidade de reinjetar para aumentar a recuperação do óleo, visto que são reservas de gás associado. Portanto, a produção irá sim aumentar nestes anos, mas parte dela não será aproveitada. Após 2025, no entanto, a projeção mostra expectativa de crescimento acentuado até pelo menos o fim do período projetado.

No mesmo documento, há também uma projeção dos preços do gás natural para a próxima década:



Nota: O Preço da Oferta refere-se somente ao custo de produção de gás natural nacional considerando cada projeto específico, e o pagamento da maioria das despesas pelo óleo, nos projetos de gás natural associado, o Preço da Disponibilidade é o mínimo preço que motiva o produtor nacional a empreender investimentos para ofertar o gás natural no mercado, e considera risco exploratório, gestão de portfólio e teor energético do gás natural; o preço do óleo combustível ex-Refinaria refere-se ao Óleo Combustível com Alto Teor de Enxofre (OC-ATE) imediatamente na saída da Refinaria, excluindo ICMS e PIS/COFINS: os Preços de GNL HH index e oil index) são indexados ao Henry Hub ($1,15 * HH(US\$/MMBtu)$) e ao JCC ($0,1485 * JCC(US\$/bbl) + 0,8$), ambos considerando frete para o Brasil e regaseificação.

Fonte: Elaboração EPE

Figura IV.6 Projeção de preços para o gás natural para a próxima década. Adaptado de EPE (2019).

É interessante notar que o preço não é projetado para apresentar queda, apesar da projeção de crescimento da produção nacional. O Plano Decenal da EPE explica que o preço depende de vários fatores que se estendem além da produção, como a competitividade com produtos substitutos (lembrando-se que o gás natural tem outros muitos usos como a geração de energia), a necessidade de monetização do gás associado, competição e poder de negociação entre os agentes e do balanço entre oferta e demanda. Explica ainda que a fonte da oferta (nacional ou internacional) e a composição de volumes da oferta influencia no cálculo do preço do insumo pelo consumidor final (EPE, 2019).

IV.2. BALANÇA COMERCIAL

Utilizando-se de dados do Ministério da Economia, Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC), estabeleceu-se a Balança Comercial Brasileira de Fertilizantes entre os anos de 2004 e 2018 para os seguintes produtos (e NCMs respectivos): Ureia (31021010 e 31021090), Sulfato de Amônio (31022100), Nitrato de Amônio

(31023000), Superfosfato Simples (31031010), Superfosfato Triplo (31031030 e 31031100), Cloreto de Potássio (31042010 e 31042090), DAP (31053010, 31053000 e 31053090) e MAP (31054000) (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS, 2019).

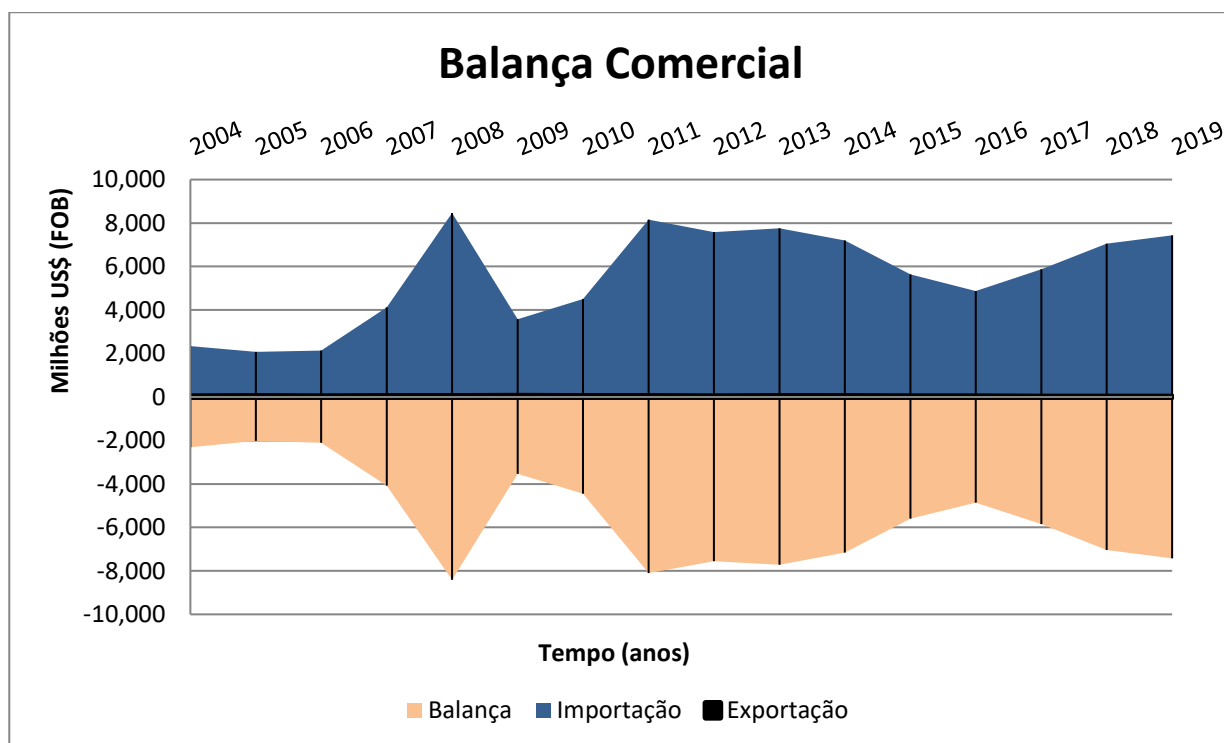


Figura IV.7 Confeccção própria com dados de ComexStat/MDIC (2019).

Na Figura IV.7, pode-se observar que o Brasil sempre, pelo menos no período observado, apresentou balança comercial negativa no setor de fertilizantes e esta é ditada praticamente apenas pela importação, já que a exportação costuma ser deduasordens de grandeza menor que a importação, tanto que no gráfico é quase imperceptível.

Nos anos de 2017 e 2018, percebe-se que as importações voltam a crescer, com as exportações sendo quase imperceptíveis no gráfico, tendo números inexpressivos e em 2019, se os dados divulgados em Janeiro de 2020 estiverem completos, há a continuação do aprofundamento do déficit, com maiores importações e menores exportações (13 milhões de dólares obtidos em exportação em 2018 contra 10 milhões em 2019, como se pode perceber pelos dados completos dispostos no Anexo I).

Devido à hibernação das FAFENs e não concretização de outros projetos para a produção de fertilizantes já se esperava a ocorrência de uma maior necessidade de

importações, 2019 apresenta uma piora na balança em relação a 2018, é um dos maiores *déficits* do período estudado e tendo as menores receitas de exportação de todo o período estudado (verificar em Anexo 1). Tudo isto pode ser relacionado a uma demanda crescente que tem sido suprida com mais e mais importações.

IV.3. CONSUMO E PRODUÇÃO

No Quadro IV.1, encontram-se os dados referentes aos anos de 2011 a 2018 divulgados pela Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA).

Quadro IV.1 Dados disponíveis sobre consumo, produção, importações e exportações de fertilizantes NPK. Adaptado de Associação Nacional para Difusão de Adubos (2019).

Ano	Fertilizantes Entregues ao Consumidor Final (em toneladas de produto)	Produção Nacional de Fertilizantes Intermediários (em toneladas de produto)	Importação de Fertilizantes Intermediários (em toneladas de produto)	Principais Exportações de Fertilizantes e Formulações NPK (em toneladas de produto)
2011	28.326.255	9.860.779	19.851.069	675.037
2012	29.255.775	9.722.259	19.545.234	517.306
2013	30.700.397	9.304.713	21.618.822	656.983
2014	32.209.066	8.817.680	24.035.600	676.601
2015	30.201.998	9.115.260	21.087.299	526.173
2016	34.083.415	9.040.747	24.481.089	549.444
2017	34.438.840	8.184.611	26.324.628	331.624
2018	35.506.301	8.169.543	27.496.625	336.071
2018x2017	3,10%	-0,20%	4,50%	1,30%

De acordo com o Quadro IV.1, o consumo contrasta-se com a produção da forma demonstrada pela Figura IV.8:

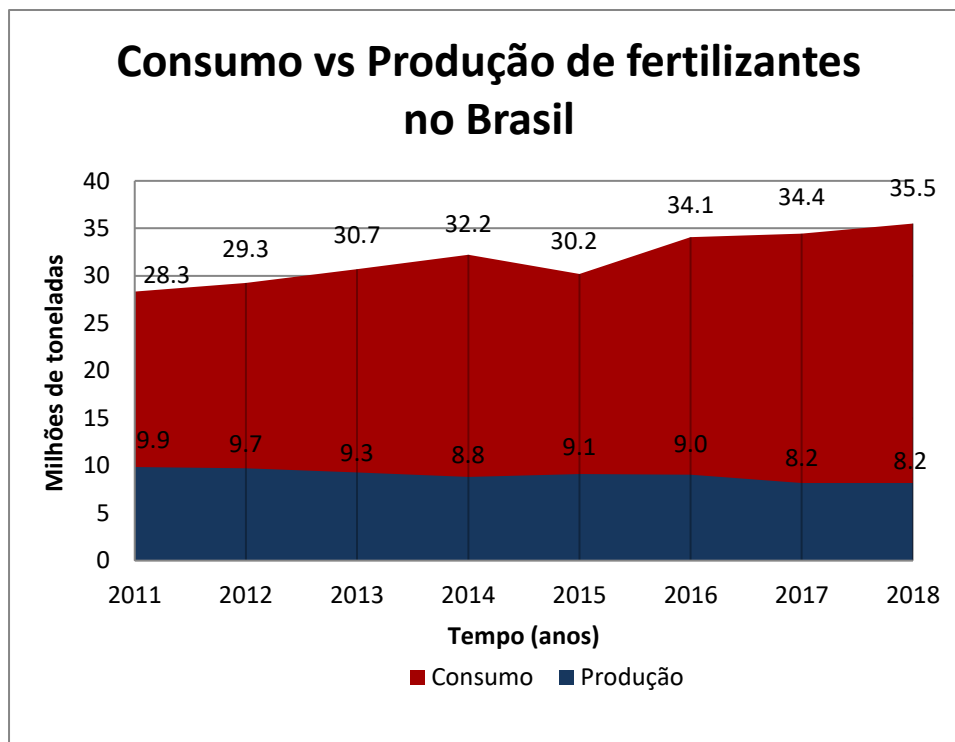


Figura IV.8 Evolução temporal do consumo e da produção de fertilizantes. Confecção própria com dados da ANDA.

O que se observa confirma o que foi mostrada na balança comercial: o consumo (a demanda) tem crescido nos últimos anos e tem sido suprido progressivamente com importações, visto que o consumo e a produção têm caminhado em sentidos opostos. O Outlook FIESP 2028 mostra que as dependências de importação dos nitrogenados, fosfatados e potássicos foram de, respectivamente, 87%, 65% e 98% em 2018 (FIESP, 2018).

A queda no déficit da balança (Figura IV.7) entre 2014 e 2016 pode ser facilmente explicada pela queda brusca do preço dos fertilizantes entre Agosto de 2013 e Janeiro de 2017. O Cloreto de Potássio caiu de US\$ 410/t para US\$ 206,5/t no período, o DAP caiu de US\$ 466/t para US\$ 308/t, o Super Triplo de US\$ 360/t para US\$ 270 e a Ureia de US\$ 375,57/t para US\$ 233/t (INDEX MUNDI, 2019).

A ANDA disponibilizou dados parciais durante o ano de 2019 que contemplam os meses de Janeiro a Julho dos anos de 2016 até o corrente. A última consulta à ANDA foi realizada em Dezembro de 2019, mas Julho ainda era o último mês de 2019 que teve seus dados de produção, importação, exportação e consumo divulgados na página da associação não estão presentes informações sobre o tempo de atualização dos dados que

ela divulga, tampouco há divulgada alguma justificativa para os dados estarem defasados em alguns meses. Estão dispostos estes dados no Quadro IV.2.

Quadro IV.2 Divulgação dos dados parciais de Janeiro a Julho de consumo, produção, importação e exportação de fertilizantes NPK no Brasil em 2019. Adaptado de ANDA (2019).

Janeiro a Julho do Ano	Fertilizantes Entregues ao Consumidor Final (em toneladas de produto)	Produção Nacional de Fertilizantes Intermediários (em toneladas de produto)	Importação de Fertilizantes Intermediários (em toneladas de produto)	Principais Exportações de Fertilizantes e Formulações NPK (em toneladas de produto)
2016	16.528.086	5.059.636	12.505.104	288.716
2017	16.501.567	4.799.117	14.365.687	215.001
2018	16.782.895	4.464.706	13.527.254	200.449
2019	17.666.834	3.993.024	15.319.027	151.361
2019x2018	5,30%	-10,60%	13,2%	-24,50%

Utilizando as colunas "Fertilizantes Entregues ao Consumidor Final" e "Produção Nacional de Fertilizantes Intermediários" do Quadro IV.2, pode-se ter o comportamento do consumo dos anos de 2016 a 2019 nos primeiros sete meses do ano.

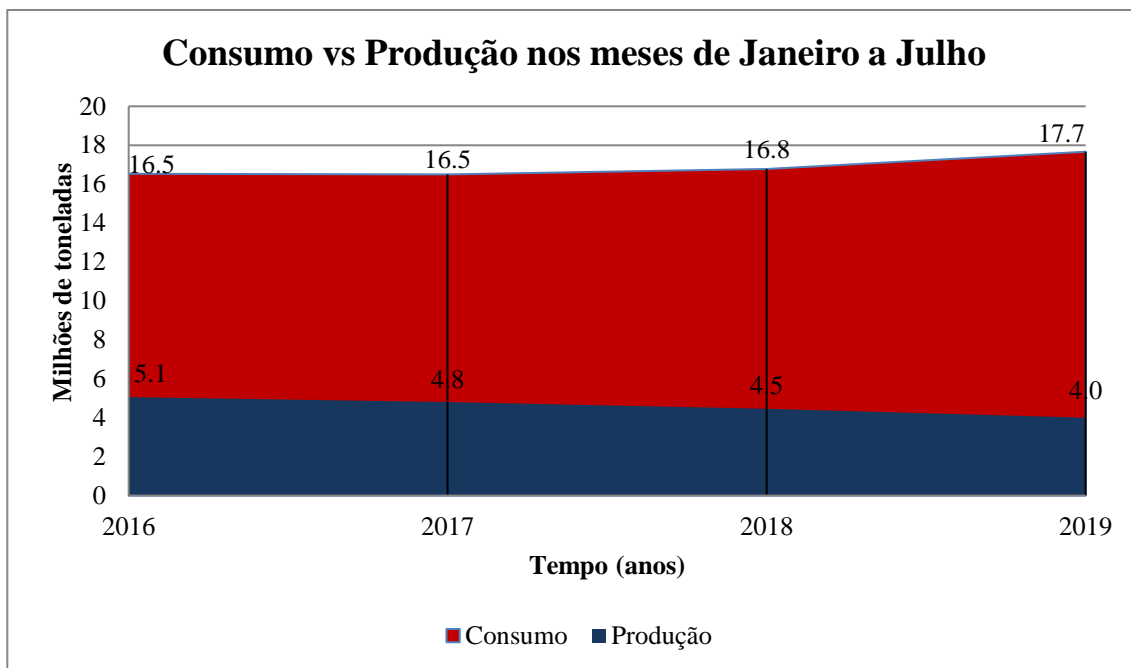


Figura IV.9 Fração do consumo que é suprido pela produção nacional.

Os dados do Quadro IV.2 e da Figura IV.9 talvez não sejam indicados para serem extrapolados como perfil do ano todo, visto que compreendem apenas pouco mais da metade dos meses dos anos e a sazonalidade da agricultura é um fator que afeta grandemente a importação dos fertilizantes, fazendo com que essa importação tenha diferentes características ao longo do ano. Entretanto, é interessante notar que o consumo nos sete primeiros meses de 2019 já se apresenta em algum grau maior (5,30% de acordo com o Quadro IV.2) que o ano anterior, o que aponta para um crescimento da demanda. Enquanto isso, a produção ainda demonstra queda em anos recentes, apontando para a confirmação de que ao final de 2019 deverá haver maior diferença entre consumo e produção que em anos anteriores.

IV.4. PROJEÇÃO DE DEMANDA

Para projetar a demanda a longo prazo, pode-se usar algumas técnicas qualitativas e quantitativas. Foram analisadas a tendência temporal linear e exponencial, as taxas aritmética e geométrica do modelo de Séries Temporais, uma regressão linear simples baseada no crescimento dos mercados a jusante (agricultura e biocombustíveis), elasticidade com o crescimento estimado do PIB e do PIB per capita, elasticidade preço

da demanda, substituíbilidade, além de uma projeção previamente realizadas por outrem, que foi considerada como baseada na opinião de especialistas.

IV.4.1. Extrapolação de tendência temporal

Este é o método mais simples utilizado, que consiste basicamente em calcular uma função para o crescimento do consumo ao longo de um passado recente e extrapolá-la para o futuro. Foram utilizados dois modelos para o ajuste: linear e exponencial. Suas equações foram definidas e extrapolou-se suas curvas até a safra de 2028/2029, como apresentado no Quadro IV.3 e na Figura IV.10. O Quadro IV.4 resume as projeções tomando apenas o que será utilizado mais adiante na análise da projeção de demanda.

Linear:
$$y = 1003800 * x - 1990300000 \quad (IV.1)$$

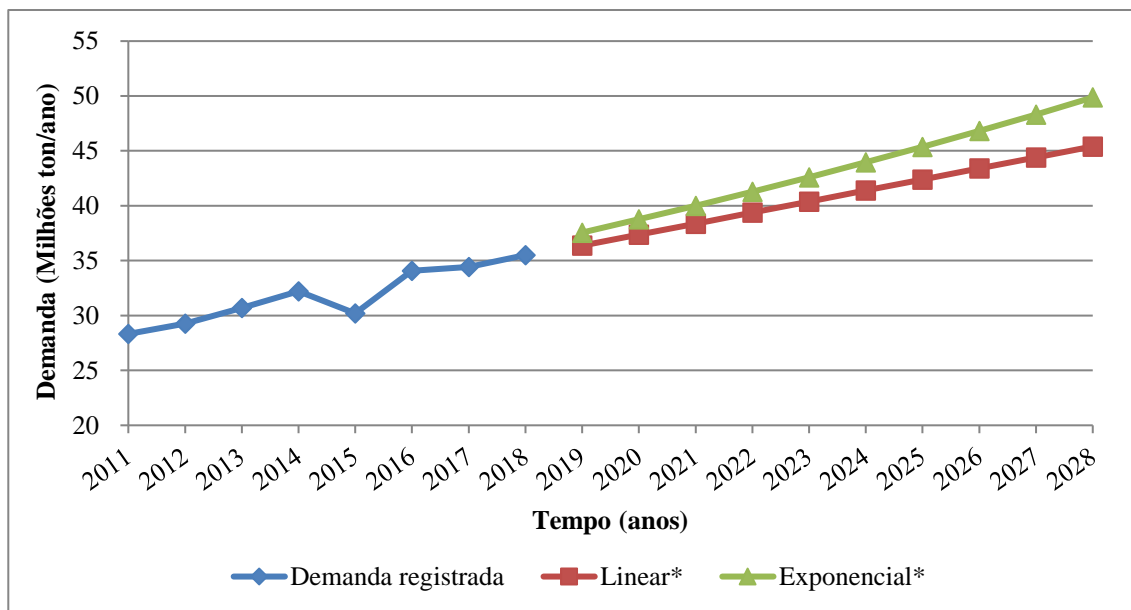
$$R^2 = 0,8749$$

Exponencial:
$$y = 9 * 10^{-21} * e^{0,0315*x} \quad (IV.2)$$

$$R^2 = 0,8741$$

Quadro IV.3 Comparação entre as projeções linear e exponencial. Fonte: Associação Nacional para Difusão de Adubos (2019).

Ano	Demanda registrada (ton/ano)	Linear (ton/ano)	Exponencial (ton/ano)
2011	28.326.255	-	-
2012	29.255.775	-	-
2013	30.700.397	-	-
2014	32.209.066	-	-
2015	30.201.998	-	-
2016	34.083.415	-	-
2017	34.438.840	-	-
2018	35.506.301	-	-
2019	-	36.372.200	37.559.527
2020	-	37.376.000	38.761.484
2021	-	38.379.800	40.001.905
2022	-	39.383.600	41.282.021
2023	-	40.387.400	42.603.102
2024	-	41.391.200	43.966.460
2025	-	42.395.000	45.373.447
2026	-	43.398.800	46.825.460
2027	-	44.402.600	48.323.939
2028	-	45.406.400	49.870.371



* Projeção

Figura IV.10 Evolução gráfica comparando ambas as projeções.

Quadro IV.4 Crescimento percentual das projeções para um período de dez anos (2018 – 2028).

Projeção	Projeção linear	Projeção exponencial
Demanda em 2028/2029 (ton/ano)	45.406.400	49.870.371
Crescimento	27,9%	40,5%

IV.4.2. Modelo de Séries Temporais

Aritmética:

$$i_{arit} = (35.506.301/28.326.255 - 1)/7$$

$$i_{arit} = 3,62\%$$

Geométrica:

$$i_{geom} = (35.506.301/28.326.255)^{1/7} - 1$$

$$i_{geom} = 3,28\%$$

No Quadro IV.5 e na Figura IV.11 estão apresentados os resultados das projeções com Modelo de Séries Temporais. O Quadro IV.6 resume o que será interessante para a eventual análise das projeções de demanda.

Quadro IV.5 Comparação entre as projeções com Taxa Aritmética e Geométrica. Fonte: Associação Nacional para Difusão de Adubos (2019).

Ano	Demanda registrada (ton/ano)	Projeção com Taxa Aritmética	Projeção com Taxa Geométrica
2011	28.326.255	-	-
2012	29.255.775	-	-
2013	30.700.397	-	-
2014	32.209.066	-	-
2015	30.201.998	-	-
2016	34.083.415	-	-
2017	34.438.840	-	-
2018	35.506.301	-	-
2019	-	36.532.022	36.670.940
2020	-	37.557.743	37.873.780
2021	-	38.583.464	39.116.074
2022	-	39.609.184	40.399.117
2023	-	40.634.905	41.724.244
2024	-	41.660.626	43.092.837
2025	-	42.686.347	44.506.321
2026	-	43.712.068	45.966.169
2027	-	44.737.789	47.473.901
2028	-	45.763.510	49.031.088

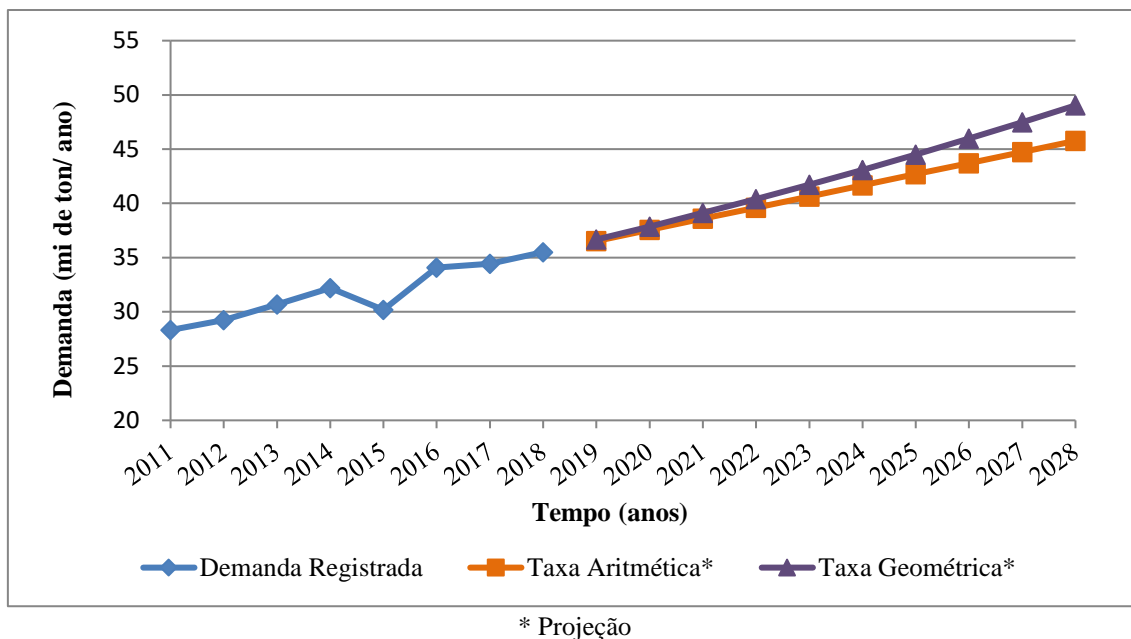


Figura IV.11 Evolução gráfica comparando ambas as projeções.

Quadro IV.6 Resumo das Projeções com Séries Temporais, incluindo crescimento percentual.

Projeção	Projeção com Série Aritmética	Projeção com Série Geométrica
Demanda em 2028/2029 (ton/ano)	45.763.510	49.031.088
Crescimento	28,9%	38,1%

É interessante observar que a projeção de extrapolação temporal linear do subitem anterior se aproxima da projeção com série aritmética e a temporal exponencial se aproxima da projeção com série geométrica. Isto pode ser explicado pelo fato de que as duas primeiras citadas partem de equações de natureza linear enquanto as duas demais são projeções baseadas em equações potencial/exponencial.

IV.4.3. Mercados a Jusante

Sendo o Brasil um dos maiores exportadores de alimentos do planeta, deve-se considerar o mercado mundial desse setor como um mercado a jusante do setor de fertilizantes no Brasil. O crescimento da população mundial deve ser, então, levado em

conta porque o consumo de alimentos necessariamente deve crescer com o crescimento da população.

De acordo com website do Departamento das Nações Unidas para Assuntos Econômicos e Sociais (<https://population.un.org>), a população mundial deverá crescer para cerca de 8,5 bilhões de pessoas em 2030. Destes mais de um bilhão de indivíduos esperados a nascer, mais de 970 milhões são projetados apenas para Ásia e África, grandes destinos das exportações de produtos agrícolas brasileiras, além de mais 50 milhões na região da América Latina e Caribe, região onde o Brasil possui concorrência menos intensa das fortes agriculturas da China, Índia e Rússia. Apesar das quedas das taxas de natalidade nos anos recentes, o mercado que se abre é generoso e o Brasil provavelmente se beneficiará expandindo sua agricultura (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2019).

Os fertilizantes são a base não só da agricultura alimentícia do Brasil, mas também de agriculturas destinadas a quaisquer fins, entre estes, se destaca a produção de biocombustíveis a partir de matérias-primas renováveis, principalmente biodiesel e etanol. A notícia do *website* Biodieselbr, “Aumento do Biodiesel no óleo mineral tem reflexos no mercado brasileiro de soja”, relativa à decisão da Agência Nacional de Petróleo, Gás e Combustíveis (ANP) de aumentar a porcentagem mínima de biodiesel contido no diesel vendido nos postos em 1% até 2023 a fim de que neste ano chegue-se aos 15%, na mistura conhecida como B15. Essa nova regulamentação exigiria, de acordo com a notícia, aproximadamente 540 mil hectares de plantação de soja adicional para cada 1% incrementado ao combustível, aquecendo ainda mais a produção do grão e, por consequência, a dos fertilizantes para seu cultivo (O PRESENTE, 2019).

Este aumento está compreendido em dados publicados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento em seu "Projeções do Agronegócio 2018/2019 - 2028/2029" que estimam que 2019 deve terminar com uma produção de grãos de 236.718 mil toneladas de grãos e projetam que deve ser de 300.121 mil toneladas em 2029, um aumento de 26,8% em 10 anos. Só a soja em grão deve sofrer crescimento de quase 33% em produção no mesmo período, o maior entre os produtos agrícolas abordados no documento (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2019).

Quadro IV.7 Dados da projeção de produção e área plantada de grãos para os próximos dez anos. Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2019).

	Produção (mil t)		Área (mil ha)	
	Projeção	Lsup.	Projeção	Lsup.
2018/19	236.718	-	62.820	-
2019/20	241.652	264.183	63.835	66.749
2020/21	249.044	273.668	64.806	69.825
2021/22	254.895	285.463	65.766	72.529
2022/23	261.684	295.007	66.718	74.963
2023/24	267.892	304.996	67.669	77.202
2024/25	274.455	314.281	68.618	79.297
2025/26	280.799	323.578	69.568	81.286
2026/27	287.278	332.583	70.517	83.190
2027/28	293.674	341.509	71.466	85.029
2028/29	300.121	350.277	72.415	86.812

Variação %	
2018/19 a 2028/29	
Produção (mil t)	26,8%
Área (mil ha)	15,3%

Fonte: Elaboração da CGAPI/DFI/SPA/MAPA e SIRE/Embrapa com dados da CONAB.

* Modelos utilizados: Para produção e área modelo Espaço de estado.

Se for feita uma correlação entre o crescimento do consumo de fertilizantes e da produção de grãos, pode-se usar as projeções desta última para estimar a primeira no futuro. Para estabelecimento da correlação, pode-se usar os dados já disponíveis do consumo de fertilizantes nos últimos anos e buscar, nas mesmas bases utilizadas até aqui, dados relacionados à produção de grãos no mesmo período do consumo observado (2011-2018).

Quadro IV.8 Histórico da produção de grãos. Adaptado de Companhia Nacional de Abastecimento (2019).

Ano	Produção (mil t) (*)
2011/12	166172,10
2012/13	188658,15
2013/14	193622,01
2014/15	207770,01
2015/16	186610,40
2016/17	237671,35
2017/18	227679,29
2018/19	241953,07
2019/20	245814,27

(*) Considerou-se os seguintes grãos: algodão, amendoim, arroz, aveia, canola, centeio, cevada, feijão, girassol, mamona, milho, soja, sorgo, trigo e triticale; os mesmos considerados para a confecção da Quadro IV.7 de acordo com o " Projeções do Agronegócio 2018/2019 - 2028/2029".

Deve-se notar no Quadro IV.8 que os dados relacionados com as safras de 2018/2019 e 2019/2020 são diferentes daqueles mostrados no Quadro IV.7. Pelas referências em Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2019), percebe-se que o acesso aos dados das safras disponibilizados pelo CONAB foi realizado até Julho, enquanto os dados para confecção deste trabalho são os divulgados em Outubro pelo CONAB. É muito provável que os números relacionados ao ano de 2019 tenham mudado nestes meses, bem como as previsões para 2020. No entanto, como a presente etapa busca meramente uma correlação entre consumo de fertilizantes e produção agrícola, se usará o Quadro IV.8 apenas para obtenção da correlação e para as projeções, será utilizado apenas o Quadro IV.7.

Considerando o primeiro ano da safra como o ano principal, apenas para fins de estabelecer a correlação, pode se obter uma regressão com os dados do consumo de fertilizantes disponíveis no Quadro IV.1:

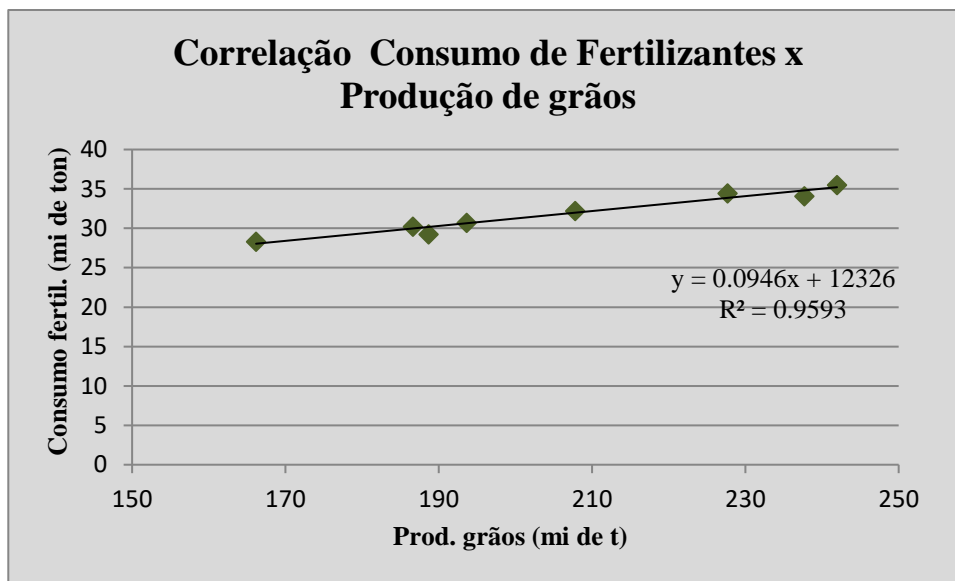


Figura IV.12 Correlação regressional entre o consumo e a produção de grãos, sugerindo que o crescimento do consumo é proporcional ao da produção agrícola.

Obtendo o Coeficiente de Correlação de Pearson para as duas variáveis têm-se que é igual a 0,9795; indicando muito boa correspondência entre as duas variáveis.

Com a equação de reta obtida e utilizando-se das projeções do Quadro IV.7 para a safra de 2028/2029, de forma que "y" seja correspondente ao consumo de fertilizantes e "x" seja correspondente à produção de grãos. Obtém-se que:

$$y = 0,094 * 300.121 + 12.326$$

$$y = 40.537,37$$

Ou seja, de acordo com esse método de projeção, o consumo de fertilizantes em 2028/2029 será de mais de 40.500 mil toneladas (ou 40,5 milhões de toneladas).

Quadro IV.10 Resumo da Projeção que utiliza o mercado a jusante.

Demanda em 2028/2029 (ton/ano)	Crescimento
40.537.370	14,2%

IV.4.4. Elasticidade PIB e PIB *per capita* da demanda

De acordo com projeção do Banco Central, o PIB brasileiro deve crescer aos poucos nos próximos anos:

Quadro IV.11 Últimas previsões de crescimento do PIB brasileiro divulgadas em 2019, contemplando até 2022. Adaptado de Banco Central(2019).

Ano	PIB (% de Crescimento)
2019	1,17
2020	2,30
2021	2,50
2022	2,50

É comum se utilizar a elasticidade em relação ao PIB para tentar prever o mercado futuro de um produto. Porém, nos últimos anos o comportamento do PIB e o do crescimento do consumo de fertilizantes tem apresentado uma correlação muito ruim entre si, com R^2 menor que 10% (0,1), como visto na Figura IV.14, e coeficiente de correlação de Pearson igual a -0,3082.

Sendo o Brasil um grande exportador de *commodities* agrícolas, sua produção acaba sendo profundamente atrelada ao PIB mundial, cujo crescimento tem se mostrado superior ao brasileiro, como mostra a Figura IV.13.

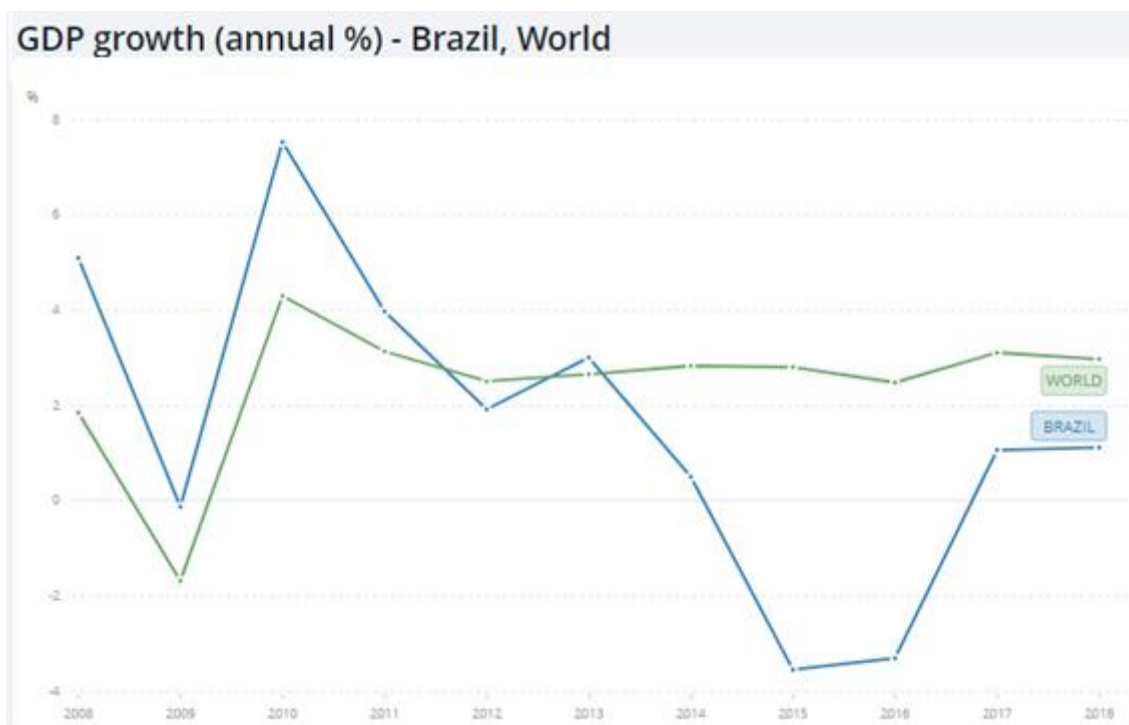


Figura IV.13 Comparação do crescimento percentual do PIB do Brasil e do. Fonte: Banco Mundial (2019).

É perceptível que até 2011, o crescimento do PIB brasileiro acompanhava o mundial, mas a partir de 2014 começa a apresentar comportamento completamente destoante.

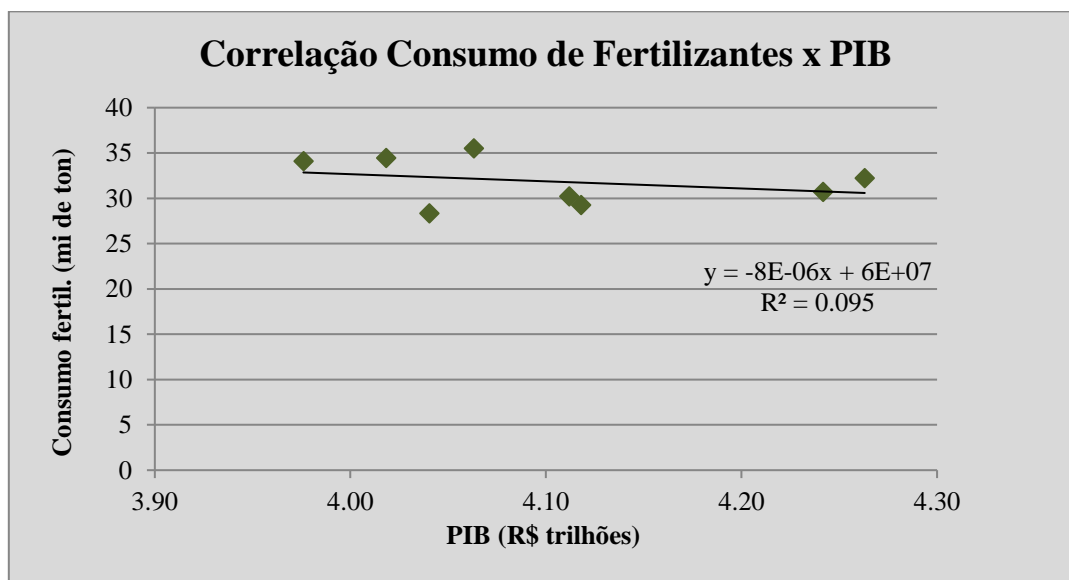


Figura IV.14 Comparação do consumo de fertilizantes no Brasil com o PIB brasileiro. Confecção própria com dados de Associação Nacional para Difusão de Adubos (2019) e do Banco Mundial (2019).

Além disto, esta correlação implicaria que o consumo cresce de forma inversamente proporcional ao crescimento do PIB brasileiro (o PIB sofreu quedas em anos recentes enquanto a demanda foi sempre crescente), o que não faria sentido em nenhum quadro observado e também seria contrastante com o que aconteceu nos primeiros 15 anos do milênio: o consumo de fertilizantes no país cresceu 87% entre 2000 e 2015 (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2018), mesmo período em que o PIB brasileiro cresceu 52% (THE WORLD BANK, 2019). Acredita-se que, em verdade, a demanda é uma variável pouco dependente do PIB brasileiro e acaba crescendo independentemente de nos últimos anos o PIB do país ter apresentado mau desempenho, podendo ser melhor relacionada ao crescimento do PIB mundial.

Já com o PIB *per capita*, a correlação parece melhor (R^2 de 0,5070 e Pearson de -0,7126), mas o mesmo paradoxo ressurge: a demanda cresce em ambos os cenários do PIB *per capita*, tanto entre 2000 e 2015 com crescimento de 138% do PIB *per capita*, quanto em anos recentes quando decresceu (13.245,61 dólares *per capita* em 2011 para

8.920,76 em 2018). A Figura IV.15, feita com dados de 2011 a 2018, mostra uma relação também inversamente proporcional entre o crescimento do PIB *per capita* e o da demanda fertilizantes (BANCO MUNDIAL, 2019):

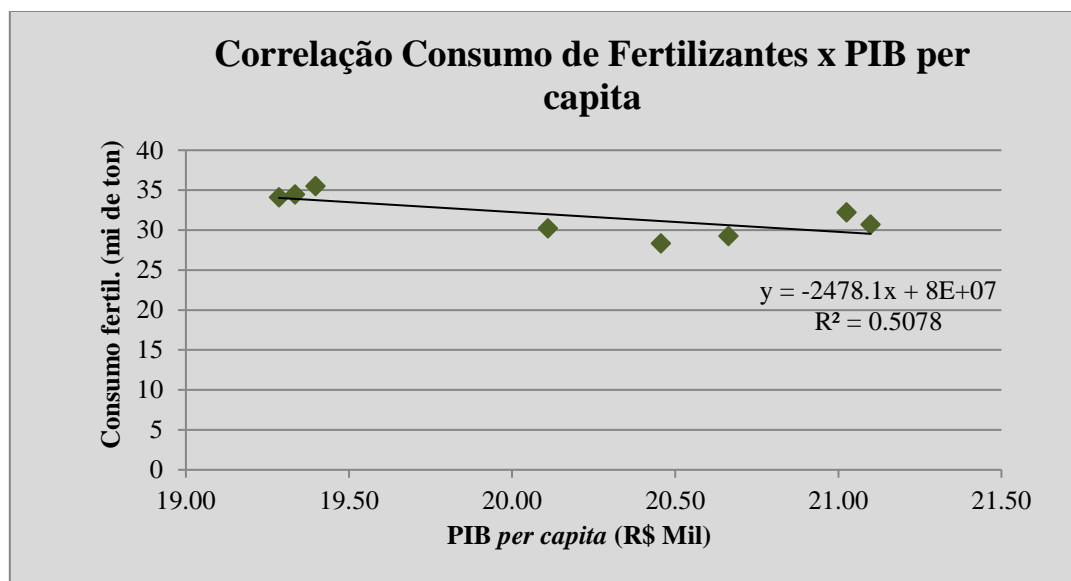


Figura IV.15 Comparação do consumo de fertilizantes no Brasil com o PIB *per capita* brasileiro. Confecção própria com dados de Associação Nacional Para Difusão de Adubos(2019) e do Banco Mundial(2019).

Decidiu-se, então observar a correlação da demanda brasileira de fertilizantes com o PIB e o PIB *per capita* mundiais, nas Figuras IV.16 e IV.17.

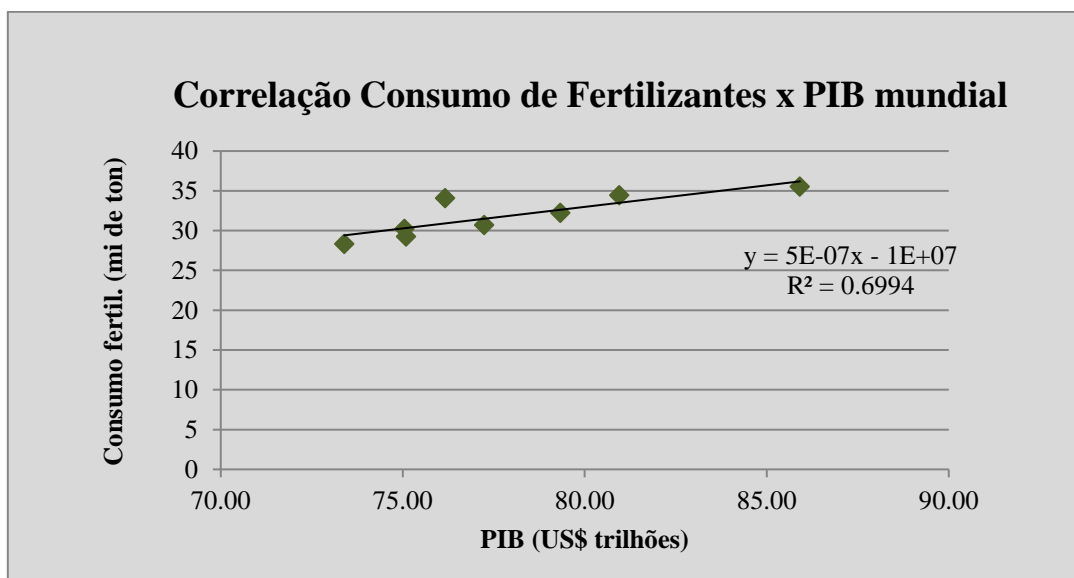


Figura IV.16 Correlação linear do Consumo com o PIB mundial. Confecção própria com dados de Associação Nacional Para Difusão de Adubos (2019) e Banco Mundial (2019).

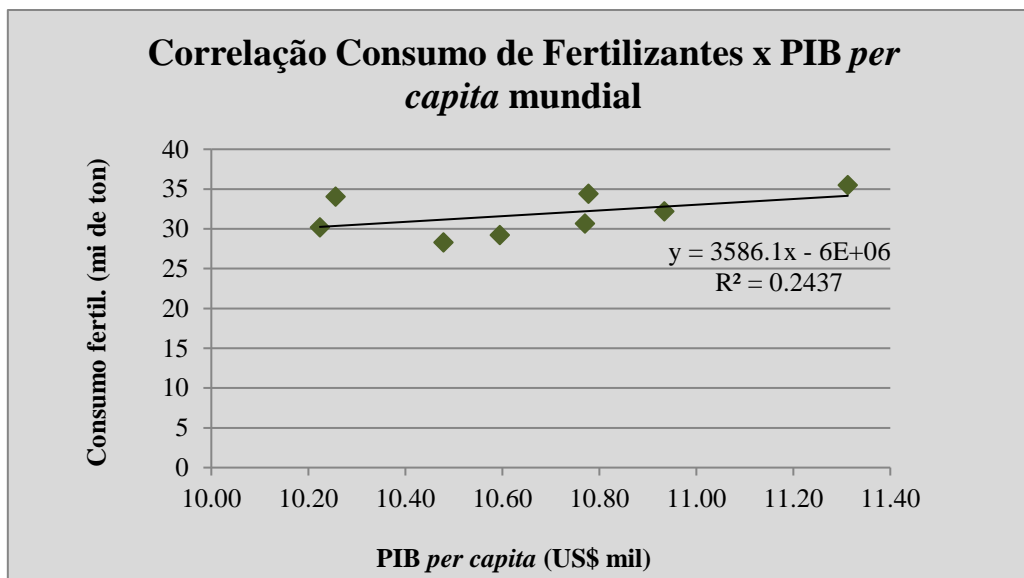


Figura IV.17 Correlação com o PIB *per capita* mundial. Confecção própria com dados de Associação Nacional Para Difusão de Adubos (2019) e Banco Mundial (2019).

Pode-se perceber que, apesar de a correlação com o PIB *per capita* mundial não ter gerado um bom coeficiente R², a correlação com o PIB mundial absoluto teve R² praticamente 0,7, indicativo de uma boa relação entre os dados. De fato, o Coeficiente de Pearson entre demanda e PIB mundial é 0,8363, suficiente para supor que a relação existe. Já o Coeficiente de Pearson entre a demanda e o PIB *per capita*, é um modesto 0,4936, não encorajando a mesma suposição.

Fazendo-se o cálculo de elasticidade, tem-se o Quadro IV.21.

Quadro IV.12 Elasticidades calculadas para todos os anos consecutivos entre 2011 e 2018, tanto para o PIB mundial absoluto quanto para o PIB *per capita* mundial (BANCO MUNDIAL, 2019).

Ano	Demanda ponderada (ton)	PIB mundial (US\$ trilhões)	PIB <i>per capita</i> mundial (US\$ mil)	Elasticidade PIB mundial	Elasticidade PIB <i>per capita</i> mundial
2011	28.326.255	73,39	10,48	-	-
2012	29.255.775	75,09	10,59	1,423	2,963
2013	30.700.397	77,24	10,77	1,724	2,974
2014	32.209.066	79,33	10,93	1,811	3,243
2015	30.201.998	75,05	10,22	1,154	0,960
2016	34.083.415	76,16	10,26	8,655	40,703
2017	34.438.840	80,95	10,78	0,166	0,205
2018	35.506.301	85,91	11,31	0,506	0,625

Considerou-se que a elasticidade calculada para a variação entre os anos 2015 e 2016 é um ponto fora da curva. Tomou-se a média dos demais valores encontrados e encontrou-se:

$$\varepsilon = 1,306$$

Esta foi então considerada como sendo a Elasticidade PIB mundial média da demanda. Descartou-se as elasticidades para o PIB *per capita* devido à baixa correlação entre os dados que as forneceram e por serem demasiadamente dispersas.

O Banco Mundial não possui projeções para o PIB mundial para os próximos anos. Entretanto, o Fundo Monetário Internacional (FMI) realizou em Outubro de 2019, em seu World Economic Outlook, projeções de crescimento do PIB até 2023. De acordo com essas projeções, o crescimento do PIB mundial deverá se dar da seguinte maneira:

Quadro IV.13 Projeção do PIB até 2024, de acordo com o Fundo Monetário Internacional (2019):

Ano	PIB (US\$ trilhões)	Crescimento percentual
2018	84,93	-
2019	86,60	1,97%
2020	90,52	4,53%
2021	95,35	5,34%
2022	100,41	5,30%
2023	105,79	5,36%
2024	111,57	5,47%

É importante observar que o FMI e o Banco Mundial realizam seus cálculos de PIB de maneiras ligeiramente distintas, logo, não seria prudente misturar os dados de PIB absoluto das duas fontes para fazer uma projeção, porém quando se compara dados passados, pode-se notar a semelhança do crescimento do PIB mundial calculado por ambas as instituições nos gráficos das Figuras IV.18 e IV.19:

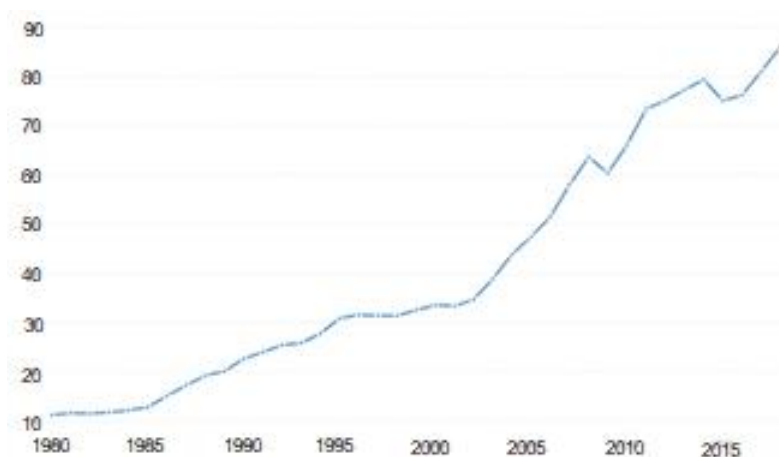


Figura IV.18 PIB mundial calculado pelo Banco Mundial desde 1980 até 2018. Adaptado de BANCO MUNDIAL, 2019.

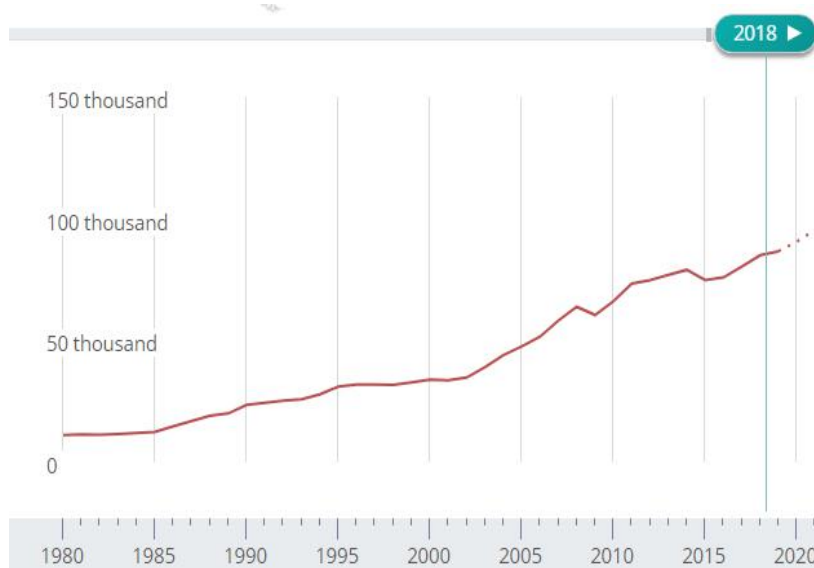


Figura IV.19 PIB mundial calculado pelo FMI desde 1980 até 2018 (Fundo Monetário Internacional, 2019).

De fato, ao se calcular o Coeficiente de Correlação de Pearson para os dados entre os dois gráficos, obtêm-se uma correlação de 0,9999; os dados numéricos utilizados para este cálculo, ou seja, os registros do PIB feitos pelo Banco Mundial e pelo FMI de 1980 até 2018, estão dispostos no Anexo 2.

Utilizou-se então o crescimento percentual das projeções do FMI para projetar o PIB calculado pelo Banco Mundial até 2024:

Quadro IV.14 Projeção do PIB mundial baseado no ano de 2018 calculado pelo Banco Mundial, mas utilizando-se o crescimento previsto pelo FMI.

Ano	PIB (US\$ trilhões)	Crescimento percentual
2018	85,91	-
2019	87,60	1,97%
2020	91,56	4,53%
2021	96,45	5,34%
2022	101,57	5,30%
2023	107,01	5,36%
2024	112,86	5,47%

Como se necessita de uma projeção até 2028, utilizou-se o crescimento percentual médio entre 2019 e 2024 para tal e utilizou-se a elasticidade encontrada para calcular a demanda em cada ano até 2028. Os resultados disto estão dispostos no

Quadro IV.15, onde os dados em *itálico* são aqueles onde se considerou o crescimento percentual do PIB sendo igual ao do crescimento médio projetado de 2019 a 2024:

Quadro IV.15 Projeções de PIB e Demanda (baseada na Elasticidade PIB mundial média da demanda).

Ano	PIB (US\$ trilhões)	Crescimento percentual	Demanda (ton)
2018	85,91	-	35.506.301
2019	87,60	1,97%	36.295.328
2020	91,56	4,53%	38.153.199
2021	96,45	5,34%	40.456.479
2022	101,57	5,30%	42.881.774
2023	107,01	5,36%	45.478.100
2024	112,86	5,47%	48.289.042
2025	<i>118,12</i>	<i>4,66%</i>	<i>50.832.926</i>
2026	<i>123,62</i>	<i>4,66%</i>	<i>53.510.822</i>
2027	<i>129,38</i>	<i>4,66%</i>	<i>56.329.791</i>
2028	<i>135,41</i>	<i>4,66%</i>	<i>59.297.264</i>

IV.4.5. Elasticidade preço da demanda

Para realizar o cálculo de elasticidade são necessários os seguintes parâmetros: consumo e preço ao longo de um período.

Como não há na ANDA dados disponíveis do consumo de cada intermediário para fertilizante, seria necessário realizar cálculo do consumo aparente de cada um para realizar o cálculo de elasticidade. No entanto, a produção de alguns deles também não apresenta dados divulgados. Como se vê no Quadro IV.16, abaixo:

Quadro IV.16 Produção dos intermediários de fertilizante no período de 2011 a 2016. Dados de ABIQUIM, 2018b e 2015; e DNPM, 2017 e 2014.

Intermediário	Produção (t/ano)					
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Ureia	1.482.537,7	1.347.691,6	1.354.787,7	809.369,0	837.105,6	943.454,0
Sulfato de amônio	307.029,2	275.448,0	265.818,2	286.088,3	256.497,6	268.781,7
Nitrato de Amônio	1.488.751,4	489.560,0	418.599,0	484.655,0	515.348,5	522.785,2
Superfosfato Triplo	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
Superfosfato Simples	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
Cloreto de Potássio	625.300,0	548.500,0	492.151,0	492.355,0	481.270,0	500.917,0
DAP	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
MAP	N/D	1.382.841,0	1.311.058,2	1.071.903,0	1.220.399,6	1.153.822,2

Resolveu-se então utilizar os dados que estavam disponíveis para calcular as elasticidades possíveis, obter uma média e extrapolá-la para o resto do mercado de fertilizantes. A consistência disso pode ser medida pela porção do mercado cuja elasticidade pode ser calculada. Como foi visto que o consumo aparente não pode ser obtido para todos os intermediários, pode-se supor que a fração de importações pode ser um bom indicador de importância do fertilizante no mercado, já que a importação representa a maior parte do consumo de fertilizantes. O Quadro IV.17 descreve o volume de importações no mesmo período compreendido pelos dados de produção utilizados.

Quadro IV.17 Importações no período compreendido entre 2011 e 2016 (*). Fonte: MDIC/ComexStat.

Intermediário	Importação (ton)							Participação
	2016	2015	2014	2013	2012	2011	Total	
Ureia	3.958.011	2.849.773	4.398.398	3.498.386	2.878.253	3.041.089	31.610.532	19,5%
NH4SO4	1.917.875	1.624.426	1.837.134	1.769.575	1.631.845	2.025.118	15.033.908	9,3%
NH4NO3	1.183.597	1.039.858	1.073.818	1.372.457	1.235.816	1.488.751	9.754.324	6,0%
Super Triplo	687.200	822.897	957.703	1.137.676	1.026.160	1.089.326	7.572.575	4,7%
Super Simples	700.613	568.701	664.815	847.555	612.633	650.451	4.108.895	2,5%
KCl	8.711.260	7.821.589	9.051.318	8.135.845	7.043.157	7.679.194	68.636.903	42,3%
DAP	445.350	402.234	756.485	846.207	577.615	489.706	4.335.920	2,7%
MAP	2.714.211	2.281.251	2.999.769	2.500.663	1.772.184	2.104.093	21.327.837	13,1%

(*) As importações foram calculadas considerando os seguintes NCMs: Ureia (31021010 e 31021090), Sulfato de Amônio (31022100), Nitrato de Amônio (31023000), Superfosfato Simples (31031010), Superfosfato Triplo (31031030 e 31031100), Cloreto de Potássio (31042010 e 31042090), DAP (31053010, 31053000 e 31053090) e MAP (31054000).

Os intermediários cujos preços são acompanhados pelo *website* consultado (Index Mundi©; www.indexmundi.com) também são apenas quatro, o que limita ainda mais quais dos intermediários podem ter seus cálculos de elasticidade realizados, não foi encontrado outro *website* que fornecesse informações semelhantes. Os preços médios dos últimos anos estão dispostos no Quadro IV.18 abaixo em Reais por tonelada de produto:

Quadro IV.18 Evolução dos preços por tonelada dos fertilizantes nos anos recentes.

Ano	KCl	DAP	Ureia	Super Triplo
2011	729,27	1034,36	704,25	900,85
2012	894,47	1055,64	790,96	903,65
2013	884,13	985,37	757,53	816,58
2014	662,63	1120,06	748,89	898,91
2015	987,60	1379,76	919,65	1254,66
2016	918,43	1105,13	680,43	1019,80

Como o DAP e o Superfosfato Triplo não tem seus dados de produção no Brasil divulgados, só se pode realizar os cálculos de elasticidade do Cloreto de Potássio e da Ureia. Pelo Quadro IV.12, isto corresponde a 61,7% do mercado de importações, o que pode ser considerada uma fração aceitável para poder representar o todo.

Abaixo, no Quadro IV.19, estão dispostos o consumo aparente dos dois intermediários selecionados.

Quadro IV.18 Consumo aparente; calculado a partir dos dados de importação, exportação e produção.

Consumo Aparente	2016	2015	2014	2013	2012	2011
Ureia	4.872.963,5	3.668.754,9	5.190.744,7	4.836.882,1	4.213.653,9	4.513.596,3
Cloreto de Potássio	9.193.169,3	8.277.487,1	9.517.062,4	8.594.040,9	7.579.469,5	8.288.573,0

Tem-se então, no Quadro IV.20, os valores de preço e demanda (neste caso, o consumo aparente) para o cálculo de elasticidade.

Quadro IV.20 Correlação entre preço e consumo aparente para o Cloreto de Potássio e a Ureia, a fim de calcular a elasticidade do período.

Ano	KCl		Ureia	
	Consumo Aparente(ton)	Preço (R\$/ton)	Consumo Aparente (ton)	Preço (R\$/ton)
2011	8288573,0	729,27	4513596,3	704,25
2012	7579469,5	894,47	4213653,9	790,96
2013	8594040,9	884,13	4836882,1	757,53
2014	9517062,4	662,63	5190744,7	748,89
2015	8277487,1	987,60	3668754,9	919,65
2016	9193169,3	918,43	4872963,5	680,43

Fazendo-se uma espécie de quadro "ponderado" da demanda e preço, de forma que as participações percentuais (última coluna do Quadro IV.17) de Cloreto de Potássio e Ureia nas importações sejam seus pesos na média ponderada que se deseja realizar, ter-se-á que o peso do KCl será 42,3 e da Ureia será 19,5. Demonstra-se na equação IV.3 um exemplo genérico da média ponderada realizada.

$$Preço\ médio = \frac{Preço\ KCl * 42,3 + Preço\ Ureia * 19,5}{(42,3 + 19,5)} \quad (IV.3)$$

Para o consumo aparente, a forma é a mesma, apenas substituindo “preço” por “consumo aparente” do KCl e da Ureia. O Quadro IV.21 dispõe dos resultados dessas médias e inclui também a elasticidade calculada ano a ano entre o preço e o consumo aparente.

Quadro IV.21 Tabela relacionando os consumos aparentes ponderados e preços ponderados calculados e a Elasticidade preço da demanda entre os anos consecutivos.

Ano	Consumo aparente ponderado (ton)	Preço ponderado (R\$/ton)	Elasticidade
2011	7097439,5	721,37	-
2012	6517440,3	861,81	0,4198
2013	7408529,6	844,18	6,6836
2014	8151962,2	689,85	0,5489
2015	6823275,5	966,16	0,4069
2016	7829997,6	843,34	1,1606

Foi calculada a correlação de Pearson para verificar se os dados se relacionam entre si. O valor obtido; -0,5736; foi considerado como tendo módulo suficiente para a realização do cálculo de elasticidade.

Para determinar a elasticidade padrão, considerou-se que a elasticidade calculada entre 2012 e 2013 foi um ponto fora da curva e tomou-se uma média dos demais valores. De forma que a elasticidade média calculada fica:

$$\varepsilon = 0,6340$$

Isto é coerente com um cálculo de elasticidade preço da demanda para fertilizantes, realizado pela Comissão de Agricultura do Senado em 2009, onde foi encontrada elasticidade igual a 0,6 (SENADO FEDERAL, 2009).

A elasticidade encontrada caracteriza uma relação inelástica entre a demanda de fertilizantes e o seu preço. Ou seja, um crescimento grande do preço não reduz a demanda na mesma proporção, o que é um indicativo da dependência que o Brasil desenvolveu em relação aos fertilizantes por sua agricultura de larga escala.

Para realizar a projeção, é necessário projetar os preços dos fertilizantes para os próximos dez anos. Para obter-se um preço médio para cada ano do conjunto, definiu-se mais uma vez que a participação nas importações da Ureia e do KCl seria um peso para uma média ponderada e realizou-se os cálculos de maneira semelhante ao Quadro IV.21, assumindo-se então que a média ponderada dos preços é equivalente à média do preço dos fertilizantes como um todo.

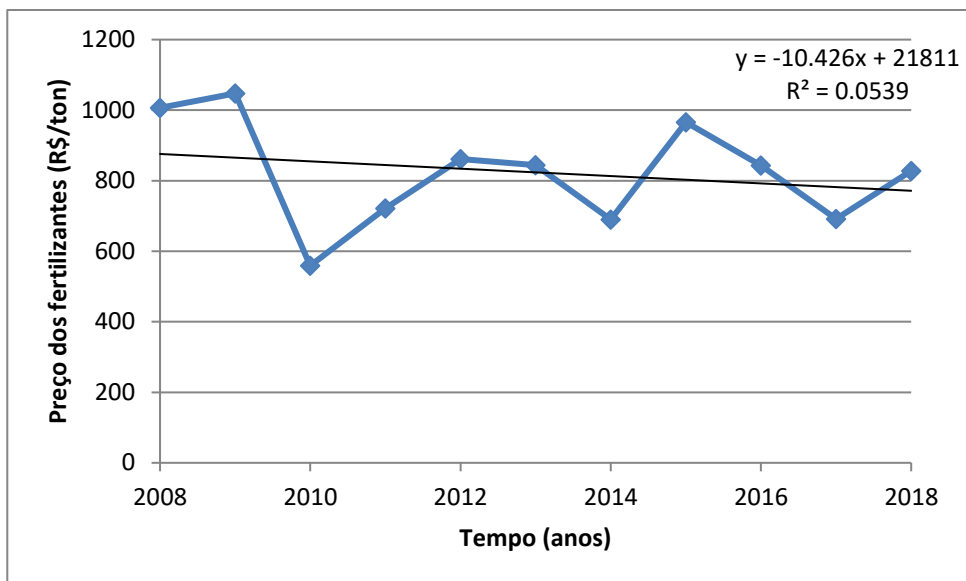


Figura IV.20 Regressão linear da evolução temporal dos preços médios ponderados dos fertilizantes.
Elaboração própria.

Foi feita regressão linear nos dados a fim de se obter uma reta que possa ser extrapolada. O R^2 obtido para a equação da reta foi bem baixo, apenas 0,054. Entretanto para efeitos de possuir alguma projeção, se usará a reta mesmo assim na falta de melhor alternativa de previsão do preço dos fertilizantes para daqui a 10 anos.

Para encontrar a evolução dos preços médios ponderados até 2028, utiliza-se a equação da reta, onde y é igual ao Preço e x é igual ao tempo, em anos:

$$y(x) = P(x) = -10,426 * x + 21811 \quad (IV.4)$$

Lembrando que $e = 0,6340$;

$$D_{n+1} = -\frac{e * (P_{n+1} - P_n) * D_n}{P_n} + D_n \quad (IV.5)$$

Onde:

D: Demanda

P: Preço

Pode-se tomar a previsão:

Quadro IV.22 Projeção do preço médio ponderado e projeção da demanda com base no cálculo de elasticidade.

Ano	Preço (R\$ /ton)	Demanda (ton)
2018	827,97	35.506.301
2019	760,91	37.329.649
2020	750,48	37.653.936
2021	740,05	37.985.585
2022	729,63	38.324.868
2023	719,20	38.672.073
2024	708,78	39.027.503
2025	698,35	39.391.475
2026	687,92	39.764.327
2027	677,50	40.146.412
2028	667,07	40.538.105

Quadro IV.23 Resumo da projeção por Elasticidade Preço da Demanda.

Demanda em 2028/2029 (ton/ano)	Crescimento
40.538.105	14,2%

IV.4.6. Substituibilidade

Os substituintes mais óbvios para os fertilizantes NPK (minerais) são os fertilizantes orgânicos e os fertilizantes organominerais. Entretanto, não se encontra evidências de que seus usos tendem a suplantam a utilização dos clássicos fertilizantes minerais em um futuro próximo.

IV.4.7. Outras projeções de demanda

IV.4.7.1. Outlook Fiesp 2028

Foi realizada pela Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP) e, aparentemente, utilizou uma base própria de dados para seu trabalho divulgado, vistos os números diferentes encontrados para o consumo, por exemplo. No Outlook Fiesp

2018, previu-se que de 2017 a 2027, a demanda crescerá 36% em 10 anos: de 15,322 para 20,9 milhões de toneladas (FIESP, 2018).

A projeção da FIESP utiliza dados diferentes dos da ANDA (diferença de quase 20 milhões de toneladas entre as duas para a demanda calculada em 2017, por exemplo), logo não é correto utilizar os números absolutos dessa primeira para aplicar aos números registrados pela ANDA, ou seja, é falso dizer que se a FIESP prevê, baseada em seus números, aumento de cerca de 5 milhões de toneladas, logo uma projeção baseada em dados da ANDA deveria mostrar crescimento de também 5 milhões de toneladas. É mais razoável, no entanto, considerar que ambas as projeções devem mostrar um crescimento relativo semelhante, se a demanda projetada pela FIESP cresce 36% em 10 anos, pode-se tentar aplicar este mesmo crescimento à demanda calculada pela ANDA em 2018 para prever a demanda de 2028:

Quadro IV.24 Resumo da projeção por Analogia com o Outlook FIESP 2028.

Ano	Demanda
2018/19	35.506.301
2028/29	48.433.820

IV.4.8. Compilação e discussão das projeções

Quadro IV.25 Disposição de todas as projeções realizadas, organizadas da menor para a maior.

Método	Projeção 2028/2029 (ton/ano)	Crescimento
Elasticidade preço da demanda	40.538.105	14,2%
Reta Demanda de Fertilizantes vs Prod. Agrícola	40.537.370	14,2%
Extrapolação temporal linear	45.406.400	27,9%
Série Temporal Aritmética	45.763.510	28,9%
Crescimento de projeção da FIESP	48.433.820	36,4%
Série Temporal Geométrica	49.031.088	38,1%
Extrapolação temporal exponencial	49.870.371	40,5%
Elasticidade PIB mundial da demanda	59.297.264	67,0%

Quadro IV.26 Estatísticas para construção de diagrama de caixa.

Componente Estatístico	Demanda (ton/ano)
Média	47.359.741
Limite Inferior	36.611.952
Primeiro Quartil	44.189.326
Mediana	47.098.665
Terceiro Quartil	49.240.909
Limite Superior	56.818.283
Amplitude Interquartil	5.051.583

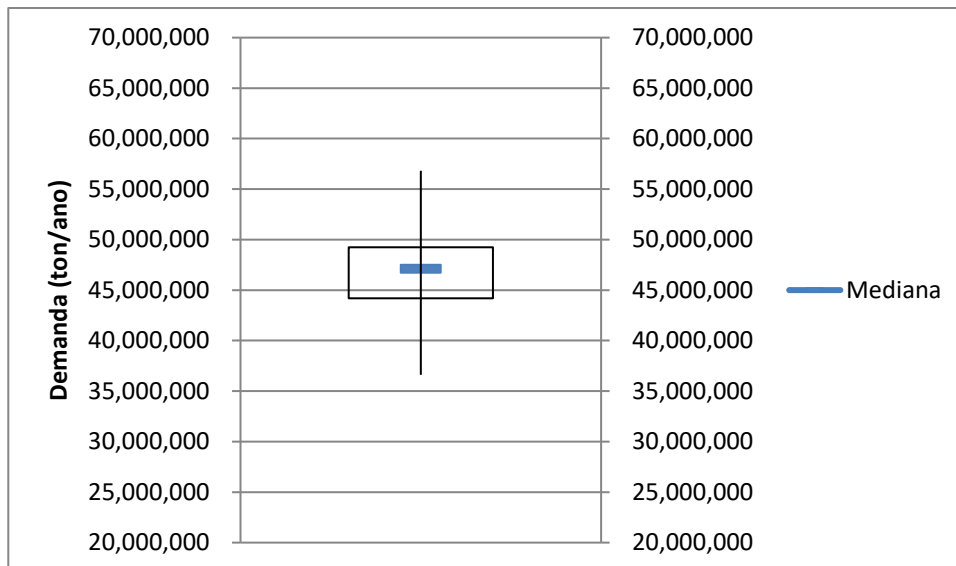


Figura IV.21 Diagrama de caixa dispondo a dispersão dos resultados obtidos para as demandas pelas projeções.

O valor projetado para a demanda pela Elasticidade PIB mundial excede o limite superior do diagrama de caixa, e pode ser considerado então um *outlier* pela estatística. No entanto, a variação entre os métodos restantes ainda é considerável, quase 10 milhões de toneladas entre o método mais otimista e o mais pessimista, o que é um erro muito grande e não tem utilizações práticas.

Considerando agora a precisão e procedimento de projeção de cada método, acredita-se que o método da Regressão Linear com a Produção Agrícola parece ser o melhor baseado na realidade, visto seu alto coeficiente de correlação ($R^2 = 0,9593$) e sua execução baseada em uma variável que com certeza tem influência direta na demanda por fertilizantes, que é o nível de produção da agricultura brasileira. Portanto, para uma análise de certa forma qualitativa, se dará um peso maior à demanda projetada por esta técnica na decisão do que se espera para o futuro do que às demais.

Definiram-se então as seguintes perspectivas pessimista, realista e otimista para a demanda de fertilizantes na safra de 2028/2029:

Quadro IV.27 Definição de perspectivas de demanda projetada.

Expectativa	Demanda esperada (ton/ano)
Pessimista	41 mi
Realista	43 mi
Otimista	45 mi

IV.5. CAPACIDADES INSTALADAS NO BRASIL

IV.5.1. Matérias-primas

Estão dispostas no Quadro IV.28 as informações relativas às plantas de produção das matérias-primas para a produção de fertilizantes.

Quadro IV.28 Detalhamento de capacidade instalada das plantas de produção das matérias primas de fertilizantes no Brasil, bem como de empresa responsável e estado em que se localizam. Confeção própria com dados de ABIQUIM, 2017 e 2018b. As capacidades estão em tonelada por ano

Substância	Capacidade Instalada	Empresa	Estado	Observações	Substância	Capacidade Instalada	Empresa	Estado	Observações	
Ácido fosfórico	280000	COPEBRAS	SP/GO	(5)	Amônia	6000	CSN	RJ	(3)	
	1274904	VALE FERTILIZANTES	MG/SP	(4)		5400	GERDAU-AÇOMINAS	MG	(3)	
Ácido nítrico	9600	ALQUIBRAS	SP	(3)		495000	PETROBRAS-FAFEN-BA	BA		
	36300	PETROBRAS-FAFEN-BA	BA	(2)		412000	PETROBRAS-FAFEN-PR	PR	(3)	
	60000	RHODIA POLIAMIDA	SP	(3)		456250	PETROBRAS-FAFEN-SE	SE		
	7500	USIQUÍMICA	SP			209000	VALE FERTILIZANTES	SP	(4)	
	541800	VALE FERTILIZANTES	SP	(4)		6000	PRODUQUÍMICA	SP	*	
Ácido sulfúrico	250000	ANGLOGOLD	MG			Enxofre	15000	RCN RUBBER	SP	*
	1184000	COPEBRAS	SP/GO	(5)			12000	INTERCUF	SP	*
	291200	ELEKEIROZ	SP				Legenda: (1) Paralisada desde 2009 (2) Paralisada desde 2011 (3) Não informou dados de produção e venda (4) Atuais MOSAIC e YARA (5) Antiga ANGLOAMERICAN * Multipropósito			
	570000	GALVANI	SP/BA	(3)						
	280000	NITRO QUÍMICA	SP							
	500000	PARANAPANEMA	BA							
	4701484	VALE FERTILIZANTES	MG/SP	(4)						
	120000	VMN	MG	(1)						
	245000	VMZ	MG	(1)						
	Ácido sulfúrico fumante (óleo)	65000	NITRO QUÍMICA	SP						
60000		PARANAPANEMA	BA							
18000		VALE FERTILIZANTES	SP	(4)						

Não estão descritas as capacidades de produção de enxofre de empresas como a Petrobras, a Paranapanema, Votorantim Metais S.A. e a Anglo Gold Ashanti. Mas estas empresas produzem o mineral, é sabido que pelo menos a Petrobras produz enxofre para fertilizantes, de acordo com o Sumário Mineral de 2015 da Agência Nacional de Mineração, a Petrobras produziu em 2014 cerca de 260 mil toneladas (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL, 2015).

IV.5.2. Intermediários para fertilizante

No Quadro IV.29, estão expressas as informações relativas às plantas de produção de fertilizantes em si, presentes no território brasileiro.

Quadro IV 29 Detalhamento de capacidade instalada das plantas de produção dos fertilizantes no Brasil, bem como de empresa responsável e estado em que se localizam. Confeção própria com dados de Associação Brasileira da Indústria Química (2017).

Substância	Capacidade Instalada	Empresa	Estado	Observações	Substância	Capacidade Instalada	Empresa	Estado	Observações
Fosfato monoamônico	350	AKSELL	SP	{1}	Cloreto de potássio	120	DIADEMA AGRO INDUSTRIAL	SP	*
	3500	BIO SOJA	SP	{1}		700	RIVER	SP	
	150000	COPEBRAS	GO	{3}		760000	VALE	SE	
	400	DIADEMA AGRO INDUSTRIAL	SP	{1} *	Sulfato de amônio	350	AKSELL	SP	
	1000	IQUIMM	SP	{1} *		303000	PETROBRAS-FAFEN-SE	SE	
	1330000	VALE FERTILIZANTES	MG/SP	{2} *		100	SIGMA-ALDRICH	RJ	*
350	AKSELL	SP	{1}	400000		UNIGEL	BA		
Fosfato diamônico	300	DIADEMA AGRO INDUSTRIAL	SP	{1}	76493	VALE FERTILIZANTES	SP	{2}	
	1000	IQUIMM	SP	{1} *	350	AKSELL	SP		
	337000	VALE FERTILIZANTES	SP	{2} *	495000	PETROBRAS-FAFEN-BA	BA		
Nitrato de amônio, n	591000	VALE FERTILIZANTES	SP	{2}	Superfosfatos	630000	PETROBRAS-FAFEN-PR	PR	{1}
						Ureia	657000	PETROBRAS-FAFEN-SE	SE

Legenda:

{1} Não informou dados de produção e venda

{2} Atuais MOSAIC e YARA

{3} Antiga ANGLOAMERICAN

* Multipropósito

Na consulta à literatura constatou-se a presença de capacidades instaladas para produções outras que as das substâncias buscadas, contendo inclusive nitrogênio, fósforo ou potássio em suas fórmulas moleculares, mas que foram descritas pela literatura como destinadas a "fertilizantes". No entanto, eram capacidades instaladas muito pequenas e provavelmente as produções são destinadas mais ao papel de complemento do que de base para fertilizantes NPK. Os produtos encontrados foram descritos no quadro IV.30 (em tonelada por ano).

Quadro IV 30 Capacidades de produção para outras substâncias fertilizantes com Nitrogênio, Fosfato ou Potássio em suas fórmulas moleculares. Confeção própria com dados de Associação Brasileira da Indústria Química (2017).

Substância	Capacidade Instalada	Empresa	Estado
Fosfato Bicálcico	350	AKSELL	SP
Citrato de Amônio	350		
Acetato de sódio	350		
Fosfato férrico	350		
Fosfato tricálcico	350		
Fosfatos de potássio	480	DIADEMA AGRO INDUSTRIAL	SP

IV.6. ESTIMATIVA DE VALORES DE IMPORTAÇÃO EM FUNÇÃO DE CENÁRIOS

Pode-se também discutir o quanto o Brasil tem a perder (ou deixar de ganhar) com a evolução do consumo em relação à produção de fertilizantes para os próximos 10 anos.

Se o atual processo de arrendamento das FAFENs não for adiante e elas permanecerem hibernadas ou forem efetivamente desativadas, uma capacidade instalada de 2.085.000 toneladas por ano será perdida nos números de produção do país. Isto corresponde a aproximadamente 22,8% da capacidade de produção total e inclui 100% da capacidade de produção de Ureia e quase 40% da capacidade de Sulfato de Amônio.

Se esta porcentagem de perda fosse traduzida em mesma proporção na quantidade efetivamente produzida em 2018, a produção do Brasil seria de 6,307 milhões de toneladas. Assumindo-se que esta seja a produção em 2019, esta será a principal hipótese para o primeiro cenário (Cenário 1).

Analisando os dados de produção parcial para 2019 divulgados pela ANDA, presentes no item “IV.3 CONSUMO E PRODUÇÃO”, há uma queda de 10,6% na produção de janeiro a julho de 2019 em relação ao mesmo período em 2018. Caso seja extrapolada esta queda para o ano todo, a produção do Brasil em 2019 seria de 7,304 milhões de toneladas. Esta configura a principal hipótese para o segundo cenário (Cenário 2).

Deve-se levar em consideração também os projetos que estão sendo desenvolvidos no Brasil. Nos últimos anos, diversos projetos foram cancelados, quando se compara as informações do Anuário da ABIQUIM de 2018 e de 2015. O único projeto remanescente foi o projeto Carnalita I da antiga Vale Fertilizantes, atual Mosaic, para produção de Cloreto de Potássio. Porém, este projeto está paralisado e sem previsão de conclusão devido a disputas entre as cidades de Japarutuba e Capela e posterior perda de interesse da Vale Fertilizantes (G1, 2014). Assim, o Cenário 1.1 e o Cenário 2.1 serão aqueles em que se supõe que o projeto seja completado e já comece a produzir em sua plena operação a 90% da máxima capacidade até janeiro de 2028. Isto

adicionaria 630.000 toneladas por ano à produção do país. Nos Cenários 1.2 e 2.2., o projeto continua paralisado ou então é eventualmente cancelado.

Em todos os cenários, com exceção do projeto Carnalita I nos cenários indicados, o Brasil não desenvolve nenhum outro projeto direcionado a um fertilizante NPK até 2028, porque nesta seção o objetivo é saber o quanto a economia brasileira perderia em 2028 com a maior demanda não sendo acompanhada por novos projetos de produção de fertilizantes. Portanto, se considerará como hipótese final para os cenários (e também como uma extensão dos Cenários 1 e 2) que a produção em 2028 será igual à produção em 2019 mais a produção estimada para o projeto Carnalita no cenário, seja ela 630.000 ou 0 toneladas.

Há ainda de se considerar qual será a demanda apresentada no ano, otimista, realista ou pessimista. Cada uma dessas abre três vertentes para cada um dos cenários anteriores, sendo assim, na realidade 12 cenários discutidos. Serão identificados pelo terceiro algarismo da identificação do cenário, onde 1, 2 e 3 representam, respectivamente, “demanda otimista”, “demanda realista” e “demanda pessimista”; observar Quadro IV.30 para melhor entendimento. Para base de cálculo do dispêndio com importação de fertilizantes, se utilizará o preço/tonelada de fertilizante de 2018 como igual ao em 2028. Para saber qual é esse preço basta tomar o conjunto das importações em US\$ (F.O.B.) em 2018 dos produtos definidos pelos NCMs do item “Elasticidade preço da demanda” e dividir pela importação em toneladas do mesmo período. Ambos os dados são disponibilizados pelo ComexStat (na verdade, a importação em peso líquido é disponibilizada em quilogramas, para converter a toneladas basta multiplicar por um fator de 1000).

Importação [Valor F.O.B.] = US\$ 6.835.324.700;

Importação [Peso líquido] = 23.071.630,597 t;

Preço = US\$ 296,27/ton.

Quadro IV.31 Demonstração das condições de cada um dos 12 cenários.

Cenário	Produção anual do Brasil de 2019 a 2028 (mil ton/ano)	Produção do projeto Carnalita I em 2028 (mil ton/ano)	Demanda de fertilizantes em 2028 (mil ton/ano)
1.1.1.	6.307	630	45.000
1.1.2.	6.307	630	43.000
1.1.3.	6.307	630	41.000
1.2.1	6.307	0	45.000
1.2.2	6.307	0	43.000
1.2.3.	6.307	0	41.000
2.1.1.	7.304	630	45.000
2.1.2.	7.304	630	43.000
2.1.3.	7.304	630	41.000
2.2.1.	7.304	0	45.000
2.2.2.	7.304	0	43.000
2.2.3.	7.304	0	41.000

Os resultados dos cenários são apresentados no Quadro IV.32.

Quadro IV.32 Diversos cenários com cálculo de projeção do prejuízo potencial à balança comercial de fertilizantes do país.

Cenário	Produção em 2028 (ton/ano)	Importação requerida (ton/ano)	Gastos com importação (US\$)
1.1.1.	6.937.000	38.063.000	11.276.925.010
1.1.2.	6.937.000	36.063.000	10.684.385.010
1.1.3.	6.937.000	34.063.000	10.091.845.010
1.2.1	6.307.000	38.693.000	11.463.575.110
1.2.2	6.307.000	36.693.000	10.871.035.110
1.2.3.	6.307.000	34.693.000	10.278.495.110
2.1.1.	7.934.000	37.066.000	10.981.543.820
2.1.2.	7.934.000	35.066.000	10.389.003.820
2.1.3.	7.934.000	33.066.000	9.796.463.820
2.2.1.	7.304.000	37.696.000	11.168.193.920
2.2.2.	7.304.000	35.696.000	10.575.653.920
2.2.3.	7.304.000	33.696.000	9.983.113.920

O pior cenário para a balança é evidentemente aquele em que a demanda otimista prevalece e o Projeto Carnalita não sai do papel. Isto corresponde ao Cenário 1.2.1., que mostra um gasto de quase 11,5 bilhões de Dólares (mais de 47 bilhões de Reais em 21 de Dezembro de 2019) com a importação de fertilizantes apenas em 2028. Se forem contabilizadas as importações dos anos de 2019 a 2027, o número poderia alcançar a casa dos 300 bilhões de reais acumulados em uma estimativa rápida.

Para a balança, o melhor cenário é o 2.1.3., em que ocorre exatamente o oposto do supracitado 1.2.1.: o Projeto Carnalita é desenvolvido, funcionando a 90% da capacidade antes de 2028, e a demanda pessimista se concretiza. Ainda assim, o Brasil estaria pagando 9,8 bilhões de Dólares americanos em fertilizantes NPK, o equivalente a 40 bilhões de Reais indo para fora do país (cotação de 21/12/2019), numa estimativa rápida, um déficit acumulado que poderia chegar a 250 bilhões de reais. Não é uma

situação favorável. É válido ainda dizer que nem sempre o melhor cenário para a balança comercial é o melhor cenário para o Brasil, uma demanda pessimista de fertilizantes poderia ser resultado de uma menor produção agrícola e, conseqüentemente, menor exportações e menor lucro.

IV.7. ANÁLISE DO AMBIENTE DE NEGÓCIO

Há a expectativa de um impacto relevante na economia brasileira para os próximos anos caso a situação precária da indústria de fertilizantes não se resolva. Há uma série de problemas a serem enfrentados que foram enumerados a seguir.

IV.7.1. FAFENs

O dilema das Fábricas de Fertilizantes Nitrogenados deve ser (e aparentemente está sendo) encarado como um problema dos mais graves para a produção brasileira, as FAFENs não apenas produzem intermediários fertilizantes, como também amônia e outros insumos que são utilizados por outras plantas (inclusive as de fertilizantes) e cuja hibernação traz conseqüências penosas para a indústria química brasileira como um todo em anos recentes. O maior impacto percebe-se na hibernação da FAFEN-BA, que se encontra em Camaçari e supre mais de 19 outras plantas presentes no Polo.

Atualmente se discutem e preparam os contratos de arrendamento entre a Petrobras e a Acron para uma solução do contratempo. Tudo parece encaminhado, mas nada ainda é certo. Caso as negociações sejam interrompidas, poderia haver ação do governo em intermediar de forma que evitasse a hibernação das fábricas, já que elas são muito importantes estrategicamente para a atividade da agricultura no Brasil e, ao mesmo tempo, buscar uma solução que possa também atender aos interesses da Petrobras, que é uma empresa que, apesar de seu capital misto privado e estatal, é relevante para os próprios interesses do país.

IV.7.2. Projetos em potencial

Tão importante quanto evitar que a produção diminua ainda mais, é fazer com que volte a crescer. O Brasil deveria buscar diminuir sua dependência externa em fertilizantes, pelas seguintes razões:

- São alguns dos produtos nos quais o Brasil mais gasta com importações;

- Segurança alimentar: em casos de exceção, nos quais algo (uma guerra, uma crise internacional, doenças, *etc.*) prejudique a capacidade brasileira de importar fertilizantes, a produção brasileira deve ser suficiente para evitar que a agricultura seja impactada de forma excessiva, tanto pelas perdas em exportação quanto ao que tange ao abastecimento do mercado nacional, evitando-se assim que a população sofra com a escassez de alimentos;
- Daria maior robustez à cadeia produtiva do agronegócio, podendo num futuro próximo tornar a agricultura mais barata, o que levaria a menores preços dos alimentos para a população e maiores lucros na exportação, devido à redução de custos;
- Reduziria o volume de circulação de mercadorias nos portos;
- O dólar tende a subir nos próximos anos (USDFORECAST, 2019), o que é positivo para as exportações do Brasil e negativo para as importações, pois fará com que os fertilizantes fiquem mais caros para a compra em Reais. Lembrando-se da baixa elasticidade preço que o mercado de fertilizantes apresenta, espera-se que um aumento dos preços não reduza grandemente por si só as importações. Isto é um estímulo grande para que o Brasil comece a produzir mais em território nacional e possa ainda obter melhor resultado de suas vendas de produtos agrícolas.

Para isto, é fundamental a execução de projetos estratégicos que fortaleçam a indústria, especialmente os de fertilizantes potássicos, que são os mais utilizados e também dos quais o país mais depende de importações, como foi observado durante o desenvolvimento deste trabalho. A antiga Vale Fertilizantes era a única empresa que possuía até alguns anos atrás projetos de ampliação da oferta de fertilizantes e de seus insumos, que são apresentados no Quadro IV.33, onde em diferenciados em *itálico* estão os projetos para plantas que se destinariam a produzir insumos aos intermediários fertilizantes, ao invés dos intermediários em si.

Quadro IV.33 Projetos da Vale Fertilizantes em estudo ou em andamento no ano de 2015. Adaptado de Associação Brasileira da Indústria Química (2015 e 2018b).

Projeto previsto	Capacidade de produção (em t/ano)		Localização
	Atual	Futura prevista	
<i>Ácido Fosfórico (em P₂O₅)</i>	-	560.000	<i>Patrocínio-MG</i>
<i>Ácido Nítrico</i>	541.800	690.000	<i>Cubatão-SP</i>
<i>Ácido Sulfúrico</i>	-	140.000	<i>Uberaba-MG</i>
Cloreto de Potássio (Carnalita I)	-	1.350.000	<i>Rosário do Catete-SE</i>
Fosfato de Monoamônio (MAP)	-	780.000	Patrocínio-MG
Fosfato Superfosfatado triplo (TSP)	-	330.000	Patrocínio-MG
Fosfato Superfosfatos simples (SSP)	-	500.000	n.d.
<i>Rocha Fosfática (1ª Fase)</i>	-	1.100.000	<i>Patrocínio-MG</i>
<i>Rocha Fosfática (2ª Fase)</i>	1.100.000	1.300.000	<i>Patrocínio-MG</i>

Infelizmente os projetos para intermediários foram cancelados ou estão suspensos, seja com a venda das instalações da Vale Fertilizantes à Mosaic e à Yara ou com entraves políticos (como o Carnalita I) e apenas o projeto para 1ª Fase de Rocha Fosfática foi aprovado, entre os demais, apenas o de Ácido Nítrico e o Carnalita I não foram totalmente descartados (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA, 2018b).

Não há informações disponíveis até a data de publicação deste trabalho sobre as intenções da Yara e da Mosaic em relação a estas plantas, mas o papel de um órgão atuador deveria ser o de estimular as empresas a considerar continuá-los ou pelo menos reconsiderá-los. Além disso, são projetos que já devem possuir alguns estudos de viabilidade e investimento já prontos e podem ser avançados mais rapidamente que projetos que fossem planejados desde a etapa inicial.

Se estes projetos fossem revisitados, completados e comesçassem a produzir o mais rápido possível, haveria um alívio do déficit da balança comercial brasileira de fertilizantes. No Quadro IV.34., pode-se conferir cálculos feitos com a hipótese de toda

a capacidade ganha pelos projetos ser aproveitada para produzir, numa estimativa de como isso impactaria nas importações dos anos recentes de 2011 a 2018. Este quadro serve para demonstrar como seria importante que estes projetos tivessem obtido sucesso.

Quadro IV.34 Na coluna “Suplementação máxima da importação”, calculou-se a porcentagem de quanto a produção das novas capacidades poderia hipoteticamente suprir da importação média de 2011 a 2018.

Intermediário	Capacidade atual (ton/ano)	Capacidade adicional (ton/ano)	Importação média 2011-2018 (ton/ano)	Suplementação máxima da importação média
KCl	760.820	700.000	8.579.613	8,2%
MAP	1.484.250	780.000	2.665.980	29,3%
TSP	1.019.000	330.000	946.572	34,9%
SSP	2.380.000	500.000	513.612	97,3%

O projeto de produção de Superfosfato Simples (SSP) poderia praticamente zerar a importação deste intermediário e os demais seriam muito úteis para sanar a falta de produção no Brasil.

Outro projeto que poderia dar grande contribuição à redução de importações seria o Amazonas Autazes para extração de Cloreto de Potássio. Este projeto visava a produção de 2,1 milhões de toneladas de KCl por ano, mas está embargado na justiça aguardando liberação (GLOBALFERT, 2017, b) (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2019).

Com essa produção somada a do Carnalita I (prevista para 1,2 milhão de toneladas no início do estudo), haveria a redução de 38,5% da importação de KCl.

Talvez a demanda por Cloreto de Potássio seja reduzida, nos próximos anos pela produção do fertilizante potássico a partir da glauconite, conhecido como SuperGreensand® ou K-Forte® no Brasil. Em 2019 foram vendidas 87.500 toneladas do fertilizante (GLOBALFERT, 2019 d). É necessário mais tempo para ver como esta planta afetará a demanda brasileira.

Além destes projetos, o Brasil necessita urgentemente de mais plantas de produção de Ureia, que representa parcela de 19,5% das importações médias do Brasil entre 2011 e 2018, como foi apresentado anteriormente. As próximas plantas em ordem de importância seriam para a produção de: Sulfato de Amônio (9,3%), Nitrato de

Amônio (6,0%), Superfosfato Triplo (4,7%), DAP (2,7%) e Superfosfato Simples (2,5%). Isso desconsiderando os projetos da antiga Vale Fertilizantes.

Abaixo estão listadas, sem nenhuma ordem em especial, as características que essas plantas poderiam ter para melhor atender ao país entre outras oportunidades de melhoria que o Governo poderia buscar:

- Localização que reduza ao máximo o custo de transporte matérias-primas/fertilizantes/produção agrícola. Idealmente não deve ser muito longe dos portos, especialmente as fábricas de fosfatados e nitrogenados, que apresentam dependência do gás natural; se isto não for possível, a proximidade com rios navegáveis traria a opção do transporte fluvial.
- Outra necessidade que viria junto com estas plantas seria a de construção de gasodutos para suprir as fábricas com gás natural, reduzindo ainda mais o custo de transporte e de importação de gás estrangeiro. Estados que se beneficiariam de gasodutos seriam principalmente Bahia, Minas Gerais e São Paulo, visto as fábricas de nitrogenados e fosfatados já existentes nestes estados e às suas distâncias ao litoral serem relativamente grandes. A produção prevista para o gás natural do Pré-Sal nas próximas décadas pode ser extremamente vantajosa para a produção de intermediários fertilizantes e também para outros usos como na geração de energia das termelétricas destes estados.
- Produção mais descentralizada. O Brasil é um país de grandes dimensões e a agricultura se espalha por seu território. Da mesma forma, deve ser a fabricação do principal insumo, que são os fertilizantes. Seria interessante que o país dispusesse de plantas com localizações estratégicas. Assim, poder-se-ia reduzir a dependência de importações para estas áreas e ainda evitar gastos logísticos. Algumas destas fábricas devem ser de escala padrão internacional, visto que os produtos se tratam de *commodities*. É importante salientar que a obtenção da descentralização é bastante complexa, visto que não é possível escolher onde a matéria-prima para produção de fertilizantes minerais estará disponível. No entanto, acredita-se que entre várias opções de projeto disponíveis, a escolha da preferência deve ser estimulada, entre todas as variáveis, também por uma maior descentralização.

Com estas medidas, o Brasil poderá principalmente evitar futuras dificuldades em sua produção agrícola, gerando segurança alimentar. A maior produção nacional ainda desviaria de possíveis variações cambiais e da dependência dos preços externos dos fertilizantes e seria um estímulo à indústria nacional. Se a descentralização puder ser alcançada, pode-se reduzir custos logísticos associados a um país de dimensões continentais e a instabilidade de uma produção muito centralizada. Reduções de custos tendem a gerar também produtos mais baratos, ou seja, alimentos mais baratos, que beneficiam a população e a exportação dos alimentos produzidos.

Capítulo V. ANÁLISE

Obteve-se um número moderado de patentes, através da busca. Os resultados (removidas as duplicatas através do VantagePoint®) das buscas de patentes para cada intermediário, bem como a busca realizada com todos eles juntos, são mostrados no Quadro V.1:

Quadro V.1 Número de patentes em que cada substância aparece, removidas as duplicatas.

Substância	Patentes
Cloreto de potássio	73
DAP	49
MAP	72
Superfosfatos	43
Nitrato de Amônio	100
Sulfato de Amônio	125
Ureia	276
Busca conjunta	414

Nota-se que várias das patentes que mencionavam uma das substâncias mencionavam outras também, visto que somando-se o número de patentes encontra-se 738, porém há apenas 414 resultados (sem duplicatas) quando se busca todas as substâncias juntas.

A Figura V.1 apresenta a evolução temporal do número de depósito de patentes no Brasil, usando a estratégia de busca apresentada no Capítulo II, referente a Metodologia. A redução no número dos depósitos de patentes em fertilizantes ao longo dos últimos três anos mostrada pela Figura V.1 pode ser devida ao tempo de sigilo de 18 meses que compreende o processo de depósito e avaliação de pedidos de patentes, acrescido do tempo levado para a indexação nas bases de dados. Por conseguinte, não se deve fazer uma leitura literal dos dados de 2017 a 2019. Apesar disto, em 2016 pode-se já notar uma queda no número de depósitos e é uma tendência a ser acompanhada já que boa parte dos pedidos realizados em 2017 já devem ter tido seus processos de depósito concluídos, porém, o número de patentes depositadas obtido para esse ano ainda é pequeno.

Um quadro de redução de depósitos poderia ser explicado pelo efeito dos últimos acontecimentos na indústria de fertilizantes, demonstrando um possível desinteresse das empresas em inovar na produção desse setor no país.



Figura V.1 Comportamento do número de depósitos no Brasil dos intermediários selecionados.

A razão de haver patentes com anos anteriores a 2004 na busca se deve ao fato de que o Derwent Innovations Index® leva em conta ano de indexação, não o de prioridade, coisa que não é filtrada pelo VantagePoint®. Além disso, o Escritório de Patentes dos Estados Unidos é conhecido por realizar seus depósitos com o esquema de pedido P1 provisional e um P2 provisional com conteúdo diferente; só após isto há um pedido que junta ambos, o que causa diferença no registro de dados em relação às patentes depositadas nos demais escritórios, o que causou o comportamento peculiar dos resultados.

Observando a Figura V.2, que apresenta o número de depósitos feitos no Brasil, cujo primeiro pedido de patente pode ter sido gerado no Brasil ou em outro país, podemos ver que a maior parte das prioridades de depósito pertence aos EUA, refletindo o fato deste país ter foco em tecnologia e inovação para se manter sempre como uma das maiores e mais modernas agriculturas do mundo. O segundo país é o Brasil. Além do fato de estarmos analisando patentes depositadas no Brasil, ambos países são grandes produtores de *commodities* agrícolas, o que torna o resultado bem esperado.

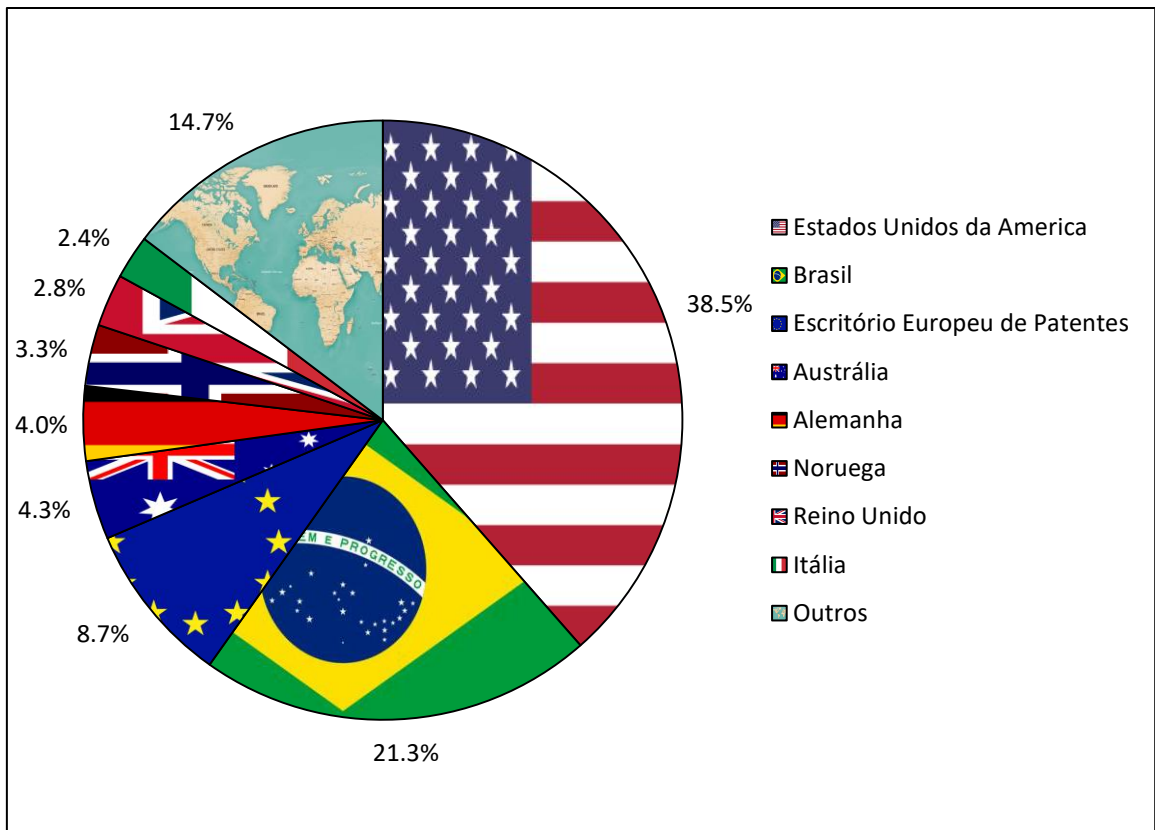


Figura V.2 Frações do número de depósitos de fertilizantes por país de prioridade entre 2004 e 2019.

A Figura V.3 mostra uma evolução temporal dos depósitos nos cinco maiores países em número de prioridades observados na Figura V.2.

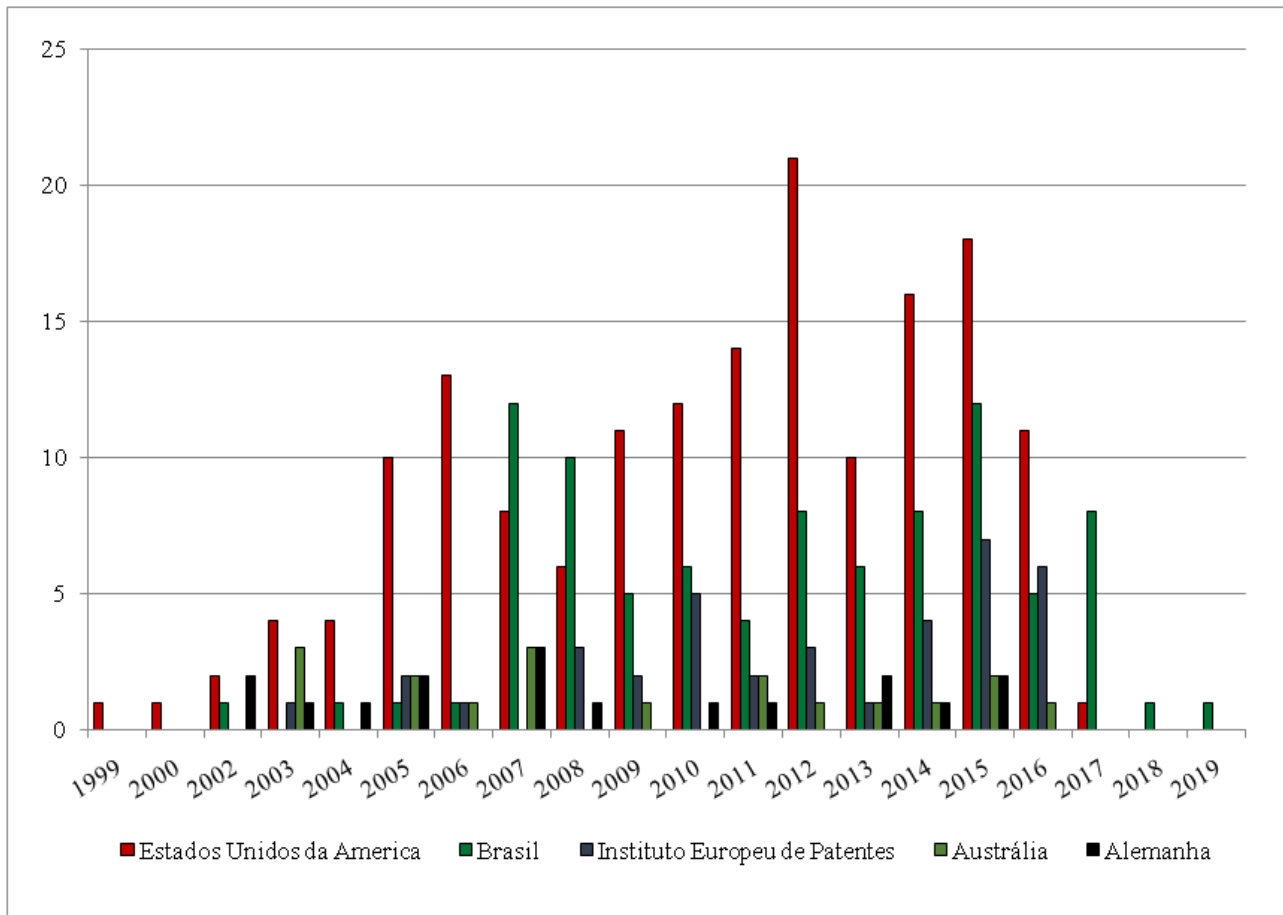


Figura V.3 Evolução temporal do depósito de patentes por país.

No início do espectro aparentemente o Brasil era alvo de alguns poucos depósitos de outros países até que o interesse pelo país cresceu e aumentou-se o número de depósitos com prioridade não só de outros países como brasileiras também.

Na Figura V.4, têm-se as maiores empresas depositantes no Brasil no período de 2004 a 2019, e na Figura V.5 observa-se a evolução dos depósitos dos quatro maiores depositantes ao longo dos quinze anos compreendidos, no intuito de verificar o grau de interesse destes depositantes ao longo do tempo.

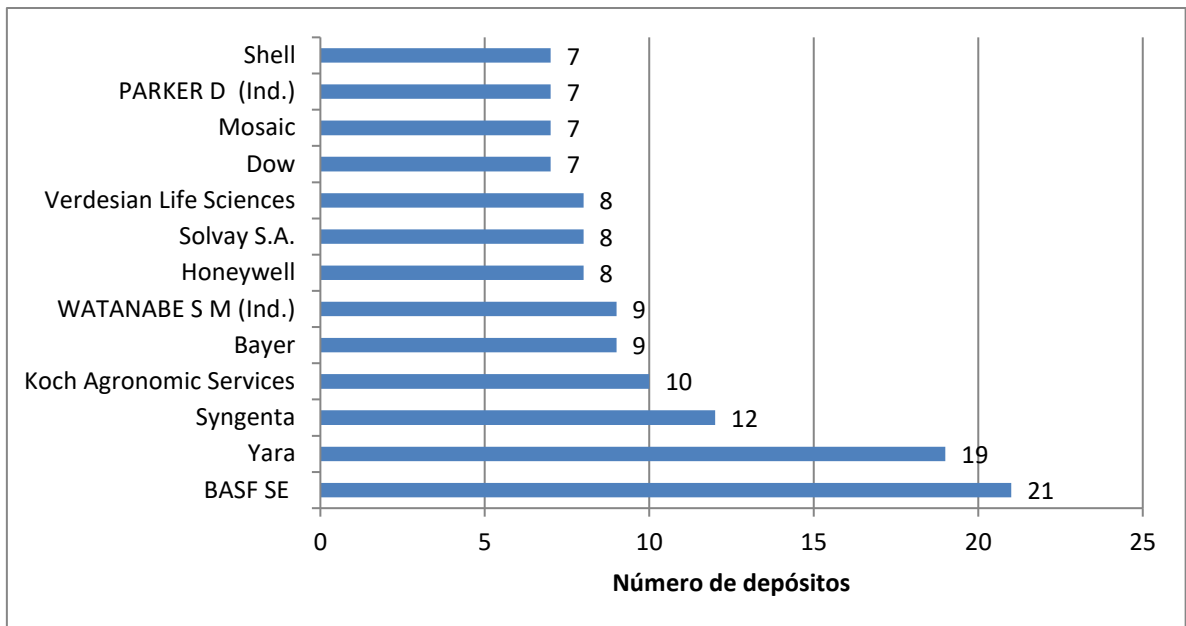


Figura V.4 Número de depósitos por empresa/indivíduo depositante no período de 2004 a 2019.

Entre as empresas mostradas na Figura V.4, nenhuma é brasileira e apenas a Yara (Noruega) e a Mosaic (EUA) têm empreendimentos direcionados a fertilizantes no país. É evidente o não protagonismo de empresas brasileiras, pois as empresas estrangeiras predominam. Deve-se clarificar, no entanto, que os depósitos individuais realizados por Watanabe S. M. (Sergio Massao Watanabe) podem ser indicativos de depósito de empresas brasileiras, visto que o Sr. Watanabe é possuidor de onze empresas com Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica (CNPJ) ativo, sendo alguns deles com atividade econômica descrita como "Fabricação de adubos e fertilizantes, exceto organo-minerais", de acordo com o website ConsultaSocio.com. Já Parker D. (David Parker) et al são inventores dos Estados Unidos, principalmente.

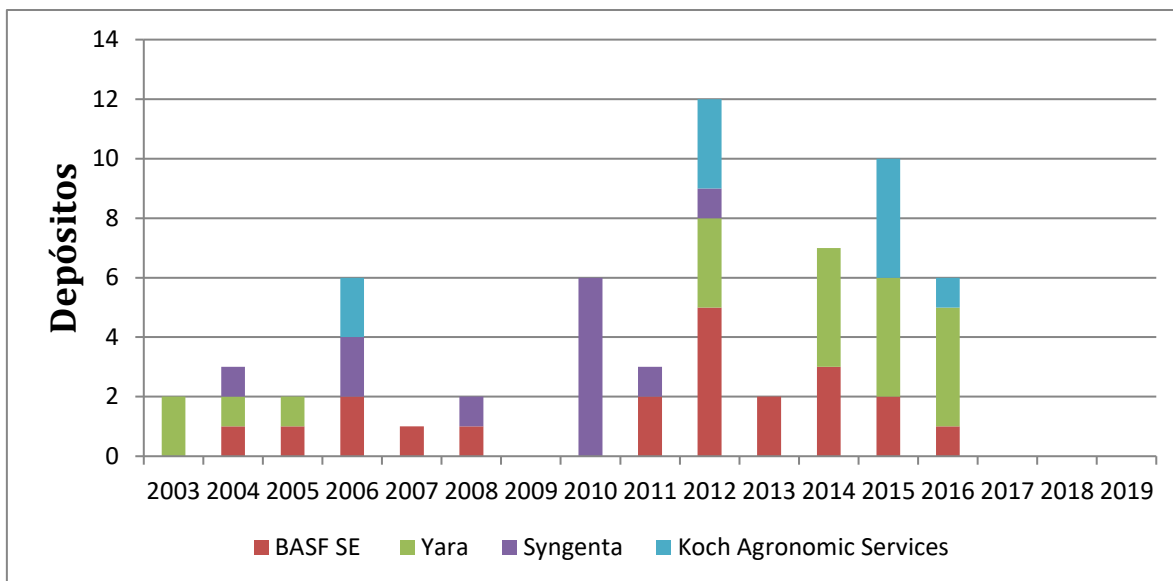


Figura V.5 Evolução temporal do volume de depósitos das quatro maiores depositantes, com as empresas individualmente discriminadas por cor.

Pode-se observar que apenas a Yara (ou melhor, a Vale Fertilizantes, que foi em parte vendida para a Yara) e a BASF têm demonstrado interesse constante na última década em manter ativa sua propriedade industrial para melhor modernizar suas operações no país. É preciso esperar o tempo de indexação de 18 meses para realmente saber como têm sido os depósitos da empresa de 2017 a 2019.

Na comparação entre os depósitos apenas no Brasil e os depósitos no mundo inteiro, teve-se que apenas cerca de 1% dos depósitos realizados nos intermediários fertilizantes contém o Brasil como um dos países-alvo de depósito, como mostra a Figura V.6:

Histórico de pesquisa:

Resultados	Resultados	Salvar histórico/Criar alerta	Abrir histórico salvo
# 2	42.377	TS=FERTILIZ* AND TS=("POTASSIUM CHLORIDE" OR "POTASH MURIATE" OR "POTASSIUM MURIATE" OR "Diammonium phosphate" or dap or "Diammonium hydrogen phosphate" or "Calcium phosphate*" or "Superphosphate" or "Monocalcium phosphate" or "Ammonium dihydrogen phosphate" or map or "Monoammonium phosphate" or "Ammonium nitrate" or "Ammonium sulfate" or urea or Carbamide) Índices=CDerwent, EDerwent, MDerwent Tempo estipulado=2004-2019	
# 1	427	TS=FERTILIZ* AND TS=("POTASSIUM CHLORIDE" OR "POTASH MURIATE" OR "POTASSIUM MURIATE" OR "Diammonium phosphate" or dap or "Diammonium hydrogen phosphate" or "Calcium phosphate*" or "Superphosphate" or "Monocalcium phosphate" or "Ammonium dihydrogen phosphate" or map or "Monoammonium phosphate" or "Ammonium nitrate" or "Ammonium sulfate" or urea or Carbamide) AND PN=BR* Índices=CDerwent, EDerwent, MDerwent Tempo estipulado=2004-2019	

Figura V.6 Busca no Derwent Innovations Index® com a estratégia inicial contando apenas as que tiveram depósito no Brasil (resultado #1) e as que tiveram depósito em qualquer lugar (resultado #2).

Fonte: Derwent Innovations Index (2019).

O resultado # 1 corresponde à primeira busca e tem um número de patentes equivalente a 1% do obtido na segunda busca, que contempla depósitos realizados em

qualquer país. Os dados podem variar levemente quando se faz a remoção de duplicatas no VantagePoint®. Esta imagem apenas serve para ilustrar a divergência relativa entre os números do Brasil e do Mundo (DERWENT INNOVATIONS INDEX, 2019).

Apesar do Brasil ser um grande produtor de *commodities* agrícolas e um grande consumidor de fertilizantes, os principais *players* desta área não sentem necessidade de defender a sua propriedade intelectual no território brasileiro, visto não se tratar de um país de elevada intensidade tecnológica, bastando preservar seus interesses comerciais e atuar de modo reativo na preservação de sua propriedade intelectual.

Capítulo VI. CONCLUSÃO, REFLEXÕES E SUGESTÕES

No presente trabalho avaliou-se os acontecimentos passados e presentes da Cadeia Produtiva brasileira de Fertilizantes e o impacto destes acontecimentos na produção, balança comercial, no desenvolvimento de tecnologia na área e no setor agrícola do país.

Inferiu-se que a produção agrícola, apesar de muito volumosa, tem em contrapartida uma produção de fertilizantes diminuta, muito aquém de suas necessidades. Isto leva a uma importação elevada de fertilizantes, mostrando uma deficiência de integração da cadeia produtiva do agronegócio

Em 2018, o consumo de fertilizantes foi de 35,5 milhões de toneladas no Brasil, sendo que apenas 8,2 milhões foram produzidas localmente, enquanto 27,5 milhões de toneladas foram importadas, gerando um déficit de bilionário na balança comercial do país

Projetou-se que a demanda em 2028 deve alcançar entre 41 e 45 milhões de toneladas de fertilizantes, enquanto isso a interrupção do funcionamento de fábricas de fertilizantes e a carência de novos projetos indica queda da produção para os anos seguintes a 2018. Se a situação se mantiver até 2028, o Brasil pode encarar um *déficit* de cerca de 47 bilhões de reais na balança daquele ano, sustentando ainda *déficits* em todos os anos anteriores e certamente nos posteriores também.

No Capítulo V., pôde-se perceber a falta de interesse da proteção de propriedade industrial de novas tecnologias de fertilizantes no Brasil. Apenas 415 depósitos no Brasil comparados a cerca de cem vezes esse número depositados ao total no mundo, muito embora o Brasil tenha sido o segundo mais recorrente como país de prioridade destes depósitos. Além disso, os depósitos realizados no Brasil são feitos majoritariamente por empresas estrangeiras, demonstrando pouco desenvolvimento tecnológico dentro do país em área relevante para geração de sua riqueza.

A produção nacional de fertilizantes é historicamente muito inferior à demanda interna e não apresentou crescimento similar ao da demanda. Em razão disso, a dependência em relação às importações vem aumentando ano após ano, e, em 2015, entre 65% e 70% do consumo total foi suprido por importações (Heffer; Prud'Homme,

2015; Cruz et al., 2017). Assim sendo, um grande desafio será reduzir a dependência externa por fertilizantes. Com esse intuito, será necessária a implantação de um plano estratégico, cujos pilares deverão ser: 1) uma política de incentivo a aumento da produção industrial nacional; 2) um programa de PD&I para o desenvolvimento de novas tecnologias, produtos e processos para o ambiente tropical e subtropical, que aumentem a eficiência do uso de fertilizantes, diminuam sua participação nos custos de produção das culturas agrícolas e da pecuária e minimizem o impacto ambiental negativo, sobretudo nas emissões de GEE.(EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2018, p.70)

Pode ser notado como o setor de fertilizantes é importante para o Brasil devido à produção agrícola intensa que o país detém, sendo um grande exportador de *commodities agrícolas*, gerando 30% dos empregos da População Economicamente Ativa (PEA) rural do país (MATTEI, 2015) e compondo mais de 20% do PIB (G1, 2017). Logo, é urgente que haja atenção para os problemas que vêm afetando a produção de fertilizantes brasileira nos últimos anos.

Deve-se pensar na cadeia produtiva que chega até as produções alimentícia e de biocombustíveis, pois estes insumos dão robustez a esta cadeia e precisam ser tratados como parte da estratégia de sua construção. Os fertilizantes têm sua produção gravemente ameaçada pelos acontecimentos recentes e estes problemas devem ser encarados com bastante seriedade.

Enquanto espera-se uma maior demanda no Brasil para os próximos anos, a expectativa é de que a produção se reduza devido ao fechamento das FAFENs e a carência de novos projetos que pudessem aumentar ou pelo menos manter o volume produzido, sendo essa produção substituída cada vez mais por importações (fenômeno que já pode ser observado agravando-se nos primeiros sete meses de 2019, como visto no item “IV.3 CONSUMO E PRODUÇÃO”) e aumentando o déficit na Balança Comercial brasileira, que já é bastante significativo. Tudo isto representa um impacto desnecessário na economia, nas exportações dos produtores agrícolas e no preço dos alimentos para a população (sem contar os demais produtos não-alimentícios que tem estes insumos agrícolas em sua manufatura).

A dificuldade de se encontrar soluções é grande, vistos os entraves recentes causados pelo preço pouco atrativo do gás natural e das políticas da Petrobras e da Vale

em enxugar seus negócios e focar em suas atividades principais, levando a impactos diretos sobre as operações com fertilizantes. Para a próxima década há a expectativa do aumento da exploração do gás natural no Brasil, o que tem a capacidade de baratear os preços deste insumo se o país tiver um bom plano de administração deste recurso. O Novo Mercado do Gás Natural é uma grande oportunidade para que o Brasil aproveite a disponibilidade do recurso para reparar e ampliar sua cadeia produtiva de fertilizantes.

A solução (ou pelo menos atenuação) é possível, como foi demonstrado, caso sejam feitos investimentos em:

- Um órgão ou empresa pública (visto que se trata de interesse nacional, e não de algum grupo em específico) de fomento e estruturação da pesquisa e desenvolvimento em fertilizantes. Assim, o país teria não só uma expansão da P&D no setor, mas também maior envolvimento nacional nesse aspecto, deixando de depender tanto da tecnologia estrangeira. Essa instituição poderia ser fruto de uma parceria entre a ANDA e o governo, por exemplo, e pode ter até moldes semelhantes ao da EMBRAPA;
- Como foi proposto antes, atração de projetos que aproveitassem o potencial brasileiro para a produção de fertilizantes. Sempre tendo em mente a questão ambiental, que deve ser levada a sério em toda e qualquer hipótese;
- Maior infraestrutura de logística para matérias-primas, em especial o gás natural.

Ficam como sugestões para futuros trabalhos de modo a aprofundar a análise preliminar realizada neste trabalho:

- Avaliar oportunidades de projetos que possam ser desenvolvidos no Brasil, como por exemplo, novos sítios com potencial de exploração e empreendimentos que lidem com fertilizantes orgânicos ou organominerais.
- Realizar projeções de demanda se utilizando de bases pagas, caso haja custeio de pesquisa, e se aproveitando mais de outros métodos de estudo de mercado e projeção de demanda, como a aplicação de questionários a experts e experimentação de mercado;

- Acompanhar as previsões realizadas neste trabalho a fim de verificar sua precisão e utilizá-lo como ponto de referência;
- Complementar os dados divulgados pela ABIQUIM, que frequentemente têm sido incompletos, parciais e desatualizados;
- Simular a construção de uma nova planta de produção de fertilizantes NPK no país, realizando seus estudos de viabilidade, estudo mercadológico e todas as etapas de estudo de investimento para entender melhor o cenário que uma empresa enfrenta para construir uma fábrica de intermediários fertilizantes no Brasil;
- De posse de dados econômicos, ver o preço de gás natural que viabiliza a implantação de plantas de amônia e ureia no país, face ao produto importado;
- Aprofundar a questão da propriedade industrial, investigando os depósitos de forma mais detalhada para compreender as tendências da tecnologia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA. **Anuário da Indústria Química Brasileira: 2015**. São Paulo, SP: ABIQUIM, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA. **Anuário da Indústria Química Brasileira: 2018**. São Paulo, SP: ABIQUIM, 2018b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA. **Guia da Indústria Química Brasileira: 2015/2016**. São Paulo, SP: ABIQUIM, 2017

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA. **O desempenho da indústria química brasileira: 2018**. São Paulo, SP: ABIQUIM, 2018a. Disponível em: <http://www.abiquim.org.br/uploads/guias_estudos/Livreto_Desempenho_da_Ind%C3%BAstria_Qu%C3%ADmica_Brasileira_R4_-_Abiquim_DIGITAL_1.pdf>.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. **A Indústria da Fertilidade**. São Paulo, SP: ANDA, mar. 2007.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. **Pesquisa Setorial**. São Paulo: ANDA, 2019. Disponível em: <<http://anda.org.br/estatisticas/>>. Acesso em: 11 out. 2019.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Focus - Relatório de Mercado - 25/10/2019 - outubro 2019**. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/publicacoes/focus>>. Acesso em: 10 jan. 2019.

BANCO MUNDIAL. **GDP (constant LCU) - Brazil**. Washington, D.C.: 2019.

Disponível em:

<<https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KN?locations=BR>>. Acesso em: 29 out. 2019.

BRASILAGRO. **Produtora de fertilizante pode fechar fábrica por alta do preço do gás**. Disponível em: <https://www.brasilagro.com.br/conteudo/produtora-de-fertilizante-pode-fechar-fabrica-por-alta-do-preco-do-gas.html?fbclid=IwAR1Ti_vYHY9dTAXeHN8F4q1RfNXJo9onWy8yfCYL7am8d9uX-ZxPFZU-qAU>. Acesso em: 11 nov. 2019.

BUENO, N.; GASPAROTTO, L. **Sintomas de deficiências nutricionais em citros.**

EMBRAPA, Manaus (AM), 1999. Disponível em:

<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/64450/1/CircTec-06-1999.pdf>>.

Acesso em: 04 jan.2020.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Mourão defende obras de infraestrutura e**

atividades de mineração na Amazônia. Brasília, DF: nov. 2019. Disponível em:

<<https://www.camara.leg.br/noticias/608126-mourao-defende-obras-de-infraestrutura-e-atividades-de-mineracao-na-amazonia/>>.

CAPONE, D. G. **The marine nitrogen cycle.** Washington, D.C.: Microbe, 2008. p.

186-192.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Safras. 2018.** 2018. Disponível

em:<<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?limitstart=0>>.

Acessoem: 22 out. 2019.

CONNOR, H. **The Manufacture of Nitric Acid.** Platinum Metals Review, jan. 1967.

CONSULTASOCIO.COM. **Sergio Massao Watanabe.** Disponível em:

<<https://www.consultasocio.com/q/sa/sergio-massao-watanabe>>. Acesso em: 07 nov.

2019.

COSTA, L.M.; SILVA, M.F.O. **A Indústria Química e o Setor de Fertilizantes.**

Brasília, DF: BNDES, 2012. 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>. Acesso em:

2 jan. 2020.

CUNHA, A.L.C. **Notas de aula destinadas à disciplina de Processos Inorgânicos.**

Rio de Janeiro, RJ: 2019.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Sumário Mineral**

Brasileiro 2015. Brasília, DF: DNPM, 2015. Disponível em:

<<http://www.anm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/sumario-mineral/sumario-mineral-brasileiro-2015>>. Acesso em: 16 dez. 2019.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Sumário Mineral**

Brasileiro 2017. Brasília, DF: DNPM, 2017. Disponível em:

<<http://www.anm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/sumario-mineral/sumario-mineral-brasileiro-2017>>. Acesso em: 16 dez. 2019.

DUARTE, G.R.B. Manejo de fósforo para plantas: Tudo o que você precisa saber. Lavoura10, jun. 2019. Disponível em: <<https://blog.aegro.com.br/fosforo-para-plantas/>>. Acesso em: 30 dez. 2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Visão 2030: O Futuro da Agricultura Brasileira. Brasília, DF: 2018.

ESTADOS E CAPITAIS DO BRASIL. Mapas do Brasil.2019. Disponível em: <<https://www.estadosecapitaisdobrasil.com/mapas-do-brasil/>>. Acesso em: 18 dez. 2019.

EXAME. Petrobras arrenda fábricas de fertilizantes para Grupo Unigel. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/negocios/petrobras-arrenda-fabricas-de-fertilizantes-para-grupo-unigel/?fbclid=IwAR0ZR0YkbrzjuE6i54xJrVKIGYcL0xVV5XSW8rMdv1gaNkXTP9A3s6kCw>>. Acesso em: 03 dez. 2019.

FIESP. Outlook Fiesp 2028. Disponível em: <<http://outlookdeagro.fiesp.com.br/OutLookDeagro/pt-BR/Publicacao/Fertilizante2/Brasil/2018>>. Acessado em: 19 dez. 2019.

G1. Disputa entre cidades atrasa projeto da Vale para explorar potássio em SE. Brasília, DF: G1, 2014. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/negocios/noticia/2014/05/disputa-entre-cidades-atrasa-projeto-da-vale-para-explorar-potassio-em-se.html>>. Acessado em: 21 dez. 2019.

G1. Participação do agronegócio no PIB é a maior em 13 anos, estima CNA. G1, dez. 2017.

G1. Petrobras deve assinar até fim de agosto protocolo de venda da fábrica de fertilizantes em MS. Ago. 2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/ms/mato-grosso-do-sul/noticia/2019/08/13/petrobras-deve-assinar-ate-fim-de-agosto-protocolo-de-venda-da-fabrica-de-fertilizantes-em-ms.ghtml>>. Acesso em: 19 set. 2019.

GLOBALFERT. **A Verde AgriTech começou a construir uma nova fábrica.** Jul. 2018. Disponível em: <<https://www.globalfert.com.br/noticias/producao/a-verde-agritech-comecou-a-construir-uma-nova-fabrica/>>. Acesso em: 27 dez. 2019.

GLOBALFERT. **Decisões sobre Fafen geram insegurança no setor.** 2019 c. Disponível em: <<https://www.globalfert.com.br/noticias/mercado/decisoes-sobre-fafen-geram-inseguranca-no-setor/>>. Acesso em: 19 set. 2019.

GLOBALFERT. **Exploração de potássio entra em fase de teste no Amazonas.** Out. 2014 b. Disponível em: <<https://www.globalfert.com.br/noticias/producao/exploracao-de-potassio-entra-em-fase-de-teste-no-amazonas/>>. Acesso em: 27 dez. 2019.

GLOBALFERT. **Fábrica da Fafen em Camaçari encerra atividades nesta quinta-feira.** 2019 b. Disponível em: <<https://www.globalfert.com.br/noticias/producao/fabrica-da-fafen-em-camacari-encerra-atividades-nesta-quinta-feira/>>. Acesso em: 19 set. 2019.

GLOBALFERT. **Fosfatados – Principais origens de importação no Brasil em 2018.** 2019 a. Disponível em: <<https://www.globalfert.com.br/boletins/fosfatados-principais-origens-de-importacao-no-brasil-em-2018-2/>>. Acessado em: 14 dez. 2019.

GLOBALFERT. **Governo do Amazonas apresenta projeto Silvinita em Conferência Internacional sobre fertilizantes.** Jan. 2013a. Disponível em: <<https://www.globalfert.com.br/noticias/negocios/governo-do-amazonas-apresenta-projeto-silvinita-em-conferencia-internacional-sobre-fertilizantes/>>. Acesso em: 30 dez. 2019.

GLOBALFERT. **Italiana vai construir planta de amônia.** 2013c. Disponível em: <<https://www.globalfert.com.br/noticias/producao/italiana-vai-construir-planta-de-amonia/>>. Acesso em: 12 jan. 2020.

GLOBALFERT. **Obras de fábrica de amônia devem começar no dia 25 de fevereiro.** Fev. 2014 a. Disponível em: <<https://www.globalfert.com.br/noticias/producao/obras-de-fabrica-de-amonia-devem-comecar-no-dia-25-de-fevereiro/>>. Acesso em: 19 set. 2019.

GLOBALFERT. **Página inicial.** 2019e. Disponível em: <www.globalfert.com.br>. Acesso entre set. 2019 e jan 2020.

GLOBALFERT. Pela terceira vez, Petrobras adia leilão dos equipamentos da Planta de Amônia em Uberaba. 2018. Disponível em:

<<https://www.globalfert.com.br/noticias/negocios/pela-terceira-vez-petrobras-adia-leilao-dos-equipamentos-da-planta-de-amonia-em-uberaba/>>. Acesso em: 19 set. 2019.

GLOBALFERT. Petrobras adquire fábrica de fertilizantes por R\$ 234 milhões. Jun. 2013 b. Disponível em: <<https://www.globalfert.com.br/noticias/producao/petrobras-adquire-fabrica-de-fertilizantes-por-r-234-milhoes/>>. Acesso em: 19 set. 2019.

GLOBALFERT. Petrobras apresenta projeto do Complexo Gás Químico que deverá gerar mais de seis mil empregos em Aracruz e Linhares. Nov. 2012.

Disponível em: <<https://www.globalfert.com.br/noticias/producao/petrobras-apresenta-projeto-do-complexo-gas-quimico-que-devera-gerar-mais-de-seis-mil-empregos-em-aracruz-e-linhares/>>. Acesso em: 19 set. 2019.

GLOBALFERT. Potássio do Brasil pede suspensão de licença prévia. Mar. 2017 a.

Disponível em: <<https://www.globalfert.com.br/noticias/producao/potassio-do-brasil-pede-suspensao-de-licenca-previa/>>. Acesso em: 27 dez. 2019.

GLOBALFERT. Vale arrenda mina da Petrobras para produzir potássio e reduzir dependência da importação de fertilizantes. Abr. 2012. Disponível em:

<https://www.globalfert.com.br/noticias/negocios/vale-arrenda-mina-da-petrobras-para-produzir-potassio-e-reduzir-dependencia-da-importacao-de-fertilizantes/>>. Acesso em: 30 dez. 2019.

GLOBALFERT. Verde AgriTech divulga resultados do terceiro trimestre de 2019.

Nov. 2019 d. Disponível em: <<https://www.globalfert.com.br/noticias/negocios/verde-agritech-divulga-resultados-do-terceiro-trimestre-de-2019/>>. Acesso em: 27 dez. 2019.

GLOBALFERT. Verde estuda produzir 25 Mt de fertilizantes por ano. Mar. 2017 b.

Disponível em: <<https://www.globalfert.com.br/noticias/producao/verde-estuda-produzir-25-mt-de-fertilizantes-por-ano/>>. Acesso em: 27 dez. 2019.

GLOBORURAL. Yara adquire 60% de participação da brasileira Galvani. Ago.

2014. Disponível em:

<<https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2014/08/yara-adquire-60-de-participacao-da-brasileira-galvani.html>>. Acesso em: 19 set. 2019.

INDEX MUNDI. **Index Mundi, 2019**. Disponível em:
<<https://www.indexmundi.com/>>. Acesso em: 16, out. 2019.

INFOMONEY. **Petrobras faz a maior descoberta desde o pré-sal, em Sergipe e Alagoas**.2019. Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/negocios/petrobras-faz-a-maior-descoberta-desde-o-pre-sal-em-sergipe-e-alagoas/?fbclid=IwAR28k3y8ISRQHbf_vLvXYQRIPRtaHJHdZJNelrj_D7zmQ1_JR3yXWLU2EQ4>. Acesso em: 19 set. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. **Empenho total na pesquisa de novos depósitos de potássio**. IBRAM: abr. 2012.

MARSHALL, A. **Principles of Economics**. Londres: Macmillan and Co., ltd., 1920.

MATTEI, L. **Emprego agrícola: cenários e tendências**. Florianópolis, SC: dez. 2015.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Projeções do Agronegócio 2018/2019 - 2028/2029**. Brasília, DF: MAPA, 2019. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio/projecoes-do-agronegocio-2018-2019-2028-2029/view>>. Acesso em: 21, out. 2019

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS.

ComexStat. Brasília, DF: MDIC, 2019. Disponível em:
<<http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>>. Acesso entre set. e out. 2019.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2019**. Brasília, DF: EPE, 2019. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia-2029>>. Acesso em: 11 nov. 2019.

NEVES, C. **Análise e previsão de demanda em projetos industriais e de transportes**. Rio de Janeiro: UFRJ, 1990.

O PRESENTE. **Aumento do Biodiesel no óleo mineral tem reflexos no mercado brasileiro de soja**. Disponível em:
<<https://www.biodieselbr.com/noticias/biocombustivel/negocio/aumento-de-biodiesel-no-oleo-mineral-tem-reflexos-no-mercado-brasileiro-de-soja-011019>>. Acesso em: 21, out. 2019.

- O TEMPO. **Assembleia de Minas**. Ago. 2019. Disponível em:
<<https://www.otempo.com.br/opiniaio/minas-s-a/assembleia-de-minas-1.2221118>>.
Acesso em: 19 set. 2019.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **World population prospects 2019**. New York: United Nations, 2019. (ESA/P/WP.241). Disponível em:
<<https://population.un.org/wpp/DataQuery/>>. Acesso em: 21 out. 2019.
- PORTAL ACTION. **Estatística Básica**. 2015. Disponível em:
<<http://www.portalaction.com.br/estatistica-basica/31-boxplot>>. Acesso em: 19 set. 2019.
- RUSSEL, D.; WILLIAMS, G. **History of chemical fertilizers development**. Soil Science Society of America Journal: Wisconsin, 1977.
- SENADO FEDERAL. **O mercado de fertilizantes no Brasil: Diagnóstico e Propostas de Políticas**. Brasília, DF: abr. 2009. Disponível em:
<[http://www.senado.leg.br/comissoes/CRA/AP/AP20090414_Dr_Ali_Aldersi_Saab_\(2\).pdf](http://www.senado.leg.br/comissoes/CRA/AP/AP20090414_Dr_Ali_Aldersi_Saab_(2).pdf)>. Acesso em: 19 dez. 2019.
- SILVA, J.B.C.; GIORDANO, LB.; FURUMOTO, O. **Cultivo de Tomate para Industrialização**. Brasília, DF: EMBRAPA, dez. 2006. Disponível em:
<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/deficiencias.htm>. Acesso em: 04 jan. 2020.
- SKOU, J. C. **The influence of some cations on an adenosine triphosphatase from peripheral nerves**. Amsterdam: Biochimica et Biophysica Acta, v. 23, n. 2, p. 394–401, Fev. 1957.
- TEIXEIRA, F.L.C. **Análise da competitividade do cluster da indústria de fertilizantes da região metropolitana de Salvador**. Salvador, BA: Repositório Institucional UFBA, 2007. Disponível em:
<<https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/8048/2/Textual%20-%20Ufba.pdf>>. Acesso em: 01 jan. 2020.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Correlação**. Florianópolis, SC: UFSC, 2012. Disponível em: <<http://www.inf.ufsc.br/~vera.carmo/Correlacao/>>. Acesso em: 11 jan. 2020.

USDFORECAST. **Brasil: Previsões do dólar e do euro.** Disponível em:

<<http://usdforecast.com/br/previs%C3%A3o-do-d%C3%B3lar.html>>. Acessado em: 21 dez. 2019.

VALOR ECONÔMICO. **Petrobras decide parar produção de fertilizantes em Bahia e Sergipe.** Disponível em:

<<https://valor.globo.com/empresas/noticia/2018/03/20/petrobras-decide-parar-producao-de-fertilizantes-em-bahia-e-sergipe.ghtml>>. Acesso em: 19 set. 2019.

ANEXO 1

Quadro de informações de importação e exportação brasileira dos NCMs indicados no item “IV.2 BALANÇA COMERCIAL” divulgados até Janeiro de 2020, em milhões de Dólares, pelo Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (2019). Utilizados para geração da Balança Comercial.

Ano	Importação	Exportação	Balança
2004	2.346.657.865	26.409.732	-2.320.248.133
2005	2.072.781.364	48.759.034	-2.024.022.330
2006	2.136.202.579	32.618.883	-2.103.583.696
2007	4.122.141.062	35.275.324	-4.086.865.738
2008	8.461.556.695	49.370.038	-8.412.186.657
2009	3.582.048.133	52.830.930	-3.529.217.203
2010	4.499.458.914	46.308.457	-4.453.150.457
2011	8.149.234.224	46.312.377	-8.102.921.847
2012	7.584.343.000	30.802.545	-7.553.540.455
2013	7.760.898.289	40.286.994	-7.720.611.295
2014	7.193.911.465	36.069.007	-7.157.842.458
2015	5.632.202.789	27.572.813	-5.604.629.976
2016	4.876.764.009	22.391.773	-4.854.372.236
2017	5.873.078.017	18.450.087	-5.854.627.930
2018	7.052.972.354	13.258.845	-7.039.713.509
2019	7.435.441.296	9.959.239	-7.425.482.057

ANEXO 2

PIB mundial registrado por Banco Mundial e Fundo Monetário Internacional entre 1980 e 2018. Utilizados para cálculo do Coeficiente de Correlação de Pearson entre os registros de ambas as instituições (BANCO MUNDIAL, 2019; FUNDO MONETÁRIO INTERNACIONAL, 2019).

Ano	PIB mundial (bi de US\$)	
	Banco Mundial	FMI
1980	11243,09	11156,37
1981	11639,93	11419,22
1982	11530,40	11213,90
1983	11763,33	11509,84
1984	12196,89	11913,88
1985	12811,25	12452,88
1986	15139,49	14675,75
1987	17225,04	16893,11
1988	19270,45	19003,48
1989	20114,31	19996,38
1990	22655,57	23521,31
1991	23981,09	24361,44
1992	25464,45	25197,76
1993	25869,75	25883,61
1994	27775,14	27825,89
1995	30871,30	31024,29
1996	31554,61	31884,15
1997	31439,65	31811,07
1998	31378,24	31666,15
1999	32542,67	32780,61
2000	33587,71	33858,45
2001	33395,82	33609,13
2002	34673,87	34741,06
2003	38902,32	38999,86
2004	43816,56	43905,53
2005	47457,41	47570,50
2006	51448,30	51536,19
2007	57968,36	58159,06
2008	63611,62	63775,90
2009	60334,14	60435,58
2010	66051,22	66073,38
2011	73393,19	73311,82
2012	75085,13	74690,36

2013	77236,32	76842,43
2014	79332,69	78944,49
2015	75049,47	74779,48
2016	76163,90	75823,65
2017	80950,67	80262,15
2018	85909,82	84929,51