

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
ESCOLA DE QUÍMICA

Rafael de Oliveira dos Reis



Análise de Fatores Estruturais e Estratégicos da Indústria Química Brasileira:
Proposta para Aumento do Desenvolvimento

RIO DE JANEIRO

2022

Rafael de Oliveira dos Reis

ANÁLISE DE FATORES ESTRUTURAIS E ESTRATÉGICOS DA
INDÚSTRIA QUÍMICA BRASILEIRA: PROPOSTA PARA AUMENTO DO
DESENVOLVIMENTO

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

Orientador: D.Sc Estevão Freire

Rio de Janeiro
2022

CIP - Catalogação na Publicação

d278a de Oliveira dos Reis, Rafael
Análise de Fatores Estruturais e Estratégicos da
Indústria Química Brasileira: proposta para aumento
do desenvolvimento / Rafael de Oliveira dos Reis. -
Rio de Janeiro, 2022.
77 f.

Orientador: Estevão Freire.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de
Química, Bacharel em Engenharia Química, 2022.

1. Análise de performance. 2. Indústria Química
Brasileira. 3. Fatores de Competitividade da
Indústria Química. I. Freire, Estevão, orient. II.
Título.

Rafael de Oliveira dos Reis

ANÁLISE DE FATORES ESTRUTURAIS E ESTRATÉGICOS DA
INDÚSTRIA QUÍMICA BRASILEIRA: PROPOSTA PARA AUMENTO DO
DESENVOLVIMENTO

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

Aprovado em:

Estevão Freire, D. Sc, UFRJ

Nome do Membro da Banca, Título, Instituição

Nome do Membro da Banca, Título, Instituição

Nome do Membro da Banca, Título, Instituição

Rio de Janeiro

2022

A todos os meus professores, por terem me ensinado com amor, dignidade e sabedoria.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Pai Eterno, por sua magnificência e graça em todos os tempos.

Agradeço à minha mãe, Ana Lúcia de Oliveira dos Reis, pelo apoio, carinho e amor incondicionais, sem os quais eu não seria o ser humano que sou hoje. Agradeço ainda por ter me criado com valores claros de generosidade, respeito e perdão.

Agradeço ao professor Estevão Freire, pela dedicação e paciência em me orientar e tornar o presente trabalho o melhor possível.

Agradeço aos membros da banca, por seu tempo e dedicação em ler, analisar e avaliar minha monografia de conclusão de curso.

Agradeço à UFRJ, pela educação pública de excelência, sempre pautada em valores de serviço à sociedade carioca e brasileira, cidadania e ética profissional.

Agradeço a todos os meus professores por contribuírem de forma incomensurável à minha formação enquanto cidadão e profissional.

Agradeço à professora Heloísa Firmo, por ter permitido a realização da experiência mais transformadora que já vivi até o momento em âmbito acadêmico: o duplo diploma realizado no exterior.

Agradeço aos amigos Yang Vegele, Victor Maia e Martial Pommereul, que conheci durante a graduação, pelo companheirismo, lealdade e amor.

Agradeço aos professores Papa Ndyaye Matar da Escola de Química e Carlos Vaca-Garcia, da ENSIACET por terem coordenado o programa de intercâmbio acadêmico e me aconselhado durante minha jornada no exterior.

Agradeço a todos os servidores da UFRJ, pela dedicação no serviço que tornaram essa conquista possível.

De que adianta o potencial, se não for concretizado?

RESUMO

DE OLIVEIRA DOS REIS, Rafael. **Análise de Fatores Estruturais e Estratégicos na Indústria Química Brasileira: Proposta para Aumento do Desenvolvimento**. Rio de Janeiro, 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

A indústria química é central para o desenvolvimento econômico. Além de prover insumos para praticamente todas as outras atividades industriais, ela gera empregos, colabora com o desenvolvimento sustentável e diretamente afeta a qualidade de vida de uma sociedade mediante a produção de substâncias mais seguras, práticas e eficientes para diversos fins. É, portanto, imprescindível que a indústria química atue no seu estado ótimo a fim de desempenhar seu papel na economia de forma sadia. O presente trabalho teve como objetivo analisar a indústria química brasileira sob a ótica de 8 fatores de desempenho (demanda interna, disponibilidade de matéria-prima, competitividade dos custos de produção, infraestrutura, custos de capital e investimento, sustentabilidade, geopolítica e tecnologia), usando como base de informação relatórios setoriais de consultoria estratégicas globais (Bain, Deloitte e McKinsey). Fez-se também a comparação com as principais empresas/Estados da indústria química global (benchmark). A indústria brasileira teve destaque em dois fatores: demanda interna e disponibilidade de matéria-prima, apresentando oportunidades de melhoria nos seis fatores restantes. A comparação com o benchmark permitiu criar um manual de recomendações para que a indústria brasileira ganhe competitividade nos seis fatores com potencial de melhoria, atingindo assim um estado de maior eficiência.

Palavras-chave: Indústria química. Competitividade. Estrutura da indústria química.

ABSTRACT

DE OLIVEIRA DOS REIS, Rafael. **Análise de Fatores Estruturais e Estratégicos na Indústria Química Brasileira: Proposta para Aumento do Desenvolvimento.** Rio de Janeiro, 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

The chemical industry is central to economic development. In addition to providing inputs for virtually all other industrial activities, it creates jobs, collaborates with sustainable development, and directly affects the quality of life of a society by producing safer, more practical, and more efficient substances for various purposes. Therefore, it is essential that the chemical industry act in its optimum state to play its role in the economy in a healthy manner. The objective of this effort was to analyze the Brazilian chemical industry from the point of view of 8 performance factors (internal demand, raw material availability, production cost competitiveness, infrastructure, capital and investment costs, sustainability, geopolitics, and technology), using global strategic consulting industry reports (Bain, Deloitte and McKinsey) as a database of information. We also compared the main companies/states in the global chemical industry (benchmarks). Brazilian industry stood out in two factors: internal demand and raw material availability, presenting opportunities to improve the remaining six factors. A comparison with the benchmark allowed creating a recommendation manual for Brazilian industry to gain competitiveness in the six factors with improvement potential, thus achieving a state of greater efficiency.

Keywords: Chemical industry. Competitiveness. Chemical industry structure

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1. Visão geral da cadeia da indústria química
- Figura 2. Receita da indústria química para o ano de 2018
- Figura 3. Participação da indústria química brasileira no PIB
- Figura 4. Participação da indústria química na indústria de transformação em 2019
- Figura 5. Ilustração do círculo vicioso vivenciado pela indústria química
- Figura 6. Evolução da balança comercial de produtos químicos brasileira
- Figura 7. Déficit na balança comercial brasileira
- Figura 8. Faturamento líquido da indústria química brasileira por segmento
- Figura 9. Utilização da capacidade instalada pela indústria química brasileira
- Figura 10. Rentabilidade e endividamento da indústria química
- Figura 11. Investimentos realizados e programados feitos na indústria química brasileira entre 1995 e 2024
- Figura 12. Demanda de produtos químicos estimada por país selecionado
- Figura 13. Ilustração de rotas tecnológicas para conversão de biomassa
- Figura 14. Produção e consumo de petróleo (em milhões de toneladas, 2019) seguido de comparação em autossuficiência por país
- Figura 15. Produção e consumo de gás natural (em bilhões e m³, em 2019) seguido de comparação em autossuficiência por país
- Figura 16. Custo médio de energia (US\$/MWh, em 2020)
- Figura 17. Custo médio de mão-de-obra (US\$/hora, em 2020)
- Figura 18. Densidade da malha ferroviária (km/mil km² de área sem floresta)
- Figura 19. Fluxo portuário (# mil atracações em 2018)
- Figura 20. Densidade de hidrovias (km navegáveis/mil km² de áreas sem floresta)
- Figura 21. Densidade rodoviária pavimentada (km/mil km² de área sem floresta)
- Figura 22. Densidade de gasodutos (km/mil km² de área sem floresta)
- Figura 23. Custo de investimento em nova planta de polietileno: Capex médio por tpa² para plantas de polietileno (PE) (US\$/tpa, 2019)
- Figura 24. Custo de investimento em nova planta de polipropileno: Capex médio por tpa para plantas de polipropileno (PP) (US\$/tpa, 2019)
- Figura 25. Custo da dívida real média de empresas químicas listadas nesses países

Figura 26. Gastos em P&D feitos pela indústria química - valor total médio para as 19 maiores indústrias químicas

Figura 27. Gastos em P&D como porcentagem da receita feitos pela indústria química válido para as 19 maiores indústrias químicas

Figura 28. Investimentos em P&D feitos pela indústria química (% de faturamento líquido) entre 1997 e 2015

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Palavras-chave, resultados totais e relevantes encontrados na base *Science Direct*

Tabela 2. Os cinco maiores produtores de químicos por receita a nível mundial

Tabela 3. Os cinco maiores Produtores de químicos a nível nacional

Tabela 4. Comparativo do custo de financiamento em países selecionados

LISTA DE ABREVIACÕES

ABIQUIM	Associação Brasileira da Indústria Química
ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CAN	Consumo Nacional Aparente
CAPEX	<i>Capital Expenditure</i>
EMBRAPII	Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial
EUA	Estados Unidos da América
FNDCT	Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
GDP	<i>Gross Domestic Product</i>
GNL	Gás Natural Liquefeito
IA	Inteligência Artificial
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICCA	<i>International Council of Chemical Associations</i>
NFI	Nova França Industrial
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
ONG	Organização não-Governamental
ONU	Organização das Nações Unidas
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PdM	<i>Predictive Maintenance</i>
PIB	Produto Interno Bruto
PIS	Programa de Integração Social
PNF	Plano Nacional de Fertilizantes
REIQ	Regime Especial da Indústria Química
TEU	<i>Twenty Foot Equivalent Unit</i>

ÍNDICE

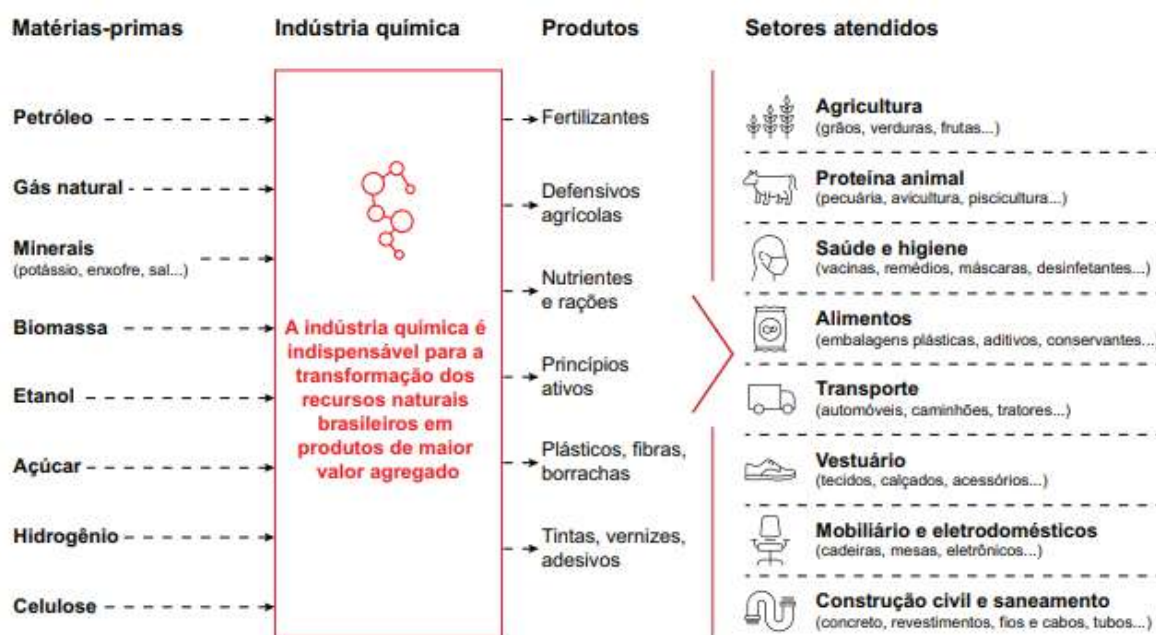
Capítulo I – Introdução	1
Capítulo II – Objetivos	5
Capítulo III – Metodologia	6
Capítulo IV – Revisão Bibliográfica	9
IV.1. Estrutura da Indústria Química	9
IV.2. Principais Empresas	11
IV.3. A Indústria Química Brasileira	13
Capítulo V – Resultados e Discussão	20
V.1 – Fatores Estruturais	20
V.1.1. Demanda Interna de Produtos Químicos	21
V.1.2. Disponibilidade Local de Matéria-Prima	23
V.1.3. Competitividade dos Custos de Produção	27
V.1.4. Infraestrutura	31
V.1.5. Custo de Capital e Investimento	36
V.2 – Fatores Estratégicos	41
V.2.1. Sustentabilidade	41
V.2.2. Demografia e Geopolítica	48
V.2.3. Tecnologia e Inovação	50
Capítulo VI – Conclusão	56
Capítulo VII - Referências Bibliográficas	58

I. Introdução

O setor químico se constitui um dos setores industriais de maior relevância no mundo moderno, provê insumos para praticamente todos os setores da economia de forma direta ou indireta. Segundo o *New World Encyclopedia* (2008), a indústria química é aquela que consiste em indústrias que fabricam produtos químicos de uso industrial, utilizando processos químicos tais como reações químicas e métodos de refinamento para converter matérias-primas diversas nos mais de 70.000 produtos químicos conhecidos. A indústria química é responsável pela geração de milhões de empregos de forma direta e indireta, além de ser fundamental para o desenvolvimento tecnológico, social e econômico de um país. (DELOITTE, 2018)

A Figura 1 mostra a função central da indústria química como agente transformador das mais diversas matérias-primas em produtos acabados, bem como sua onipresença em setores produtivos.

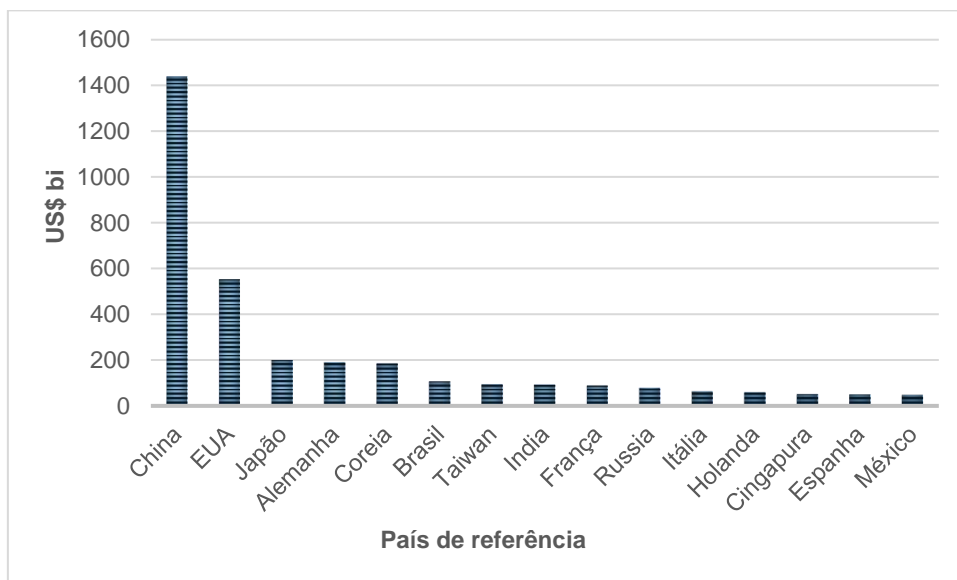
Figura 1. Visão geral da cadeia da indústria química



Fonte: The Global Chemical Industry 2019 – ICCA e Oxford Economics; Chemical Sector SDG Roadmap 2018 (WBCSD)

A indústria química brasileira ocupa posição de destaque tanto nacional quanto internacionalmente. Como evidenciado na Figura 2, é a sexta maior do mundo por receita (tendo gerado R\$ 395 bilhões em 2021), sendo no Brasil responsável por 10% do PIB industrial e cerca de 3% do PIB nacional. (ABIQUIM, 2021)

Figura 2. Receita da indústria química para o ano de 2018

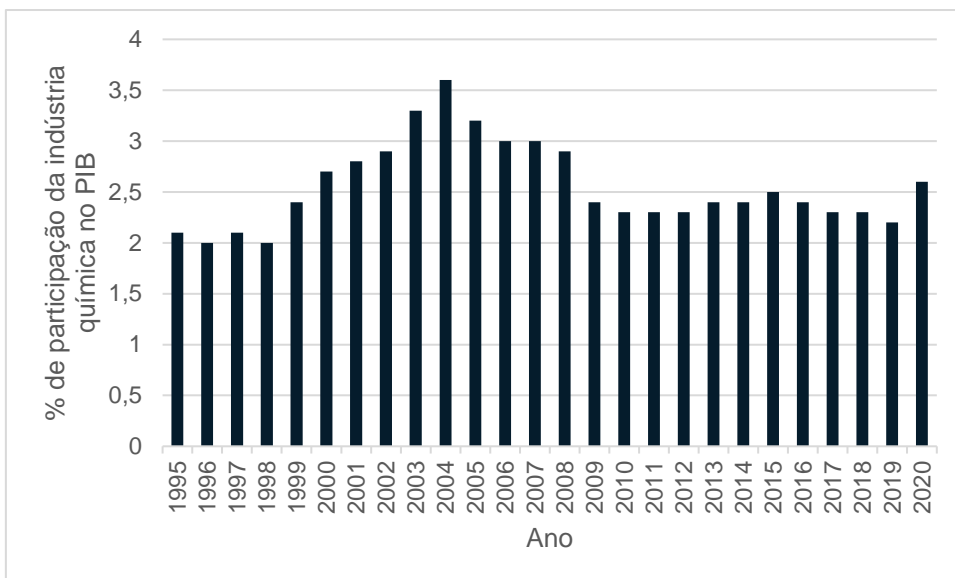


Fonte: Abiquim, Comexstat

A Figura 2 evidencia a posição de destaque da indústria química brasileira, sendo um dos maiores produtores a nível global, mas ainda mantendo um distanciamento de gigantes como a China e os Estados Unidos.

No PIB brasileiro, a indústria representa aproximadamente 3% da riqueza gerada de acordo com a Figura 3.

Figura 3. Participação da indústria química brasileira no PIB

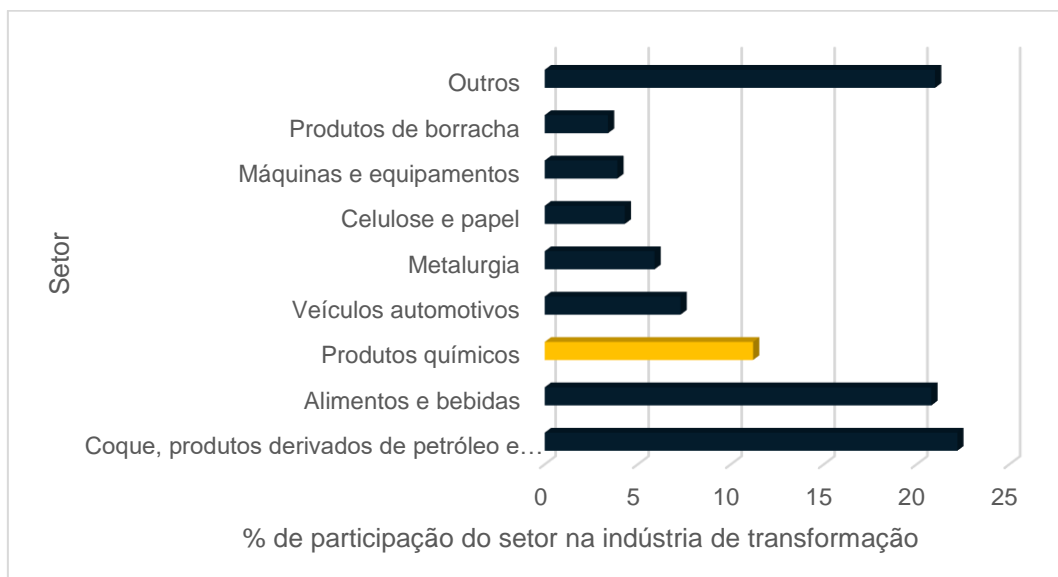


Fonte: Abiquim: O Desempenho da Indústria Química Brasileira 2020

Pode ser observado pela Figura 3 que o percentual da indústria têm-se mantido aproximadamente constante ao longo dos anos, entre 2 e 4 % com um pico em 2004, que pode ser explicado pela alta econômica da época.

Dentro da indústria de transformação, a produção de químicos é notória, sendo a terceira categoria mais produzida no Brasil, como evidenciado na Figura 4.

Figura 4. Participação da indústria química na indústria de transformação em 2019



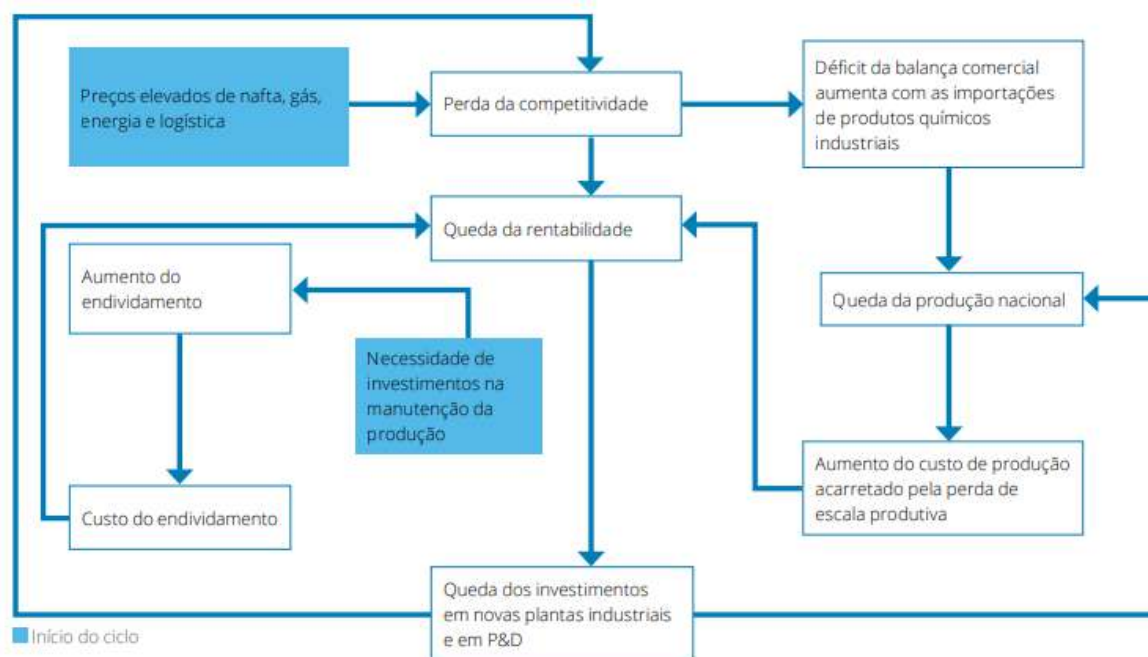
Fonte: Abiquim: O Desempenho da Indústria Química Brasileira 2020

A Figura 4 mostra a participação do setor químico na indústria brasileira comparado com outros bens industriais. Nota-se que a indústria química é o terceiro maior segmento na manufatura do País, respondendo por atualmente por 2 milhões de empregos, diretos e indiretos (DELOITTE, 2018)

A complexidade tecnológica da indústria é notória e propicia postos de trabalho mais qualificados. Estudos mostram, por exemplo, que a remuneração do trabalhador do setor químico é 100% acima da média industrial, segundo o IBGE. Outros estudos mostram que o setor químico é o segundo que mais dinamiza a economia do País. Isso é resultado justamente da alta agregação de valor, da alta tecnologia empregada e o fato de seus produtos serem usados em mais de 90% dos produtos industrializados. (DELOITTE, 2018). É, portanto, uma indústria vital e crítica para qualquer economia.

O setor químico brasileiro vive um ciclo vicioso ilustrado na Figura 5, que funciona da seguinte maneira: os custos elevados com infraestrutura e insumos diminuem a competitividade da indústria química brasileira; a redução de competitividade induz um aumento das importações e acentua a queda da rentabilidade. Custos elevados e competição acirrada acarretam aumento no grau de ociosidade da indústria o que por sua vez, inibe possíveis investimentos além de provocar fechamento de unidades. (DELOITTE, 2018)

Figura 5. Ilustração do círculo vicioso vivenciado pela indústria química



Fonte: Deloitte: Um outro futuro é possível Perspectivas para o setor químico no Brasil

Como destacado na Figura 5, o ciclo é nocivo à indústria química e a economia brasileira e destravá-lo pode gerar imenso desenvolvimento econômico.

Surge daí a indagação de quais fatores geram esse ciclo e como é possível quebrá-lo, levando a indústria química brasileira a um aumento da competitividade internacional.

Este trabalho pretende analisar o posicionamento da indústria brasileira, usando métricas mais robustas que as de produção, e fatores que determinam a estrutura da indústria a nível nacional e a estratégia de negócios determinante nesse setor, e propor melhorias para fortalecimento da competitividade nas métricas que se mostrarem deficitárias.

Espera-se que este trabalho elucide como o Brasil se posiciona frente à outras nações quanto a competitividade de sua indústria química, expondo os fatores responsáveis por tal posicionamento.

O trabalho servirá de base para profissionais e estudantes que desejam aprofundar seus conhecimentos na área de competitividade industrial, fatores de competitividade na indústria e características da indústria química global e brasileira.

II. Objetivos

Objetivo Geral:

O objetivo geral deste trabalho é avaliar a competitividade da indústria química brasileira, analisando fatores estruturais e estratégicos da indústria e propor políticas para a melhoria da competitividade da indústria brasileira.

Objetivos Específicos:

- a) Analisar práticas e iniciativas de sucesso implementadas por governos de outros países e pelas maiores empresas do setor químico mundial
- b) Criar um manual de recomendações e boas práticas para o fomento da competitividade

III. Metodologia

Para realizar a análise de desempenho da indústria química, tomou-se como base dois relatórios principais: “Indústria Química: importância, fatores de competitividade e implicações para o Brasil” desenvolvido pela empresa de consultoria Bain & Company e “Um outro futuro é possível: Perspectivas para o setor químico no Brasil”, feito pela Deloitte, outra empresa de consultoria estratégica. Foi usado ainda um artigo auxiliar feito pela empresa de consultoria McKinsey & Company: “The state of the chemical industry—it is getting more complex”.

Segundo o estudo: “Indústria Química: importância, fatores de competitividade e implicações para o Brasil” publicado pela Bain & Company, pode-se identificar cinco fatores estruturais que conferem competitividade e auxiliam no desenvolvimento da indústria química de um país. Neste estudo, usou-se a definição de competitividade fornecida por Albuquerque (1992), onde competitividade é a capacidade da empresa de formular e implementar estratégias concorrenciais que lhe permitam obter e manter a longo prazo, posição sustentável no mercado. Além disso adotou-se a definição de vantagem competitiva como sendo o atributo (ou conjunto de características) que posiciona determinada empresa à frente das concorrentes no mercado.

A metodologia de trabalho baseou-se também em busca e análise bibliográfica, em base de dados de artigos *Science Direct*, usando as palavras-chave tais como demonstradas na Tabela 1:

Tabela 1. Palavras-chave, resultados totais e relevantes encontrados na base *Science Direct*

Palavras-Chave	Resultados	Resultados Relevantes	Período de busca
Chemical Industry and Performance	71.662	4	2022
Chemical Industry Performance and Structural Factors	25.279	3	2022

Chemical Industry Competitiveness	56.275	2	2022
Pestel Analysis	257	3	2018-2022
Pestel Analysis and Brazil	32	2	2018-2022

Fonte: elaboração própria.

III. 1. Análise PESTEL

Análise PESTEL é uma ferramenta comumente utilizada para avaliar o ambiente de negócios que um determinado setor ou empresa opera. PESTEL é um acrônimo para os fatores observados durante essa análise, onde P equivale aos aspectos políticos, E vale para os aspectos econômicos, S equivale aos aspectos sociais, T corresponde aos aspectos tecnológicos, E abarca os aspectos ambientais (do inglês *environmental*) e L compreende os aspectos legais. (FREIRE, Estevão et al., 2022)

A análise PESTEL baseia-se portanto em fatores macro econômico-ambientais e presume que o êxito de um setor ou organização só pode ser alcançado com análise profunda de todo o ambiente que o circunda e o ambiente de negócio vigente. Esta análise pode ainda prever como um dado setor deve reagir à mudanças nesse ambiente. (DOMINGUEZ, 2016)

A estrutura de análise PESTEL foi utilizada nesse trabalho como guia para se obter uma análise robusta e exaustiva da indústria química. Todos os componentes da análise PESTEL foram incorporados no trabalho em algum fator, à exceção do fator legal.

III. 2. Fatores Estruturais e Estratégicos

Elencou-se cinco fatores estruturais para avaliação (MAS, 2021). Foram eles:

1) Demanda Interna

Analisa a demanda interna por produtos químicos que atua como agente fomentador da indústria para satisfazer o mercado.

2) Disponibilidade local de Matéria-prima

Avalia a disponibilidade de matéria-prima para uma dada região, que assegura o abastecimento e teoricamente proporciona preços mais baratos de fornecimento.

3) Competitividade de Custos de Produção

Mensura o quão competitivos são os custos para produzir um dado químico quando comparado com outros lugares.

4) Infraestrutura

Concerne a infraestrutura local, que permite um custo logístico otimizado.

5) Custo de Capital e Investimento

Trata do custo ligado ao custo de construção e de financiamento em uma dada região.

Entretanto tais fatores sozinhos, entretanto, não contemplam o desempenho da indústria química de forma abrangente, uma vez que eles abrangem somente a estrutura predeterminada da indústria em uma região. Faz-se necessário fatores que avaliem como a indústria interage com o mercado de forma criativa, sustentável e estratégica. Fatores que meçam a competitividade da indústria para além de seu estado inicial e mercado de inserção. (MCKINSEY & COMPANY, 2020)

É preciso levar em conta mais três fatores estratégicos:

6) Tecnologia

Abrange as inovações tecnológicas relevantes para a indústria química, principalmente envolvendo a Quarta Revolução Industrial.

7) Sustentabilidade

Tema imprescindível no século XXI, contempla as questões de emissão de CO₂ e outros gases de efeito estufa, consumo de água e energia, e economia circular aplicadas à indústria química.

8) Geopolítica

Trata de como as questões políticas no mundo (por exemplo: globalização acelerada, ascensão da China) afetam as empresas do ramo químico.

Cada fator foi analisado individualmente, tendo como benchmark países desenvolvidos selecionados e as maiores empresas químicas do mundo por receita anual.

Para cada fator, utilizou-se a bibliografia base (compilado dos relatórios de consultoria) para uma visão geral do fator analisado.

Então fez-se uma pesquisa bibliográfica exaustiva, utilizando a bibliografia selecionada (ver referências bibliográficas para cada fator em Bibliografia) para obter uma validação/contraponto à posição defendida pela literatura-base.

A validação/contraposição da posição inicial pela pesquisa gerou os resultados apresentados neste estudo, dito **veredito** e derivou as recomendações de melhoria para a indústria nos fatores considerados não-competitivos. As recomendações consideradas de maior impacto foram destacadas em negrito.

IV. Revisão Bibliográfica

Esta etapa de revisão bibliográfica tem por objetivo esclarecer a estrutura corrente da indústria química mundial e brasileira e algumas definições apresentadas durante o trabalho.

Em IV.1 Estrutura da Indústria Química, as principais definições de produtos químicos e suas subdivisões serão apresentadas, em IV.2 Principais Empresas do Setor Químico no Brasil e no Mundo, os principais produtores serão expostos exibindo principais diferenças entre empresas líderes mundial e nacionalmente.

Finalmente, em IV.3 Indústria Química Brasileira, haverá um aprofundamento na estrutura da indústria química brasileira, com foco em indícios históricos e econômicos das origens de nossas debilidades.

IV.1. Estrutura da Indústria Química

IV.1.1. Classificação

Produtos químicos são essenciais em praticamente todo tipo de indústria. Para efeito de análise, pode-se segmentar a indústria química em quatro grandes blocos: *commodities*, *pseudocommodities*, química fina e especialidades (KLINE, 1976)

Commodities são produtos químicos produzidos em grandes quantidades, em geral suas aplicações podem ser rastreadas até sua estrutura química; por esse motivo, duas mercadorias produzidas por dois fornecedores diferentes, mas com a mesma estrutura química e pureza, são quase idênticas e podem ser facilmente trocadas; são produzidas geralmente em modo de operação contínuo e possuem custo relativamente baixo; exemplos de *commodities* químicas são amônia e ácido sulfúrico. *Pseudocommodities* também são produzidas em larga escala, mas se diferenciam das *commodities* por ter sua especificação medida por desempenho. São exemplos de *pseudocommodities* as resinas termoplásticas e fibras sintéticas (BNDES, 2014)

Especialidades são constituídas por uma mistura de diferentes substâncias químicas, sendo normalmente projetadas e produzidas para uma aplicação determinada, sendo a formulação o resultado de pesquisas científicas realizadas pela empresa produtora, de forma que cada formulação e propriedades associadas são únicas e por isso, na maioria dos casos não é possível intercambiar facilmente duas especialidades diferentes produzidas pela dois fornecedores diferentes. Pode-se citar como exemplos de aplicações

de especialidades químicas as indústrias farmacêuticas e a agricultura. Em geral, seu custo é mais alto se comparado com *commodities* químicas. (BNDES, 2014).

Na química fina, tem-se substâncias químicas caracterizadas por sua estrutura química, mas que são produzidas em pequena quantidade; produtos químicos finos podem ser usados como componentes na formulação de produtos químicos especiais; por exemplo, os ingredientes ativos de medicamentos são produtos químicos finos, mas o medicamento farmacêutico é uma especialidade química. Normalmente são produzidos por usina *batch* e seu custo é relativamente alto. (BNDES, 2014)

IV.1.2. Principais Características e Estrutura

As principais características da indústria química são: a intensidade em capital e em pesquisa e desenvolvimento (P&D); o alto grau de interdependência entre os seus segmentos; a estrutura de produção complexa e com forte interdependência tecnológica; e o alto grau de substitutibilidade entre matérias-primas, rotas tecnológicas e aplicação dos produtos. (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1993).

A estrutura da indústria química mundial é estabelecida de tal modo que tem-se em um grupo de grandes empresas, altamente diversificadas e integradas, convivendo com outro conjunto de pequenas empresas especializadas. No entanto, o grau de concentração vertical na indústria é considerado alto, isto é, a indústria é responsável por todas as etapas do processo produtivo, desde a extração da matéria-prima (integração com petroquímicas é muito comum) até a comercialização do produto acabado. (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1993).

Nessa estrutura, três tipos de barreiras à entrada se destacam; entende-se como barreira de entrada um elemento de dificuldade para que novos competidores se instalem na indústria. Tratando-se de *commodities* e *pseudocommodities*, as principais barreiras são o volume de capital e o acesso às matérias-primas. Já em química fina e especialidades, o acesso à recursos tecnológicos é a barreira de entrada mais significativa. (CERQUEIRA, 2001)

As maiores empresas participam do mercado global principalmente desenvolvendo empreendimentos (Exemplo: criação de novas plantas, joint-ventures) em mercados geograficamente próximos do mercado consumidor.

Nesse cenário, é comum que os investimentos se deem principalmente entre países industrializados. Identifica-se uma tendência a que o comércio internacional de químicos

seja dominado por um número limitado de empresas internacionais de grande porte. Mesmo nesse contexto, a produção de químicos em países em desenvolvimento tem aumentado de forma expressiva, principalmente nos segmentos básicos da indústria e nos países ricos em petróleo. (CERQUEIRA, 2001).

A indústria química é classificada como *science-based*, ou seja, suas técnicas dependem diretamente que descobertas científicas, empíricas e tecnológicas sejam feitas antes do desenvolvimento dessas técnicas. (PAVITT, 1991).

IV.2. Principais Empresas do Setor Químico no Brasil e no Mundo

Os principais produtores de químicos a nível mundial são empresas já consolidadas, imensas e com forte aderência na economia de seus países de origem. Delas, pode-se extrair valiosos *insights* de como melhorar a competitividade em várias dimensões. A Tabela 2 apresenta e reporta os principais projetos destas multinacionais. Os 5 maiores produtores de químicos em nível global são (por receita em 2020):

Tabela 2. Os cinco maiores produtores de químicos por receita a nível mundial

Empresa	País de Origem	Receita em 2020 (bilhões USD)	Planos de Expansão
BASF	Alemanha	67,5	Construção de um complexo industrial na China
Sinopec	China	46,7	Construção de complexos de craqueamento de etileno e de uma nova planta de desidrogenação de propano
Dow-Dupont	Estados Unidos	38,5	Construção de uma planta de especialidades químicas em Zhanjiang (China)
INEOS	Reino Unido	31,3	Construção de uma planta na França de despolimerização do

			poliestireno para recuperação do estireno
SABIC	Arábia Saudita	28,8	Desenvolvimento de uma nova unidade de craqueamento de etileno a ser incorporada às refinarias existentes, assim como a criação de novas unidades para produção de óxido de polietileno

Fonte: C&EN – Global Top 50 Chemical Industries, 2021

A BASF lidera o ranking com vendas anuais em 2020 na casa dos 67 bilhões de dólares, seguida pela chinesa Sinopec e pela americana (recém-fundida) Dow-Dupont. É válido notar que todas as empresas citadas têm fortes relações com o governo local (mesmo as que não são estatais), sendo amplamente reconhecidas como estratégicas para a economia destas nações, sendo também agentes promotores de inovação no setor. (C&EN, 2022)

A Tabela 3 apresenta os maiores produtores nacionais de produtos químicos, justamente com a intenção de compará-los com os grandes atores internacionais em ordem de receita.

Os 5 maiores produtores de químicos no Brasil (por receita em 2020) são:

Tabela 3. Os cinco maiores Produtores de químicos a nível nacional

Empresa	País de origem	Receita em 2020 (bilhões BRL)
Braskem	Brasil	58,54
Mosaic	Estados Unidos	17,96
Yara	Noruega	16,02
BASF Brasil	Alemanha	15,82
Fertipar	Brasil	11,96

Fonte: Statista

Nota-se que os maiores produtores nacionais estão ainda distantes dos principais produtores mundiais em termos de receita, tem-se 28,8 bilhões de dólares de receita da SABIC, que é o 5º colocado dentre as empresas internacionais contra aproximadamente 12 bilhões de dólares da Braskem, que é a empresa brasileira mais bem posicionada (admitindo-se cotação de 5:1 dólar-real).

As empresas brasileiras citadas são aquelas com base ou operações relevantes no Brasil (à exceção da BASF Brasil, que é de origem alemã. Yara e Mosaic mesmo tendo origem estrangeira tem forte presença no Brasil).

A internacionalização é um fator relevante para as indústrias químicas. A maioria das grandes empresas do setor são internacionais tendo muitas vezes plantas em diversos países. As indústrias brasileiras devem considerar a internacionalização em seus planos de expansão como uma via estratégica crucial para conquista de novos mercados e acesso à matéria-prima e/ou insumos mais baratos.

IV.3. A Indústria Química Brasileira

IV.3.1. Formação da Indústria Química Brasileira

As primeiras atividades industriais no Brasil surgem no processo de exploração do corante presente no pau-brasil em 1500 nos primeiros anos de descobrimento. Seguindo a história, as usinas brasileiras se desenvolvem principalmente para exploração da cana-de-açúcar, sendo esta a principal atividade da nação até o século XVI. (CREMASCO, 2010)

Até o século XIX, não havia no Brasil nenhuma grande fábrica destinada à produção de bens industrializados (à exceção do açúcar já citado), enquanto a Europa já vivenciava a Revolução Industrial. (CREMASCO, 2010)

Em 1870, seguido ao advento da Guerra do Paraguai é que tem início o processo de industrialização no Brasil, ainda focado no aperfeiçoamento do processo de fabricação de açúcar e na indústria têxtil. (CREMASCO, 2010)

Somente em 1895 tem-se a produção de químicos em larga escala no Brasil com a Fábrica de Produtos Químicos Luiz de Queiroz, que produzia ácidos sulfúrico, nítrico e muriático. Em 1904, teve início a fabricação de fertilizantes. (CREMASCO, 2010)

Nas décadas seguintes, um número crescente de indústrias químicas foram se instalando e a indústria foi ganhando porte, sendo o primeiro grande incentivo à indústria a construção da refinaria Presidente Bernardes, em Cubatão, São Paulo.

O desenvolvimento da indústria nesse início foi aprovado pelo então Conselho Nacional do Petróleo e reiterado pela criação da Petrobras em 1953. (MAS, 2021)

Deu-se a criação da Petroquisa em 1967, uma subsidiária da Petrobras, sendo agente fundamental no desenvolvimento dos polos petroquímicos brasileiros. A indústria química teve direcionamento estratégico estatal até a privatização na década de 1990.

As políticas aplicadas pelo então governo Collor, causaram prejuízos estruturais à indústria química. Dentre essas, pode-se citar o processo de desestatização das empresas, a redução dos preços do mercado internacional e a remoção das barreiras não tarifárias às importações. (CREMASCO, 2010)

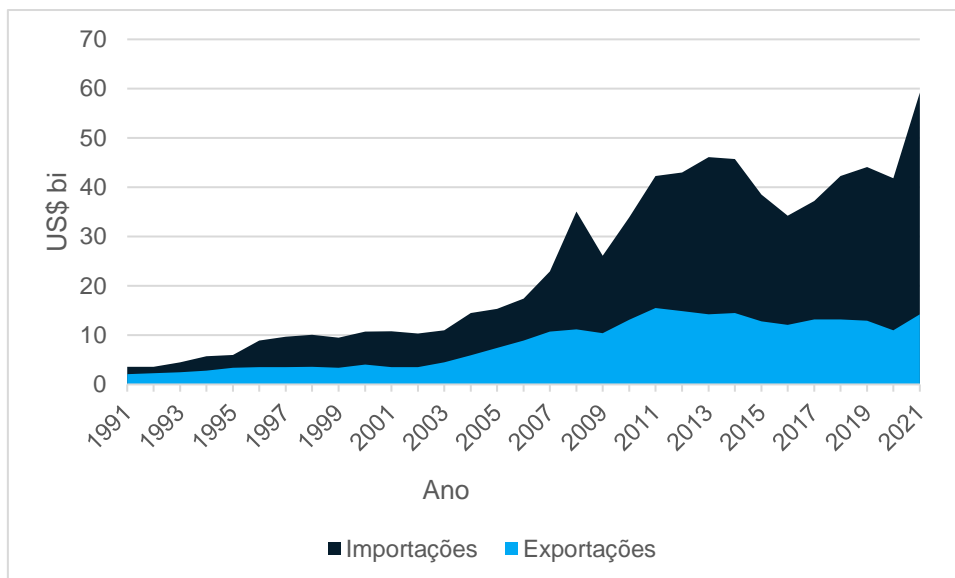
A partir daí, a indústria perdeu não só o a função central, mas também a ligação com o fornecedor de matéria-prima. Os entraves estruturais gerados nessa época repercutem até hoje na indústria, apesar da indústria ter vivido uma fase de maior abertura econômica em 2003. (MAS, 2021)

Com a minguada do suporte governamental ao desenvolvimento da indústria química, o Brasil estagnou em termos de receita, apresentando parâmetro CAGR de -1% entre 2010 e 2019. Soma-se a isso o fato de a balança comercial do país estar cada vez mais negativa, com estagnação das exportações e aumento de importações entre 2014 e 2019. (MAS, 2021).

IV.3.2. Panorama Atual da Indústria Brasileira

A Figura 6 mostra a evolução da balança comercial de produtos químicos brasileira em anos recentes.

Figura 6. Evolução da balança comercial de produtos químicos brasileira



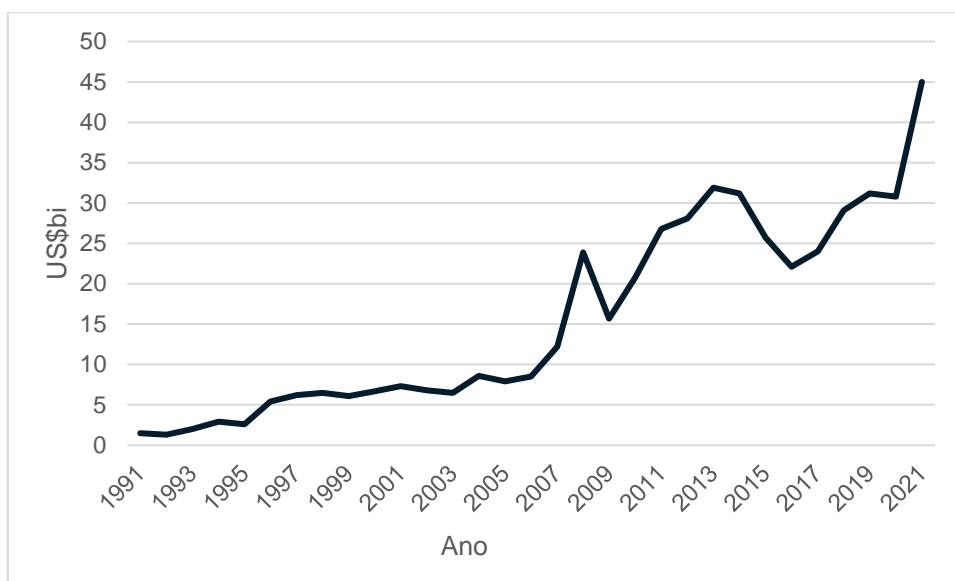
Fonte: Abiquim: O Desempenho da Indústria Química Brasileira 2021

Nota-se que a evolução da balança comercial nos últimos 30 anos tem sido negativa, tendo a diferença entre exportações e importações aumentado consideravelmente. Tal diferença crescente pode ser explicada historicamente pelos movimentos econômicos que o Brasil enfrentou. Em 1990, com a implementação de políticas públicas inadequadas, a indústria química entrou em um ciclo de estagnação, importando consideravelmente mais do que exportava.

Nos governos seguintes, o Brasil passou por um boom econômico e o crescimento do setor químico não acompanhou a elevação da produção doméstica. Fez-se necessário aumentar as importações para atender à crescente demanda interna. Desde então a demanda por produtos químicos só faz crescer, mas a indústria não se produz na mesma taxa. Uma consequência disso evidenciada na Figura 6 é o fato de que as exportações cresceram, só não na mesma taxa que as importações. (CREMASCO, 2010)

Isso é bem evidenciado na Figura 7 abaixo:

Figura 7. Déficit na balança comercial brasileira



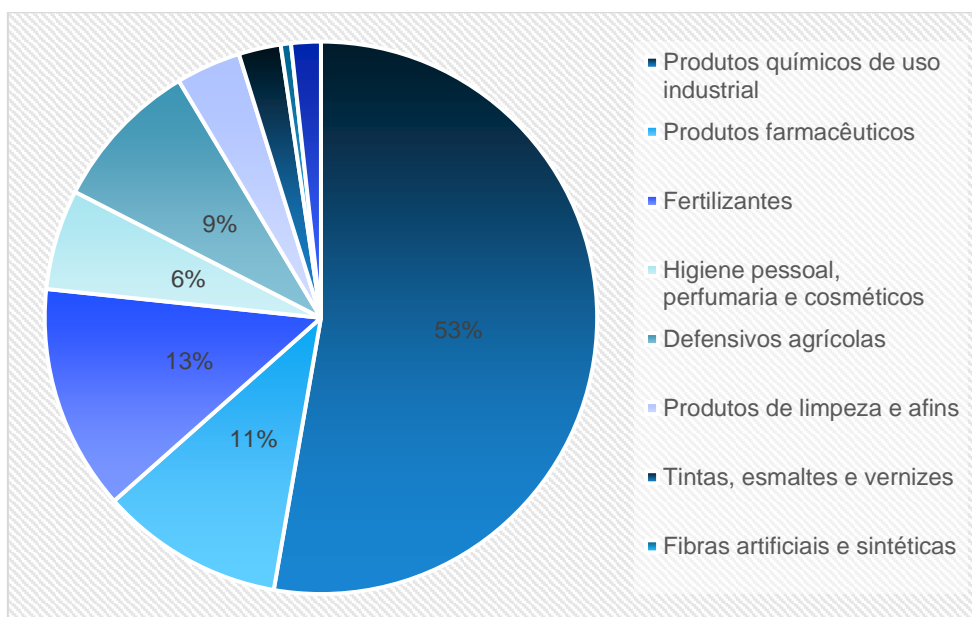
Fonte: Abiquim: O Desempenho da Indústria Química Brasileira 2021

Na Figura 7, nota-se o aumento progressivo do déficit da balança comercial brasileira, resultado de um aumento desproporcional do volume de importações de químicos frente ao volume de exportações de químicos.

Dentre os setores brasileiro críticos que são afetados pelo déficit da balança comercial de químicos, pode-se citar o agronegócio. Para esse setor, o déficit foi de US\$ 9 bilhões em 2020 (em produtos químicos relacionados). Embora seja um dos maiores consumidores de fertilizantes do mundo, o Brasil é o maior importador global na categoria, já que a produção interna satisfaz apenas 22% da demanda local. Dentre os tipos de fertilizantes, os baseados em nitrogênio correspondem a 28% da demanda e são produzidos a partir do gás natural. Em relação a defensivos agrícolas, o Brasil também é o maior importador do mundo, totalizando mais de 30% do consumo.

Note que a grande demanda interna pelo produto sozinha não equilibra a balança comercial, nem mesmo ele sendo o terceiro maior setor da indústria por faturamento, como indicado na Figura 8.

Figura 8. Faturamento líquido da indústria química brasileira por segmento

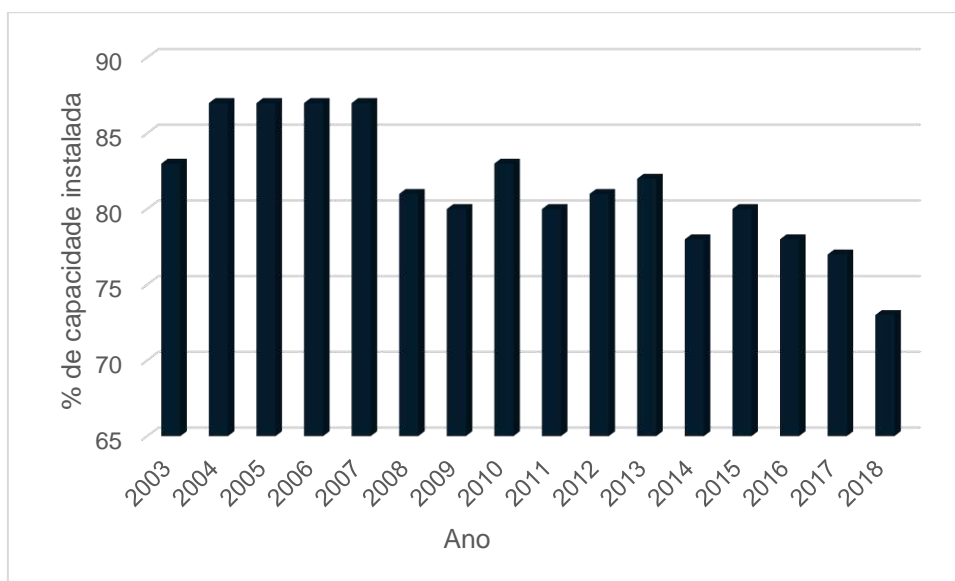


Fonte: Abiquim: O Desempenho da Indústria Química Brasileira 2021

A Figura 8 mostra o faturamento líquido da indústria química por segmento no Brasil, revelando que produtos químicos de uso industrial constituem o setor responsável pelo maior faturamento seguido de fertilizantes e produtos farmacêuticos.

Outros sintomas de um cenário de estagnação e pouca competitividade da indústria química brasileira é o decréscimo gradativo de utilização de capacidade instalada. Na Figura 9 abaixo pode ser observada a capacidade instalada média das plantas do Brasil por ano entre 2003 e 2018.

Figura 9. Utilização da capacidade instalada pela indústria química brasileira



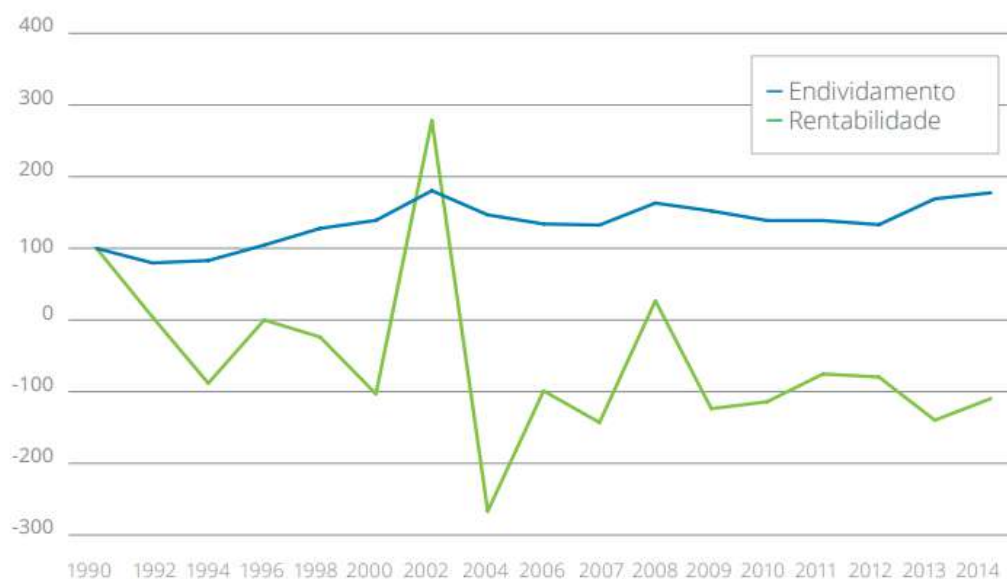
Fonte: Deloitte: Um outro futuro é possível Perspectivas para o setor químico no Brasil 2018

A Figura 9 revela uma redução na capacidade instalada nos últimos anos. Uma possível explicação para tal fenômeno seriam desinvestimentos ocorridos devido à crise econômica da qual o Brasil não saiu ileso.

Apesar da baixa na capacidade instalada ao longo dos anos, o Brasil segue como um grande produtor das matérias-primas para a indústria química. A produção é motivada mesmo em cenários de estagnação pois o Brasil conta com uma alta demanda interna por produtos químicos. Naturalmente, o aumento da capacidade instalada beneficiaria as indústrias visto que a produção seria absorvida pelo mercado.

Outro fator que ratifica o cenário de estagnação vivido pelas indústrias químicas brasileiras é a razão endividamento/rentabilidade. Idealmente, esta apresentaria valores mínimos, de alta rentabilidade e baixo endividamento. A configuração da indústria brasileira é mostrada na Figura 10 abaixo.

Figura 10. Rentabilidade e endividamento da indústria química

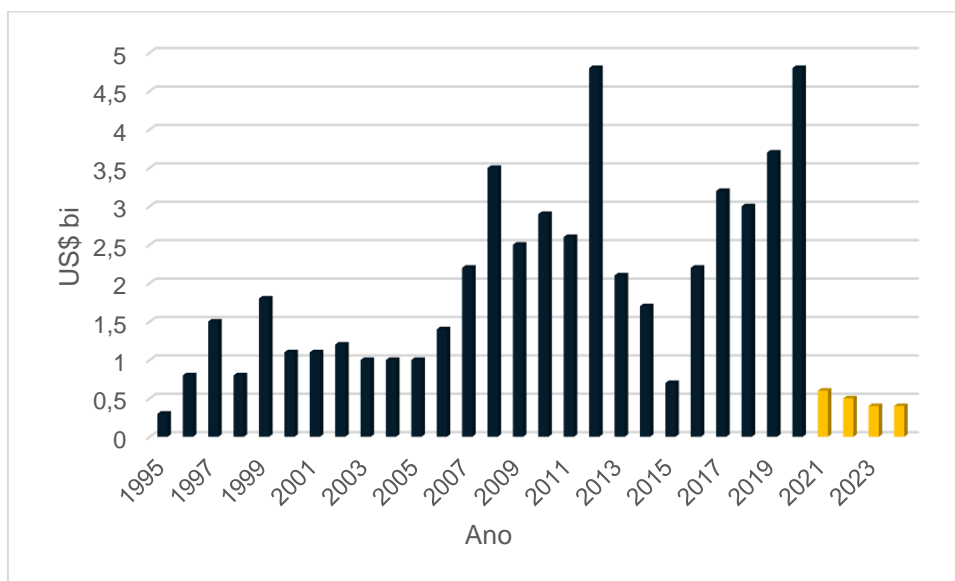


Fonte: Deloitte: Um outro futuro é possível Perspectivas para o setor químico no Brasil

Segundo a Figura 10, o endividamento das indústrias químicas brasileiras aumentou gradativamente entre 1990 e 2014, entretanto a rentabilidade teve uma queda brusca. Isso resulta em uma razão endividamento/ rentabilidade crescente, reiterando que ao longo dos anos, a indústria teve, em média, piora no desempenho do ponto de vista macroeconômico.

Adicionando-se a este cenário, uma projeção na qual os investimentos na indústria devem diminuir nos próximos anos, como bem demonstrado na Figura 11, tem-se a situação ideal para que a indústria fique estagnada por mais um longo período.

Figura 11. Investimentos realizados e programados feitos na indústria química brasileira entre 1995 e 2024



Fonte: Abiquim – O desempenho da indústria química brasileira 2021

A Figura 11 mostra os investimentos feitos na indústria química brasileira desde 1995. É acalentador ver que os investimentos seguiram um ritmo crescente, mesmo com uma retração brusca em 2015. O que a Figura 11 também revela é um preocupante cenário de estagnação em investimentos para indústria previsto a partir de 2020. A pandemia do coronavírus decerto tem relação com essa baixa, mas esta não deve por si só ser justificativa para cortes em setores estratégicos.

V. Resultados e Discussão

V.1. Fatores Estruturais

Os fatores estruturais são aqueles que definem a estrutura da indústria química. São caracterizados por circunstâncias presentes no local em que a indústria se estabelece bem como as condições macroeconômicas regionais.

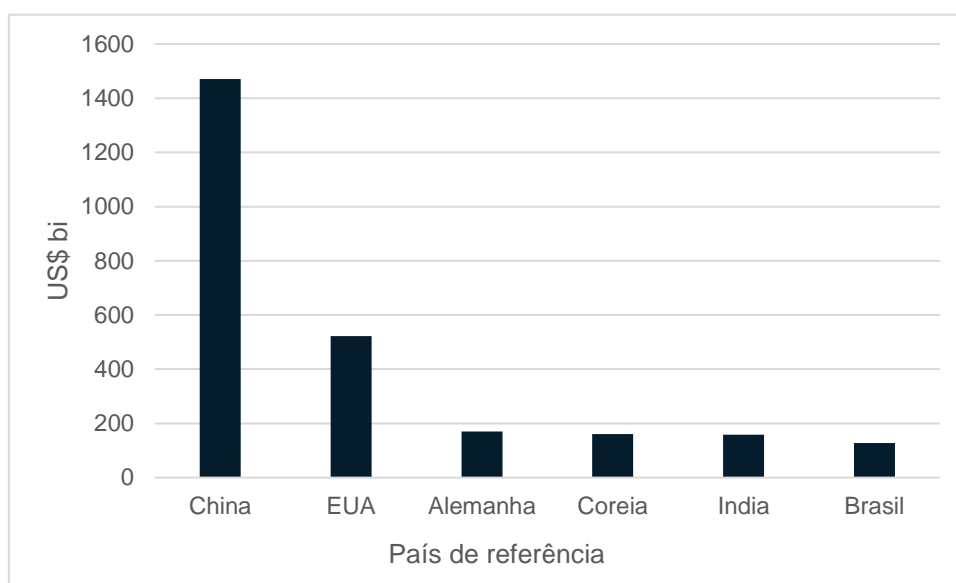
Após a análise dos fatores estruturais, um veredito será aplicado e um conjunto de recomendações será sugerido para os fatores considerados não-competitivos.

V.1.1. Demanda Interna de Produtos Químicos

No Brasil, a demanda interna se encontra na mesma ordem de grandeza que da Alemanha, Coreia do Sul e Índia; nesses países, a demanda aparente de produtos químicos é da ordem de US\$ 100 bilhões a US\$ 150 bilhões por ano (MAS, 2021).

A demanda aparente de produtos químicos por nação pode ser aferida pela Figura 12:

Figura 12. Demanda de produtos químicos estimada por país selecionado



Fonte: Abiquim, FICCI, VCI, CIA World Factbook, 2019

Na Figura 12, nota-se que embora a demanda de produtos químicos no Brasil seja elevada, ainda não se iguala a de nações desenvolvidas. A China apresenta a maior demanda com aproximadamente 1,4 trilhão de dólares em demanda de químicos anualmente.

A demanda interna de produtos químicos é medida pela variável CAN (consumo aparente nacional) – produção mais importação menos exportação. Entre 2020 e 2021, houve crescimento de 20% desse índice no Brasil, indicando aumento da demanda interna (ISTOEDINHEIRO, 2022).

O ano de 2021 foi caracterizado pelos volumes exorbitantes demandados de produtos químicos no mercado nacional. A ascensão dessa demanda é tão forte que para atendê-la, a indústria está exportando menos, importando e produzindo mais. As vendas para o exterior da indústria química caíram 19%, enquanto as importações subiram 16% e a

produção local aumentou quase 9%, entre janeiro de 2021 e janeiro de 2022. O CAN teve um crescimento médio anual de 3%. Entre 2021 e 2022, o consumo aparente nacional subiu 14,1%. As chances que poderiam ter sido convertidas em investimento não foram aproveitadas, assim sendo as importações acabaram suprindo essa demanda, passando a ocupar mais de 45% de todo o mercado nacional. Um aumento expressivo considerando que no início dos anos 90, era apenas 7%. Entre 1990 e 2021, o déficit da balança comercial disparou de cerca de US\$ 1,5 bilhão para US\$ 46 bilhões. (ABIQUIM, 2022)

Entre 2016 e 2022, a demanda de químicos cresceu globalmente a uma taxa maior do que o da oferta, o que caracteriza um cenário de oportunidade. Há mercado para absorver um eventual crescimento da indústria química brasileira.

Há destaque para demandas relacionadas à saúde dada a pandemia do coronavírus. Produtos utilizados na fabricação de máscaras, tratamento de água, produtos de limpeza, sanitizantes, gases medicinais, descartáveis hospitalares, embalagens de alimentos, detergentes, desinfetantes, medicamentos, vacinas etc. tem tido alta demanda nesse período (2016-2022). (MAS, 2021)

Esta é uma mudança verificada no perfil da demanda mundial de químicos; a indústria passou por uma modificação em seu portfólio (pelo menos os ramos em contato direto com o consumidor final) e isso impactou as indústrias à jusante por efeito cascata.

Observando-se os resultados do setor químico dos últimos 30 anos, nota-se que a variável CAN (consumo nacional aparente) teve crescimento médio anual de 3%, ultrapassando o valor de crescimento do PIB de 2,2%. Ao mesmo tempo, a produção interna aumentou em 1,5%. Tais resultados atestam a alta elasticidade da demanda de químicos em relação ao PIB. (ABIQUIM, 2020)

Uma iniciativa que o governo brasileiro implementou visando aproveitar a alta demanda de produtos químicos é citada em V.1.1.1. Iniciativa de Referência.

V.1.1.1 Iniciativa de referência:

Plano Nacional de Fertilizantes:

O Plano Nacional de Fertilizantes (PNF) é um programa criado pelo governo federal com o intuito de reduzir a dependência brasileira de fertilizantes importados.

O Brasil é um dos maiores consumidores de fertilizantes, sendo responsável por cerca de 8% do consumo global. Entretanto, mais de 80% desse fertilizante é importado colocando o país em uma situação de dependência desagradável. Há uma vulnerabilidade em relação às oscilações de preço no mercado internacional.

Foi visando abrandar esse cenário, que em 2022, o governo federal lançou o PNF visando desenvolver e fortalecer políticas de incentivo à produção e distribuição de fertilizantes de origem nacional.

Esse foi um esforço conjunto de mais de 91 entidades, dentre governo, empresas e ONGs. Pode-se citar como política pública sugerida nesse projeto: reforma no ambiente de negócios do setor, aumento dos investimentos, promoção de vantagens competitivas, adequação da infraestrutura etc.

Além das diversas políticas de incentivo, criou-se também um ideal de futuro para o setor baseado no diagnóstico da situação atual e uma meta de onde se pretende chegar em termos de produção e independência em relação às importações. (MINISTERIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2022)

Veredito para o fator demanda interna de produtos químicos: Competitivo

Recomendações: Nenhuma ação faz-se necessária

V.1.2. Disponibilidade Local de Matéria-Prima

Em termos de disponibilidade de matéria-prima, o Brasil destaca-se por possuir em abundância diversas fontes adequadas ao abastecimento da indústria química. A nação goza não só de reservas significativas de petróleo e gás, como também de um vasto acesso a fontes de etanol, xisto betuminoso, biomassa etc. (DELOITTE, 2018)

Evidentemente, as crescentes questões ambientais relacionadas ao uso da terra para cultivo da cana-de-açúcar para produção de etanol, uso de combustíveis fósseis para produção de combustível e energias renováveis provêm um considerável desafio ao manejo responsável dessas fontes. O Brasil é referência quando se trata em biodiversidade e matéria-prima de origem renovável, um fator com potencial a ser explorado quando se trata da aplicação na indústria química, especialmente sobre o potencial para substituir matérias-primas derivadas do petróleo. (CORTES, 2010)

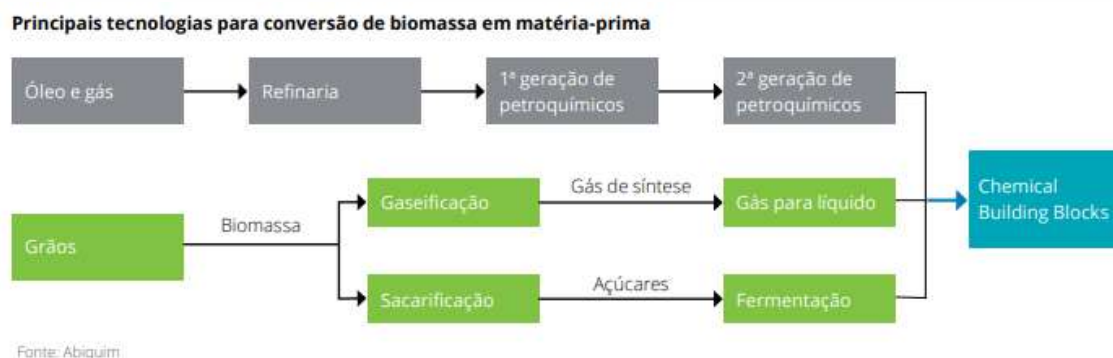
O bom aproveitamento das fontes de origem renovável depende do barateamento dos custos de produção: a maioria dos mercados não aceita pagar preços mais elevados do que os pagos pelos produtos petroquímicos tradicionais.

Há, em muitos casos das matérias-primas de origem não-fóssil, competição com outros setores. Por exemplo: a cana-de-açúcar responde por 74% da biomassa plantada e há demanda para produção de alimentos

Outras culturas de destaque como soja, milho, laranja, arroz, mandioca, trigo e banana sofrem com a mesma problemática. Todas essas culturas têm potencial de abastecer a indústria química, através da transformação desses recursos até chegar às matérias-primas necessárias para a indústria química, mas há de ser considerado o impacto dessa utilização nos mercados que também utilizam esses insumos. (DELOITTE, 2018)

A conversão de biomassa em energia e químicos de base é um processo já bem detalhado e discutido na literatura. A Figura 13 abaixo ilustra algumas das principais tecnologias para essas conversões partindo de óleo e gás e grãos.

Figura 13. Ilustração de rotas tecnológicas para conversão de biomassa



Fonte: Deloitte: Um outro futuro é possível Perspectivas para o setor químico no Brasil

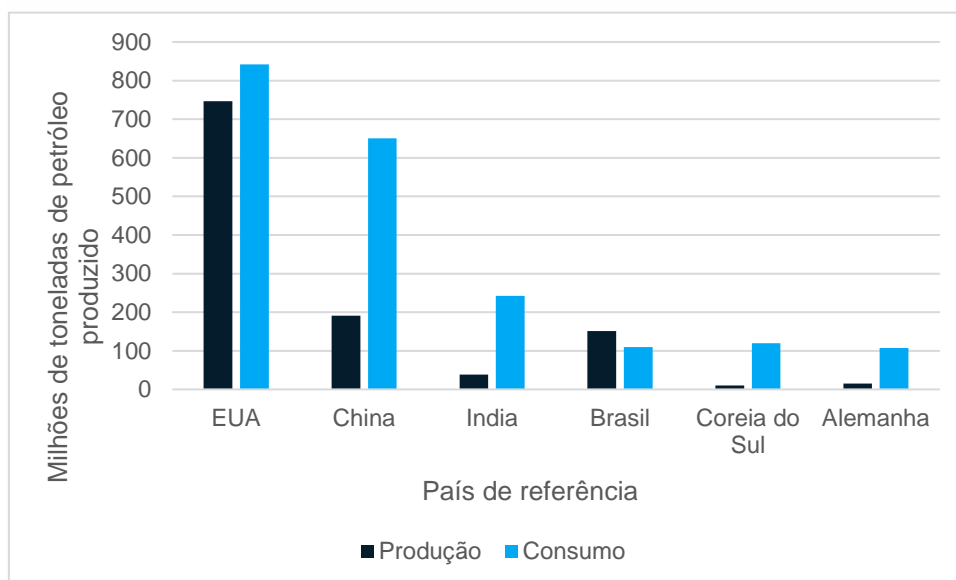
Enquanto na via petroquímica, há o processo de refino e a geração de petroquímicos, quando se parte de grãos há a prevalência de processos fermentativos para geração dos químicos de base.

No cenário atual, o petróleo ainda deve seguir como principal fonte de matérias-primas para a indústria química. O crescimento da utilização de fontes renováveis vai depender do maior engajamento das empresas com sustentabilidade de seus processos. A transição das matérias-primas petroquímicas para fontes renováveis, no entanto, depende da redução do custo dessas matérias-primas. Por conta da grande quantidade de biomassa para a obtenção de produtos químicos, a disponibilidade e o armazenamento vão se tornar variáveis complexas a ser gerenciadas na cadeia de valor – e apontadas como críticas para a viabilidade das soluções sustentáveis. (BORSATO et al., 2009)

Enquanto petróleo e gás natural permanecem as principais matérias-primas da indústria química, é mister olhar a distribuição da produção e consumo destes insumos nos países de referência.

As Figuras 14 e 15 ilustram, respectivamente o consumo e a produção do petróleo e do gás natural nos países selecionados.

Figura 14. Produção e consumo de petróleo (em milhões de toneladas, 2019) seguido de comparação em autossuficiência por país

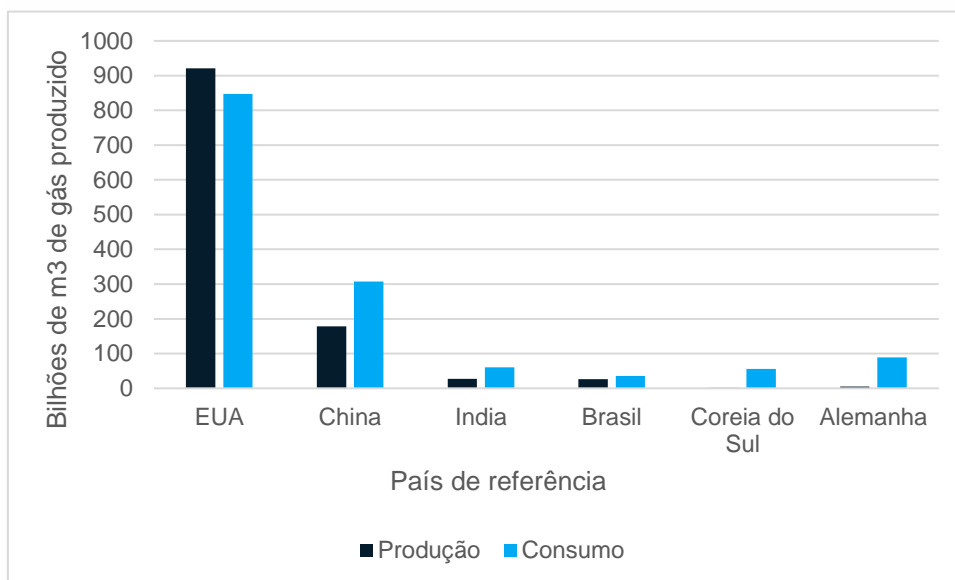


Fonte: BP Statical Review, Global Data

Dada sua elevada reserva de petróleo e indústria altamente desenvolvida, os Estados Unidos destacam-se como maiores produtores e consumidores de petróleo dentre os países selecionados, seguido de perto pela China a mais distante pela Índia. Embora estes

países não produzam petróleo no mesmo nível, eles consomem em doses elevadas puxados principalmente pela alta população e indústria emergente.

Figura 15. Produção e consumo de gás natural (em bilhões de m³, em 2019) seguido de comparação em autossuficiência por país



Fonte: BP Statical Review, Global Data

Quanto ao consumo de gás evidenciado na Figura 15, o comportamento é similar ao visto para o petróleo. Os Estados Unidos lideram com ampla margem o consumo e produção, novamente devido à natureza vasta e estabelecida de sua economia, sendo seguidos pela China e Índia.

O Brasil está muito bem-posicionado em relação à disponibilidade local de matéria-prima, com produção de petróleo, etanol e outras matérias-primas de origem renovável (como celulose), enquanto todos os países analisados, com exceção dos Estados Unidos, são dependentes de importação tanto de petróleo como de gás natural. Adicionalmente, o Brasil tem projetos de construção de gasodutos para permitir a disponibilidade dessa matéria-prima a menor custo. Os Estados Unidos, com a exploração do *shale gas*, produz o que consome a preços extremamente competitivos e exporta o excedente de gás natural. (MAS, 2021)

Veredito para o fator disponibilidade de matéria-prima: Competitivo

Recomendações: Nenhuma ação faz-se necessária

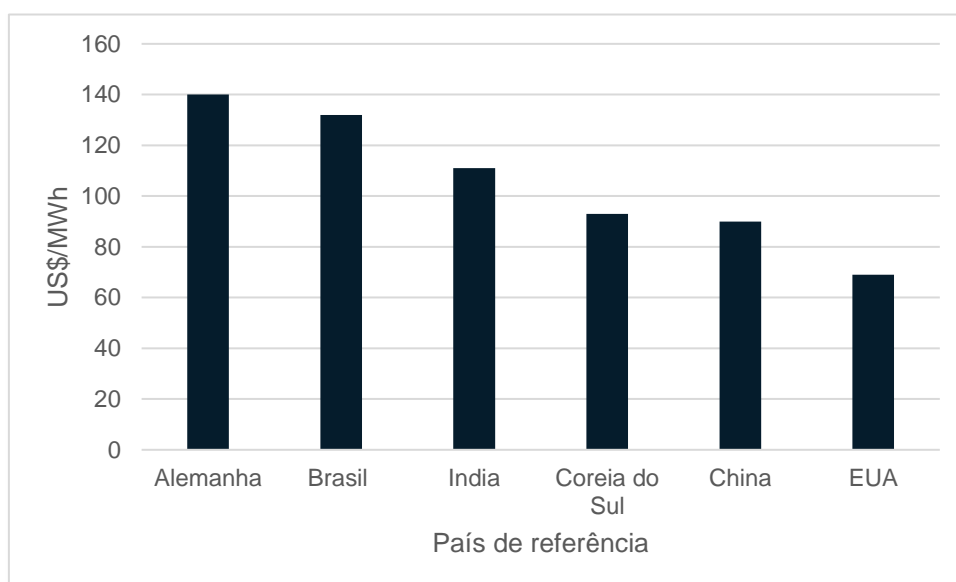
V.1.3. Competitividade de Custos de Produção

O Brasil apresenta custo de produção elevado para a indústria química quando comparado com outras nações. Mesmo com a disponibilidade local de matéria-prima favorável, o custo da mesma não é competitivo. Como citado previamente, a matéria-prima oriunda de biomassa ainda é mais cara que a derivada de combustíveis fósseis. Outro exemplo: a nafta, um dos principais insumos para produção de eteno e propeno, apresenta, no Brasil, custos 17% acima da Europa em 2020. (EPE, 2018)

Vale a pena ressaltar que o mercado nacional de produtos químicos é profundamente impactado pelas oscilações do preço das matérias-primas, principalmente o petróleo e o gás natural e que o cenário recente tem sido de alta de preço dessas *commodities*. Em abril de 2020, por exemplo, a nafta petroquímica estava custando US\$ 136 a tonelada na Europa, chegando a US\$ 428 a tonelada em dezembro. (TNPETROLEO, 2022)

O preço do gás natural, insumo relevante para a produção de etano e fertilizantes nitrogenados, é muito maior no Brasil do que nos EUA. O custo de energia, que é parte importante dos custos operacionais, também é maior do que a média de outros países, como indicado na Figura 16. (MAS, 2021)

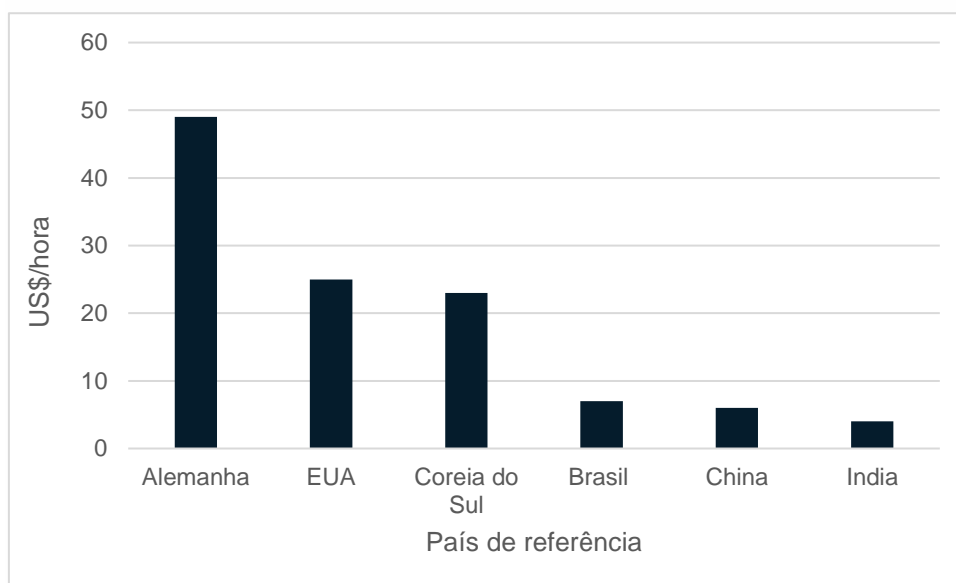
Figura 16. Custo médio de energia (US\$/MWh, em 2020)



Fonte: BP Statistical Review, Global

Os salários no Brasil são mais competitivos do que nos EUA, Coreia e Alemanha, embora apenas esse indicador não seja suficiente para classificar o custo de mão de obra, pois não incorporam aspectos de produtividade importantes. Além disso, nota-se que o nivelamento entre custos de mão-de-obra é medido em dólar e os salários no Brasil são providos em reais, o que naturalmente onerará mais o país com a moeda mais forte. A Figura 17 traz o custo médio de mão-de-obra nos países selecionados.

Figura 17. Custo médio de mão-de-obra (US\$/hora, em 2020)



Fonte: BP Statistical Review, Global

Como demonstrado na Figura 17, a Alemanha é o país com maior custo médio de mão-de-obra na indústria química (em torno de 50 US\$/hora), enquanto no Brasil este custo é bem menor. Apesar de aparente isso constituir vantagem, é válido ressaltar que em nações desenvolvidas os encargos trabalhistas são maiores e a natureza do trabalho industrial é mais qualificado, além da já mencionada influência da moeda.

Outro fator que afeta a competitividade dos custos de produção no Brasil é o custo de produção dos químicos de base no Brasil (polipropileno, eteno), que é cerca de 40% superior ao custo nos EUA, principalmente em função do custo de matéria-prima e utilidades (ex.: eletricidade). (BNDES, 2014).

O custo de produção de eteno no Brasil tem uma lacuna ainda maior de competitividade dada a diferença da fonte de matéria-prima, já que no Brasil o eteno é majoritariamente

produzido a partir da nafta petroquímica (derivado do petróleo), enquanto nos EUA utiliza-se principalmente o etano. Além dos custos acima mencionados, segundo o Banco Mundial a tributação sobre os lucros no Brasil é muito maior do que a dos países selecionados para comparação—de fato, o Brasil tem o maior *corporate income tax* (impostos sobre lucros corporativos) dentre os países analisados. (MAS, 2021)

Um exemplo de como os subsídios para indústria química podem ser ameaçados é descrito em V.1.3.1. Caso REIQ e um contraponto positivo pode ser observado em V.1.3.2. Iniciativa de Referência.

V.1.3.1. Caso REIQ

Em março de 2021, o governo federal outorgou uma medida provisória que previa o fim do Regime Especial da Indústria Química (REIQ). O subsídio mantinha em 1% a alíquota de 9,25% de PIS/COFINS sobre a compra de insumos de primeira e segunda geração para as indústrias químicas brasileiras. A principal função do REIQ é baratear as matérias-primas da indústria química e assim dinamizar o setor até a realização da reforma tributária. (EXAME, 2021)

Não é a primeira vez que o REIQ é afetado. Em 2018, a alíquota foi a 3,65%, já constituindo-se uma tentativa do governo de aumentar a arrecadação de impostos. (EXAME, 2021)

A ABIQUIM estima, entretanto, que a extinção do regime tributário especial do setor trará perda de arrecadação de 3,2 bilhões de reais para o país, queda no PIB de 5,5 bilhões de reais e perda de até 85.000 empregos. (CAMARA, 2022)

A ABIQUIM estima ainda que, caso o REIQ seja eliminado, uma retração de mais de 2 bilhões de reais no volume de compras e uma redução da produção de mais de 6 bilhões de reais por ano poderão ocorrer no setor químico.

Tamanho é a relevância do REIQ para o setor como um todo que mais de 61 entidades relacionadas ao setor assinaram o Manifesto pela Manutenção do Regime Especial da Indústria Química em 2021 para manutenção do subsídio. (EXAME, 2021)

Vale a pena ressaltar que a ABIQUIM é uma associação composta por sindicatos de indústrias químicas, que, portanto,, se beneficiaria com a manutenção da alíquota do

REIQ, daí a necessidade de se adotar uma postura mais crítica frente aos movimentos pró-manutenção da alíquota.

V.1.3.2. Iniciativa de referência:

Novo Mercado de Gás:

O Novo Mercado de Gás é um lançado pelo Governo Federal que visa à criação de um mercado de gás natural mais competitivo no Brasil. Baseia-se na premissa de melhorar a cadeia logística e de infraestrutura do gás, bem como promover e atrair novos investimentos para o setor. O projeto tem por pilares: a promoção da ampla concorrência, a remoção de barreiras tributárias, a integração dos setores industriais e elétrico e a harmonização das regulações tanto na esfera federal quanto estadual.

A expectativa é que o gás se torne mais barato e o setor mais dinâmico uma vez implementadas essas medidas legais baseadas nesses princípios. (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2022)

A proposta do Novo Mercado do Gás segue uma série de propostas de incentivo desse mercado que data desde 1997. A valorização desse insumo tem se mostrado uma prioridade do governo e tem impacto positivo no setor químico. (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2022)

Veredito para o fator competitividade de custos de produção: Não-Competitivo

Recomendações:

- **Estabelecer uma quota mínima de matéria-prima subsidiada para a indústria química, pareando os custos de matéria-prima com o mercado internacional, principalmente óleo e gás. Isso constituiria um investimento certo capaz de tornar a indústria mais competitiva no curto prazo;**
- **Manter o regime do REIQ, conservando uma alíquota de ~3% (valor 2018) de PIS/COFINS para compra de insumos químicos;**
- Estabelecer uma política de precificação de matéria-prima a nível nacional que beneficie a indústria química e permita seu desenvolvimento, por exemplo fazendo acordos de longo prazo subsidiados para empresas menores, garantindo assim que elas se tornem mais competitivas nos primeiros anos de operação;
- Reduzir de forma estrutural os tributos da indústria química no setor de energia, eliminando também subsídios cruzados.

V.1.4. Infraestrutura

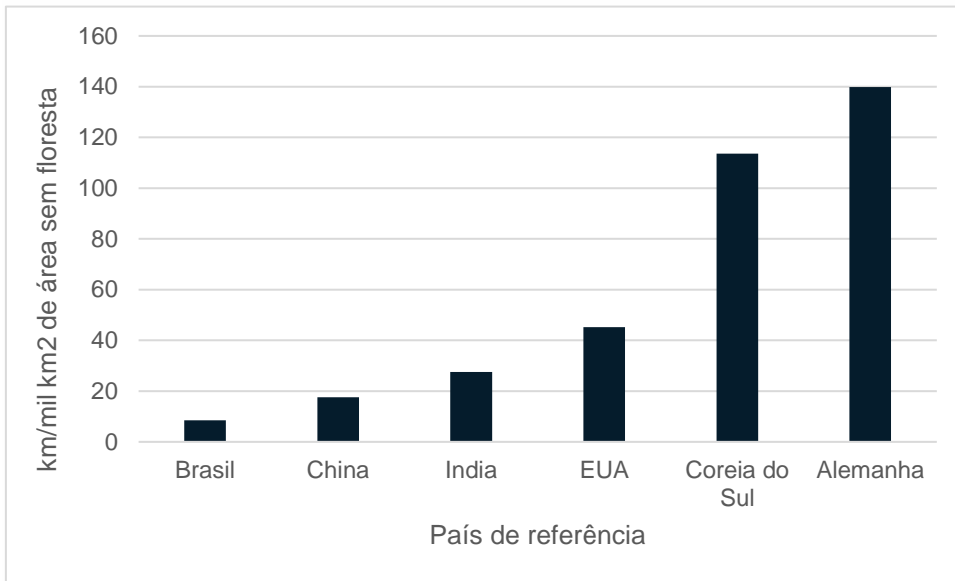
Em termos de infraestrutura, o Brasil não propicia um ambiente ideal para a atividade industrial: os problemas nas hidrovias e nas malhas ferroviária e rodoviária impõem aumento de custos e perda de eficiência e, portanto, são um obstáculo ao ganho de produtividade do setor químico. (MAS, 2021)

Entre 2015 e 2018, o aumento dos custos logísticos no Brasil foi de 7,4% – o que representou para as empresas um gasto de R\$ 15,5 bilhões. A maioria dos custos (63,5%) é referente ao transporte. Os custos decorrem de uma matriz logística dominada pela malha rodoviária que não é de qualidade elevada. Os custos logísticos da competição são substancialmente menores, sejam de países desenvolvidos ou em desenvolvimento. Para o setor químico especificamente, os custos logísticos somam 7% do faturamento. Como contraponto, tem-se a Europa, onde o custo da logística da indústria química está entre 3,4% e 4% do faturamento (DELOITTE, 2020)

As Figuras 18-22 mostram a extensão relativa da infraestrutura para cada país, com o posicionamento dos países em ferrovias, rodovias e gasodutos (em quilômetros por mil km² de área sem floresta), em portos, considerando o número de atracções e a extensão de hidrovias (em quilômetros navegáveis por mil km² de área sem floresta). Em todas as modalidades de infraestrutura, com exceção de hidrovias, o Brasil é o último colocado na comparação, com uma distância relevante em relação ao penúltimo (30% a 90% inferior). (MAS, 2021)

A Figura 18 revela a densidade da malha ferroviária nos países selecionados.

Figura 18. Densidade da malha ferroviária (km/mil km2 de área sem floresta)

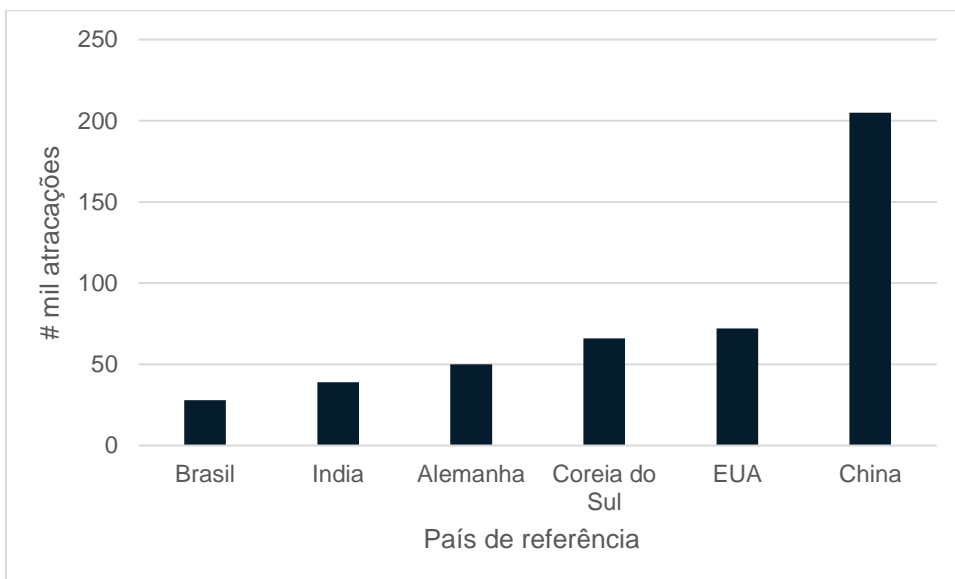


Fonte: CIA World Factbook (2019); Data WorldBank , Global Fossil Infrastructure Tracker, United Nations Conference on Trade and Development

Fica claro que o Brasil tem um enorme potencial a explorar nessa modalidade de transporte pois todas as nações possuem maior densidade de malha ferroviária, mesmo o Brasil sendo um país de dimensões continentais.

A Figura 19 mostra o fluxo portuário no Brasil em comparação com as nações de referência.

Figura 19. Fluxo portuário (# mil atracções em 2018)

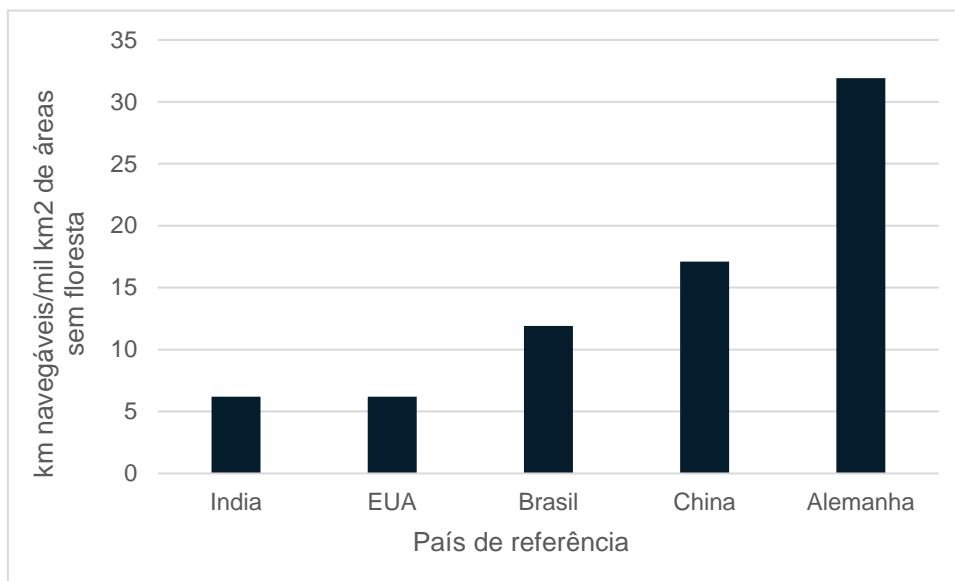


Fonte: UNECE, Bureau of Transportation Statistics

Novamente percebe-se o potencial que o Brasil possui, visto que nações com muito menores bacias hidrográficas e costa possuem maior fluxo em seus portos.

A Figura 19 relaciona-se com a Figura 20 abaixo, onde a densidade de hidrovias por nação é mostrada e fica claro que falta investimento em transporte aquático no Brasil. Uma sugestão a ser explorada nas proposições de melhoria, pois o imenso potencial fluvial deve ser aproveitado.

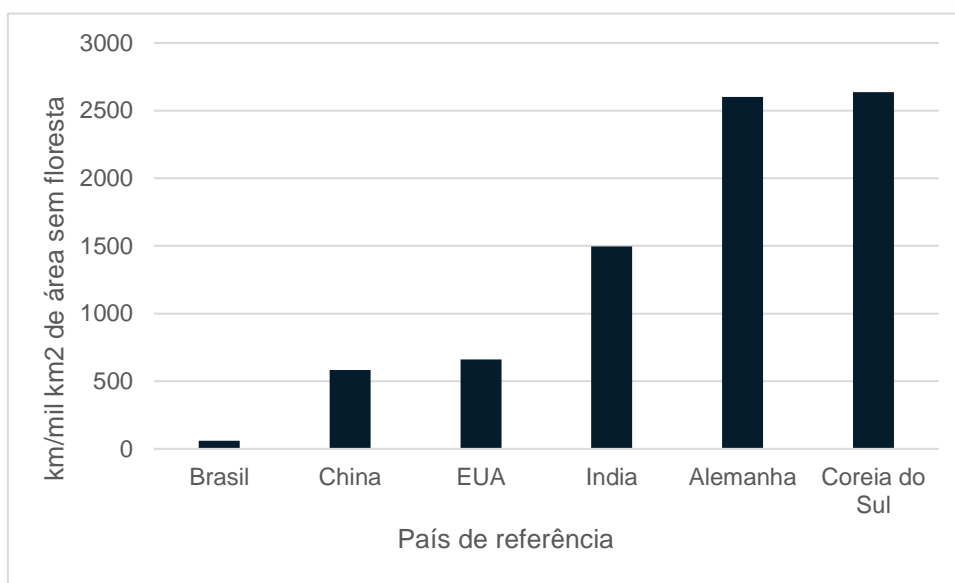
Figura 20. Densidade de hidrovias (km navegáveis/mil km² de áreas sem floresta)



Fonte: CIA World Factbook (2019); Data WorldBank , Global Fossil Infrastructure Tracker, BNDES

Mesmo quando se trata de transporte rodoviário, ainda há um longo caminho a ser percorrido para alcançar o patamar de nações mais desenvolvidas, como exemplificado pela Figura 21.

Figura 21. Densidade rodoviária pavimentada (km/mil km² de área sem floresta)

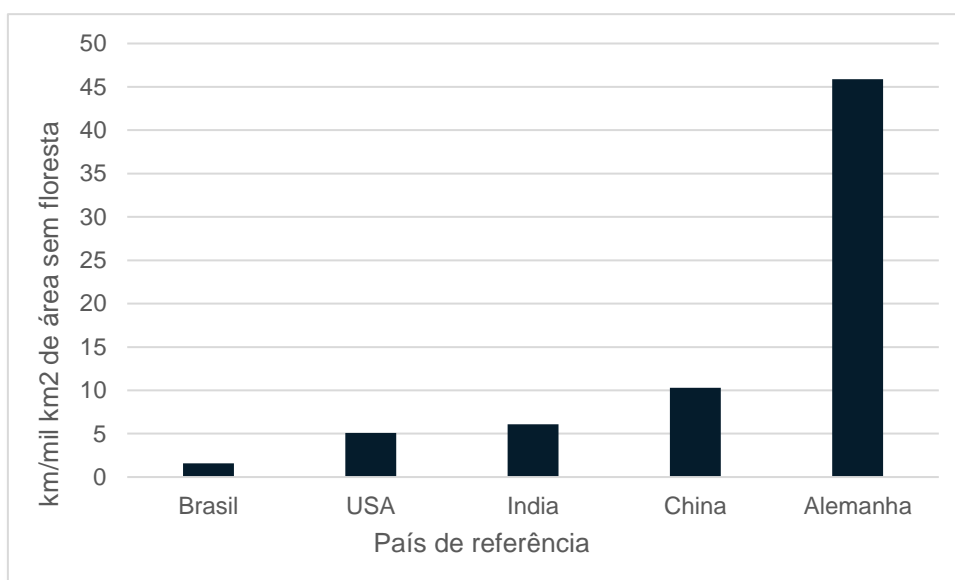


Fonte: CIA World Factbook (2019); Data WorldBank , Global Fossil Infrastructure Tracker, Bureau of Transportation Statistics

O transporte rodoviário é o mais utilizado e importante para transporte de cargas químicas no Brasil, devendo ser, portanto, otimizado.

Além disso, tem-se a densidade de gasodutos no Brasil e novamente, há potencial a ser explorado e desenvolvido, como bem ilustrado na Figura 22.

Figura 22. Densidade de gasodutos (km/mil km² de área sem floresta)



Fonte: Bureau of Transportation Statistics, 2021

O Brasil deve desenvolver sua rede de gasodutos para transporte, pois como visto na Figura 22 apresenta o pior desempenho de densidade de gasodutos dentre os países de referência.

Há alguns projetos em andamento para sanar a diferença entre a malha de infraestrutura atual e o potencial dessa malha na nação. Pode-se citar algumas em V.1.4.1. Iniciativas de Referência.

V.1.4.1. Iniciativas de referência:

BR do Mar:

Lei que tem por finalidade a flexibilização do afretamento de veículos marítimos estrangeiros para fim de transporte na cabotagem brasileira. Tem como meta aumentar de 11% para 30% a participação desse meio de transporte na matriz logística nacional, além de ampliar o volume de contêineres transportados para 2 milhões de TEUs – unidade equivalente a 20 pés – já em 2022, além de incrementar em mais de 30% a capacidade da frota marítima dedicada à cabotagem pelo próximo triênio. Se o projeto for bem-sucedido, algumas das principais benesses serão a possibilidade de aumentar a oferta e melhorar a qualidade do transporte por cabotagem, incentivar a concorrência e a competitividade, além de aumentar a disponibilidade da frota dedicada à cabotagem no país. (CNN BRASIL, 2022)

Veredito para o fator infraestrutura: Não-Competitivo

Recomendações:

- **Desenvolver e implementar um plano de conservação e manutenção preventiva das rodovias do País;**
- **Retomar o modelo de concessões de rodovias de modo a viabilizar investimentos e melhorias nas operações de transporte rodoviário, garantindo a qualidade do transporte rodoviário e o desenvolvimento das regiões circundantes;**
- Modernizar os contratos de transporte, garantindo a competitividade a nível internacional;

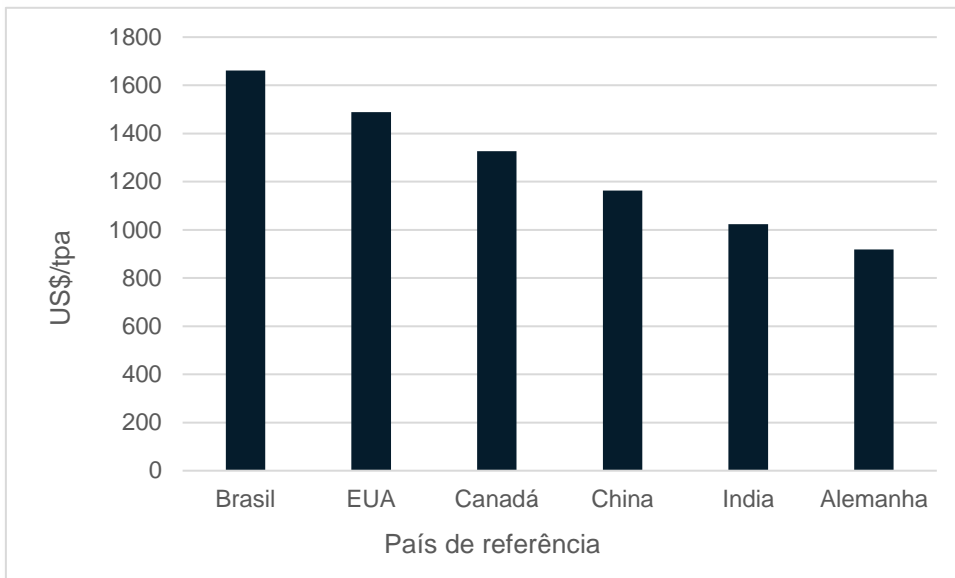
- Uniformizar a infraestrutura existente das diferentes malhas ferroviárias, garantindo a passagem de carga por ferrovias com especificações distintas;
- Investir na conservação das malhas atuais, em especial as que já transportam produtos químicos. O transporte de materiais perigosos, por exemplo, é, em muitos casos impedido pelo estado de conservação da via;
- Fortalecer a gestão portuária, garantindo um gerenciamento uniforme e efetivo;
- Introduzir na legislação da ANTT (Agência Nacional de Transportes Terrestres) estímulos e/ou subsídios para o transporte de produtos químicos, associados ao financiamento bem como a renovação da concessão;
- Disponibilizar, em tempo real, a versão atualizada do Orange Book, regulação internacional vigente para transporte de produtos químicos, garantindo assim a uniformidade e segurança no transporte e facilitando o comércio de produtos químicos entre países. Vale a pena ressaltar que modificações no Orange Book não são triviais sendo complexas de rastrear e acompanhar em tempo real.

V.1.5. Custo de Capital e Investimento

O Brasil encontra-se em desvantagem em relação aos países desenvolvidos quando avaliamos o custo de capital e investimento. Em parte, tal situação ocorre graças ao ambiente de negócios complexo no qual o país opera. Esse fator será mais detalhado em V.1.5.1. Ambiente de Negócios Desafiador.

As Figuras 23 e 24 mostram o custo de investimento para uma nova planta de polietileno e polipropileno nos países de referência.

Figura 23. Custo de investimento em nova planta de polietileno: Capex médio por tpa² para plantas de polietileno (PE) (US\$/tpa, 2019)

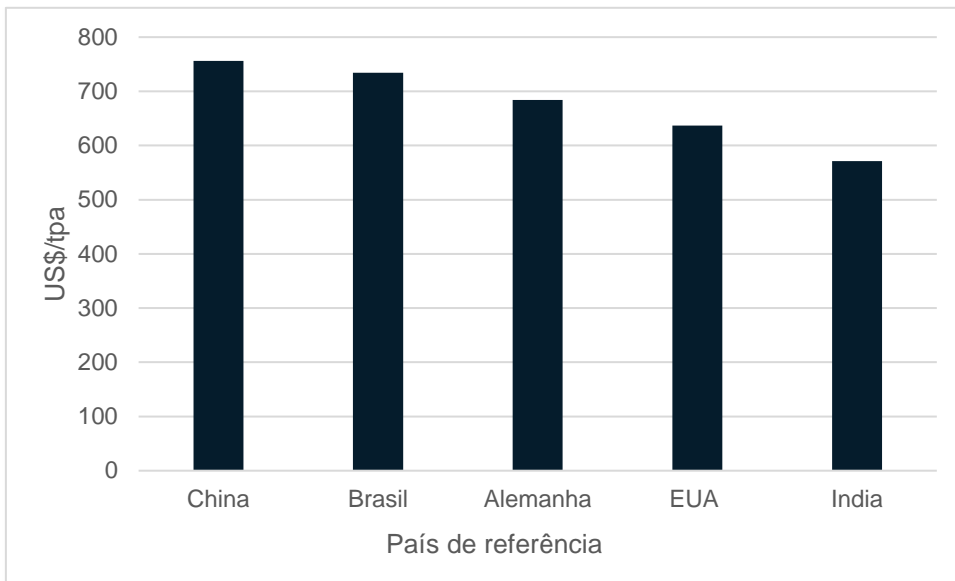


Fonte: Global Data, Bloomberg

A Figura 23 revela que o custo de investimento de uma nova planta de polietileno é mais alto no Brasil (em torno de 1600 US\$ por tpa² em 2019) que em todos os outros países de referência. Tem-se que, no Brasil, em termos de custo de investimento, o CAPEX médio requerido para adicionar à produção uma tonelada de polietileno por ano é 40% maior que a média dos outros países analisados

O comportamento observado na Figura 24 é parecido, à exceção de que a China possui o maior custo para plantas de polipropileno (760 US\$/tpa), sendo seguida pelo Brasil (720 US\$/tpa).

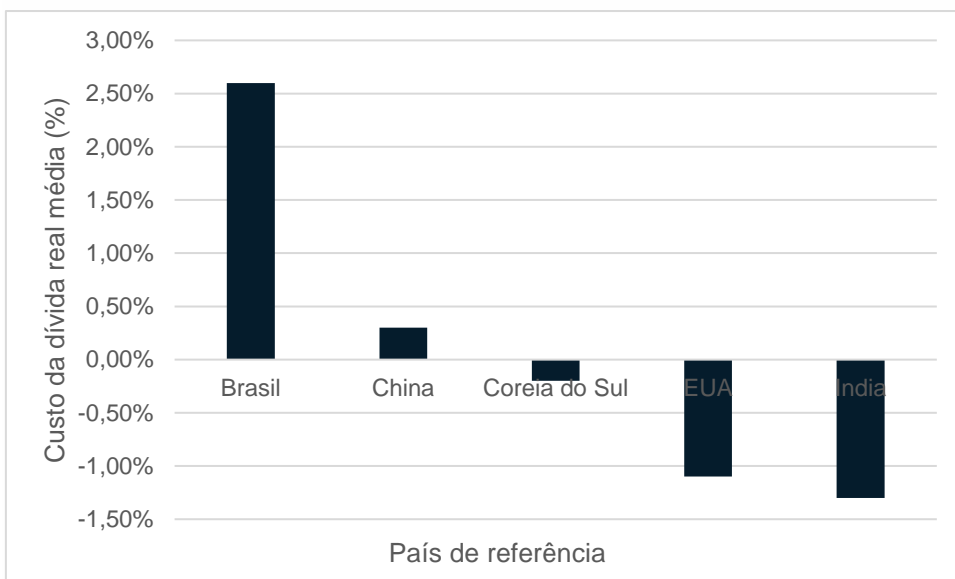
Figura 24. Custo de investimento em nova planta de polipropileno: Capex médio por tpa para plantas de polipropileno (PP) (US\$/tpa, 2019)



Fonte: Global Data, Bloomberg

Para produção de polipropileno, o Brasil tem o segundo maior CAPEX—atrás somente da China—, ficando 13% acima da média dos demais países observados. Observando-se o custo de capital e considerando o custo real da dívida representado na Figura 25 e na tabela 3, o Brasil tem o maior custo médio de dívida, sendo 2,3 p.p. maior que o da China.

Figura 25. Custo da dívida real média de empresas químicas listadas nesses países



Fonte: Global Data, Bloomberg

Coréia do Sul, EUA e Índia apresentaram custo de dívida negativo segundo a Tabela 4 que compara o custo de financiamento nos países selecionados, ou seja, custo real da dívida é inferior à inflação projetada para 2021 nesses países, o que revela que o financiamento de empreendimentos ocorre a taxas reais negativas.

Tabela 4. Comparativo do custo de financiamento em países selecionados

	Brasil	China	Coréia	EUA	Índia
Custo da Dívida (1T21)	7,6%	1,9%	1,3%	1,5%	4,9%
WACC nominal (1T21)	12,2%	11,7%	11,7%	8,1%	5,1%
Inflação (2021E)	5,0%	1,5%	1,5%	2,6%	6,2%

Fonte: Global Data, Bloomberg

Os dados mostrados pela Tabela 4 revelam a urgência em se criar um cenário macroeconômico favorável à atividade industrial, visto que os altos custos tornam a indústria inevitavelmente menos competitiva.

V.1.5.1. Ambiente de negócios desafiador

O ambiente de negócios brasileiro é uma das grandes dificuldades no estabelecimento de novos negócios e no crescimento progresso da economia. Além de problemas sociais, como a violência e a desigualdade social, há a questão do desequilíbrio fiscal, que somatiza no “custo Brasil” tornando o país um dos mais caros e complexos para se iniciar novos negócios.

As empresas já instaladas enfrentam um ambiente de negócios instável. Complexidade, corrupção incorporada na cultura e ineficiência tornam o Brasil um país difícil para fazer negócios. O Ministério da Economia aponta que a insegurança tributária, a corrupção e

os altos juros custam ao Brasil mais de 1 trilhão de reais em custos adicionais (medido como redução no PIB). (AGÊNCIA INFRA, 2022)

O Brasil ocupa a 80ª posição entre 137 países no *ranking* de competitividade global de ambiente de negócios. A má colocação em *rankings* internacionais de ambiente de negócios faz com que investir no Brasil seja mais arriscado e por conseguinte, mais caro. Um ponto sensível para a indústria química, uma vez que os projetos dessa indústria são geralmente, intensivos em capital. (REVISTA PEGN, 2017).

Veredito para o fator custo de capital e investimento: Não-Competitivo

Recomendações:

- **Criar uma plataforma online para simplificar, agilizar e centralizar a relação entre o setor privado e órgãos públicos. Todos os impostos, legislações industriais/ambientais pertinentes, subsídios e auxílios etc. seriam discriminados nessa plataforma de forma a dar ao empresário maior clareza e segurança no processo empreendedor;**
- **Realizar uma reforma tributária em todas as instâncias do setor químico, aumentando a clareza das tributações e concedendo isenção/subsídio para novas empresas;**
- Incentivar o livre acesso à infraestrutura de óleo e gás e derivados de petróleo (escoamento, terminais, processamento, transporte e distribuição) com garantia de igualdade e transparência;
- Desenvolver a indústria de petróleo por meio de investimentos no *midstream* e *downstream* para aumento da geração de valor agregado;
- Estimular o aumento da oferta de nafta petroquímica no país, buscando maior competitividade em relação ao mercado internacional, via aumento do refino;
- Otimizar a criação de valor a derivados de petróleo, por meio de política que limite a incorporação de nafta petroquímica à gasolina.

V.2. Fatores Estratégicos

Os fatores estruturais descritos não contemplam o potencial produtivo da indústria química em sua totalidade. Três grandes fatores estratégicos norteiam em complemento a performance das indústrias químicas atuais. São eles: sustentabilidade, tensões demográficas e geopolíticas e tecnologia/ inovação.

Após a análise dos fatores estruturais, um veredito será aplicado e um conjunto de recomendações será sugerido para os fatores considerados não-competitivos.

V.2.1. Sustentabilidade

O tema “sustentabilidade” ganhou relevância entre grandes indústrias de todos os setores dado o cenário de aquecimento enfrentado pelo planeta, bem como questões como a poluição atmosférica, disposição de resíduos sólidos, micro poluentes na água, extinção de espécies etc. Embora ainda seja tema de debate científico-político quanto à extensão, não há dúvidas que as atividades antropomórficas sem controle exercem uma pressão negativa sobre o meio ambiente, e que indústrias de todos os setores devem se atentar ao impacto gerado por suas atividades. (SACHS et al. 2022)

Isso é particularmente crítico quando o assunto é a indústria química, dado o potencial danoso e, por vezes, letal das atividades, bem como o entrelaçamento entre essa indústria e uma gama de atividades industriais à montante. O setor químico é o maior consumidor industrial de petróleo e gás, bem como o maior consumidor de energia industrial em geral (IEA, 2021)

No entanto, é o terceiro subsetor da indústria em termos de emissões diretas de CO₂, atrás de apenas das indústrias cimenteiras e de siderurgia. Isso ocorre em grande parte porque cerca de metade da entrada de energia do subsetor químico é consumida como matéria-prima- combustível e não como fonte de energia. (IEA, 2021)

Quando a realidade do Brasil é observada, vê-se que a sustentabilidade é um valor bem incorporado pela indústria de forma geral. A indústria química brasileira tem, por exemplo, reduzido o consumo de energia elétrica em seus processos produtivos. Isso é fruto de investimentos em sistemas de monitoramento de consumo e racionalização por meio de processos e tecnologia mais eficientes, incluindo a geração de energia que é

vendida para outras empresas ou consumida internamente. (PORTAL DA INDUSTRIA, 2022)

O consumo de energia elétrica por tonelada de produto na indústria química brasileira caiu em cerca de 30% no período entre 2006 e 2016. O aperfeiçoamento dos processos resultou também na redução do consumo de utilidades. Por exemplo, houve uma redução de 25% no volume de água captada por tonelada de produto nesse período. As emissões de CO₂ referentes à indústria química brasileira caíram em cerca de 30% nesse mesmo período. Esses resultados refletem as alterações incorporadas na matriz energética nacional, sobretudo a migração para o uso de combustíveis mais limpos, além de uma política de investimentos em sistemas mais eficientes. (DELOITTE, 2018)

Em um estudo sobre a intensidade das emissões de CO₂ da indústria química, o *International Council of Chemical Associations* (ICCA) constatou que a indústria química brasileira emite quantidades 51% menores do que a média apurada entre 47 países associados à entidade. (ICCA, 2020)

Uma fonte relevante de emissões de CO₂ está ligada ao transporte de químicos. Como mencionado em Fatores Estruturais, a falta de malha ferroviária ampla, uso excessivo da malha rodoviária de má qualidade e elevado custo da cabotagem compõem o problema, que se agrava na utilização excessiva de caminhões, veículo considerado mais poluente. Investimentos sistêmicos em infraestrutura ajudariam nesse cenário. Estudo conduzido pela Deloitte sugere que uma menor utilização de transporte de cargas por via rodoviária poderia reduzir as emissões de CO₂ em mais de 2 milhões de toneladas por ano. (ABIQUIM, 2020)

Há ainda uma pressão no meio industrial químico brasileiro pró-sustentabilidade dado que o país é referência em biodiversidade e possui diversas fontes de matéria-prima relevantes para a indústria além de matriz energética diversa. Várias das iniciativas hoje implementadas na indústria química brasileira estão ligadas aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), uma agenda criada pela Organização das Nações Unidas (ONU) que é, nas palavras da instituição, um “plano de ação para as pessoas, para o planeta e para a prosperidade”. Um exemplo: a produção de insumos e produtos químicos que aumentem a produtividade agrícola ao permitir menor uso de recursos como terra e água, além de aumentar a longevidade dos alimentos, reduzindo o desperdício. O setor acredita que o investimento na indústria tem um potencial transformador, uma vez que a química é a ciência central no desenvolvimento de produtos e processos mais

eficientes, otimizando a utilização dos recursos naturais e preservando o meio ambiente no longo prazo. (DELOITTE, 2018)

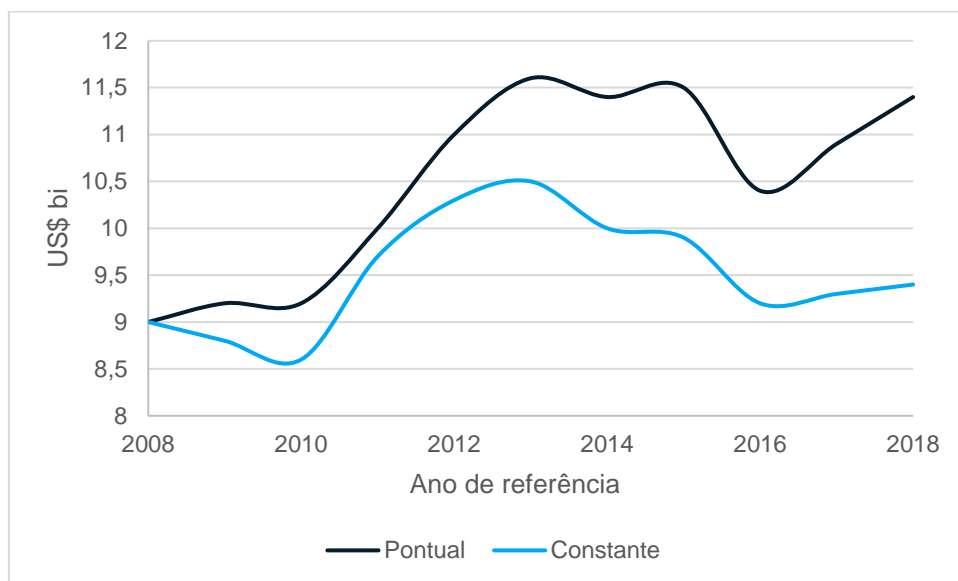
Empresas consolidadas no mercado e com processos flexíveis claramente terão vantagem de se adaptar às novas regulações e demandas (como por exemplo o caso da regulação REACH em 2007), entretanto qualquer empresa atenta às mudanças em vigor e que antecipe um movimento de mercado poderá não só resistir, mas mesmo prosperar nos incertos tempos futuros. O risco, que era um fator tão bem controlado na indústria química começa a aumentar e exige das indústrias químicas um grau de inovação elevado que poucas empresas atualmente possuem, mas que se tornará decisivo. (MCKINSEY & COMPANY, 2020)

Por exemplo, usando as empresas de referência como exemplo e observando o estudo de tendências publicado pela C&EN tem-se que Dow, SABIC, BASF e Shell já estão desenvolvendo craqueadores catalíticos movidos a energia renovável, antecipando um future onde o acesso à combustíveis de origem fóssil será escasso ou até mesmo inviável. Nesse ponto, o Brasil pode se beneficiar pela abundância de fontes de energia renovável, como energia solar, eólica e de biomassa para redinamizar a indústria química. (TULLO, 2022)

A inovação será um aspecto essencial na busca por uma indústria química mais sustentável, pois muitas práticas sustentáveis estão ainda no campo da pesquisa e sua viabilidade dependerá de investimentos em P&D direcionados a estas linhas de pesquisa. Aqui cabe, portanto, uma recomendação à indústria química brasileira sobre como incorporar mais sustentabilidade em suas práticas e aproveitar todo seu potencial: aumentar de forma progressiva o capital dedicado à P&D e boas práticas em suas plantas, tendo esse pilar como essencial em seu direcionamento estratégico. (ABIQUIM, 2012).

A Figura 26 mostra os gastos feitos em P&D pelas 19 maiores indústrias químicas tanto de forma pontual, como por exemplo para reagir a uma nova demanda de mercado quanto de forma constante, ou seja, aqueles previstos em orçamento para serem feitos de forma perene.

Figura 26. Gastos em P&D feitos pela indústria química - valor total médio para as 19 maiores indústrias químicas

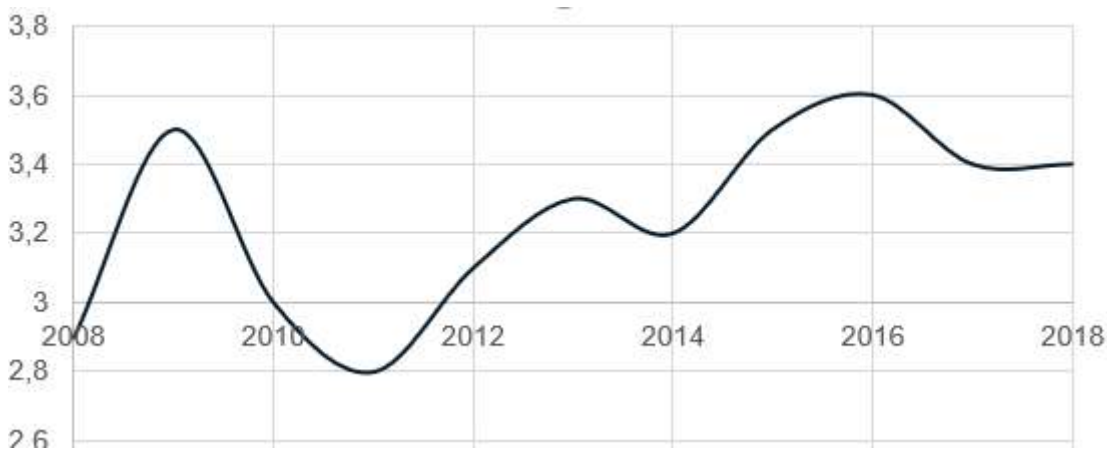


Fonte: Pesquisa da C&EN, White House Office of Management and Budget

Os gastos são da ordem de 10 bilhões e apresentaram comportamento ascendente ao longo dos últimos anos, indicando uma preocupação dessas empresas líderes de mercado em inovar e manter-se competitivas frente à um mercado e um setor altamente demandantes. As receitas dessas empresas também cresceram nesse período, mas nota-se que os investimentos em proporção se mantiveram constantes.

A Figura 27 abaixo mostra esses mesmos gastos, mas em forma de porcentagem da receita dessas empresas.

Figura 27. Gastos em P&D como porcentagem da receita feitos pela indústria química válido para as 19 maiores indústrias químicas



Fonte: Pesquisa da C&EN, White House Office of Management and Budget

Quando se toma como referência as maiores indústrias químicas do mercado por receita, nota-se que os investimentos em P&D tem se mantido ascendentes ao longo do tempo, mesmo considerando a inflação. Uma prática comum do mercado é determinar a quantia dedicada à P&D como uma fração fixa sobre as fixas. Esse valor tem estado em torno de 3.6% como indicado no Figura 27. Investimentos em P&D para questões de sustentabilidade na indústria são apenas uma frente no grande desafio que é este tópico. Em um mundo de recursos cada mais vez mais escassos e onde stakeholders têm acesso à informação de qualidade, é imperativo uma postura proativa e rigorosa em relação às questões ambientais, não é mais suficiente, por exemplo, monitorar as próprias emissões, é preciso também monitorar as de seus parceiros de negócios, não basta apenas emitir um poluente dentro dos limites estabelecidos pela lei, é preciso investir para a criação de um processo onde essa emissão não seja mais necessária, já antevendo o endurecimento da legislação relacionada à esse poluente. De todos os fatores estratégicos, a sustentabilidade é provavelmente o mais crítico, pois ela determina de forma literal quais empresas operarão daqui a uma década e quais não. Investimentos em práticas de sustentabilidade preventivas e visão de longo prazo são os principais drivers diferenciando as empresas mais performantes das demais. (MCKINSEY & COMPANY, 2020)

Exemplo de sucesso em iniciativa de sustentabilidade na indústria química é o caso ReciChain da BASF, mais detalhado em V.2.1.1. Caso ReciChain BASF. Uma iniciativa benéfica lançada pelo Ministério do Meio Ambiente é o Programa Nacional do Biometano, melhor detalhado em V.2.1.2. Iniciativas de Referência.

V.2.1.1. Caso ReciChain BASF

Um dos exemplos clássicos de inovação em sustentabilidade de destaque em empresas de ponta mundiais é o projeto ReciChain, da BASF. Este projeto tem como ideia aumentar a reciclagem dos plásticos produzidos de forma significativa, além de melhorias diversas ao longo da cadeia do plástico. O projeto surgiu baseado na ideia de que a coleta e manuseio de plásticos para reciclagem são atividades feitas em boa parte manualmente e ainda pouca gente se dá conta da necessidade de reciclagem, mesmo em países desenvolvidos. (BASF, 2022)

Nesse projeto, a tecnologia de *blockchain* é aplicada em plásticos produzidos pela BASF. A tecnologia *blockchain* usa a premissa de agrupamento de dados. Cria-se um banco de

dados que permite o compartilhamento de informações na rede e cada “bloco” de *blockchain* compõem a cadeia de dados maior. (AMAZON, 2022)

No projeto ReciChain, cria-se uma plataforma digital e nela incluem-se fabricantes, fornecedores, entidades governamentais, varejistas, catadores de lixo, recicladores etc., enfim todos os *stakeholders* relevantes. O objetivo é criar uma economia circular com o reuso.

A cada bloco plástico criado pela BASF é atribuído um *blockchain* e assim para cada bloco tem-se um *digital badge* (crachá digital) daquele polímero, que nada mais é que o registro desse bloco na rede *blockchain* criada. Aquele bloco de plástico torna-se então identificável e é possível rastreá-lo. Aplicando a tecnologia *loop count* – que literalmente contabiliza quantas vezes um dado plástico circulou por um dado perímetro - é possível monitorar os produtos plásticos BASF. Essas informações ficam disponibilizadas na rede e são compartilhadas entre os participantes, o que, portanto, melhora do processo de reciclagem. (BASF, 2022)

A plataforma permite identificar e rastrear via *token* o plástico e por isso gera uma distribuição de valor agregado mais justo ao longo da cadeia para os participantes. Isso beneficia em especial as cooperativas de catadores, no caso do Brasil.

Com essa tecnologia, dado o rastreamento do plástico facilitado, seria possível estudar o ciclo do polímero com mais detalhe. Uma outra vantagem seria uma melhor remuneração do trabalho dos profissionais da reciclagem, visto que as cotas de reciclagem feitas por cada trabalhador seriam mensuradas com mais precisão.

Segundo a BASF, nessa rede, as organizações trabalham de forma colaborativa, cada uma em seu campo de conhecimento, com recurso de pessoal ou financeiro. A missão é escalar projetos de impacto social positivo e soluções de reciclagem que visem fomentar a capacidade de reciclagem de materiais, como o plástico, bem como capacitar iniciativas de reciclagem de resíduos sólidos, possibilitar investimentos de proprietários de marcas e de seus fornecedores e buscar estudos que auxiliem no melhor desenho de embalagens a fim de elevar a reintrodução de materiais recicláveis em novos produtos. (BASF, 2022)

Por meio do ReciChain, a companhia indica que será viabilizada maior transparência junto aos programas e entidades que auditam ou assessoram as unidades de triagem. Além disso, a plataforma permite verificar se toda a cadeia envolvida está cumprindo com as obrigatoriedades. Assim, será criado um protocolo de requisitos mínimos sociais e

ambientais que cada participante deverá atender – haverá, por exemplo, o monitoramento de como é realizada a gestão social das unidades de triagem, número de empregos formalizados e gestão financeira.

A implantação da iniciativa no Brasil está prevista para ser feita no início de 2021 em cooperativas de triagem do programa Cidade+, da ONG Instituto Recicleiros. Atualmente, oito companhias participam da fase piloto do projeto: BASF, Natura, Henkel, Braskem, Bomix, Triciclos, Wise e Recicleiros.

Na primeira etapa, o foco serão os plásticos, porém, a expansão prevê o monitoramento de outros tipos de materiais utilizados em embalagens de bens de consumo. (BASF, 2022)

V.2.1.2. Iniciativa de referência:

Programa Nacional do Biometano;

Lançado pela Abiogás, é a atualização nos marcos que promoveram avanços no setor do gás e do biometano desde 2018, apresentando novos cenários e abordagens para a visão de crescimento para os anos vindouros. Por isso, suas propostas estimulam a promoção de um cenário institucional, econômico, normativo e regulatório que crie condições favoráveis e estáveis para estimular a produção e aplicações do biogás e do biometano, aumentando sua integração à matriz energética nacional. Além disso, as ações visam contribuir para a oferta local e regional de energia elétrica, térmica e combustível, promovendo eficiência energética, sustentabilidade de setores produtivos e inclusão social. A entidade atua ainda na regulamentação do biometano e na operacionalização do Fundo Garantidor do Biogás. (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2022)

Veredito para o fator sustentabilidade: Não-Competitivo

Recomendações:

- **Criar parcerias estratégicas entre o setor público e privado (universidades e empresas) para implementação das melhores práticas em sustentabilidade na indústria;**
- **Estabelecer um nível de performance ambiental mínimo baseado em um benchmark nacional e aplicar em todo o setor químico brasileiro. O benchmark será composto pelas empresas mais sustentáveis da indústria**

química brasileira e a performance será medida tendo em consideração as variáveis ambientais de interesse de forma exaustiva, por exemplo: consumo de água e energia, emissões de CO₂, toneladas de resíduo gerado etc.;

- Estimular via subsídio o uso de fontes alternativas de energia na indústria química, priorizando aquelas de fonte renovável e cogeração;
- Aumentar investimentos para desenvolvimento de tecnologias mais limpas e eficazes, atentando-se às tendências globais, como demonstrado pelas companhias de maior receita (*Ver Sustentabilidade*), mantendo a porcentagem de receita destinada à P&D em torno de 4,0% (benchmark) nas indústrias;
- Implantar subsídios e incentivos para empresas que tiverem desempenho ambiental distintamente superior (baseado no nível de performance do item acima);
- Incentivar a formação de clusters e polos de competitividade em químicos renováveis, considerando a possibilidade de formação de parcerias público-privadas para financiamento de infraestrutura compartilhada (utilidades, logística etc.) e a construção de planta piloto multipropósito (compartilhamento de máquinas e de mão de obra especializada);
- Regulamentar a exploração do gás de xisto (gás não convencional).

V.2.2. Demografia e Geopolítica

Ao se analisar o papel da demografia e geopolítica na indústria química, nota-se que o fator mais relevante dessa questão é a mudança do poderio econômico e do desenvolvimento industrial do Ocidente para o Oriente. Em 1970, Índia e China correspondia a menos de 10% do GDP mundial, com Japão e países ocidentais respondendo por mais de 80%. Hoje só a China representa 30% da oferta e demanda global de produtos químicos com a marca dos 40% se aproximando. (MCKINSEY & COMPANY, 2020)

A instabilidade política, entretanto, projeta novos desafios para a indústria química, especialmente quando se fala de alterações na cadeia de suprimentos (via restrições logísticas ou de preços, por exemplo) ou ainda bloqueios ou restrições econômicas e/ou de comércio exterior. (MACIEL, 2020)

Os padrões de comércio industrial devem se acirrar neste século à medida que as tensões entre regiões e nações aumentam. A escassez de recursos no emergir deste século pode ser vista como a raiz de tal acirramento. Felizmente, a indústria química pode contar com o fato de que muitos químicos não são totalmente globais, mas multirregionais de fato. Isto é, embora o comércio internacional seja claramente relevante para muitas indústrias e produtos dentro da indústria química, a maioria dos produtos químicos produzidos são utilizados em regiões específicas com fortes laços de dependência com o local de produção. (MACIEL, 2020)

A fim de mitigar os efeitos das tensões geopolíticas em suas balanças comerciais, as indústrias devem se atentar para se tornarem o mais multirregionais possível. Atendendo e mantendo relações comerciais com várias geografias, elas diluem o efeito de uma restrição comercial específica em uma localidade em particular e ganham flexibilidade comercial. Esse efeito de elasticidade é mais difícil de ser atingido em países ocidentais, que estão, por barreiras culturais principalmente, excluídos do ascendente mercado asiático. Tem-se ainda a liderança tecnológica que começa a se estabelecer na Ásia, acirrando ainda mais a competição para empresas ocidentais. (MCKINSEY & COMPANY, 2020)

Outro aspecto a ser levado em consideração quando pensa-se em estratégia para indústria química é a realidade econômico-demográfica de cada país. Nota-se que as nações e referências adaptaram bem sua estratégia de desenvolvimento/colocação no mercado internacional aos recursos/situação que possuíam. Como exemplo, pode-se citar a Alemanha, que busca superar a atual falta de competitividade de custos com o protagonismo tecnológico em produtos considerados estratégicos ou ainda a Coreia do Sul que desenvolveu a indústria química com grande foco em exportações, para superar limitações iniciais da demanda interna e, com isso, viabilizou polos petroquímicos de alta competitividade global, mesmo sem a disponibilidade local de matéria-prima. (MAS, 2021)

Obtêm-se como insight para a realidade da indústria brasileira que é necessário não ficar restrito aos mercados locais e à implementação de uma política tarifária favorável, caso deseje-se fomentar a participação no comércio exterior. É pouco recomendável somente vender para atores nacionais e se ausentar do mercado internacional; pois entra-se em um ciclo e as empresas nacionais acabam se tornando menos competitivas e flexíveis. (MACIEL, 2020)

Veredito para o fator demografia e geopolítica: Não-Competitivo

Recomendações:

- **Estimular a abertura comercial por meio de acordos internacionais de comércio com parceiros estratégicos. Esta medida é crucial para o desenvolvimento econômico sustentável, e deve ser resultante de amplo diálogo entre o governo e a iniciativa privada, conduzido de maneira estruturada e com a segurança jurídica necessária para garantir o comércio justo que elimine práticas predatórias;**
- **Incentivar o uso de matéria-prima nacional (óleo e gás principalmente) como insumo energético via subsídios e leilões estruturantes;**
- Intensificar a parceria comercial em blocos econômicos nos quais o Brasil seja proeminente (Mercosul, por exemplo);
- Estimular a ampliação do número de fornecedores de gás natural, via importação ou acesso ao gás de outros produtores em território nacional, incluindo GNL, por meio de consórcios, parcerias internacionais e/ou financiamentos;
- Estabelecer Acordo Regulatório Internacional no que tange a regulamentação de Substâncias Químicas com países que invistam em ciência, tecnologia e pesquisa, estimulando um ambiente de negócios mais transparente e o livre comércio;
- Reduzir impostos sob exportação e aumentar subsídios a fim de dinamizar a indústria, estimulando as exportações de forma direta e compensando o elevado custo que incide sob várias etapas de produção;
- Garantir os princípios da isonomia e reciprocidade no tratamento regulatório e burocrático entre as empresas locais e internacionais;
- Garantir o funcionamento eficaz, a proteção e a integralidade dos mecanismos de defesa comercial.

V.2.3. Tecnologia e Inovação

Tecnologia e inovação para indústria química, estão intimamente relacionadas à Indústria 4.0. Esse conceito foi criado na Alemanha como uma estratégia para a retomada da competitividade industrial, perdida para países asiáticos que passaram a competir via incentivos tributários e baixo custo da mão de obra. Como na Alemanha, um país altamente industrializado e desenvolvido, não era viável competir via custos – o que

reduziria a riqueza da população a um nível impensável – a solução foi investir em novas tecnologias, como robótica avançada, Internet das Coisas e inteligência artificial. (STEVAN JR, S.L, LEME, M., DIAS SANTOS, M., 2018)

A Indústria 4.0 como conceito alia a Internet das Coisas com a operacionalização das plantas via tecnologia de ponta para otimizar todos os aspectos da administração de uma planta, incluindo análise de dados, manufatura, computação de alta performance, materiais avançados etc. (STEVAN JR, S.L, LEME, M., DIAS SANTOS, M., 2018)

Tais tecnologias passam por um desenvolvimento acelerado nessa década e o potencial de ganho para a indústria é imenso. A produtividade das plantas pode ser aumentada, por exemplo, com manutenção preditiva, melhor controle de processos, simulações de produção etc. A digitalização é parte essencial da Revolução Industrial iminente, mas a Indústria 4.0 vai ainda além disso: ela é sobre ter tecnologia tão avançada que as plantas praticamente se autogerenciem, a automação será tamanha que falhas serão previstas e evitadas antes que acontecem com base em modelos estatísticos; os equipamentos serão interligados via Internet das Coisas e atuarão em performance ótima, sem tempos mortos. (SCHWAB, 2016)

O uso da Inteligência Artificial poderá por exemplo, prever demandas de produtos em uma dada região, fornecendo insights estratégicos chave para os executivos. Os ganhos por efeito cascata também tem alto potencial; como a indústria química abastece vários setores à jusante, ganhos de produtividade e eficiência nesse setor forçadamente se traduzirão em setores mais eficientes à frente, sem contar a maior rentabilidade. Claro, esse futuro otimista depende da corrida tecnológica que começa a se instaurar nos países desenvolvidos para tornar a indústria mais eficiente. (DELOITTE, 2016)

Por exemplo, a BASF está usando aplicações da Indústria 4.0 em sua implantação de sistemas conectados e modelos avançados de análise para gerenciamento preditivo de ativos, gerenciamento e controle de processos e comissionamento de plantas virtuais. Além dessas aplicações tradicionais, a empresa automatizou completamente a produção de sabonetes líquidos em sua fábrica piloto inteligente em Kaiserslautern. (VAN THIENEN, 2016)

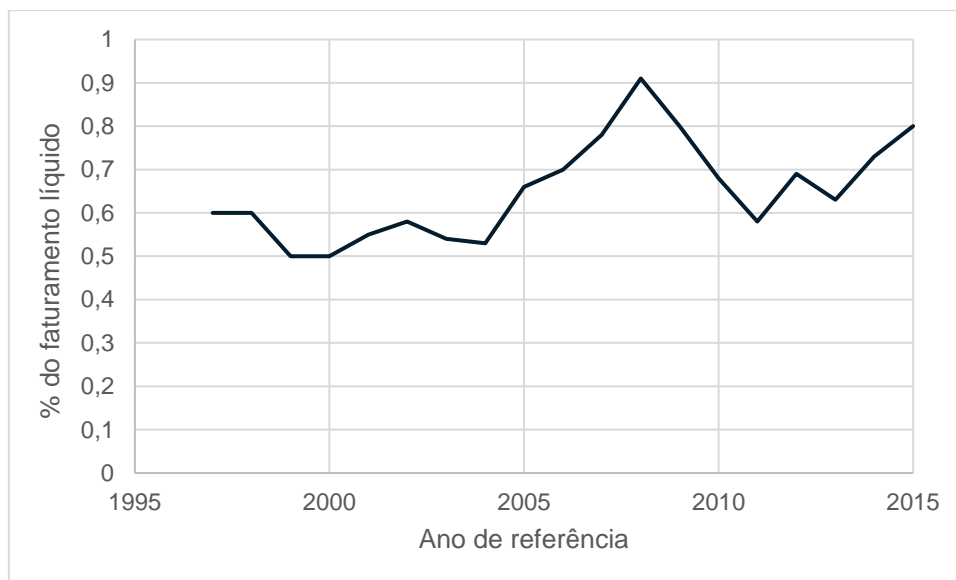
O Brasil figurou na 57ª posição do ranking Global de Inovação em 2021 em um pool com 132 países. Esse cenário de baixa inovação na indústria brasileira é penoso pois a indústria

química brasileira tem papel estratégico no abastecimento interno e corre o risco de ficar ainda mais defasada frente à competição internacional. (WIPO, 2021)

A despeito da importância da pesquisa e da inovação para o desenvolvimento da indústria química – e da economia como um todo – a baixa rentabilidade que o setor tem registrado inibe investimentos nessa frente. Entre 2013 e 2015, as empresas de produtos químicos de uso industrial do país aumentaram timidamente a porcentagem de investimentos em pesquisa em desenvolvimento, de 0,63% sobre o faturamento líquido para 0,8%. No histórico, contudo, são quase 20 anos em que esse patamar está mantido abaixo de 1%. A título de comparação, esses investimentos são, no Japão, da ordem de 4,5%. Os Estados Unidos destinam 2,8% de seu faturamento em pesquisa, enquanto na Europa esse indicador é de 1,8%. Com pouco investimento em inovação, torna-se um desafio ainda maior quebrar o ciclo vicioso que mina a produtividade e a competitividade da indústria química brasileira. (DELOITTE, 2018)

A Figura 28 abaixo ilustra a porcentagem da receita gasta por empresas brasileiras com P&D, na média

Figura 28. Investimentos em P&D feitos pela indústria química (% de faturamento líquido) entre 1997 e 2015



Fonte: Anuário da Indústria Química Brasileira

Por meio de observação da Figura 28, nota-se que este índice está em torno de 0,7%, revelando um potencial para melhoria quando consideramos que a média das maiores empresas mundiais é de 3%.

A abordagem nacional em relação à tecnologia e à Indústria 4.0 pode seguir o exemplo bem-sucedido de outras nações. O item V.2.3.1. O Exemplo Francês mostra como a França implementou uma agenda de progresso tecnológico em sua indústria química.

Na sequência, V.2.3.2. A Revolução Tecnológica 4.0 na Indústria Química sumariza as ideias desse fator e descreve o posicionamento estratégico sugerido pela literatura para que indústrias químicas mantenham competitividade nesse cenário de incerteza.

V.2.3.1. O exemplo francês

A França sofreu uma retração de sua indústria em anos recentes. Entre 1995 e 2015, o percentual da indústria no PIB caiu de 16,2% para 10%. Em matéria de emprego, a queda foi de 15% para 10%. A balança comercial da indústria viu um déficit de 2% frente a um prévio superávit de 2% do PIB. Para contornar a situação, o governo francês lançou em 2013 a Nova França Industrial (NFI), um projeto para dinamizar, modernizar e dar competitividade à manufatura do país, com foco em três áreas: desenvolvimento de novas tecnologias, apoio à propagação dessas tecnologias junto às empresas para modernização do aparelho produtivo e desenvolvimento e adaptação das competências e habilidades da mão-de-obra operadora de tais tecnologias. O plano constituía-se de ações direcionadas a temas ligados às novas tecnologias, tais como computação em nuvem, nanotecnologia, big data, robótica avançada e realidade aumentada. A NFI mobilizou toda a sociedade: desde universidades, a indústrias, sindicatos e governos a fim de aumentar os investimentos, o uso de tecnologias inovadoras e o número de empregos. Em 2015, o programa adentrou na segunda fase, que previa financiamento de € 2,2 bilhões para as indústrias custearem investimentos em tecnologia digital. Foi ainda concedido benefício fiscal, em caráter excepcional, de € 5 bilhões. Nessa fase, as diretrizes foram agrupadas em nove novas dimensões: economia de dados, confiança digital, alimentação inteligente, mobilidade ecológica, medicina do futuro, novos recursos, transporte do futuro, cidade sustentável e objetos inteligentes. Foi também criado o projeto Indústria do Futuro, correspondente francês da Indústria 4.0, com o objetivo de modernizar e transformar o modelo industrial francês pela tecnologia digital. (DELOITTE, 2018)

V.2.3.2. *A Revolução Tecnológica 4.0 na Indústria Química*

A indústria química tem um histórico de alta industrialização desde a sua formação, entretanto ela é hoje um dos setores mais lentos quanto à aplicação de tecnologias disruptivas para otimização de processos. A Quarta Revolução Industrial atinge a indústria química de forma até o momento modesta e mesmo empresas consolidadas e líderes de mercado ainda não absorveram todo o potencial de novas tecnologias, tais como Advanced Analytics (AA) e Inteligência Artificial (IA). Naturalmente, esse gap provê oportunidades incríveis para as empresas que se posicionarem de forma efetiva como utilizadoras e pioneiras de tais tecnologias. Os ganhos destas aplicações estão concentrados principalmente na produtividade comercial e dos ativos das indústrias.

Deve-se ter atenção, entretanto, ao extrapolar tais medidas para predizer o futuro, uma vez que estas ainda estão em desenvolvimento e o modo como elas afetarão a dinâmica da indústria no longo prazo ainda é objeto de estudo.

Algumas previsões já relatadas na literatura incluem:

- Ganhos de produtividade significativos com utilização de Inteligência Artificial, especialmente em atividades que utilizam grandes volumes de dados como por exemplo, produção, marketing, vendas, P&D etc. As aplicações de IA permitem otimizar operações e uma melhor alocação de capital levando as atividades próximo ao máximo nível de excelência possível. Como exemplo, pode-se citar a utilização de sistemas de manutenção preditiva (PdM) em plantas químicas ao redor do mundo para otimizar a manutenção do maquinário prevendo de antemão falhas e paradas em equipamentos antes que estes ocorram. As maiores indústrias já começaram seus investimentos em IA e já se beneficiam do aumento em produtividade, além de construir a plataforma em termos de capacidade e recursos humanos para a evolução das aplicações de IA no futuro; um passo a ser seguido pelas outras indústrias ao redor do mundo.
- A disponibilidade de informação em tempo real vai mudar completamente a tomada de decisão estratégica. A presença de algoritmos integrados que trazem informação robusta e filtrada para os gestores (vendas, custos, inventário etc.) vai constituir uma vantagem competitiva significativa.
- O reconhecimento de padrões permitido pela IA deve gerar mais transparência e melhorar a performance das empresas quanto ao uso de equipamentos, gestão de

pessoas e processos, linhas de produto etc. Essa clareza deve informar e educar os gestores e acionistas sobre a performance estratégica e operacional da companhia.

- A tecnologia deve gerar uma maior automação dos processos, mesmo os administrativos, o que pode gerar desemprego e este é um assunto sensível a ser bem pensado pelas indústrias, especialmente quando estas têm relações estreitas com os governos dos locais onde estão instaladas. A forma como a indústria vê complexidade, escala e administração geral também será drasticamente afetada por uma alta automação de processo.

O impacto total que as mudanças tecnológicas terão na indústria química é ainda incerto, contudo, a literatura evidencia que empresas que se mantêm competitivas tomam iniciativas a frente da competição. No caso da Indústria 4.0, antecipar o uso dos sistemas de automação e tecnologia mais recentes em suas plantas é um passo essencial para manter a competitividade no longo prazo. (MCKINSEY & COMPANY, 2020)

Veredito para o fator tecnologia e inovação: Não-Competitivo

Recomendações:

- **Criar polos de inovação – verdadeiras coalisões entre empresas, centros de pesquisa, universidades etc. que realizem pesquisas em áreas temáticas relacionadas à Indústria 4.0, desenvolvam a tecnologia e a distribuam para a indústria;**
- **Prover fundos de forma perene para o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT);**
- Criar centros de treinamentos e formação de profissionais (nível técnico e superior) e, no curto prazo, facilitar o fluxo de mão de obra especializada do exterior especializada em indústria 4.0 e sistemas digitais automatizados para desenvolvimento dessa tecnologia na indústria nacional;
- Incentivar via subsídio o desenvolvimento de incubadoras de startups para identificar soluções na indústria química e compartilhar alguns dos resultados de sucesso do desenvolvimento e implantação das novas tecnologias a outras indústrias da manufatura brasileira;

- Instaurar uma política de inovação entre as instituições a nível nacional, fortalecendo o sistema brasileiro de inovação e pesquisa aplicada, apoiando por exemplo, a Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPII), os Institutos SENAI de Inovação, e as universidades públicas;
- Conceder benefícios fiscais para empresas reconhecidamente inovadoras ou que desenvolvam tecnologia de destaque relacionada à Indústria 4.0

VI. Conclusão

A fim de aumentar sua produtividade, a indústria química brasileira deve se apoiar em seus muitos trunfos: enormes reservas de óleo e gás a serem exploradas, biodiversidade sem igual e um mercado consumidor crescente. Estas são vantagens chave que moldam a estratégia a ser seguida por governantes e pelo setor empresarial.

Obviamente há percalços a serem vencidos: infraestrutura, matéria-prima e energia caras, burocracia, impostos elevados e um ambiente de negócios desafiador impedem a indústria de alcançar seu máximo potencial. O cenário Brasil é, portanto, difícil, mas revertê-lo não é impossível. Urge que se faça a reforma tributária, logística e administrativa que o país tanto necessita. A redução do chamado custo Brasil e a eliminação das distorções que impõem custos ao país vai não apenas impulsionar a indústria, mas afetar toda a economia de uma forma benéfica.

O foco do Brasil deve ser a remoção dos entraves estruturais, seguido da proteção à indústria nacional da competição externa via subsídios e parcerias locais e, finalmente, o incentivo ao desenvolvimento tecnológico.

As recomendações apresentadas são um bom começo, contudo a resolução desta questão vai ainda mais longe. Todos os países que foram bem-sucedidos no desenvolvimento de suas indústrias químicas tinham clareza de propósito. Eles tinham uma visão nítida de onde estavam, quais recursos possuíam e onde queriam chegar. O Brasil ainda carece desse tipo de direcionamento.

Como apresentado, cada país desenvolve a indústria química segundo os próprios recursos e realidade. As propostas apresentadas nesse trabalho podem e devem ser

alinhas com os objetivos de desenvolvimento industrial nacional. Visto que muitos reveses são estruturais, a aplicação de políticas públicas direcionadas deverá saná-los, aqui cabendo ao Estado atuar como promotor e organizador do desenvolvimento industrial. Quanto aos entraves estratégicos, caberá ao empresariado brasileiro (sempre apoiado pelo Estado) desenvolver e aplicar as melhores técnicas para lidar com a evolução tecnológica acelerada que o setor passa.

Para que essa mudança seja consistente e efetiva, será preciso não apenas a intervenção estatal, mas também o engajamento da comunidade empresarial brasileira e até mesmo da sociedade civil. A indústria química tem enorme potencial de alavancagem e deixá-la à deriva do desenvolvimento é o mesmo que sentenciar a nação à dependência tecnológica por tempo indeterminado. Não há país desenvolvido sem nação química forte e sadia. É imperativo que a indústria química seja priorizada como pilar central do desenvolvimento econômico e industrial e que sejam providas as condições para o pleno progresso da mesma. Somente com o devido desenvolvimento, Brasil terá uma base sólida para se tornar uma nação mais próspera, justa e soberana.

VII. Referências Bibliográficas

- AGÊNCIA DE NOTÍCIAS DA INDÚSTRIA. **Indústria Brasileira faz sua parte na redução de emissões.** Agência de Notícias da Indústria. Disponível em www.noticias.portaldaindustria.com.br. Acessado pela última vez em 22 de agosto de 2022
- AGÊNCIA INFRA. **Ambiente de negócios: O Brasil não é para amadores.** Disponível em www.agenciainfra.com. Acessado pela última vez em 29 de novembro de 2022
- ALBUQUERQUE, Lindolfo Galvão de. **Competitividade e recursos humanos.** Revista de Administração - RAUSP, v. 27, n. 4, p. 16-29, 1992
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE QUÍMICA. Confederação Nacional das Indústrias. **A trajetória da Indústria Química Rumo a Sustentabilidade.** São Paulo, 2012. Disponível em www.static.portaldaindustria.com.br. Acessado pela última vez em 22 de novembro de 2022
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE QUÍMICA. **O Desempenho da Indústria Química Brasileira 2020.** São Paulo, 2020. Disponível em www.abiquim.org.br/industriaQuimica. Acessado pela última vez em 22 de novembro de 2022
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE QUÍMICA. **O Desempenho da Indústria Química Brasileira 2021.** São Paulo, 2021. Disponível em www.abiquim.org.br/industriaQuimica. Acessado pela última vez em 22 de novembro de 2022
- BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO. **Panorama Setorial 2015-2018 Indústria Química.** Disponível em web.bndes.gov.br. Acessado pela última vez em 22 de novembro de 2022
- BASF. **ReciChain.** BASF. Disponível em www.basf.com/br . Acessado pela última vez em 22 de agosto de 2022

- BORSATO, Dionisio, GALAO, Olivio Fernandes, MOREIRA, Ivanira. **Combustíveis Fósseis – Carvão e Petróleo**. Eduel, v.1, p 1-166, São Paulo, 2009
- CAMARA. **Medida Provisória acaba com incentivos à indústria petroquímica**. Disponível em www.camara.leg.br. Acessado pela última vez em 28 de novembro de 2022
- CERQUEIRA, V. **Estratégia Tecnológica e a Indústria Brasileira de Transformação de Polímeros**. Seção Editorial. Polímeros, 11 (3), setembro de 2001
- CNN Brasil Business. **BR do Mar: entenda como a nova regra impacta a logística no Brasil**. CNN Brasil. Disponível em www.cnnbrasil.com.br . Acessado pela última vez em 22 de agosto de 2022
- CORTES, Luiz Augusto Barbosa. **Bioetanol de Cana-de-Açúcar: P&D para Produtividade e Sustentabilidade**. 1 edição. São Paulo: Ed. Blucher, 2010 p.1-992
- CREMASCO, M. **Vale a Pena Estudar Engenharia Química**. 2ª. Ed. São Paulo: Bluncher, 2010
- DELOITTE. **Chemical Logistics Vision 2020**. Europa, 2011. Disponível em www.yumpu.com. Acessado pela última vez em 22 de novembro de 2022
- DELOITTE. **Industry 4.0 and the chemicals industry: Catalyzing transformation through operations improvement and business growth**. Disponível em www2.deloitte.com. Acessado pela última vez em 22 de novembro de 2022

- DELOITTE. **Um outro futuro é possível: Perspectivas para o setor químico no Brasil**. 2018. Disponível em www2.deloitte.com. Acessado pela última vez em 22 de novembro de 2022
- DOMINGUEZ, Henrique Guilherme. **Diagnóstico e recomendações estratégicas numa empresa da restauração: contributos da análise de Porter, SWOT e PESTEL**. 2016. Disponível em www.repositorio-aberto.up.pt. Acessado pela última vez em 28 de novembro de 2022
- EPE. **Panorama do Refino e Petroquímica no Brasil**. 2018. Disponível em www.epe.gov.br. Acessado pela última vez em 22 de novembro de 2022
- EXAME. Indústria química nacional luta por competitividade. Exame. Disponível em www.exame.com. Acessado pela última vez em 23 de agosto de 2022
- FREIRE, Estevão et al. **Cenários Prospectivos para a Produção de Derivados de Moringa Oleifera: Uma abordagem sistêmica**. RVQ – Revista Virtual de Química, 14 de março de 2022, p. 529-536
- GOMES, Giancarlo et al. Industry does matter: **Analyzing innovation, firm performance and organisational learning heterogeneities on Brazilian manufacturing sectors**. Sstructural Change and Economical Dynamics. Volume 63, Dezembro 2022, p 544-555
- INTERNATIONAL COUNCIL OF CHEMICAL ASSOCIATIONS. **The Global Chemical Industry 2019: Catalyzing Growth and Addressing our World's Sustainability Challenges**. ICCA - Oxford Economics. Disponível em www.oxfordeconomics.com. Acessado pela última vez em 23 de agosto de 2022
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Global Energy Review: CO₂ Emissions in 2021**. IEA. Disponível em www.iea.org. Acessado pela última vez em 23 de agosto de 2022

- **ISTOEDINHEIRO. Demanda interna de produtos químicos alcança melhor nível histórico em 2021.** IstoEDinheiro. Disponível em www.istoedinheiro.com.br. Acessado pela última vez em 23 de agosto de 2022
- **KAWACHI, Satoshi. Technological competitiveness in the chemical industry.** Computers & Chemical Engineering. Volume 29, Issue 1, p. 7-9, 15 de dezembro de 2004
- **MACIEL, Gabriel. Comércio Internacional, Inovação e Indústria Química: Análise de países selecionados.** 2020. Disponível em www.repositorio.ufsc.br. Acessado pela última vez em 22 de novembro de 2022
- **MAS, Rodrigo. Indústria Química: importância, fatores de competitividade e implicações para o Brasil.** São Paulo, 2021. Disponível em www.bain.com. Acessado pela última vez em 22 de novembro de 2022
- **MCKINSEY & COMPANY. The state of the Chemical industry: It is getting more complex.** 2020. Disponível em www.mckinsey.com. Acessado pela última vez em 22 de novembro de 2022
- **MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. O Plano Nacional de Fertilizantes.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em www.gov.br. Acessado pela última vez em 21 de agosto de 2022
- **MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira, 1993.** Disponível em www.bibliotecaagptea.org.br. Acessado pela última vez em 21 de agosto de 2022
- **MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. O Novo Mercado de Gás.** Ministério de Minas e Energia. Disponível em www.gov.br. Acessado pela última vez em 21 de agosto de 2022
- **MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. Novo Marco Regulatório do Saneamento.** Ministério do Desenvolvimento Regional. Disponível em www.gov.br. Acessado pela última vez em 21 de agosto de 2022

- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Programa Metano Zero**. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em www.gov.br . Acessado pela última vez em 22 de agosto de 2022
- NEW WORLD ENCYCLOPEDIA. **Chemical Industry**. New World Encyclopedia. Disponível em <https://www.newworldencyclopedia.org>. Acessado pela última vez em 16 de janeiro de 2023
- PAVITT, K. **Key Characteristics of the Large Innovating Firm**. British Journal of Management, 1991. Disponível em www.researchgate.net. Acessado pela última vez em 22 de novembro de 2022
- PEQUENAS EMPRESAS GRANDES NEGÓCIOS. **Brasil é o 80 colocado em ranking global de competitividade**. Pequenas Empresas Grandes Negócios. Disponível em www.revistapegn.globo.com. Acessado pela última vez em 22 de agosto de 2022
- SACHS, J., LAFORTUNE, G., KROLL, C., FULLER, G., WOELM, F. (2022). **From Crisis to Sustainable Development: the SDGs as Roadmap to 2030 and Beyond. Sustainable Development Report 2022**. Cambridge: Cambridge University Press. Disponível em www.mooc.global. Acessado pela última vez em 22 de novembro de 2022
- SCHWAB, Klaus. **A Quarta Revolução Industrial**. São Paulo: Edipro, 2016, Cap 3, p 24-42
- SOARES, Murilo Rodrigues da Cunha. **Tributação no Brasil e nos Estados Unidos**. Brasília: Estudo Técnico, Consultoria Legislativa, 2020. Disponível em www.ibet.com.br. Acessado pela última vez em 22 de novembro de 2022

- STEVAN JR, Sérgio Luiz, LEME, Murilo Oliveira., SANTOS, Max Mauro Dias. **Indústria 4.0: Fundamentos, Perspectivas e Aplicações**. Érica, 2018, p1-200
- TNPETROLEO/ASSESSORIA. **Produção, vendas internas e demanda de produtos químicos de uso industrial crescem em 2020**. TNBenicioBiz Editores. Disponível em www.TnPetroleo.com.br. Acessado pela última vez em 21 de agosto de 2022
- TULLO, Alexander. **Shell, Dow test electricity-based cracking**. C&EN. Disponível em www.cen.acs.org. Acessado pela última vez em 22 de agosto de 2022
- TULLO, Alexander. **Top 50 Chemical Industries**. C&EN. Disponível em www.cen.acs.org. Acessado pela última vez em 22 de agosto de 2022
- VALOR ECONÔMICO. **Indústria Química, sem Condições de Competir**. Valor Econômico. Disponível em www.valor.globo.com. Acessado pela última vez em 23 de agosto de 2022
- VAN THIENEN et al, Stefan. **Industry 4.0 and the chemical industry**. World of Chemicals. Disponível em www.worldofchemicals.com. Acessado pela última vez em 22 de agosto de 2022
- WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. **Índice Global de Inovação 2021**. WIPO. Disponível em www.wipo.int. Acessado pela última vez em 23 de agosto de 2022
- YANG, Jing et al. **Sustainability performance of global chemical industry base on green total factor productivity**. Science of Total Environment. Volume 830, 15 de julho de 2022, 154787
- ZHAI, X., AN, H., **Analyzing influencing factors of green transformation in China's manufacturing industry under environmental regulation: a**

structural equation model. Journal of Cleaner Production. Volume 251, 1 de abril de 2020, 119760