



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
17 a 19 de novembro de 2020

INDÚSTRIA QUÍMICA BRASILEIRA E BIODIVERSIDADE: DESAFIOS E OPORTUNIDADES

Fernando Zanatta, fernando.z@puccampinas.edu.br, PUC-Campinas
Vinícius Eduardo Ferrari, vinicius.ferrari@puc-campinas.edu.br, PUC-Campinas
Denise H. Lombardo Ferreira, lombardo@puc-campinas.edu.br, PUC-Campinas

Resumo

O novo marco regulatório brasileiro objetiva a consolidação dos modelos de negócios da “Economia da Floresta em Pé”, com a consequente estruturação da capacidade produtiva de comunidades tradicionais e do aperfeiçoamento das políticas de valorização e conservação do patrimônio genético e do conhecimento tradicional associado. O acesso e o uso de matérias-primas de fontes renováveis são destacados como elementos estratégicos identificados pela indústria química brasileira para assegurar o crescimento do setor e atender as demandas da sociedade por produtos que não apenas tragam benefícios para a qualidade de vida das pessoas, mas que também respeitem o meio ambiente. O objetivo deste estudo foi identificar os desafios e as oportunidades para a efetiva contribuição da indústria química na pesquisa e no desenvolvimento tecnológico a partir dos recursos da biodiversidade brasileira. Os resultados evidenciam que os conhecidos problemas estruturais da indústria química brasileira se impõem como desafios a serem superados para o desenvolvimento de suas potencialidades e para a captura de oportunidades na bioeconomia.

Palavras-chave: biodiversidade, bioeconomia, produtos químicos.

1. Introdução

As discussões a respeito dos grandes desafios da humanidade frente a busca de soluções para os problemas relacionados às mudanças climáticas, à melhoria das condições de saúde e à segurança energética têm assumido cada vez mais destaque nos meios acadêmico e empresarial. Apesar da complexidade destes desafios e da enorme incerteza sobre como tratá-los, a visão amplamente aceita na atualidade é que a transição da economia dos recursos fósseis para a bioeconomia é um elemento importante para a solução dos principais problemas ambientais (BUGGE; HANSEN; KLITKOU, 2016).

Silva, Pereira e Martins (2018) destacam que os estudos do matemático e economista romeno Nicholas Georgescu-Roegen sobre a criação de uma economia centrada na ecologia seriam os precursores dos conceitos atuais sobre bioeconomia, principalmente, por sua ênfase na criação de valor das atividades resultantes da inovação e uso sustentável dos recursos renováveis.

A bioeconomia engloba a produção de recursos biológicos renováveis e a conversão destes recursos e fluxos de resíduos em produtos de valor agregado, como alimentos, rações, produtos de base biológica e bioenergia, com elevado potencial para a inovação em setores dentre os quais a agricultura, silvicultura, pesca, alimentos, produção de celulose e papel, bem como partes das indústrias química, de biotecnologia e de energia. A bioeconomia se apoia no uso de uma ampla gama de ciências, tecnologias habilitadoras e industriais, juntamente com o conhecimento local e tácito (EU, 2012). Desta maneira, segundo Bugge, Hansen e Klitkou (2016, p. 9), as políticas públicas de fomento à bioeconomia abrangem três dimensões chaves:



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
17 a 19 de novembro de 2020

1. A *bio-technology vision* enfatiza a importância da pesquisa de novas biotecnologias, assim como a sua utilização e comercialização em diversos setores;
2. A *bio-resource vision* enfoca o papel da pesquisa e desenvolvimento e conversão das matérias-primas biológicas em setores como agricultura, marinha, silvicultura e bioenergia, bem como no estabelecimento de novas cadeias de valor;
3. A *bio-ecology vision* destaca a importância dos processos ecológicos na racionalização do uso de energia e nutrientes, na promoção da biodiversidade, na busca de alternativas às monoculturas e degradação do solo.

No entanto, a percepção dominante é que as dimensões N° 2 e 3 citadas acima têm avançado de forma morosa nos países centrais. De acordo com Devaney e Iles (2019), um dos fatores que justificam a baixa relevância da bioeconomia nos Estados Unidos é a dependência do desenvolvimento em investimentos em combustíveis fósseis e biocombustíveis em detrimento aos outros produtos de fontes renováveis. Com a oferta de derivados básicos a preços mais competitivos em decorrência da exploração do gás de xisto, a indústria química americana anunciou, em 2013, uma carteira de investimentos em expansões e novas unidades da ordem de US\$ 71,7 bilhões e, conseqüentemente, um aumento de US\$ 66,8 bilhões no faturamento baseado na petroquímica até 2020 (ACC, 2013).

Segundo Mertens et al. (2019), as principais barreiras encontradas para o desenvolvimento de cadeias de valores em sistemas bioeconômicos fundamentam-se na falta de visão e objetivos comuns, na necessidade de envolvimento de todas as partes interessadas, na coordenação e confiança e na disponibilidade de financiamento. A falta de visão e objetivos comuns reside na necessidade de constância de propósito no desenvolvimento da cadeia de valor, de ajustes de percepções quanto aos desafios técnico-econômicos e de expectativas quanto aos resultados. O envolvimento de todas as partes interessadas, que manifestam interesse limitado e pouco dispostas à ação ou a investir seus próprios recursos, principalmente, no âmbito da pesquisa para definição da cadeia de valor. As políticas públicas são elementos fundamentais como indutoras da colaboração entre os atores, mas observa-se a ausência da perspectiva de cadeia de valor por parte dos formuladores de políticas públicas. Em relação à coordenação e confiança, a aversão ao risco é um componente importante para o investimento em novas cadeias de valores. Há a necessidade de coordenação para se evitar a dispersão dos meios e dos conhecimentos. A falta de incentivos financeiros e a complexidade estrutural se apresentam como causas para o baixo interesse. Por fim, o não envolvimento dos formuladores de políticas públicas no fomento de pesquisas que possam tornar os projetos de cadeias de valores mais atraentes contribuem para o baixo interesse dos agentes financeiros e, conseqüentemente, a ausência de fontes de financiamento que cubram todos os elos da cadeia de valor (MERTENS *et al.*, 2019).

Essas discussões a respeito dos entraves para o fortalecimento dos sistemas bioeconômicos são extremamente relevantes para o Brasil. Diversos relatórios oficiais apontam a bioeconomia como uma janela de oportunidade para o país, em razão da sua exuberante diversidade biológica. O Brasil é reconhecidamente o país com a maior diversidade de espécies no mundo, distribuídas entre os seis biomas terrestres (Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal) e os ecossistemas marinhos, sendo que estes biomas e ecossistemas abrigam mais de 20% do total de espécies do planeta¹. De acordo com essa visão,

¹ <https://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-brasileira>



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
17 a 19 de novembro de 2020

o uso racional e equilibrado da biodiversidade e dos serviços ambientais são vantagens competitivas para o desenvolvimento de produtos e tecnologias de maior valor agregado em diversos setores industriais, para a criação de emprego e renda de qualidade e para a preservação dos ecossistemas. Por sua vez, a materialização desse cenário virtuoso exigirá novos investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) em diversos segmentos econômicos-chaves, em particular na indústria química nacional (WONGTSCHOWSKI, 2011).

Produtos químicos são essenciais para o atendimento às necessidades humanas básicas, para promoção da qualidade de vida, do bem-estar e para a manutenção do estilo de vida e, como consequência, é crescente a demanda por esses produtos (GALEMBECK *et al.*, 2007). Ao mesmo tempo, reconhece-se que a indústria química brasileira possui tecnologia, escala e capilaridade para agregar valor aos produtos da biodiversidade (WONGTSCHOWSKI, 2011). Contudo, a despeito desse reconhecimento prévio, uma questão de pesquisa relevante permanece pouco explorada: qual é a situação atual dos esforços de P&D da indústria química voltados para o desenvolvimento de novos produtos derivados de fontes renováveis ou do aproveitamento dos recursos da biomassa?

O objetivo central deste artigo consiste em sanar essa lacuna de pesquisa. Para tanto, os autores fizeram um levantamento dos registros feitos no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (Sisgen²) até junho de 2020. O restante deste trabalho está organizado como segue: a Seção 2 aborda a biodiversidade brasileira, destacando a regulamentação nacional de acesso ao patrimônio genético, assim como o potencial econômico desses recursos de natureza biológica. Essa mesma seção também apresenta alguns dados gerais sobre o setor químico. A Seção 3 descreve os procedimentos metodológicos utilizados para acessar os registros existentes na plataforma Sisgen. Na Seção 4, esses registros são discutidos à luz de alguns relatórios setoriais que abordam as lacunas e entraves para a expansão dos investimentos em P&D da indústria química nacional. Finalmente, a Seção 5 conclui o estudo.

2. Fundamentação teórica

2.1 Aspectos regulatórios da gestão da biodiversidade no Brasil

A diversidade biológica não é um conceito que se limita às questões da natureza. É também resultado de uma construção cultural e social. O conhecimento das espécies, a domesticação, a adaptação, o melhoramento, o uso do conhecimento tradicional por meio da observação e da experimentação popular acumulados e transmitidos ao longo de gerações na forma de conhecimento tradicional faz parte da formação cultural dos povos (DIEGUES *et al.*, 2000).

O tratado da Organização das Nações Unidas sobre a Diversidade Biológica, também conhecido por Convenção sobre a Diversidade Biológica ou simplesmente CDB, é um dos mais importantes instrumentos internacionais para estruturação de políticas públicas no âmbito do meio ambiente. O quadro geral sobre acesso aos recursos genéticos e a repartição justa e equitativa dos benefícios resultantes da utilização dos recursos genéticos, um dos três objetivos da CDB, foi materializado no Protocolo de Nagoia, adotado em outubro de 2010.

² A Seção 3 apresenta informações adicionais sobre o Sisgen.



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
17 a 19 de novembro de 2020

Muito antes do Protocolo de Nagoia, o Brasil instituiu em 2001, por meio da Medida Provisória (MP) 2.186-16/01, as regras para o acesso e a remessa de componentes do patrimônio genético e o acesso a conhecimento tradicional associado, bem como a criação do seu órgão gestor – o Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGen) no âmbito do Ministério do Meio Ambiente. O principal objetivo da MP 2.186-16/01 era impedir biopirataria por meio da coleta ilegal de produtos da diversidade brasileira e pelo uso sub-reptício do conhecimento acumulado ao longo de gerações pelas comunidades tradicionais (BARRETO, 2012).

Em termos práticos, a MP 2.186-16/01 estipulou mecanismos de autorização prévia ao acesso de caráter comprobatório, sendo o beneficiário da repartição de benefícios o proprietário da terra onde foi coletado o patrimônio genético ou o provedor do conhecimento tradicional, uma regularização estabelecida em norma infralegal sem isenção de multa. Contudo, a longa espera na concessão dos registros, autuações foram as principais consequências das várias falhas e omissões dessa medida provisória (BARRETO, 2012).

Com o intuito de fomentar a inovação, fortalecer a capacidade produtiva de povos e comunidades tradicionais por meio da consolidação de modelos de negócios da “Economia da Floresta em Pé” como um dos instrumentos da política de conservação e implementar um sistema efetivo de acesso e repartição de benefícios, o Ministério do Meio Ambiente coordenou uma ampla revisão da MP 2.186-16/01 que resultou na publicação da Lei 13.123/2015 e do Decreto 8.772/2016 que a regulamenta. Esses diplomas legais regem o atual processo sobre o acesso ao patrimônio genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade.

Para que o novo marco regulatório brasileiro alcance seu objetivo de promover o uso sustentável dos recursos genéticos da biodiversidade e estimular o interesse do setor produtivo para a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico a partir da biodiversidade e do conhecimento tradicional associado, o CGen mantém e operacionaliza o Sisgen - Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado. Esse sistema foi idealizado para substituir os procedimentos a partir da MP 2.186-16/01 e dar celeridade ao sistema que era marcado por sua baixa eficiência e seu alto custo (CNI, 2017).

A expectativa é que esses instrumentos legais passem por modificações nos anos vindouros uma vez que, recentemente, o Congresso Brasileiro por meio do Decreto Legislativo 136/2020 aprovou o texto do Protocolo de Nagoia sobre o Acesso a Recursos Genéticos e Repartição Justa e Equitativa dos Benefícios Derivados de sua Utilização à Convenção sobre Diversidade Biológica³.

O protocolo de Nagoia define parâmetros gerais sobre os principais temas relacionados à biodiversidade. A sua redação foi flexível o bastante para permitir que os Estados desenvolvam seus próprios mecanismos para cumprimento das obrigações estabelecidas no documento. Isso implica que, após a sua ratificação, haverá um longo caminho a ser percorrido até a sua efetiva operacionalização. De qualquer maneira, haverá impactos para a indústria nacional, pois o Brasil passará a reconhecer e respeitar legislações estrangeiras aplicáveis ao tema que terão, em graus variáveis a depender do setor, impactos sobre produtos importados oriundos de recursos genéticos e/ou conhecimento tradicional associado dos países exportadores.

³ Para a efetiva ratificação do Protocolo de Nagoia ainda é necessário a promulgação de um Decreto Presidencial e a sua submissão aos ritos formais da Organização das Nações Unidas.



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
17 a 19 de novembro de 2020

As dificuldades futuras para a bioeconomia são imensas, o que ficou evidenciado com o Decreto 10.239/2020. O ato normativo estabeleceu que o Conselho Nacional da Amazônia Legal passa a ser subordinado e presidido pela Vice-Presidência da República e, como órgão colegiado, tem como atribuições coordenar e acompanhar a implementação das políticas públicas relacionadas à Amazônia Legal. As ações imediatas do Conselho Nacional da Amazônia Legal estão concentradas na prevenção e combate ao desmatamento e queimadas, ao controle da expansão da pandemia da Covid-19 na Amazônia Legal, e a captura de recursos por meio da reativação do Fundo Amazônia e Financiamento Internacional. Contudo, não há referência explícita à bioeconomia. Em entrevista recente, ao ser questionado sobre essa lacuna, o Vice-Presidente da República e presidente do Conselho da Amazônia Legal, General Hamilton Mourão, manifestou a sua percepção sobre a bioeconomia da Amazônia:

A Amazônia, por suas características, não é um lugar de produção em escala. É local de produção sustentável, usando a riqueza da biodiversidade existente. Temos que mapear cadeias de valor, melhorar a infraestrutura logística sustentável - o aproveitamento das hidrovias, construção de pequenos portos para escoar produção - e, óbvio, atrair a atenção do investimento privado.⁴

Outro instrumento legal importante neste mesmo âmbito é o Programa de Cadeias Produtivas da Bioeconomia do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), visando fomentar a pesquisa científica, o desenvolvimento tecnológico e a inovação, para promoção e agregação do valor em cadeias produtivas da biodiversidade brasileira, considerando a sua sustentabilidade e a melhoria da qualidade de vida das populações que dependem dessas cadeias produtivas. Os resultados esperados são a valorização das cadeias produtivas, o desenvolvimento de novos produtos, insumos e materiais a partir dessas cadeias para contribuir com o desenvolvimento sustentável de populações em todos os biomas brasileiros. Este programa também possibilita a inclusão de cadeias produtivas de culturas não originárias da biodiversidade brasileira, desde que apresentem importância socioeconômica e justifiquem o uso de pesquisa científica, desenvolvimento tecnológico e inovação (BRASIL, 2020).

2.2. Potencial econômico da biodiversidade brasileira

A atividade extrativista no Brasil em 2018, conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), representou R\$ 4,3 bilhões, sendo cerca de R\$ 1,6 bilhão (37%) oriundos da produção florestal não madeireira de florestas naturais públicas e privadas (IBGE, 2020). Segundo dados do Cadastro Nacional de Florestas Públicas de 2018, as florestas públicas se dividem entre as diversas categorias conforme sua destinação, sendo que as terras indígenas representam 37,2% e as unidades de conservação 26,7%. Em distribuição geográfica, a região Norte representa 45% da produção florestal não madeireira, seguida pelo Sul com 29%, Nordeste com 24% e Sudeste e Centro-Oeste, ambos com 1% (MAPA, 2019).

No âmbito da agricultura, o relatório *Sustainable Consumption for Biodiversity and Ecosystem Services* publicado em setembro de 2019 pela *Federal Agency for Nature Conservation* (BfN) da Alemanha aponta que culturas de sementes de oleaginosas para alimentação de rebanhos, portanto, ligadas ao consumo de carne, são as principais mercadorias

⁴ <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2020-08/plano-de-bioeconomia-para-amazonia-sera-de-longo-prazo-diz-mourao>



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
17 a 19 de novembro de 2020

agrícolas importadas pela Alemanha (KLIEM *et al.*, 2019). O cultivo dessas culturas está associado com mudança de uso do solo em larga escala e os impactos sobre a biodiversidade local, principalmente nos trópicos. Outra preocupação manifestada neste relatório é a perda de biodiversidade pelo cultivo em larga escala de biomassa para geração de energia (KLIEM *et al.*, 2019).

Os Estados Unidos e o Brasil são responsáveis por 80% das importações de soja realizadas pela Alemanha, ficando o Brasil com 41% desse total. O Brasil aumentou o cultivo de soja em 2,4 vezes desde o ano 2000, com uma área cultivada de 34,7 milhões de hectares em 2018, com impactos negativos significativos para o uso do solo, perda de biodiversidade e baixo aproveitamento de serviços ambientais (KLIEM *et al.*, 2019). Dados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) sobre o cultivo de soja para a safra 2019/20 indicam uma área plantada de 36,95 milhões de hectares e produção de 124,845 milhões de toneladas⁵.

No tocante às demais potencialidades econômicas da biodiversidade brasileira, o estudo coordenado pelo Instituto Escolhas sobre a economia para a Amazônia e a Zona Franca de Manaus mapeou quatro eixos de oportunidades: bioeconomia, polo da economia da transformação digital, ecoturismo e piscicultura, com potencial de investimentos públicos e privados da ordem de R\$ 7,15 bilhões em dez anos e a criação de 218 mil postos de trabalho. Para a bioeconomia da Amazônia, alimentos, bebidas e cosméticos seriam as atividades com maior potencial para o curto prazo (ESCOLHAS, 2019).

As estimativas, em 2016, das vendas domésticas associadas à bioeconomia brasileira foram de US\$ 285,9 bilhões. Somam-se a esse valor US\$ 40,2 bilhões de atividades econômicas estrangeiras relacionadas à biodiversidade local, totalizando US\$ 326,1 bilhões. A contribuição da fabricação de produtos químicos representa 2% desse total (SILVA; PEREIRA; MARTINS, 2018). Contudo, o próprio estudo aponta como limitação a dificuldade de segregação dos biocombustíveis dos produtos químicos, em função da harmonização com os critérios de classificação da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE).

2.3. A indústria química brasileira

Os dados estatísticos da Confederação Nacional da Indústria (CNI) atualizados até julho de 2020 indicam que a participação da indústria brasileira no Produto Interno Bruto (PIB) é de 20,9% e especificamente a indústria de transformação corresponde a 11%. Na série histórica elaborada pela CNI desde 1947, a participação da indústria brasileira no PIB teve seu auge em 1985 com 48%, com forte decréscimo no início dos anos 90 e reduções graduais nos anos seguintes até os atuais 20,9%. Com a indústria de transformação não foi diferente, seu auge também foi em 1985, respondendo por 35,9% do PIB e, acompanhando o perfil geral até os atuais 11%. Importante destacar que a indústria de transformação responde por 14,5% do emprego formal, 67,6% do investimento empresarial em P&D e 24,9% da arrecadação de tributos federais (CNI, 2020).

A indústria química brasileira, com 8,8%, é o terceiro maior setor em contribuição para o PIB da indústria de transformação. A indústria química também responde por 2,9% do emprego formal, 13,4% do investimento empresarial em P&D e 7,9% da arrecadação de tributos federais nos dados da indústria de transformação (CNI, 2020).

⁵ Soja em números (safra 2019/20): <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 17 a 19 de novembro de 2020

A Tabela 1 destaca o faturamento da indústria química brasileira para diversos segmentos. Observa-se que em 2019 a indústria química obteve um faturamento líquido estimado de US\$ 118,7 bilhões. O faturamento líquido das atividades relacionadas a produtos químicos industriais, os quais são objeto do presente estudo, atingiu em 2019 o valor estimado de US\$ 55,5 bilhões (ABIQUIM, 2019). Segundo o relatório *Facts & Figures 2020* do *European Chemical Industry Council - CEFIC*, o Brasil está na nona posição no ranking das indústrias químicas mundiais. Este mesmo relatório indica vendas globais de produtos químicos em 2018 na ordem de 3,347 trilhões de euros (CEFIC, 2020).

Tabela 1. Faturamento líquido da indústria química brasileira (em US\$ bilhões)

Segmento	2017		2018		2019	
	US\$	%	US\$	%	US\$	%
Produtos químicos de uso industrial	58,1	48,5	65,2	51,0	55,5	46,8
Produtos farmacêuticos	16,9	14,1	17,4	13,6	17,2	14,5
Higiene pessoal, perfumaria e cosméticos	12,4	10,4	11,2	8,8	10,9	9,2
Adbos e fertilizantes	9,1	7,6	10,2	8,0	10,6	8,9
Defensivos Agrícolas	8,8	7,3	9,9	7,8	11,8	9,9
Produtos de limpeza e afins	7,6	6,4	7,3	5,7	6,1	5,1
Tintas, esmaltes e vernizes	3,9	3,3	3,8	2,8	3,7	3,1
Outros	2,0	1,7	2,1	1,7	2,1	1,8
Fibras artificiais e sintéticas	0,8	0,7	0,8	0,6	0,8	0,7
TOTAL	119,6		127,9		118,7	

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Abiquim de 2019.

3. Metodologia

A base de dados escolhida para esse estudo foi o Sisgen, plataforma disponibilizada aos pesquisadores brasileiros em novembro de 2017. Por determinação legal, todos os usuários que tiveram acesso ao patrimônio genético brasileiro e realizaram atividades de pesquisa preconizadas pela antiga Medida Provisória 2.186-16/01 e/ou pela Lei 13.123/2015 tiveram até novembro de 2018 para registrar tais atividades no Sisgen. Ademais, coube ao próprio CGen cadastrar no Sisgen as autorizações a tais pesquisas que foram concedidas sob vigência da Medida Provisória 2.186-16/01.

Especificamente para este trabalho foram utilizados os dados de atividades de acesso públicos disponíveis em 23/06/2020 no link <https://sisgen.gov.br/paginas/pubpesqatividade.aspx>, os quais totalizaram 54.463 registros. Este link é uma página de consulta à base de dados, contudo, apresenta limitado número de informações, a saber: número do cadastro, usuário, objeto do acesso e título do projeto. A data de entrada de cada cadastro ou a que período se referem estes 54.463 cadastros não são dados disponíveis. Os registros foram manualmente extraídos para uma planilha eletrônica e, para possibilitar a estratificação dos dados, a cada um foi atribuída uma atividade, particularmente definida para este trabalho, a partir da identidade do usuário.

Com o intuito de aprofundar as interpretações a respeito dos dados extraídos do Sisgen, o presente estudo também realizou uma pesquisa documental, que se baseou em relatórios públicos disponibilizados por entidades setoriais, órgãos governamentais, instituições de pesquisa e empresas de consultoria. O Quadro 1 apresenta os relatórios priorizados para leitura.



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 17 a 19 de novembro de 2020

Quadro 1 – Relatórios priorizados para leitura a partir da pesquisa documental

Autor	Título	Ano
ABIQUIM	Pacto Nacional da Indústria Química	2010
ACC	2019 Guide to the Business of Chemistry	2019
ACC	Shale Gas, Competitiveness, and New US Chemical Industry Investment: An Analysis Based on Announced Projects	2013
BAIN; GAS ENERGY	Estudo do potencial de diversificação da indústria química brasileira	2014
CEFIC	2020 Facts and figures of the European chemical industry	2020
CNI	Impactos econômicos da competitividade do gás natural	2019
CNI	Acesso e Repartição de Benefícios no Cenário Mundial	2017
DELOITTE	Um outro futuro é possível - Perspectivas para o setor químico no Brasil.	2018
ESCOLHAS	Uma nova economia para o Amazonas	2019
SILVA, M.; PEREIRA, F.; MARTINS, J.	Bioeconomia brasileira em números	2018

Fonte: Autores

4. Resultados

4.1. Acessos cadastrados no Sisgen

Com base nos dados públicos divulgados pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) sobre os cadastros e regularizações disponíveis em 23/06/2020, dos 54.463 cadastros de acesso ao patrimônio genético e/ou ao conhecimento tradicional associado, pôde-se verificar que 97% foram realizados por instituições de ensino e pesquisa (públicas e privadas) e 3% pelo setor produtivo. O estudo bibliométrico encomendado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) à Clarivate Analytics é consistente com esse valor encontrado. Do total de 250.000 publicações de pesquisas científicas analisadas no período de 2011 a 2016, apenas 1% tinha coautores da indústria, com destaque para a Petrobras e empresas do setor farmacêutico (CROSS; THOMSON; SINCLAIR, 2017).

A Tabela 2 representa a estratificação dos cadastros do Sisgen por atividade do setor produtivo, considerando um total de 1.614 registros atribuídos ao segmento industrial. A partir da Tabela 2 é possível observar que do total de 54.463 cadastros no período, a contribuição da indústria química e petróleo foi de aproximadamente 0,15%.

Tabela 2. Estratificação dos cadastros no Sisgen por atividade do setor produtivo

Atividade	Número de cadastros	%
Química fina e biotecnologia	622	38,5
Cosméticos	548	34,0
Agronegócio	294	18,2
Química e Petróleo	84	5,2
Farmacêutica e veterinária	66	4,1
TOTAL	1.614	

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Sisgen extraídos em 23.06.2020

Os dados públicos extraídos da plataforma Sisgen sugerem que a indústria química não tem ocupado um papel de destaque nas atividades de P&D que resultaram em acessos ao patrimônio genético brasileiro ou ao conhecimento tradicional de comunidades locais ou tradicionais. Essa constatação suscita preocupações quanto ao desenvolvimento futuro de novas



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
17 a 19 de novembro de 2020

fontes renováveis e de novos insumos provenientes da biodiversidade brasileira. Ademais, tais inquietações vem a somar a outros questionamentos feitos no passado, os quais apontam o baixo volume de investimentos em P&D como uma das causas do déficit comercial do setor químico.

Em 2013, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) patrocinou o estudo conduzido pelo consórcio Bain & Company/Gas Energy intitulado “Estudo do Potencial de Diversificação da Indústria Química Brasileira” (BAIN; GAS ENERGY, 2014). Este estudo abrangeu 57% das importações e exportações da indústria química brasileira em 2012, subdividida em 66 segmentos distintos, previamente classificados como de foco primário, secundário ou terciário. O estudo objetivou, então, os 21 segmentos de foco primário, que contribuíram em 8,9 bilhões de dólares para déficit comercial em 2012, representando 72% do déficit correspondente aos segmentos do escopo do estudo. Os produtos desses segmentos, além de valor agregado médio superior em relação aos demais, encontram-se em um cenário de aumento de importações mais acentuado. Entre 2008 e 2012, as importações desses segmentos cresceram em média 10% ao ano. No presente estudo, dada a sua transversalidade, as oportunidades para produtos químicos renováveis foram analisadas para todos os segmentos.

A balança comercial de produtos químicos apresentou em 2019 um déficit de US\$ 32,1 bilhões, com US\$ 45,2 bilhões em importações e US\$ 13,1 bilhões em exportações, representando um crescimento de 8,4% em relação ao ano anterior (ABIQUIM, 2019).

Em face das preocupações ambientais e econômicas expostas acima, a próxima seção discutirá os principais entraves para a expansão dos investimentos em P&D da indústria química que foram identificados pelos principais relatórios dedicados ao setor.

4.2. Cenário e perspectivas para a indústria química brasileira

O estudo intitulado “Um outro futuro é possível - perspectivas para o setor químico no Brasil” elaborado em 2018 pela consultoria Deloitte, sob encomenda da Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUIM), destaca, para o momento analisado, o cenário da indústria química brasileira, como apresentado na Figura 1. Segundo este estudo, os maiores drenos de competitividade da indústria química do Brasil são os altos custos com matérias-primas (que podem representar até 80% dos custos de produção de uma planta petroquímica) e energia (cerca de 20%), que se aliam à complexidade excessiva do sistema tributário, a ineficiência da infraestrutura existente e a burocracia do ambiente de negócios brasileiro. Ademais, nos últimos anos, somam-se as sucessivas crises econômicas e a forte depreciação da moeda (DELOITTE, 2018).



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 17 a 19 de novembro de 2020

Figura 1: Cenário da indústria química brasileira



Fonte: Deloitte, 2018

A redução da atividade econômica resultou na diminuição da oferta de produtos químicos fabricados no Brasil para outros setores e, como consequência, o aumento de importações. O câmbio fortemente depreciado tem impacto direto em investimentos por conta da necessidade de importação de materiais especiais, equipamentos, maquinário e licenciamento de tecnologias.

Com relação à energia, é importante relembrar que para a indústria química o conceito de energia é amplo, o que inclui a geração de energia térmica e energia elétrica por meio de turbo geradores, por exemplo. O estudo intitulado “Impactos Econômicos da Competitividade do Gás Natural” da Confederação Nacional Indústria (CNI) indica que uma redução de 50% no preço do gás natural impulsionará importantes setores da indústria. O estudo projeta potencial de investimentos da indústria em geral da ordem US\$ 31 bilhões/ano em 2030 com o gás natural com preços de aproximadamente US\$ 7 por milhão de BTUs (*British Thermal Unit* – unidade térmica britânica). Especificamente para o setor químico, a projeção da Abiquim é que com o gás natural a preços internacionais, pelo menos US\$ 10 bilhões em investimentos sejam viabilizados. Em 2019, o preço do gás natural para o setor industrial ficou entre US\$ 13,50 e US\$ 14 por milhão de BTU, muito superior à média norte-americana de US\$ 4 e o dobro do preço pago na Europa. Inclusive no Japão os preços são inferiores aos praticados no Brasil, apesar de ser um país totalmente dependente da importação de gás (CNI, 2019).

Tramita em regime de urgência no Congresso Nacional a aprovação do PL nº 6.407/13, que trata de um novo marco legal para o gás natural, cujo objetivo é estabelecer regras claras para a adequação dos operadores às exigências do mercado e a livre competição, principalmente, com a quebra do monopólio da Petrobras e possibilidade de compartilhamento de infraestrutura de gasodutos e unidades de regaseificação. O Brasil possui reservas expressivas de gás natural e a expectativa com a exploração petrolífera no pré-sal é que a produção nacional, de cerca de 124 milhões de m³/dia poderá ser duplicada nos próximos 10 anos (CNI, 2019). Contudo, a redução no preço do gás natural depende de uma combinação de fatores, como um ambiente regulatório seguro e estímulos ao setor.



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
17 a 19 de novembro de 2020

A carta aberta “Uma convergência necessária: por uma economia de baixo carbono” do Grupo Convergência pelo Brasil destaca como cruciais para a transição para uma economia de baixo carbono a eliminação de subsídios a combustíveis fósseis, seguida da promoção de mudanças regulatórias voltadas à sustentabilidade e o urgente apoio a um aproveitamento não-destrutivo e de base científica da biodiversidade. Investimentos em grandes ativos industriais e de infraestrutura são de longo prazo, o que significa, na prática, que as escolhas de hoje refletirão por décadas (CONVERGÊNCIA, 2020).

Com relação aos custos logísticos, nos últimos três anos, o aumento desses custos no Brasil foi de 7,4% – o que representou para as empresas um gasto de R\$ 15,5 bilhões. A maior parte dos custos (63,5%) refere-se a transportes. Os custos decorrem de uma matriz modal muito concentrada na malha rodoviária que carece de qualidade. Na Europa, comparativamente, os custos logísticos da indústria química representam até 4% do faturamento (DELOITTE, 2018).

O complexo sistema tributário brasileiro é desafiador, em maior ou menor grau, para todos os agentes econômicos. Contudo, decisões recentes das autoridades econômicas e do Congresso Nacional, como a revisão das alíquotas do REINTEGRA (Regime Especial de Reintegração de Valores Tributários para Empresas Exportadoras) e a extinção do REIQ - Regime Especial da Indústria Química que contemplava 15 produtos químicos e mais de 50 empresas e, portanto representava uma compensação na forma de incentivo fiscal pelo desequilíbrio da competitividade entre a indústria química brasileira e a internacional, poderão ter um o impacto negativo da ordem de R\$ 3 bilhões até 2021, segundo estimativas da Abiquim⁶.

Os elevados custos das matérias-primas, infraestrutura e energia corroem a competitividade da indústria química brasileira e, por consequência, a rentabilidade das empresas e atratividade do setor como um todo. Por sua vez, a baixa rentabilidade restringe os recursos disponíveis para investimentos em P&D, que no período de 2010 a 2019 limitou-se a 0,7% do faturamento da indústria química (DELOITTE, 2018). Nos Estados Unidos, de 2014 a 2018, a média de investimentos foi de 2%, enquanto para as indústrias de química de especialidades chegou a 3% (ACC, 2019). Na União Europeia, a média dos investimentos em P&D de 2009 a 2018 também foi de 2% das vendas, com 10 bilhões de euros em 2018 (CEFIC, 2020).

No âmbito global, a indústria química faz parte do grupo das atividades industriais de média-alta intensidade de P&D, com uma taxa ponderada de alocação de P&D como porcentagem do Valor Adicionado Bruto de 6,52% (GALINDO-RUEDA, 2016). Assim, os investimentos em P&D são considerados fundamentais para garantir o futuro da própria indústria, condição necessária para manter ou aumentar sua forte contribuição para resolver os desafios da sociedade, pois a indústria química se posiciona como facilitadora de inovação para as cadeias à jusante por meio de seus produtos e tecnologias. Ao mesmo tempo, os investimentos em ciência, tecnologia e inovação são cruciais para evitar o cenário de comoditização que já afeta muitas empresas do setor (ZOLLENKOP; RINN, 2014).

O fenômeno da comoditização não está necessariamente relacionado com o nível de tecnologia envolvido ou com a sofisticação do produto, mas sim com a dificuldade de diferenciação por parte dos clientes ou do mercado. Os efeitos colaterais da comoditização são a pressão crescente sobre os preços (e, conseqüentemente, sobre os custos e as margens), novos participantes do mercado, frequentemente seguidos por excesso de capacidade de produção, uma espiral descendente de concorrência puramente baseada em preços e poucas alternativas

⁶ <https://abiquim.org.br/comunicacao/noticia/5544>



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
17 a 19 de novembro de 2020

de saída pelos meios tradicionais para se destacar da concorrência (ZOLLENKOP; RINN, 2014).

Por trás do discurso de contribuição para solução dos desafios da sociedade há um conjunto de esforços das empresas para buscar um posicionamento que seja o mais aderente possível às suas estratégias genéricas de competição e escapar da armadilha da comoditização. Segundo estudo publicado em 2014 pela Consultoria RolandBerger, 69% das empresas químicas participantes já haviam vivenciado o fenômeno da comoditização de seus produtos, mais intensamente nos segmentos tidos como *budget/low-end* e menos nos segmentos tidos como *premium* (ZOLLENKOP; RINN, 2014).

Uma das alternativas para se contornar a armadilha da comoditização é o desenvolvimento de especialidades químicas, contudo, é necessário considerar que à medida que se avança em direção ao consumidor final na cadeia de valores, os requisitos regulatórios se intensificam e os aspectos regulatórios de produtos passam a ter um peso significativo no projeto de desenvolvimento de um novo produto.

Tomando-se como exemplo um aditivo para alimentação humana, o acesso ao mercado europeu para novos aditivos ou para aditivos já autorizados, mas obtidos por processo industrial diferente do autorizado, depende da aprovação da *European Food Safety Authority* (EFSA), a autoridade europeia para segurança de alimentos. É um processo custoso e que pode demorar de dois a três anos para aprovação. A legislação para aditivos alimentares é harmonizada no âmbito do Mercado Comum do Sul (MERCOSUL). Uma empresa que esteja interessada em comercializar aditivos alimentares no Brasil deve se submeter ao processo de inclusão, exclusão e extensão de uso estabelecido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) que, por sua vez, está alinhado com Resoluções do MERCOSUL. A dinâmica regulatória para aditivos alimentares no MERCOSUL apresenta características de *regulatory reliance*, uma vez que são aceitas as referências do Codex Alimentarius e da União Europeia. Contudo, isto não reflete em agilidade no processo de aprovação no âmbito do bloco. A última atualização ampla da lista geral harmonizada de aditivos do MERCOSUL é de 2006. O Codex Alimentarius está sob responsabilidade do *The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives* (JECFA), que é um comitê científico de especialistas internacionais administrado conjuntamente pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (ONU/FAO). Na União Europeia, esta atribuição é de responsabilidade da EFSA e suas decisões e aconselhamentos têm impacto nas leis, regras e políticas europeias na proteção dos consumidores sobre os riscos dos alimentos ao longo da sua cadeia. Neste exemplo, a facilitação da aprovação no âmbito do MERCOSUL carece da aprovação pela autoridade europeia. Para os coadjuvantes de tecnologia de fabricação de alimentos para consumo humano, não há harmonização no âmbito do MERCOSUL. Para o Brasil, compete exclusivamente à ANVISA a avaliação e a autorização de uso de coadjuvantes de tecnologia para os vários tipos de alimentos.

No documento Pacto Nacional da Indústria Química publicado pela Abiquim em 2010, o crescimento econômico projetado para os próximos dez anos, a possibilidade de reversão de déficit da balança comercial de produtos químicos, a expansão do segmento da indústria química de base renovável e o aproveitamento das oportunidades oferecidas pela exploração do pré-sal, indicam um potencial de investimentos em nova capacidade da ordem de US\$ 167 bilhões, no período entre 2010 e 2020 (ABIQUIM, 2010). Soma-se a esse volume a necessidade de investimento em pesquisa, desenvolvimento e inovação de US\$ 32 bilhões, equivalente a cerca de 1,5% do faturamento líquido previsto para o período (ABIQUIM, 2010). Esses dados



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
17 a 19 de novembro de 2020

apontam para os benefícios do melhor aproveitamento dos recursos da biomassa por meio do desenvolvimento de uma indústria química de fontes renováveis.

Com o objetivo estratégico de posicionar a indústria química brasileira entre as cinco maiores do mundo, tornando o país superavitário em produtos químicos e líder em química verde, estimava-se por ocasião da construção desse documento, que haveria uma participação da chamada química verde de pelo menos 10% no conjunto da oferta de produtos petroquímicos e o Brasil pode atrair uma parte relevante do total (ABIQUIM, 2010).

Por outro lado, neste documento da Abiquim, não foi encontrada nenhuma referência específica ao uso e valorização do patrimônio genético brasileiro. Vale destacar que commodities agrícolas grandes geradoras de biomassa como, por exemplo, soja, cana-de-açúcar, milho, trigo, café, laranja, algodão e eucalipto são espécies exóticas que não pertencem à biodiversidade brasileira, não sendo afetadas pelo marco regulatório de patrimônio genético e conhecimento tradicional associado (ABIQUIM, 2010) mas, sim, pelo Protocolo de Nagoia.

5. Conclusões

O estudo realizado demonstrou a liderança absoluta das instituições de pesquisas nos cadastros de acesso resultantes de pesquisas a partir de patrimônio genético brasileiro e/ou de conhecimento tradicional associado. As instituições de pesquisa totalizaram 97% dos cadastros realizados na plataforma Sisgen contra uma participação de apenas 3% do setor privado. Dessa maneira, tais resultados parecem estar alinhados com a proposição de GARCIA *et al.* (2020) segundo a qual, em virtude do volume diminuto gastos empresariais em P&D no Brasil, a pesquisa acadêmica tende a agir como um substituto para os esforços privados em ciência e tecnologia. Em face deste modelo peculiar de organização da ciência no país, a evidência de que as pesquisas realizadas por usuários qualificados vinculados à indústria de produtos industriais ou ao complexo petroquímico limitaram-se a 0,15% do total de cadastros registrados na plataforma Sisgen não chegou a causar surpresa.

Contudo, essas constatações também trazem à tona algumas preocupações. É inegável a importância da indústria química para o desenvolvimento econômico do País e a contribuição dos produtos químicos para a melhoria da qualidade de vida e bem-estar das pessoas, por meio de novos medicamentos, produtos de higiene pessoal, cosméticos, saneantes, produtos para a saúde, maior oferta de alimentos com a contribuição dos defensivos agrícolas e fertilizantes, bem como para o avanço da economia circular. Ademais, matérias-primas e insumos de fontes renováveis fazem parte da própria origem da indústria química, muito antes do advento da petroquímica. Em particular, o uso da biomassa não tem se limitado às matérias-primas, mas também como fonte alternativa de energia aos combustíveis fósseis. Por essas razões, a atrofia dos investimentos em P&D realizados pela indústria química brasileira poderia, em última instância, retardar o desenvolvimento de novas fontes de energia renováveis e de novos produtos ambientalmente corretos.

Sob essa mesma perspectiva, uma contribuição original deste trabalho reside na constatação de que o baixo nível de investimentos em P&D envolvendo a biodiversidade brasileira parece ser reflexo de gargalos estruturais crônicos associados à infraestrutura logística, ao alto custo da energia e matérias-primas e sistema de tributação que corroem a competitividade e a rentabilidade da indústria química no Brasil. A baixa rentabilidade resulta na baixa atratividade a novos investimentos em ciência e tecnologia.



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
17 a 19 de novembro de 2020

Por ser uma atividade de capital intensivo e de elevado grau de tecnologia, a rigidez industrial é uma característica da indústria química. Uma outra característica da indústria química brasileira é estar instalada nas proximidades dos polos petroquímicos. Por vezes, as instalações e equipamentos são especificamente projetados para a produção de um determinado produto químico, o que inviabiliza a substituição do que é fabricado. Em instalações multipropósito, o tamanho dos equipamentos e seus materiais construtivos são determinantes para os tipos de produtos a serem fabricados. Importante destacar que, muitas matérias-primas e auxiliares de produção podem ser perigosos, o que eleva significativamente o risco das operações. Essas características tornam implantações químicas mais complexas e o acesso a matérias-primas de fontes distantes requerem uma cadeia de fornecimento eficiente e boa infraestrutura logística, em razão dos volumes envolvidos.

Do ponto de vista institucional, o novo marco regulatório do patrimônio genético de 2015 corrigiu grande parte dos aspectos relacionados à conformidade que ficaram evidentes com as operações Novos Rumos I e II deflagradas entre 2010 e 2012 pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), resultando em centenas de autuações e multas milionárias. Vale destacar o esforço sistemático do CGen no aperfeiçoamento do entendimento sobre o novo marco regulatório por meio da publicação de resoluções e orientações técnicas. Contudo, novas demandas de mercado por transparência e rastreabilidade, muito em função de problemas externos como o caso do óleo de palma no sudeste asiático e que agora se estende para países da África, como também, o caso da baunilha em Madagascar, exigirão o desenvolvimento de modelos de cadeias de fornecimento que não são triviais para a indústria química. Por outro lado, a despeito de todas estas dificuldades estruturais, institucionais e econômicas, convém ressaltar que o Brasil também registra alguns modelos de sucesso de aproveitamento sustentável de insumos oriundos da biodiversidade local, alguns em operação há décadas, como os desenvolvidos pela Natura.

Certamente a ratificação do Protocolo de Nagoya inserirá formalmente o Brasil como parte nas discussões internacionais sobre o uso sustentável da diversidade biológica, mas também trará obrigações como, por exemplo, a implementação de controles para verificação do atendimento das normas estrangeiras de acesso a recursos genéticos e repartição de benefícios, a prestação de contas ao Centro de Intermediação de Informação sobre Acesso e Repartição de Benefícios criado pelo Protocolo e a criação de mecanismos de fiscalização.

A despeito dessas exigências, a indústria química brasileira possui tecnologia, escala e capilaridade para agregar valor aos produtos da biodiversidade, um dos pressupostos para os modelos de bioeconomia que têm sido planejados no âmbito do Governo Federal e dos Estados como a alternativa de desenvolvimento e preservação ambiental. Contudo, os conhecidos problemas estruturais da indústria química brasileira apresentam-se como desafios a serem superados para que a indústria química desenvolva toda a sua potencialidade na bioeconomia.

Por fim, constitui-se necessário apontar uma importante limitação metodológica inerente a esse estudo. Os dados públicos extraídos da plataforma Sisgen não possibilitam identificar pesquisas feitas em parceria entre pesquisadores, instituições de pesquisa e o setor privado, que resultaram em acesso ao patrimônio genético ou ao conhecimento tradicional associado que tenham sido cadastradas por pesquisadores ou instituições de pesquisa. Neste sentido, os resultados abordados neste estudo não significam, necessariamente, que a indústria de produtos químicos industriais não represente um importante usuário de insumos provenientes da biodiversidade brasileira. Assim, com o intuito de aprofundar os temas aqui abordados, recomenda-se a realização de estudos futuros sobre as parcerias firmadas entre universidades e



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
17 a 19 de novembro de 2020

empresas químicas brasileiras no que tange a realização de pesquisas conjuntas de novas aplicações industriais derivadas do patrimônio genético local.

6. Referências bibliográficas

ABIQUIM. **O desempenho da indústria química brasileira 2019**. São Paulo: Abiquim, 2019. Disponível em: https://abiquim-files.s3-us-west-2.amazonaws.com/uploads/guias_estudos/Livreto-Enaiq2019_Abiquim_.pdf. Acesso em: 10 out. 2020.

ABIQUIM. **Pacto Nacional da Indústria Química**. São Paulo: Abiquim, 2010. Disponível em: https://abiquim-files.s3-us-west-2.amazonaws.com/includes/pdf/indQuimica/Pacto_Nacional_Abiquim.pdf. Acesso em: 10 out. 2020.

ACC. **2019 Guide to the Business of Chemistry**. Washington, D.C.: ACC, 2019. Disponível em: <https://www.americanchemistry.com/GBC2019.pdf>. Acesso em: 10 out. 2020.

ACC. **Shale Gas, Competitiveness, and New US Chemical Industry Investment: An Analysis Based on Announced Projects**. Washington, DC: ACC, 2013. Disponível em: <https://www.americanchemistry.com/First-Shale-Study/>. Acesso em: 10 out. 2020.

BAIN; GAS ENERGY. **Estudo do potencial de diversificação da indústria química brasileira**. São Paulo: Bain / Gas Energy, 2014. Disponível em: https://www.bndes.gov.br/wps/wcm/connect/site/285ccbcc-e4a0-45f4-9acd-02e53de2bc66/39_chamada_publica_FEPprospec0311_Relatorio_Final.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=ROOTWORKSPACE.Z18_7QGCHA41LORVA0AHO1SIO51085-285ccbcc-e4a0-45f4-9acd-02e53de2bc66-lz-N3Qc. Acesso em: 10 out. 2020.

BARRETO, D. W. Patrimônio genético brasileiro: protegê-lo ou aproveitá-lo comercialmente? **Journal of the Brazilian Chemical Society**, 2012. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-50532012000200001. Acesso em: 13 set. 2020.

BRASIL. Portaria Nº 3.877, de 9 de outubro de 2020. Portaria 3.877. Institui, no âmbito da Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, o Programa de Cadeias Produtivas da Bioeconomia MCTI. p. 2, 14 out. 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-3.877-de-9-de-outubro-de-2020-282467757>. Acesso em: 14 out. 2020.

BUGGE, M. M.; HANSEN, T.; KLITKOU, A. What Is the Bioeconomy? A Review of the Literature. **Sustainability**, v. 8, n. 7, p. 691, jul. 2016.

CEFIC. **2020 Facts and figures of the European chemical industry**. Brussels: CEFIC, 2020. Disponível em: <https://cefic.org/app/uploads/2019/01/The-European-Chemical-Industry-Facts-And-Figures-2020.pdf>. Acesso em: 10 out. 2020.

CNI. **Acesso e Repartição de Benefícios no Cenário Mundial**. Brasília: 2017. Disponível em: <http://portaldaindustria.com.br/publicacoes/2017/11/acesso-e-reparticao-de-beneficios-no-cenario-mundial-lei-brasileira-em-comparacao-com-normas-internacionais/>. Acesso em: 10 out. 2020.



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
17 a 19 de novembro de 2020

CNI. **Impactos econômicos da competitividade do gás natural**: CNI, 2019. Disponível em: <http://portaldaindustria.com.br/publicacoes/2020/6/impactos-economicos-da-competitividade-do-gas-natural/>. Acesso em: 10 out. 2020.

CNI. Perfil da Indústria Brasileira. 2020. Disponível em: <https://industriabrasileira.portaldaindustria.com.br/>. Acesso em: 28 out. 2020.

CONVERGÊNCIA. **Uma convergência necessária: por uma economia de baixo carbono**. 2020. **Convergência Pelo Brasil**. Disponível em: <http://convergenciapelobrasil.org.br/leia-a-carta-na-integra/>. Acesso em: 11 out. 2020.

CROSS, D.; THOMSON, S.; SINCLAIR, A. **Research in Brazil**: Clarivate Analytics, 2017. Disponível em: <http://www.sibi.usp.br/wp-content/uploads/2018/01/Relat%C3%B3rio-Clarivate-Capes-InCites-Brasil-2018.pdf>. Acesso em: 10 out. 2020.

DELOITTE. **Um outro futuro é possível - Perspectivas para o setor químico no Brasil**: Deloitte, 2018. Disponível em: <https://www2.deloitte.com/br/pt/pages/energy-and-resources/articles/abiquim-setor-quimico.html>. Acesso em: 10 out. 2020.

DEVANEY, L.; ILES, A. Scales of progress, power and potential in the US bioeconomy. **Journal of Cleaner Production**, v. 233, p. 379–389, out. 2019.

DIEGUES, A. *et al.* Biodiversidade e comunidades tradicionais no Brasil, 2000. Disponível em: <https://livroaberto.ibict.br/bitstream/1/750/2/Biodiversidade%20e%20comunidades%20tradicionais%20no%20Brasil.pdf>. Acesso em: 10 out. 2020.

ESCOLHAS. **Uma nova economia para o Amazonas**: Instituto Escolhas, 2019. Disponível em: <https://www.escolhas.org/wp-content/uploads/2019/10/Uma-nova-economia-para-o-amazonas.pdf>. Acesso em: 10 out. 2020.

EU. Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe. **Industrial Biotechnology**, v. 8, n. 2, p. 57–61, abr. 2012.

GALEMBECK, F. *et al.* Indústria química: evolução recente, problemas e oportunidades. **Química Nova**, v. 30, n. 6, p. 1413–1419, dez. 2007.

GALINDO-RUEDA, F. **OECD Taxonomy of Economic Activities Based on R&D Intensity**. OECD Science, Technology and Industry Working Papers, n. 2016/04: OECD, 16 jul. 2016. Disponível em: https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oecd-taxonomy-of-economic-activities-based-on-r-d-intensity_5jlv73sqqp8r-en. Acesso em: 10 out. 2020.

GARCIA, R. *et al.* How long-term university-industry collaboration shapes the academic productivity of research groups. **Innovation**, v. 22, n. 1, p. 56–70, 2 jan. 2020.

IBGE. Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura - PEVS | IBGE. 2020. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html?edicao=25472&t=resultados>. Acesso em: 14 out. 2020.

KLIEM, L. *et al.* **Sustainable Consumption for Biodiversity and Ecosystem Services**: BfN, 2019. Disponível em:



II *Sustentare* – Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas
V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
17 a 19 de novembro de 2020

https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/internationalernaturschutz/Dokumente/Sustainable_Consumption_Biodiversity_bf.pdf. Acesso em: 10 out. 2020.

MAPA. **Bioeconomia da floresta: a conjuntura da produção florestal não madeireira no Brasil**: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2019. Disponível em: <http://www.florestal.gov.br/documentos/publicacoes/4229-bioeconomia-da-floresta/file>. Acesso em: 14 out. 2020.

MERTENS, A. *et al.* Overcoming non-technical challenges in bioeconomy value-chain development: Learning from practice. **Journal of Cleaner Production**, v. 231, p. 10–20, set. 2019.

SILVA, M.; PEREIRA, F.; MARTINS, J. **Bioeconomia brasileira em números**. BNDES Setorial 47: BNDES, 2018. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/15383/1/BS47__Bioeconomia__FECHADO.pdf. Acesso em: 10 out. 2020.

WONGTSCHOWSKI, P. A Indústria Química Brasileira: desafios e oportunidades. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 22, n. 4, p. 605–606, 2011.

ZOLLENKOP, M.; RINN, T. **Escaping the commodity trap**. Roland Berger Consultants, Stuttgart, p. 29, 2014. Disponível em: https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/roland_berger_escaping_the_commodity_trap_20140422.pdf. Acesso em: 10 out. 2020.