

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM AGRONEGÓCIOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS**

**Caroline Conteratto**

**PERSPECTIVAS EPISTEMOLÓGICAS DO CONCEITO DE BIORREFINARIA  
PARA O DESENVOLVIMENTO DA BIOECONOMIA NO BRASIL**

**Porto Alegre**

**2020**

**Caroline Conteratto**

**PERSPECTIVAS EPISTEMOLÓGICAS DO CONCEITO DE BIORREFINARIA  
PARA O DESENVOLVIMENTO DA BIOECONOMIA NO BRASIL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócios do Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Agronegócios.

Orientador: Prof. Dr. Edson Talamini

**Porto Alegre**

**2020**

#### CIP - Catalogação na Publicação

Conteratto, Caroline  
Perspectivas epistemológicas do conceito de  
biorrefinaria para o desenvolvimento da bioeconomia no  
Brasil / Caroline Conteratto. -- 2020.  
120 f.  
Orientador: Edson Talamini.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul, Centro de Estudos e Pesquisas em  
Agronegócios, Programa de Pós-Graduação em  
Agronegócios, Porto Alegre, BR-RS, 2020.

1. Biorrefinaria. 2. Bioeconomia. 3. Transição  
Sociotécnica. 4. Epistemologia. 5. Conceito. I.  
Talamini, Edson, orient. II. Título.

**Caroline Conteratto**

**PERSPECTIVAS EPISTEMOLÓGICAS DO CONCEITO DE BIORREFINARIA  
PARA O DESENVOLVIMENTO DA BIOECONOMIA NO BRASIL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócios do Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Agronegócios.

Orientador: Prof. Dr. Edson Talamini

Aprovada em: 20/02/2020

**BANCA EXAMINADORA**

Dra. Letícia de Oliveira - UFRGS

Dr. Felipe Dalzotto Artuzo - INBBIO

Dr. Omar Inácio Benedetti dos Santos - INBBIO

**Porto Alegre**

**2020**

*Aos meus amados pais, Marirosa e Odacir;  
Aos meus estimados irmãos, Quelin e Vitor;  
Aos meus queridos sobrinhos, Carlos Henrique, Amanda e Ângela.*

## AGRADECIMENTOS

Nessa caminhada contei com o apoio de pessoas muito especiais e ainda conheci algumas pessoas que fizeram a diferença em minha vida e foram meus grandes incentivadores. Durante o mestrado tive a sorte de contar com essas pessoas humildes e queridas, os quais recorri inúmeras vezes solicitando ajuda. Aqui expresso minha gratidão:

A Deus pela vida, pela sua fidelidade e pela força que me concede, principalmente nesse momento de minha vida.

Agradeço a minha família, meus pais Marirosa e Odacir, que me incentivaram a continuar na academia. Aos meus irmãos Quelin e Vitor pelo carinho e pela serenidade, e pelos momentos que me motivaram mesmo longe. Da mesma forma, agradeço aos meus sobrinhos Carlos Henrique, Amanda e Ângela pela doçura e por compreenderem minha ausência. Minha eterna gratidão por proporcionarem a realização desse objetivo.

Ao meu irmão do coração Cassiano Sawaris por ser meu grande incentivador e amigo de todas as horas.

A minha professora e amiga Tanice Andreatta, que na minha graduação me incentivou a continuar na academia, minha gratidão por sua humildade e seu grande coração.

Aos professores do Centro de Estudos e Pesquisa em Agronegócios, em especial ao meu orientador professor Edson Talamini pelas orientações acadêmicas e de vida. Sou muito grata pela paciência, serenidade, pelos conselhos e pela ajuda no desenvolvimento da pesquisa em todas as etapas. Obrigada professor Edson pela bondade e por tudo o que me ensinastes.

Agradeço ao professor Homero Dewes pelos seus ensinamentos acadêmicos e cotidianos, pelo seu entusiasmo em transmitir o conhecimento, pela sua conduta e por todo o apoio que recebi durante o mestrado.

Ao meu amigo e colega Felipe Dalzotto Artuzo pela motivação, pelo auxílio, troca de ideias e pela ajuda na análise estatística.

A Débora Mara Corrêa de Azevedo por ser uma pessoa amiga, dedicada e leve, que sorrindo sempre me auxiliou com suas gentilezas.

Aos amigos que fiz durante o mestrado, especialmente Daiane, Eluado, Felipe e Gabrielli, agradeço o carinho, pelos momentos em que dividimos angústias e pelos momentos agradáveis de conversas e comemorações. Vocês fizeram meus dias mais alegres em Porto Alegre.

Ao Núcleo de Estudos em Bioeconomia Aplicada ao Agronegócio pelas reuniões, troca

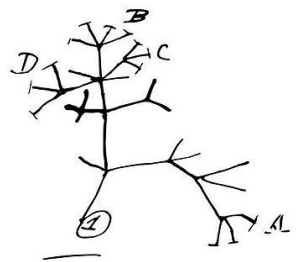
de ideias e auxílio no desenvolvimento da pesquisa.

Agradeço ao pesquisador Alessio Pruneddu da York University por disponibilizar o software para que fosse possível a coleta dos dados da pesquisa.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo apoio financeiro.

E por fim, agradeço aos especialistas do governo, academia e da indústria que contribuíram com a pesquisa.

*I think*



Darwin

*“Nada é permanente, exceto a mudança.”*  
Heráclito



## RESUMO

O aumento da população mundial, juntamente com a mudança no estilo de vida, levou a mudanças no padrão e no consumo de materiais e energia. Atualmente, o petróleo é uma matéria-prima básica para a produção da maioria dos combustíveis e produtos químicos. Porém, o seu rápido esgotamento cria uma pressão sobre a indústria. Juntamente com isso, existem evidências de que as emissões de gases de efeito estufa decorrentes da combustão de combustíveis fósseis, e as mudanças no uso da terra, estão impactando no clima do planeta. Nesse contexto, houve um interesse considerável em encontrar alternativas consideradas renovável e sustentável e assim uma mudança para a bioeconomia. As biorrefinarias são novos tipos de configurações tecnológicas que podem produzir os elementos básicos necessários à bioeconomia uma vez que pesquisadores destacam a biorrefinaria como a personificação da bioeconomia e outros a sublinham como o elemento principal para a transição sociotécnica de economias de base fóssil para a economias de base biológica. O desenvolvimento de pesquisas relacionadas às biorrefinarias está em desenvolvimento, porém, é complexo. No eixo das políticas públicas, os formuladores necessitam cada vez mais de aproximações com as demandas sociotécnicas sustentáveis. A compreensão desses aspectos, pode desenvolver redes conhecimento e apoiar as investigações dos modelos de governança atuais e futuros, como é o caso da transição sociotécnica para a bioeconomia. Nesse sentido, um novo olhar em relação ao entendimento de biorrefinaria torna-se pertinente a fim de abrir novas discussões entre os especialistas do governo, academia e indústria. Nesse estudo, foram revisadas as definições da terminologia biorrefinaria, classificadas em três grupos, conceitos direcionados aos insumo, conceitos direcionados aos processos e conceitos direcionados aos bioprodutos. Ainda construiu-se um conceito mais amplo a partir do estudo epistemológico do prefixo “bio” + o radical “refino”, a terminologia biorrefinaria pode ser entendida como: *Um processo físico e/ou químico e/ou biológico, que purifica e/ou separa elementos constituintes de ativos biológicos dos reinos monera, protista, plantae, animalia e fungi, oriundos do ambiente terrestre ou oceânico, em bioprodutos para o uso final ou que sirvam de matéria-prima para outros bioprodutos.* Posteriormente por meio da Metodologia Q, foram submetidas 45 narrativas, apresentando elementos do conceito de biorrefinaria da literatura, do conceito proposto e elementos parciais (do conceito proposto e da literatura). Participaram do estudo 36 especialistas do governo, academia e a indústria. Nos resultados, foram extraídos 8 fatores que respondem por 63,35% da variação total. Os elementos dos três grupos se dividiram entre os fatores extraídos. Os especialistas ponderaram 44,35% das narrativas pertencentes ao conjunto de narrativas que apresentam elementos do conceito proposto, sendo que o grupo das narrativas parciais e da literatura ficaram, respectivamente, com 16,98% e 38,67%. Esse fato evidencia uma aceitabilidade pelos agentes dos diferentes setores em introduzir novos elementos, provenientes dos ativos biológicos, no entendimento do conceito de biorrefinaria. A compreensão e introdução dos elementos que compreendem o novo conceito podem possibilitar incentivos para implementação de novas biorrefinarias ou a expansão das já existentes e que não são consideradas como tal. Assim, pensando na importância do desenvolvimento da bioeconomia no Brasil, a ação de incentivar novas oportunidades de cadeia de valor, usufruindo da biodiversidade brasileira, na implementação de novas biorrefinarias, é uma possibilidade e alternativa que precisa ser melhor explorada.

**Palavras-chave:** Transições Sociotécnicas, Bioeconomia Biorrefinaria, Epistemologia, Metodologia Q.

## ABSTRACT

The increase in the world population, together with the change in lifestyle, has led to changes in the pattern and consumption of materials and energy. Currently, oil is a basic raw material for the production of most fuels and chemicals. However, its rapid exhaustion creates pressure on the industry. Along with this, there is evidence that greenhouse gas emissions from the combustion of fossil fuels, and changes in land use, are impacting the planet's climate. In this context, there was considerable interest in finding alternatives considered renewable and sustainable and thus a shift to the bioeconomy. Biorefineries are new types of technological configurations that can produce the basic elements necessary for the bioeconomy as researchers highlight biorefinery as the personification of bioeconomics and others emphasize it as the main element for the socio-technical transition from fossil-based economies to economies of biological basis. The development of research related to biorefineries is under development, however, it is complex. In terms of public policies, formulators increasingly need approximations with sustainable socio-technical demands. Understanding these aspects can develop knowledge networks and support investigations of current and future governance models, such as the socio-technical transition to the bioeconomy. In this sense, a new look in relation to the understanding of biorefinery becomes pertinent in order to open new discussions between specialists from the government, academia and industry. In this study, the definitions of biorefinery terminology were revised, classified into three groups, concepts directed to input, concepts directed to processes and concepts directed to bioproducts. A broader concept was also built from the epistemological study of the prefix “bio” + the radical “refining”, the biorefinery terminology can be understood as: A physical and / or chemical and / or biological process, which purifies and / or separates elements constituting biological assets from the kingdoms monera, protista, plantae, animalia and fungi, from the terrestrial or oceanic environment, in bioproducts for final use or that serve as raw material for other bioproducts. Subsequently, through the Q Methodology, 45 narratives were submitted, presenting elements of the biorefinery concept of literature, of the proposed concept and partial elements (of the proposed concept and of literature). 36 experts from the government, academia and industry participated in the study. In the results, 8 factors were extracted, which account for 63.35% of the total variation. The elements of the three groups were divided between the factors extracted. The experts weighed 44.35% of the narratives belonging to the set of narratives that present elements of the proposed concept, with the group of partial narratives and literature being, respectively, 16.98% and 38.67%. This fact shows an acceptability by agents from different sectors to introduce new elements, coming from biological assets, in the understanding of the concept of biorefinery. The understanding and introduction of the elements that comprise the new concept can provide incentives for the implementation of new biorefineries or the expansion of existing ones, which are not considered as such. Thus, considering the importance of the development of the bioeconomy in Brazil, the action of encouraging new opportunities in the value chain, taking advantage of Brazilian biodiversity, in the implementation of new biorefineries, is a possibility and alternative that needs to be better explored.

**Keywords:** Sociotechnical Transitions, Bioeconomics Biorefinery, Epistemology, Q Methodology.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

<b>Figura 1</b> - Etapas do estudo .....	22
------------------------------------------	----

### CAPÍTULO 3

<b>Figura 1</b> - Esquema da biorrefinaria com base nos conceitos e definições .....	35
<b>Figura 2</b> – Etapas da construção do conceito de biorrefinaria.....	35
<b>Figura 3</b> - Esquema da biorrefinaria com base nos conceitos e definições epistemológicas ..	51

### CAPÍTULO 4

<b>Figura 1</b> – Matriz de ponderação para o Q-sort.....	73
<b>Figura 2</b> - Narrativas que foram ponderadas com a notas -4.....	80
<b>Figura 3</b> – Narrativas ponderadas com nota +4.....	80

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 4

<b>Tabela 1:</b> Comparação das médias das narrativas segundo a Indústria, Governo e Academia.....	76
<b>Tabela 2:</b> Comparação das médias das notas dos especialistas para os grupos de narrativas.	78
<b>Tabela 3:</b> Matriz fatorial das visões dos especialistas sobre as narrativas relacionadas ao conceito de biorrefinaria.....	81

## LISTA DE QUADROS

### CAPÍTULO 3

<b>Quadro 1:</b> Conceitos e narrativas de biorrefinaria relacionados aos insumos .....	36
<b>Quadro 2:</b> Conceitos e narrativas de biorrefinaria relacionados ao processo .....	39
<b>Quadro 3:</b> Conceitos e narrativas de biorrefinaria relacionados aos bioprodutos.....	40

### CAPÍTULO 4

<b>Quadro 1:</b> Q-sort .....	71
<b>Quadro 2:</b> Descrição das narrativas e suas respectivas cargas fatoriais associadas ao Fator 1 .....	83
<b>Quadro 3:</b> Descrição das narrativas e suas respectivas cargas fatoriais associadas ao Fator 2 .....	85
<b>Quadro 4:</b> Descrição das narrativas e suas respectivas cargas fatoriais associadas ao Fator 3.....	86
<b>Quadro 5:</b> Descrição das narrativas e suas respectivas cargas fatoriais associadas ao Fator 4.....	87
<b>Quadro 6:</b> Descrição das narrativas e suas respectivas cargas fatoriais associadas ao Fator 5.....	87
<b>Quadro 7:</b> Descrição das narrativas e suas respectivas cargas fatoriais associadas ao Fator 6.....	88
<b>Quadro 8:</b> Descrição das narrativas e suas respectivas cargas fatoriais associadas ao Fator 7.....	89
<b>Quadro 9:</b> Descrição das narrativas e suas respectivas cargas fatoriais associadas ao Fator 8.....	90

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**ANP** - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

**BNDES** - Banco Nacional do Desenvolvimento

**DOE** - *Department of Energy*

**EMBRAPA** – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

**IEA** - *International Energy Agency*

**EU** - *European Union*

**IHDP** - *International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change*

**MAPA** - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

**MME** - Ministério de Minas e Energia

**NREL** - *American National Renewable Energy Laboratory*

**OCDE** - *Organisation for Economic Co-operation and Development*

**WCRP** - *World Climate Research Program*

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO .....</b>	<b>18</b>
<b>1. CONTEXTUALIZAÇÃO .....</b>	<b>18</b>
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA.....	20
1.2 OBJETIVO GERAL .....	20
<b>1.2.1 Objetivos específicos.....</b>	<b>20</b>
1.3 JUSTIFICATIVA .....	21
1.4 ESTRUTURA.....	22
<b>CAPÍTULO 2 - BIOECONOMIA: UMA TRANSIÇÃO SOCIOTÉCNICA .....</b>	<b>25</b>
<b>1. REVOLUÇÕES NO CURSO DA HUMANIDADE.....</b>	<b>25</b>
<b>2. TRANSIÇÕES SOCIOTÉCNICAS E AS IMPLICAÇÕES NA HISTÓRIA DA HUMANIDADE.....</b>	<b>26</b>
<b>3. ESTUDOS SOBRE TRANSIÇÕES SOCIOTÉCNICAS SUSTENTÁVEIS.....</b>	<b>28</b>
<b>4. A GOVERNANÇA NAS TRANSIÇÕES SOCIOTÉCNICAS .....</b>	<b>30</b>
<b>5. BIOECONOMIA MULTIFACETADA: COMO ELA É ENUNCIADA NA LITERATURA .....</b>	<b>31</b>
<b>CAPÍTULO 3 - ASPECTOS EPISTEMOLÓGICOS DA EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE BIORREFINARIA: PROPOSIÇÃO DE UM NOVO CONCEITO.....</b>	<b>333</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>33</b>
<b>2. METODOLOGIA.....</b>	<b>34</b>
<b>3. RESULTADOS .....</b>	<b>37</b>
3.1 CONCEITOS DE BIORREFINARIA .....	37
<b>3.1.1 Insumos.....</b>	<b>37</b>
<b>3.1.2 Processos.....</b>	<b>39</b>
<b>3.1.3 Bioprodutos .....</b>	<b>40</b>
3.2 EPISTEMOLOGIA: RECONSTRUÇÃO TERMINOLÓGICA DE BIORREFINARIA ..	41
<b>3.2.1 Bio .....</b>	<b>42</b>

3.2.1.1 Teorias modernas para a origem da vida .....	45
3.2.1.2 Teoria de Oparin e Haldane para a origem da vida .....	45
3.2.1.3 Resultados hidrotérmicos como origem da vida .....	46
3.2.1.4 RNA: A origem do modelo de informação e sua replicação .....	47
3.2.1.5 Recriar as condições sob as quais a vida se originou .....	48
3.2.1.6 Origem da vida e os reinos da vida .....	49
<b>3.2.2 Refino .....</b>	<b>50</b>
<b>3.2.3 Tipo de biorrefinarias e seus ativos .....</b>	<b>51</b>
<b>4. DISCUSSÃO .....</b>	<b>52</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>55</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>57</b>

#### **CAPÍTULO 4 - PERSPECTIVAS DOS ESPECIALISTAS ACERCA DO CONCEITO DE BIORREFINARIA .....**

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>68</b>
<b>2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>70</b>
2.1 METODOLOGIA Q .....	70
2.1.1 Concourse e Q-sample .....	71
2.1.2 P-set .....	73
2.1.3 Análise e interpretação .....	74
<b>3. RESULTADOS .....</b>	<b>75</b>
3.1 VISÕES DO GOVERNO, DA ACADEMIA E INDÚSTRIA EM RELAÇÃO AO CONCEITO DE BIORREFINARIA .....	76
3.2 VISÕES INDIVIDUAIS DOS ESPECIALISTAS EM RELAÇÃO AO CONCEITO DE BIORREFINARIA .....	78
3.3 PONDERAÇÕES EXTREMAS .....	80
3.4 ANÁLISE FATORIAL: DESCRIÇÃO DOS FATORES .....	81
3.4.1 Fator 1 - Cadeias biológicas de valor .....	83
3.4.2 Fator 2 - Modelo econômico bioecológico .....	84
3.4.3 Fator 3 - Base da segurança energética .....	85
3.4.4 Fator 4 - Instrumento da economia circular .....	87
3.4.5 Fator 5 - Ativos biológicos de interesse industrial .....	88



<b>3.4.6 Fator 6 - Redes de conhecimento .....</b>	<b>89</b>
<b>3.4.7 Fator 7 - Químicos renováveis .....</b>	<b>89</b>
<b>3.4.8 Fator 8 - Planta industrial.....</b>	<b>90</b>
<b>4. DISCUSSÃO .....</b>	<b>90</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>92</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>93</b>
<b>CAPÍTULO 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>99</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>100</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>112</b>
APÊNDICE A.....	114
APÊNDICE B .....	116
APÊNDICE C .....	117
APÊNDICE D.....	119
APÊNDICE E .....	121

# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

### 1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A preocupação da sociedade com as questões ambientais aumentou nas últimas décadas (LANDRY et al., 2018; HELM et al., 2018). O crescente consumo de combustíveis fósseis, em sua maioria derivados do petróleo, tem sido questionado (COVERT, GREENSTONE e KNITTE, 2016). Esse fato deve-se, principalmente, ao contexto de sua sustentabilidade ambiental, energética e material de longo prazo. Nos últimos anos, tem havido inúmeras discussões globais sobre a necessidade de políticas relacionadas ao uso de recursos naturais e as mudanças climáticas, visando implementar soluções novas e alternativas para responder a essas preocupações (SEIDL et al., 2017; CHAPMAN, LICKEL e MARKOWITZ, 2017; WIEDEMANN, MCGAHAN e MURPHY, 2017; LOMBORG, 2018).

Aliado a isso, foi aprovada na Agenda 21 para o desenvolvimento sustentável, pontos de políticas fundamentais relacionadas as mudanças climáticas e a manutenção e gestão de recursos (LAVALL e OLSSON, 2019). Nesse caso, a busca por novas soluções, a fim de diminuir o rápido consumo atual de recursos fósseis não renováveis (petróleo, gás natural, carvão, minerais) e a mitigação das mudanças climáticas. Embora a economia de energia possa basear-se em inúmeras matérias-primas alternativas (vento, sol, água, biomassa, fissão e fusão nuclear) (HIDALGO, 2019), ainda depende, principalmente, da biomassa, em particular, da biomassa vegetal (YAMAKAWA, QIN e MUSSATTO, 2018). No Brasil, por exemplo, é no contexto da utilização da biomassa que tem sido dado impulso a eficiência energética e material, ocasionando a promoção das biorrefinarias (LAP et al., 2019).

As biorrefinarias são elementos importantes para uma economia sustentável (BUDZIANOWSKI e POSTAWA, 2016). Analogamente às refinarias de petróleo, as biorrefinarias convertem a biomassa em combustíveis, energia, calor e produtos químicos de valor agregado (BHUYAN et al., 2019). O termo biorrefinaria é amplamente discutido, tendo inúmeras definições (FERREIRA, 2017). Cientistas e instituições criaram diferentes definições ao longo do tempo, porém, poucas diferenças são encontradas nessas definições.

A *American National Renewable Energy Laboratory* define as biorrefinarias como o conjunto de indústrias que convertem a biomassa em bioprodutos, como: combustíveis, energia ou produtos químicos (NREL, 2008). Além disso, segundo *IEA Bioenergy* (2010), as

biorrefinarias são definidas como sendo o processamento sustentável de biomassa em um espectro de produtos comercializáveis (alimentos, rações, materiais, químicos) e/ou energia (combustíveis, eletricidade, calor). Por fim, Vaz Junior (2014) aponta que o conceito de biorrefinaria ainda é algo recente, porém, tem um objetivo muito interessante que é o substituir produtos e processos baseados em fontes de matérias-primas não renováveis, por produtos e processos que utilizem a biomassa como matéria-prima. Ressalta-se, que a principal diferença entre os três conceitos é que o primeiro está relacionado as indústrias, o segundo inclui, também, os processos e o terceiro os insumos.

Em 2012, a União Europeia publicou sua “Estratégia de Bioeconomia”, destacando os benefícios da bioeconomia e reconhecendo o seu potencial para enfrentar desafios futuros, incluindo mitigação climática, deslocamento de fósseis e alimentos para uma população em crescimento (PATERMANN, e AGUILAR, 2018). Nesse contexto de sustentabilidade surgem ainda mais oportunidades para o desenvolvimento das biorrefinarias.

Porém, como ocorre na definição de biorrefinaria, o termo bioeconomia também é compreendido de diferentes formas. Vivien et al. (2019) apontam três visões de bioeconomia. A primeira relacionada a uma economia ecológica compatível com a biosfera. A segunda como uma economia baseada na ciência e impulsionada pela biotecnologia industrial, com foco nos processos. E, por fim, a terceira como sendo uma economia baseada em biomassa, com foco nos insumos.

No entanto, é destacado que, indiferentemente do conceito utilizado, o termo bioeconomia está no topo da agenda política de muitos países. As biorrefinarias estão sendo identificadas como sendo fornecedoras dos componentes necessários para a bioeconomia (BOZELL, 2008; NÄYHÄ e PESONEN, 2014). Para alguns autores, a implementação da bioeconomia busca a transformação sociotécnica que permitiria a substituição de insumos não renováveis, químicos e energéticos em sistemas industriais por recursos renováveis (D'AMATO et al., 2017; BUGGE, HANSEN e KLITKOU, 2016). Isso reserva um papel de destaque para as biorrefinarias e o desenvolvimento da bioeconomia dos países.

Porém, inicialmente, parece ser evidente que o conceito de biorrefinaria assume uma pluralidade. No entanto, várias possibilidades de biorrefinarias podem estar sendo excluídas com os conceitos que são atualmente empregados. Nesse caso, é necessário compreender epistemologicamente o que é biorrefinaria, interpretando “bio” e “refinaria”. O entendimento de biorrefinaria poderá incluir inúmeras possibilidades que hoje são negligenciadas.

## 1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Ao longo dos anos, as pesquisas têm apontado inúmeros caminhos para a solução dos problemas sociais e ambientais do nosso modelo de sociedade. Dentre essas linhas de pesquisa encontra-se a bioeconomia. Como mencionado anteriormente, são apontados três linhas de propostas de bioeconomia. Existe a abordagem que considera os limites da terra em relação ao consumo dos recursos naturais. Porém, essa visão é considerada radical, pois é necessário projetar um crescimento econômico em uma velocidade menor. Nesse caso, acaba sendo menos atraente para governos e indústrias (BENEDETTI, 2019).

A segunda linha é baseada na busca por soluções tecnológicas, sendo a biotecnologia (tecnologia) o centro de estratégia. Por fim, a terceira forma de entender a bioeconomia é considerar as fontes biológicas de recursos. Nesse caso, a substituição de fontes fósseis por biomassa. Neste último, tem-se as biorrefinarias como a representação de uma proposta de ação.

No entanto, pesquisadores, principalmente da área de biotecnologia, vem desenvolvendo inovações tecnológicas em processos que permitem o uso de novos insumos, a fim de produzir novos materiais e produtos ou alterar os processos já existentes. Alinhado a isso, diversas organizações (como as *startups* e a academia) vêm desenvolvendo mercados potenciais em torno dos ativos biológicos.

Nesse sentido, tanto a academia, quanto a indústria, vem buscando novas alternativas a fim de se encaixar nas premissas da bioeconomia. A academia tem assumido pesquisas, por exemplo, nas áreas de biologia, biologia sintética, bioquímica, engenharia de bioprocessos, biotecnologia, para identificar novas fontes de insumos, processos e bioprodutos renováveis e de interesse industrial (LEWANDOWSKI et al., 2019). A indústria, por sua vez, assume o papel de colocar no mercado essas alternativas renováveis (UBANDO, FELIX e CHEN, 2020), e ainda de promover uma economia circular, que pode ser viabilizada via a simbiose industrial, comprometendo-se com a destinação, reutilização e eliminação dos resíduos gerados (KÜMMERER, CLARK e ZUIN, 2020).

No eixo das políticas públicas, os formuladores necessitam cada vez mais de aproximações com as demandas sociotécnicas sustentáveis. Nesse caso, a incorporação de novos elementos ao entendimento de biorrefinaria, pode auxiliá-los na promoção e desenvolvimento de novas atividades, formas de subsídio, incentivos aos modelos cooperativos, incentivos fiscais, e, sobretudo, no desenvolvimento econômico sustentável.

O Brasil, por exemplo, possui vantagens competitivas em função da sua biodiversidade.

Estima-se que a biota brasileira apresenta entre 170 e 210 mil espécies, o que corresponde a cerca de 13% da riqueza mundial (STEHMANN e SOBRAL, 2017). Destarte, pela ampla biodiversidade, pode não ser conveniente restringir ou priorizar um ou outro tipo de biorrefinaria via as políticas públicas. Como as políticas públicas são frutos de construção social e da interação de grupos de interesse, é conveniente avaliar como os *stakeholders* percebem o conceito de biorrefinaria no contexto do desenvolvimento contemporâneo da bioeconomia, avaliando, da mesma forma, as perspectivas acerca da terminologia.

Nesse contexto, entende-se que é possível fazer uso da biodiversidade na implementação de novas biorrefinarias. Apesar do Brasil possuir esse tipo de vantagens, o entendimento e a compreensão referente a biorrefinaria pode estar sendo limitados pelos agentes envolvidos nos diversos setores (governo, academia e a indústria). Tem-se como hipótese que esse fato pode estar limitando o surgimento de diversas possibilidades que se enquadrariam como sendo uma biorrefinaria. Da mesma forma, várias atividades e empreendimentos que se enquadrariam como biorrefinaria, podem estar sendo negligenciadas e não usufruindo de políticas públicas de incentivos. Nesse sentido, surge a questão de pesquisa: **O conceito de biorrefinaria percebido por especialistas dos setores público, industrial e de pesquisa se revela amplo o suficiente para potencializar o desenvolvimento da bioeconomia no Brasil?**

## 1.2 OBJETIVO GERAL

Identificar e analisar a amplitude do conceito de biorrefinaria percebida pelos especialistas do governo, indústria e academia no Brasil.

### 1.2.1 Objetivos específicos

- Identificar os conceitos de biorrefinaria adotados na literatura.
- Propor um novo conceito para a terminologia “biorrefinaria” no contexto da bioeconomia.
- Identificar as percepções dos especialistas do governo, academia e indústria acerca do conceito de biorrefinaria.
- Discutir as implicações das percepções conceituais de biorrefinaria para o desenvolvimento da bioeconomia no Brasil.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

O desenvolvimento sustentável está atrelado às alternativas de recursos renováveis a fim de reduzir o uso intensivo de recursos naturais de origem fóssil. As principais preocupações do uso intensivo de recursos fósseis são a sua finitude e os impactos nas mudanças climáticas. Nesse caso, uma mudança na utilização de recursos não renováveis para renováveis pode ser uma forma de garantir o acesso prolongado aos meios básicos de sobrevivência da humanidade, como a segurança alimentar, energética e ambiental (LOKKO et al., 2018).

A bioeconomia pode motivar as respostas aos desafios atrelados ao desenvolvimento sustentável, objetivando a mitigação das mudanças climáticas e o bem-estar social (SASSON e MALPICA, 2018). A análise de modelos econômicos abastecidos por fontes de energia, matérias-primas e produtos de base biológica renovável, pode subsidiar as decisões dos agentes do setor privado e público. Além disso, possibilita auxiliar as decisões dos formuladores de políticas, com finalidades preventivas aos desafios futuros da humanidade. Ressalta-se que as políticas públicas são influenciadas por grupos de interesse. Esses grupos irão defender seus pontos de vista. Assim, a concepção conceitual desses agentes tende a se refletir nas políticas públicas. Se há o predomínio de certa concepção conceitual de biorrefinaria, isso pode estimular o desenvolvimento assimétrico da bioeconomia no Brasil.

Destaca-se, que no Brasil, os recursos biológicos estão sendo utilizados a várias décadas, no entanto, está se desenvolvendo de maneira lenta frente a sua biodiversidade (DIAS e CARVALHO, 2017). O desenvolvimento econômico, quando relacionado com a gestão e a preservação dos recursos de base biológica, pode apresentar garantias de acesso aos elementos básicos de sobrevivência para as gerações futuras (BELL et al., 2018).

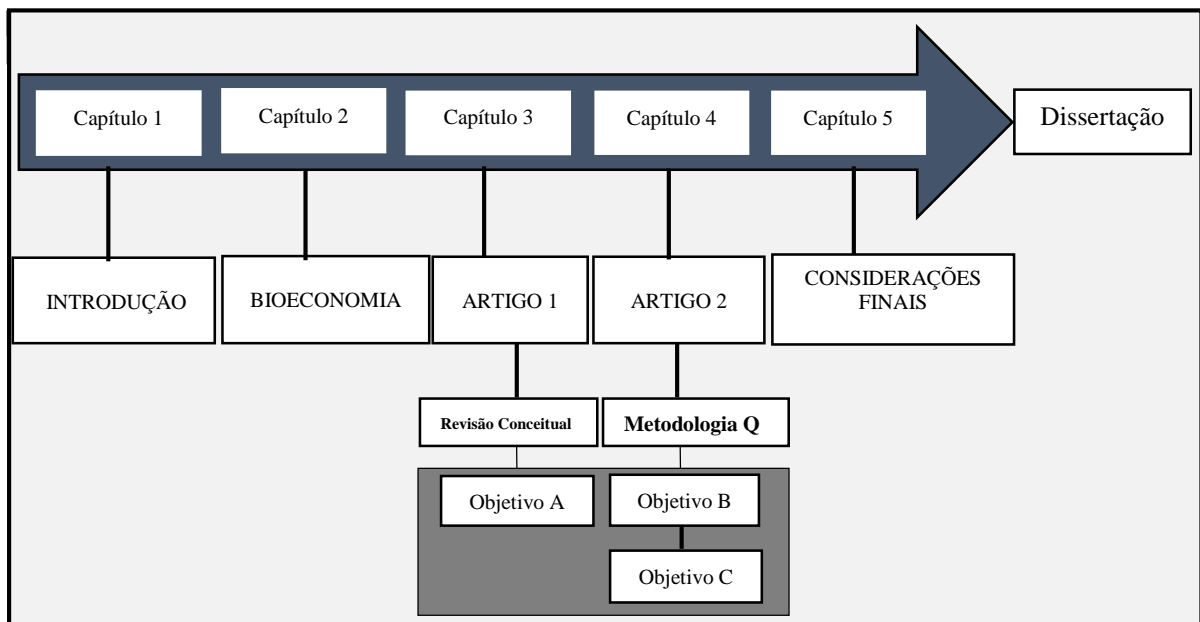
Nesse sentido, estudos sobre a otimização de recursos renováveis são importantes, de modo que, tornam-se essenciais que se desenvolvam investigações acadêmicas, do ponto de vista interdisciplinar, sobre as possíveis alternativas de desenvolvimento econômico sustentável. A bioeconomia, por sua vez, é uma estratégia que vem a corroborar com o desenvolvimento econômico sustentável, no entanto, demanda soluções inovadoras e sistemas produtivos eficientes (BELL et al., 2018; DEVANEY e HENCHION, 2018; PRIEFER, JÖRISSSEN e FRÖR, 2017).

Para Philp (2018), as biorrefinarias são a personificação física da bioeconomia. Trata-se de uma temática relevante também no contexto do agronegócio mundial, que vem atuando como provedor de ativos biológicos, que quando aliado aos interesses dos agentes setoriais

(governo, indústria e academia) e da sociedade, podem desenvolver variadas cadeias de valor (DEVANEY e HENCHION, 2018).

#### 1.4 ESTRUTURA

O presente estudo está estruturado em cinco capítulos, sendo eles interligados, convergindo para a temática central de biorrefinaria, a fim de responder ao problema de pesquisa. O Capítulo 1 refere-se à introdução. O Capítulo 2 aborda a bioeconomia como uma transição sociotécnica. Nesse caso, a mudança de refinaria para biorrefinaria seria essa transição. A biorrefinaria criaria uma interface entre os ativos tecnológicos e naturais.



**Figura 1** - Etapas do estudo

Os Capítulos 3 e 4 estão estruturados na forma de artigos. Os objetivos do Capítulo 3 são compreender os conceitos já existentes na literatura sobre biorrefinaria e, além disso, propor um novo conceito baseado na construção epistemológica das palavras “bio” e “refino”. O Capítulo 4 apresenta as visões dos especialistas acerca do conceito de biorrefinaria. Neste capítulo, por meio da Metodologia Q, os especialistas são confrontados com 45 narrativas relacionadas ao tema. As narrativas são divididas em três grupos. O primeiro grupo com os elementos relacionados ao conceito proposto. O segundo grupo com os elementos parcialmente relacionados ao conceito proposto.

Por fim, o terceiro grupo com os elementos dos conceitos de biorrefinaria apontados na

literatura. Assim, é possível analisar se os especialistas são adeptos aos elementos do conceito proposto (validando) ou dos elementos usualmente adotados na literatura relacionado a biorrefinaria. Por fim, no Capítulo 5 será apresentada as considerações finais da dissertação.



## CAPÍTULO 2

### BIOECONOMIA: UMA TRANSIÇÃO SOCIOTÉCNICA

#### 1. REVOLUÇÕES NO CURSO DA HUMANIDADE

A humanidade, no decorrer da sua existência, passou por diversos períodos de transição. Para realçar algumas dessas mudanças, ou ainda, como são enunciadas na literatura – revoluções; o *homo sapiens* passou a se desenvolver e a desenvolver seu meio de acordo com suas capacidades e a aplicação de novas técnicas. A este respeito, Harari (2015), Silva (2015), Veiga (2019), Hasse e Flanagan (2020) dentre outros pesquisadores, evidenciam essas transformações que ocorreram na humanidade no curso de sua história.

A revolução cognitiva iniciou há 70 mil anos. Surgiu com a linguagem ficcional, como o começo da história, marcado pelo desenvolvimento dos *sapiens*. Desde que apareceram os recursos biológicos e as culturas, nunca pararam seu desenvolvimento, e essas alterações é o que se denomina de história. A revolução cognitiva é, portanto, o período em que as narrativas históricas sobrepõem as narrativas biológicas, a entender que a espécie humana era pertencente ao reino da biologia (HARARI, 2015). Nesse sentido, o resumo da relação entre a biologia e a história após a revolução cognitiva, evidencia que a biologia estabelece os parâmetros básicos para o comportamento e as capacidades do *homo sapiens* e que toda a história acontece dentro dos limites dessa arena biológica (MILLER, 2003; SILVA, 2015).

A revolução agrícola, ocorrida a 12 milênios, foi demarcada como o momento em que os *sapiens* começaram a dedicar esforços para a manipulação da vida de algumas espécies de plantas e animais. E ao dedicar tempo para as sementeiras e a alimentação dos animais, assim como o cuidado com as ervas daninhas, eles passaram a ter um maior fornecimento de alimentos, e do amanhecer ao entardecer esse trabalho era a maneira que os humanos viviam naquela era (HARARI, 2015).

A revolução científica, por sua vez, foi o período em que a humanidade adquiriu grandes capacidades por meio do investimento em pesquisas científicas. Essa revolução ocorreu porque os humanos passaram a acreditar que suas capacidades poderiam ser aumentadas (HASSE e FLANAGAN, 2020). Por meio de comprovações empíricas, inicia-se um ciclo de retroalimentação da revolução científica, em que a ciência, política e economia começam a se relacionar. Para tanto, o poder e os recursos provenientes da política e da economia começaram uma troca com a pesquisa científica; e esta fornece novas capacidades, que podem ser usadas,

por exemplo, para gerar novos recursos (HARARI, 2015; FISCHER-KOWALSKI et al., 2018).

A revolução industrial, por sua vez, abriu novos caminhos na conversão de bens e energia, estimulando uma revolução permanente. Período este, em que a humanidade se desmembrou dos ecossistemas e passou a se interessar unicamente no atendimento das necessidades do *homo sapiens*, sem se preocupar com a destruição de seus habitats e a extinção de espécies (HARARI, 2015), momento esse, em que o *homo sapiens* passou a considerar o planeta um shopping center de plástico e concreto. Dessa forma, ao dominar o mundo, o *homo sapiens* passou a ameaçar a sua própria sobrevivência através da degradação ecológica (HASSE e FLANAGAN, 2020; VEIGA, 2019).

## **2. TRANSIÇÕES SOCIOTÉCNICAS E AS IMPLICAÇÕES NA HISTÓRIA DA HUMANIDADE**

Quando nos deparamos com várias revoluções no decorrer da história da humanidade, podemos de forma ousada dizer que estamos transitando para uma revolução em que a economia será sustentada de forma biológica. Destarte, a transição de economias de base fóssil para economias de base biológica deve, por conseguinte, promover a dinamização dessa revolução via o desenvolvimento sustentável (CHENG et al., 2018; FIORENTINO, ZUCARO e ULGIATI, 2019; SCHANDL et al., 2016). Os estudos dessas transições da humanidade podem desempenhar um importante papel, uma vez que pode gerar a criação de novas perspectivas, abordagens, e auxiliar no desenvolvimento sustentável da sociedade (PAPACHRISTOS, 2014a; KÖHLER et al., 2019).

Na literatura, encontramos registros de distintos períodos da história em que ocorreram algumas transições significativas, como por exemplo, no uso das fontes de energia. Neste contexto, Perez (2004), Talamini (2008), Philp (2018) e Shih (2018), elencam alguns dos principais eventos de transição, sendo a Revolução Industrial durante o século XVIII, um dos primeiros e principais eventos. Este, iniciado na Inglaterra, e elencado como o período em que ocorreu a substituição da energia baseada na queima de biomassa (lenha) para o carvão mineral dando impulso ao advento da industrialização. Em seguida, durante o século XIX, nos Estados Unidos, o vapor proveniente do carvão mineral, foi substituído pelo petróleo, em decorrência da produção em massa de veículos automobilísticos e das malhas ferroviárias que estavam em plena ascensão. Uma terceira revolução tecnológica se desencadeou por volta de 1875, período em que a era do aço, da eletricidade e da engenharia se desmistificava na Alemanha, Estados

Unidos e na Inglaterra. Já no século XX, a era do petróleo veio sobrepor as demais tecnologias, em que grande parte das economias se moldaram para essa base energética e material.

A indústria petroquímica, por meio das petrorefinarias, proporcionou, ao longo do último século, o processamento de energias e de materiais, como maior eficiência produtiva, assim contribuindo para o desenvolvimento econômico e humano (DANLAMI, ALIYU e DANMARAYA, 2019; SCOTT et al., 2018). Desde o início do século XX, a exploração e a diversidade de produtos derivados do petróleo, fez com que houvesse cada vez mais interesse pela *commodity* em nível global, sendo atualmente a maior fonte consumida de energia do mundo, com participação de 33% do consumo global de energia primária (VAN EYDEN et al., 2018; WACHTMEISTER, HENKE e HÖÖK, 2018). As petrorefinarias, por meio de diversos processos químicos, conseguem extrair da mistura de hidrocarbonetos do petróleo bruto, derivados como, o nafta, querosene, gasolina, gás para aquecimento, óleo combustível, óleo lubrificante, polímeros para a indústria de plásticos, e ainda com seus resíduos pode-se extrair mais compostos para a fabricação de outros produtos (ANP, 2019).

Com o crescimento econômico, as economias passaram a demandar um maior uso de recursos naturais, o qual, pode ameaçar a integridade dos ecossistemas e a estabilidade das economias (CHENG et al., 2018; STERN, 2011). Portanto, o uso eficiente dos recursos naturais e o desenvolvimento econômico sustentável tornam-se fatores essenciais para a manutenção do atendimento das necessidades humanas (GHISELLINI, CIALANI e ULGIATI, 2016a). Em diversos estudos o crescimento econômico é tratado como uma das principais consequências para o aumento das emissões de gases de efeito estufa (GEE), em decorrência da modernização e desenvolvimento do bem-estar dos indivíduos, uma vez que o motor das economias de energia fóssil e petroquímica estão associadas a subsídios gigantescos. No entanto, as aspirações da bioeconomia, para as gerações futuras, como é o caso da garantia de recursos naturais, necessitam conciliar as necessidades sociais, econômicas e ambientais (APERGIS e PAYNE, 2011; FISCHER-KOWALSKI et al., 2019; HABLA, 2018; LIU e HAO, 2018; SHAFIEE et al., 2019).

Na década de 1970, as crises do petróleo e a volatilidade dos preços promoveram graves recessões econômicas, aliado ao início das preocupações com o aquecimento global, perdas na agricultura, ameaças à biodiversidade, expansão das ocorrências das doenças endêmicas, aumento da frequência e da intensidade de enchentes e secas e elevação do nível dos mares. Assim, evidenciando a emergência do cuidado com o meio ambiente, e a necessidade de se adotar novas fontes de energia menos poluentes e renováveis (GEORGESON, MASLIN e

POESSINOEW, 2017; PRIEFER, JÖRISSSEN e FRÖR, 2017; ROCKSTRÖM et al., 2017).

Como pode-se observar, a transição e a substituição do carvão mineral para outras fontes de energia como o petróleo, exigiu esforços de décadas. Desta mesma forma, nota-se que a transição entre o uso das energias de fontes fósseis para a energias de base biológica renováveis também deverá enfrentar vários obstáculos de adaptação, sejam eles de diversas ordens, como exemplo, as adaptações políticas e/ou técnicas (PHILP, 2018; SCHAFFARTZIK e FISCHER-KOWALSKI, 2018; WANG, ZHANG e LI, 2019). Para tanto, uma economia de base biológica, com uso de fonte de energia de recursos naturais renováveis, para muitos pesquisadores, reflete na necessidade de vantagens competitivas frente a indústria de energia fóssil, sendo mais evidentes em países em desenvolvimento (CHEN et al., 2018; DIAS e CARVALHO, 2017; DOGAN, 2016).

### **3. ESTUDOS SOBRE TRANSIÇÕES SOCIOTÉCNICAS SUSTENTÁVEIS**

Recentemente um conjunto de pesquisadores vem tratando as transições sociotécnicas da humanidade, e tem-se estabelecido uma comunidade com o objetivo de desvendar referido tema (VAN DEN BERGH, 2011). A área de estudos das transições sociotécnicas é emergente, como resalta Papachristos (2019). Em seu estudo, o autor elenca uma série de pontos do potencial dos estudos sobre transição, desde o diálogo sobre conceitos, dos termos metodológicos, de estudos de caso, dos aspectos comportamentais, e elementos do campo organizacional: como as plataformas de tecnologia, mudanças organizacionais e modelos de negócio. Em sua investigação, o autor apontou que os métodos predominantes nos estudos de transição sociotécnica são: o uso de modelagem e simulação de abordagens. Para ele, a compreensão de tais processos pode orientar as partes interessadas e guiar as transições sociais.

Estudos sobre transições sociotécnicas também vem sendo tratados em pesquisas como as de Geels (2004), Geels (2007), Geels e Schot (2007), Van Den Bergh, (2011), Geels et al. (2016a), Geels et al. (2016b) e Papachristos (2018). Estes pesquisadores se sobressaem nas publicações acerca da temática. Em suas pesquisas, os principais argumentos que se destacam, são os pressupostos ontológicos, em que há a necessidade de uma ponte entre as abordagens e os formuladores de políticas, a articulação das expectativas e visões com o desenvolvimento de processos de aprendizagem.

O avanço conceitual dos fenômenos ou objetos tem sido enfatizado no estudo de Geels e Schot (2007). Os autores descrevem que o avanço conceitual precisa ser desvendado, e o

trabalho conceitual tem sido desenvolvido principalmente em torno da retrospectiva de narrativas. Para esses pesquisadores, repensar na ontologia, ou seja, investigar o significado das narrativas é inerente aos estudos das transições. Os conceitos são tratados pelos autores como mecanismos sociais, sendo adequados para a investigação sobre transição. Na literatura acerca das transições sociotécnicas, esta questão tem sido percebida, e implica em que a ontologia deve ser repensada (GEELS et al., 2016a; GEELS et al., 2016b; PAPACHRISTOS, 2019).

Nesses estudos contemporâneos sobre as transições sociotécnicas destacam-se elementos como a articulação das expectativas e das visões, processos de aprendizagem e o desenvolvimento de redes sociais. Estes elementos quando considerados pelos agentes sociais, podem transformar informação em ação, e essas sinergias podem fornecer orientação para novos processos de aprendizagem e promovendo o suporte às tecnologias e as políticas (GEELS, 2004; GEELS, 2007; SCHOT e GEELS, 2008).

A história fornece informações valiosas para os estudos de transição. Guldi e Armitage (2014) e Pearson (2018), evidenciam que o êxito das análises que envolvem transições para o desenvolvimento sustentável, se deparam com desafios que podem ser amenizados e informados com a análise histórica. Assim, a história oferece analogias do presente, e das transições do passado, como seus modelos de governança, gerando conhecimento e apoiando investigações para o futuro.

No entanto, as investigações sobre transição sociotécnicas se deparam com um desafio. De acordo com Serman (2000), o desafio consiste em que os indivíduos possuem a tendência de construir modelos mentais, associando-os, muitas vezes, com a proximidade no tempo e no espaço, considerando em muitos casos, aos sistemas que eles estão interessados. Esses aspectos comportamentais têm que estar negociando com o significado intersubjetivo, criando descrições de realidade, com o intuito de facilitar os problemas e gerar um compromisso de ação (LANE, 1992; LANE, 1999).

O estudo sobre transição de sustentabilidade de Smith et al. (2010) questiona sobre como os processos disruptivos do regime podem ser estimulados. Para tanto, identificaram que estes estudos requerem a aplicação de técnicas de simulação e modelagem, considerando a história, através da exploração de abordagens, e dos conceitos, para que assim se possa ter uma maior compreensão desses processos pelas partes interessadas e de apoio, afim de orientar as transições sociais (PAPACHRISTOS, 2014a; HOLTZ et al., 2015; KÖHLER et al., 2018). Assim, há necessidade de uma mudança para atividades consideradas sustentáveis, ou seja, uma transição sociotécnica sustentável. Essa fronteira impõe, então, uma nova abordagem teórica: a

Bioeconomia.

#### 4. A GOVERNANÇA NAS TRANSIÇÕES SOCIOTÉCNICAS

A durabilidade da vida humana na terra passou a depender da conduta da própria espécie (VEIGA, 2019). Sugere o mesmo autor, que o conhecimento das influências exercidas pelo processo civilizador nos ecossistemas, pode permitir novos modelos de governança. Desse modo, o antropocentrismo esclarecido surge como uma alternativa para a sustentabilidade global. Para ele a grande aceleração da humanidade tornou-se um vetor para a evolução ecossistêmica, quando as agressões a biosfera, momento em que os humanos iniciaram fortes pressões nos ciclos biogeoquímicos, como por exemplo do carbono e nitrogênio.

A exemplo disso, Veiga (2019) ainda enfatiza, que um ponto importante para a manutenção da biosfera é a transição das energias fósseis para renováveis, que por sua vez, ainda é lenta, mesmo considerando que a partir de 2013 o número de instalações verdes (biorrefinarias) tenha superado as instalações marrons (petrorefinarias). Alinhado a isso, Alemanha, Cingapura e Holanda, nações as quais, são símbolos de sustentabilidade, tornam-se insuficientes para amenizar o balanço sustentável do globo. Como apontado pelo IHDP (*International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change*) e pelo WCRP (*World Climate Research Program*): “a terra se comporta como um sistema autorregulador, formado por componentes físicos, químicos, biológicos e humanos.” As interações entre estes componentes são complexas, temporais, e espaciais em múltiplas escalas. Assim, o sistema terra, através das mudanças provocadas pelo homem, se moveu para fora da sua variabilidade natural nos últimos cinco séculos.

Ainda a este respeito Georgescu-Roegen em meados da década de 70, elucidava em seus escritos, que a natureza entrópica do ambiente econômico precisa ser reconhecida. Ressalta o economista, que a humanidade tem acesso a duas fontes de energia livre - uma de estoque e uma de fluxo. A primeira consiste dos depósitos minerais nas entranhas da terra e a segunda dos fluxos de raios solares interceptados pela terra. Ele enfatiza que homem não tem controle da energia (fluxo) solar, já a fonte terrestre (estoque), nos fornece materiais de baixa entropia para fabricarmos nossos bens; em contrapartida a energia solar é a fonte primordial da terra, e de toda a vida que existe nela, depende da fotossíntese clorofiliana, direta ou indiretamente (GEORGESCU-ROEGEN, 2012).

Nesse sentido, os pesquisadores Chechin e Veiga (2010) frisam em seus estudos que a

evolução socioeconômica deve-se a compreensão do papel da inovação. Os autores destacam que a relação entre o ambiente natural e cultural são fundamentais na explicação das mudanças na economia. Para os autores o processo econômico é aberto e de grande complexidade, pois é dependente das causas externas e internas, e sua organização depende da entrada de energia livre.

Destarte, o fato de recorrer a história das transições técnicas do processo civilizatório e aos estudos das transições sociotécnicas contemporâneas, tornam-se importante para desvendar e auxiliar nos modelos de governança a serem utilizados. Assim, com a compreensão desses aspectos, pode-se extrair conhecimento e apoiar as investigações dos modelos de governança atuais e futuros, como é o caso da transição sociotécnica para a bioeconomia.

## **5. BIOECONOMIA MULTIFACETADA: COMO ELA É ENUNCIADA NA LITERATURA**

A bioeconomia é elencada por diversas lentes científicas. Por se tratar de uma área contemporânea de pesquisas, alguns estudos a retratam como o elemento da transição de uma economia de base fóssil para uma economia de base biológica, tornando-a o meio em que se sustentam os estudos de transição sociotécnica para a sustentabilidade. O estudo dos mecanismos para que isso seja possível torna-se importante. No entanto, o ponto central dessa investigação, trata a biorrefinaria como um importante mecanismo para essa transição.

O campo de estudo da biorrefinaria ainda é contemporâneo e isso se reflete em sua terminologia. A biorrefinaria não tem um conceito universal, apresentando diversas abordagens na literatura. Nesse caso, é necessário uma reconstrução terminológica., uma vez que pesquisadores destacam a biorrefinaria como a personificação da bioeconomia (PHILP, 2018) e outros a sublinham como o elemento principal para a transição sociotécnica de economias de base fóssil para a economias de base biológica (BAUER, 2018).

Para se apoiar nas vertentes da bioeconomia, esse estudo sobre biorrefinaria, se sustenta em narrativas de estudos recentes sobre bioeconomia, nos quais se enunciam visões distintas. Como se pode observar em um estudo recente de Vivien et al. (2019), a bioeconomia está assentada em três perspectivas baseadas na vida. Na bioeconomia tipo I, se elucida a visão entrópica tratada por Georgescu-Roegen; na bioeconomia tipo II, a visão da EU (*European Union*); e ainda a bioeconomia tipo III baseia-se na visão da OCDE (*Organisation for Economic Co-operation and Development*):

- Na visão de bioeconomia tipo I em que se elucida a entropia, os estudos do economista Georgescu-Roegen tratam de um modelo econômico de decrescimento<sup>1</sup>. Nessa perspectiva, o economista considera a vida em sua complexidade. Enfatiza principalmente a preservação da vida a longo prazo em função da limitação biofísica da biosfera, considerando os limites de energia e matéria e a irreversibilidade da degradação entrópica do universo. Em sua análise, a baixa entropia em um compartimento, só pode ser obtida às custas de um aumento de entropia em outra parte. Assim, o desafio da humanidade se concentra na baixa entropia de seu ambiente, no entanto, a baixa entropia é escassa. Portanto, o autor considera que a natureza entrópica do ambiente deve ser reconhecida;
- Na visão de bioeconomia tipo II, embasada na visão da OCDE, a vida se transforma em torno do aspecto molecular. Nessa visão, os elementos que compõe a vida se edificam pelas habilidades humanas e suas atividades de produção. Respectivamente, o conhecimento e as capacidades técnicas, promovem o aumento da produtividade na economia, sendo capazes de solucionar os problemas de sustentabilidade da humanidade, apontando para a revolução biotecnológica;
- A bioeconomia de tipo III alicerçada na visão da União Europeia, realça a vida a partir da disponibilidade de biomassa. Nessa perspectiva, a exploração dos recursos naturais renováveis e a biodiversidade são possibilidades de manutenção da vida.

---

<sup>1</sup> Modelo econômico criado por Georgescu-Roegen, que elucida que o desenvolvimento está condicionado ao aspecto biofísico.



### CAPÍTULO 3

## ASPECTOS EPISTEMOLÓGICOS DA EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE BIORREFINARIA: PROPOSIÇÃO DE UM NOVO CONCEITO

**Resumo:** A terminologia biorrefinaria apresenta uma amplitude conceitual. Este artigo tem por objetivo propor um conceito mais amplo a partir do estudo epistemológico do prefixo “bio” + o radical “refino”, para a terminologia biorrefinaria. Por meio de uma revisão em artigos, livros e sites, foram extraídos os conceitos da literatura que posteriormente foram classificados pelos aspectos de insumo, processos e bioprodutos. Sequente a isto o estudo epistemológico possibilitou a incorporação de elementos no conceito de biorrefinaria, tornando-o mais amplo. Os resultados apontam que a terminologia biorrefinaria pode ser entendida como: *Um processo físico e/ou químico e/ou biológico, que purifica e/ou separa elementos constituintes de ativos biológicos dos reinos monera, protista, plantae, animália e fungi, oriundos do ambiente terrestre ou oceânico, em bioprodutos para o uso final ou que sirvam de matéria-prima para outros bioprodutos.* A consideração desses compostos no conceito de biorrefinaria, pode promover incentivos por meio de políticas públicas e pavimentar o caminho para a transição sociotécnica de bioeconomia.

Palavras-chave: Epistemologia, conceito, biorrefinaria.

**Abstract:** The biorefinery terminology has a conceptual scope. This article aims to propose a broader concept from the epistemological study of the prefix "bio" + the radical "refining", for biorefinery terminology. Through a review of articles, books and websites, concepts from the literature were extracted and later classified by aspects of input, processes and bioproducts. Following this, the epistemological study enabled the incorporation of elements in the concept of biorefinery, making it broader. The results show that the biorefinery terminology can be understood as: *A physical and / or chemical and / or biological process, which purifies and / or separates constituent elements of biological assets from the kingdoms monera, protista, plantae, animália and fungi, from the environment terrestrial or oceanic, in bioproducts for final use or that serve as raw material for other bioproducts.* The consideration of these compounds in the concept of biorefinery can promote incentives through public policies and pave the way for the socio-technical transition of bioeconomics.

Keywords: Epistemology, concept, biorefinery.

## 1. INTRODUÇÃO

Alimentos, energia e materiais são as necessidades básicas dos seres humanos (PIMENTEL e PIMENTEL, 2007). As fontes de energia primária, como, por exemplo, o petróleo, o carvão e o gás natural, comparadas à energia solar disponível, são limitadas (BILDIRICI e BAKIRTAS, 2014). Historicamente, a biomassa era a principal fonte de todas as necessidades humanas, porém, os seres humanos passaram a utilizar as fontes de energia fóssil, como o petróleo, o carvão e o gás natural, a fim de aumentar o seu padrão de vida.

O carbono fóssil tornou-se a fonte química e energética dominante para a humanidade desde a revolução industrial (ZOU et al., 2016). No entanto, existe apenas uma quantidade finita de energia fóssil disponível. Usando a estimativa de tempo mais longa, levaria menos de 270 anos para esgotar completamente todo o petróleo existente na Terra (BENTLEY, 2002; DEFFEYES, 2009). Portanto, é necessário procurar alternativas ao petróleo, uma vez que a escala de tempo necessária para reciclar ou reabastecer naturalmente é na ordem de 280 milhões de anos (DEFFEYES, 2009).

O combustível fóssil é reabastecido quando ocorre uma idade carbonácea na Terra (OEHLER et al., 2009). Isso é resultado da preservação de uma grande quantidade de matéria orgânica (SEPHTON, 2005). Porém, é improvável que o alto armazenamento de carbono ocorra enquanto as formas de vida mais alta existirem (PIZZARELLO, 2006). Nesse caso, a quantidade de reservas é pequena em relação ao período de mais de 200 milhões de anos, mesmo assumindo que a humanidade possa sobreviver à era do reabastecimento fóssil (FEYGIN e SATKIN, 2004; OWEN e INDERWILDI, 2010).

Assim, os recursos petrolíferos e de energia fóssil são considerados não renováveis. A conscientização da sociedade sobre os impactos ambientais, bem como os problemas de estabilidade e sustentabilidade do suprimento de energia, tornou urgente o desenvolvimento e a implementação de produtos químicos de base biológica. A segurança energética dos países pode se beneficiar de uma base econômica derivada de ativos biológicos.

Nesse contexto, há uma necessidade de uma mudança de economia para o modelo de bioeconomia. No entanto, há divergência quanto ao entendimento de bioeconomia. Vivien et al., (2019) aponta três visões de bioeconomia. A primeira relacionada a uma economia ecológica compatível com a biosfera. A segunda como uma economia baseada na ciência e impulsionada pela biotecnologia industrial. E, por fim, a terceira como sendo uma economia baseada em biomassa. Já Befort (2020) aponta para duas bioeconomias: a orientada para

biotecnologia e a orientada para biomassa, apontando para necessidade de combinações de políticas públicas, em função das expectativas das bioeconomias. Todavia, os ativos biológicos fazem parte dos diferentes olhares voltados às bioeconomias, tendo as biorrefinarias como proposta de ação.

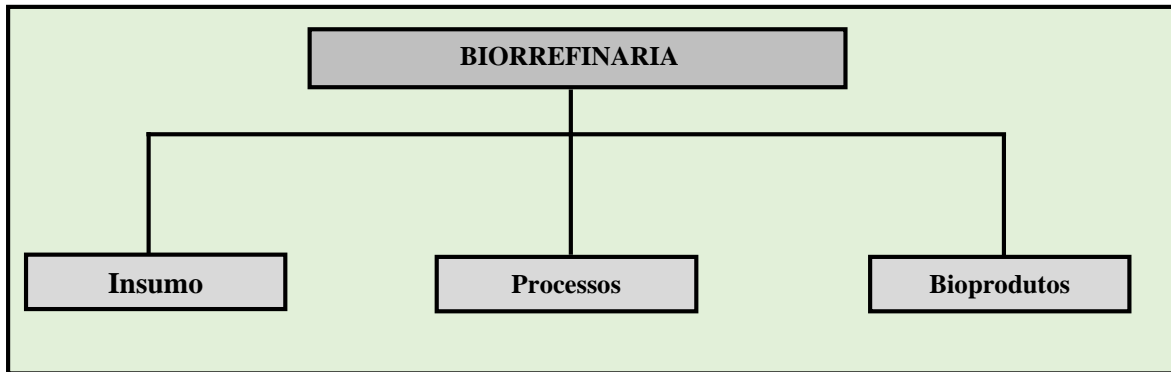
A implementação e ampliação de novas biorrefinarias passam pelo incentivo e criação de políticas públicas. Como as políticas públicas são frutos de construção social e da interação de grupos de interesse, é conveniente revisar os conceitos já estabelecidos na literatura referente a biorrefinaria.

O Brasil, por exemplo, possui vantagens competitivas em função da sua biodiversidade. Estima-se, que a biota brasileira apresenta entre 170 e 210 mil espécies, o que corresponde a cerca de 13% da riqueza mundial (STEHMANN e SOBRAL, 2017). Essas condições possibilitam fazer uso da biodiversidade para implementação de novas biorrefinarias.

Apesar do Brasil possuir esse tipo de vantagens, o entendimento e a compreensão referente a biorrefinaria pode estar sendo limitada pelos agentes envolvidos nos diversos setores (governo, academia e a indústria). Esse fato pode estar limitando o surgimento de diversas possibilidades que se enquadrariam como sendo uma biorrefinaria. Da mesma forma, várias atividades e empreendimentos que se enquadrariam como biorrefinaria, podem estar sendo negligenciadas e não usufruindo de políticas públicas de incentivos. Assim, o artigo tem por objetivo analisar a construção epistemológica do conceito de biorrefinaria, propondo um conceito que incorpore os ativos biológicos no entendimento de biorrefinaria.

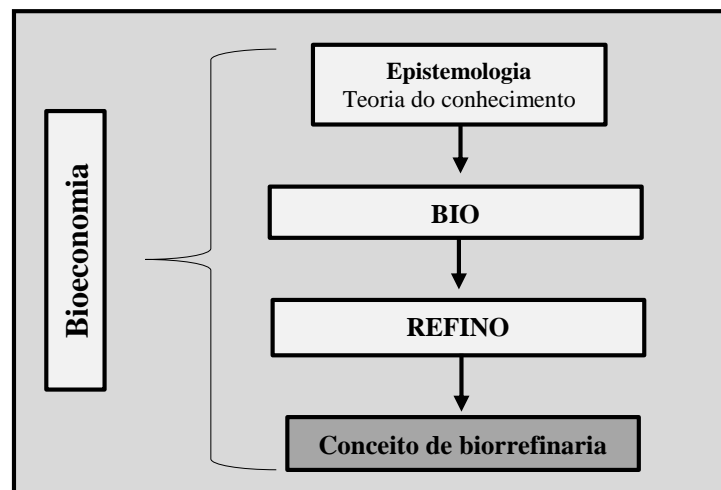
## **2. METODOLOGIA**

Para identificar as narrativas e conceitos existentes de biorrefinaria, foram feitas buscas nas bases de dados científicas *Web of Science*, *Scopus* e *Scencedirect*. Foram selecionados, 128 artigos, nove livros, além de narrativas e conceitos publicados em páginas de instituições governamentais e privadas relacionadas a temática. Em um primeiro momento, buscou-se nessas bases de dados, obter a diversidade de narrativas e conceitos sobre biorrefinaria. E a partir dessas narrativas e conceitos, foi possível categorizá-los pelos seus diferentes aspectos, que nesse caso, foram os insumos, processos e bioprodutos (Figura 1).



**Figura 1** - Esquema da biorrefinaria com base nos conceitos e definições

Em um segundo momento, nos propomos a fazer a reconstrução da terminologia. Para isso, abordagens da literatura, origem e significado de “Bio” e “refino” serão revisadas. Nesse caso, para facilitar a compreensão, serão seguidas as etapas apresentadas na Figura 2.



**Figura 2** – Etapas da construção do conceito de biorrefinaria

O detalhamento epistemológico das abordagens a respeito do prefixo “bio”, apresentam discussões diversas relacionadas às teorias da vida, que foram formuladas, aceitas e em alguns momentos refutadas ao longo do curso da humanidade, além de apresentar seus elementos e classificações. O radical “refino”, por sua vez, apresenta abordagens relacionadas aos seus processos. No entanto, esse aprofundamento científico buscou identificar quais os elementos fundamentais que compõe a terminologia, e assim propor um conceito mais amplo de biorrefinaria.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 CONCEITOS DE BIORREFINARIA

O termo biorrefinaria aparece na literatura com diferentes definições, porém, relacionados aos insumos, processos e bioprodutos. Instituições e pesquisadores elencam uma pluralidade conceitual. Observa-se que a biorrefinaria é uma área em crescimento. Especificadamente no Brasil, as primeiras narrativas e conceitos sobre biorrefinaria estão estreitamente ligados a produção de energia para transporte (LAP et al., 2019). O *boom* da biorrefinaria deu-se no setor energético, mediante investimentos em usinas de cana-de-açúcar para produção de bioetanol a partir da década de 70. Mais tarde, no início do século XXI, as usinas de moagem de soja deram sustentação as demandas do biodiesel (BNDES, 2004; EMBRAPA, 2011; RODRIGUES, 2011; ALVIM et al., 2014).

##### 3.1.1 Insumos

Os conceitos de biorrefinaria alinhados aos insumos em diversos documentos fazem menção a biomassa como principal insumo (Quadro 1). Nesse sentido, as gerações de biorrefinaria são enunciadas pela literatura tendo diferentes tipos de insumos mediante o desenvolvimento de gerações de biorrefinaria. A característica das gerações sucessivas de biorrefinaria reside no fato de revelarem um avanço no uso de insumos menos nobres para o atendimento das necessidades básicas humanas. Ou seja, fazem uso de insumos que não são utilizados na alimentação, a fim de produzir energia e/ou produtos.

**Quadro 1** - Conceitos e narrativas de biorrefinaria relacionados aos insumos

<b>Descrição</b>	<b>Autor</b>
O conceito de biorrefinaria descreve um grande complexo altamente integrado que incorpora processos individuais que convertem sinergicamente matérias-primas de biomassa em energia, biocombustíveis e produtos químicos de valor agregado.	Smith (2007)
Biorrefinarias aquáticas realizam o processamento de biomassa aquática, como as micro e macroalgas.	Ree e Annevelink (2007)
Biorrefinarias de cereais utilizam cereais como milho, trigo, e centeio para a produção de um portfólio de produtos.	Ree e Annevelink (2007)
Biorrefinarias de lignocelulose se baseiam no fracionamento de biomassa rica em lignocelulósicos para a produção de correntes intermediárias de celulose, e lignina, que podem ser posteriormente processadas para obtenção de um portfólio de produtos finais.	Ree e Annevelink (2007)
A biorrefinaria utiliza recursos de base biológica, tais como os da agricultura ou da biomassa florestal, para produção de energia e uma	Huang et al. (2008)

grande variedade de produtos químicos e materiais de base biológica, semelhante às modernas refinarias de petróleo.	
Uma biorrefinaria é uma rede de instalações que integra processos de conversão de biomassa e equipamento para a produção de biocombustíveis de transporte, alimentação e produtos químicos a partir de biomassa. Este conceito é análogo a refinaria de petróleo atual, que produz vários combustíveis e produtos do petróleo.	Cherubini (2010)
A biorrefinaria concentra-se na transformação de biorecursos e na valorização de matérias-primas biológicas, bem como sobre a criação de novas cadeias de valor. É um modo de produção em rede que identifica recursos orgânicos favoráveis para práticas agroecológicas, éticas, de risco, sustentáveis, transdisciplinar, reutilização e reciclagem.	Morrison e Cornips (2012)
Na biorrefinaria a utilização de biomassa em cascata é central, uma vez que destaca os esforços para maximizar a eficiência de utilização de biomassa.	Keegan et al. (2013)
O conceito de biorrefinaria ainda é algo recente e tem um objetivo muito interessante que é substituir produtos e processos baseados em fontes de matérias-primas não renováveis, por produtos e processos que utilizem a biomassa como matéria-prima.	Vaz Junior (2014)
Uma biorrefinaria de inseto corresponde a uma tecnologia integrada que permite a valorização de biomassa através da sua bioconversão por insetos, que foram criados de acordo com tecnologias específicas e eficientes, seguido por sua transformação em valiosos ingredientes.	Azagoh, Hubert e Mezdour (2015)
Biorrefinarias verdes são sistemas de multiprodutos, que utilizam a biomassa verde como matéria-prima abundante e versátil para a fabricação de produtos industriais.	Rahman et al. (2015)
A biorrefinaria visa a utilização e a disponibilidade de recursos da biodiversidade, e a gestão de resíduos. Minimizar a produção de resíduos orgânicos ao longo da cadeia de valor é uma preocupação central, e a produção de resíduos, que não podem ser evitadas, é um importante contributo para a produção de energia renovável.	Bugge, Hansen e Klitkou (2016)
Biorrefinarias de resíduos se desenvolvem nos países em desenvolvimento e podem proporcionar a geração de energia, poupança, novas empresas e consequente criação de aterros sanitários, economia de custos, redução de emissões de GEE, e economia de recursos naturais da terra, solo e águas subterrâneas.	Nizami et al. (2017)
As biorrefinarias verdes são sistemas complexos baseados em tecnologia ecológica que utiliza materiais de fontes renováveis e materiais naturais como a biomassa verde e resíduos, focando na utilização da terra regional sustentável.	Sadhukhan et al. (2018)
Na biorrefinaria a biomassa é uma matéria-prima versátil com base em diferentes compostos com potencial para obter um espectro considerável de produtos.	Serna-Loaiza; Carmona-Garcia; Cardona (2018)
Biorrefinaria se encaixa na transformação com base na matéria-prima, com a meta de maximizar tanto recuperar nutrientes e produção de produtos de elevado valor acrescentado.	Carmona-Cabello et al. (2018)

A partir dos conceitos apontados na literatura, voltados ao contexto dos insumos, é possível evidenciar similaridade nos conceitos em relação as gerações das biorrefinarias, principalmente fazendo uso da biomassa como um modelo convencional. A primeira geração de biorrefinaria é aquela que utiliza como insumo a biomassa cultivada e da floresta. A segunda geração utiliza derivados da biomassa cultivada, como, por exemplo, seus resíduos lignocelulósicos. A terceira geração está baseada no uso de insumos oriundos do ambiente

aquático, por exemplo, as algas marinhas. Por fim, a quarta geração utiliza insumos como os resíduos sólidos e líquidos, um exemplo é o lixo municipal (MONCADA, TAMAYO e CARDONA, 2014; ALBARELLI, SANTOS e MEIRELES, 2018; SENTHILKANNAN MUTHU, 2019).

As narrativas mais recentes já incorporam a biomassa aquática, com a utilização das algas como uma fonte de bioenergia para transporte. E a utilização de resíduos urbanos, tanto sólidos quanto os líquidos vêm sendo pesquisados e implementados principalmente em países desenvolvidos e em desenvolvimento.

### **3.1.2 Processos**

A biorrefinaria é considerada na literatura, em muitos casos, como a planta industrial. Percebe-se que essas abordagens estão associadas ao modelo convencional de processamento de biomassa, que está relacionado, em larga medida, com as usinas de cana-de-açúcar (produtoras de bioetanol), e as usinas de moagem de oleaginosas, como a soja (produtoras de biodiesel) (Quadro 2). Essa abordagem industrial começou a aparecer a partir de 1970 mediante o aumento do preço do barril de petróleo, momento em que a biorrefinaria se desenvolvia para atender a demanda energética do setor de transportes (PRIEFER, JÖRISSSEN e FRÖR, 2017; ROCKSTRÖM et al., 2017).

**Quadro 2** - Conceitos e narrativas de biorrefinaria relacionados ao processo

<b>Descrição</b>	<b>Autor</b>
Uma biorrefinaria é um conceito geral de uma unidade de transformação em que fontes de biomassa são convertidas, extraíndo-se um espectro de produtos valiosos, sendo que seu funcionamento é semelhante ao da refinaria petroquímica.	<i>Department of Energy</i> (DOE)
Uma biorrefinaria é uma instalação que integra processos e equipamento de conversão de biomassa para produzir combustíveis, produtos químicos e energia, a partir da biomassa.	<i>American National Renewable Energy Laboratory</i> (NREL)
Uma biorrefinaria possui várias tecnologias de conversão (termoquímico, bioquímica, etc.) que são combinadas para reduzir o custo da produção, aumentar a flexibilidade na produção dos produtos e obter sua própria fonte energética.	Fernando et al. (2006)
São exemplos de biorrefinarias que já funcionam na prática, como as usinas produtoras de açúcar, etanol e bioeletricidade a partir da cana-de-açúcar e as fábricas de óleo, rações, biodiesel e diversos outros derivados a partir da soja.	EMBRAPA (2011)
Biorrefinarias integradas são instalações de processo, geralmente para reduzir a gestão de resíduos e tratamento de efluentes considerando diferentes matérias-primas.	Moncada, El-Halwagi e Cardona (2013)
O conceito de biorrefinaria é análogo ao petroquímico tradicional refinaria que maximiza resultados valiosos do processamento de petróleo materiais.	Lin et al. (2013)
É um local industrial que transforma biomassa de uma forma sustentável em produtos alimentares humanos e animais, biomateriais, biocombustíveis e produtos químicos de alto valor acrescentado, tais como cosméticos.	Schieb et al. (2014)
Biorrefinaria é frequentemente expressa como uma estrutura industrial análoga a uma refinaria, porém, tendo como matéria-prima processada a biomassa e não o petróleo e o gás.	De Jong e Jungmeier (2015)
Uma biorrefinaria é uma rede de instalações que integra equipamentos e processos de conversão de biomassa para a produção de biocombustíveis, energia e produtos químicos a partir da biomassa.	Sadhukhan et al. (2018)

As tecnologias de conversão, em muitos casos, são análogas a refinaria petroquímica. A extração dos hidrocarbonetos por processos termoquímicos e físicos é a maneira mais utilizada para a obtenção de bioenergia. Já os processos diferenciados é uma maneira de agregação de valor aos biomateriais (SHIEB et al., 2014; ANP, 2019).

### 3.1.3 Bioprodutos

As preocupações com segurança alimentar, com a degradação ecológica e as altas taxas de emissões de gases de efeito estufa, demandam soluções e avanços biotecnológicos. Desta maneira, as “saídas” das biorrefinarias tem sido evidenciadas como alternativas sustentáveis para economias de base biológica (Quadro 3).



**Quadro 3 - Conceitos e narrativas de biorrefinaria relacionados aos bioprodutos**

<b>Descrição</b>	<b>Autor</b>
É processamento sustentável de biomassa em um espectro de produtos comercializáveis (alimento, alimentação, materiais, produtos químicos) e energia (combustíveis, energia, calor).	Agência Internacional de Energia (IEA)
Biorrefinaria é um processo para a obtenção de biocombustíveis, energia e produtos de alto valor através da transformação de biomassa e equipamentos de processo. O conceito de biorrefinaria é uma maneira promissora de reduzir as emissões de gases com efeito de estufa, emissões de combustíveis fósseis têm contribuído fortemente para o aquecimento global.	Juan et al. (2011)
Biorrefinaria é uma instalação que integra processos de conversão de biomassa em biocombustíveis, insumos químicos, materiais, alimentos, rações e energia. O objetivo de uma biorrefinaria é otimizar o uso de recursos e minimizar os efluentes, maximizando os benefícios e o lucro.	EMBRAPA (2011)
A biorrefinaria pode produzir energia na forma de calor ou através da produção de biocombustíveis em grandes volumes e preços de venda inferior, e moléculas para química fina, cosméticos ou aplicações medicinais e preços de venda mais elevados. Além disso, materiais como plásticos e fontes de alimentação humana e animal podem ser produzidos.	Liu, Abrahamson, e Scott (2012)
Uma biorrefinaria integrada emprega a combinação de matérias-primas, e o seu conceito básico é a produção de bioenergia e plataformas de produtos químicos a partir da biomassa, por meio de rotas de transformação, integração de processos e equipamentos. Seu objetivo é reduzir o impacto ambiental e a consumir menos energia fóssil.	Yue, You e Snyder (2014)
Biorrefinarias são possibilidades de substituição dos produtos existentes com base em recursos fósseis, elas também podem introduzir novos produtos, processos e serviços para preparar o caminho para a bioeconomia.	De Besi e McCormick (2015)
Bioenergia, biocombustíveis e produtos bioquímicos são os três principais pilotes selecionados a nível nacional, regional, e global, produzida em biorrefinarias. Como refinarias, as biorrefinarias podem fornecer vários produtos químicos, fracionando uma matéria-prima inicial (biomassa) em vários intermediários (carboidratos, proteínas, lipídios) que podem ser convertidos em produto de valor agregado.	Sadhukhan et al. (2018)

Dentre as “saídas” das biorrefinarias, na literatura existe uma forte discussão quanto a oferta dos 4 Fs (*fuel, food, feel and fiber*), na qual, evidencia um dos principais desafios para o século XXI (FEDOROFF et al., 2010). Nesse sentido, alguns estudos apontam a ecologia industrial como o modo de interação da indústria global com o meio natural, elencando oportunidades de transformação e otimização de um comércio com viés sustentável. Essa interação, por sua vez, relaciona as indústrias por meio dos seus ciclos produtivos, possibilitando o fornecimento de subprodutos e resíduos para outras empresas que utilizam como matéria-prima (BJØRN, RICHARDSON e HAUSCHILD, 2018; GHISELLINI, CIALANI e ULGIATI, 2016a; PAULIUK et al., 2017b; SINGH e BASAK, 2018).

### 3.2 EPISTEMOLOGIA: RECONSTRUÇÃO TERMINOLÓGICA DE BIORREFINARIA

A epistemologia é tratada em diferentes áreas, entre elas, na filosofia. A filosofia, como a teoria do conhecimento, trata da natureza dos avanços históricos e dos desdobramentos que a sociedade aplica as teorias, conceitos e práticas relacionadas ao conhecimento (GUBA e LINCOLN, 1994; HØISETH, KEITSCH e HOPPERSTAD, 2014). Partindo da evolução humana, e do seu meio, a interação entre sujeito e ambiente implica progressivamente na geração do conhecimento humano, de maneira que está em constante desenvolvimento.

A faculdade do conhecimento se desenvolve a partir de analogias. Analogias estas, que partem da reflexão que comporta dois lados, em que de um lado existe um sujeito indagativo e de outro um objeto (SILVEIRA, 2002). Assim, epistemologicamente um objeto pode ser analisado pelas suas trajetórias evolutivas pelos estudos dos conceitos, das teorias, dos paradigmas estruturais e da relação entre sociedade e história. Para os pesquisadores da geografia humanística, o estudo da epistemologia é essencial para avaliar a confiabilidade e o papel do conhecimento na sociedade (COUPER, 2020).

Um estudo sobre epistemologia do desenvolvimento sustentável elaborado por Vildåsen, Keitsch e Fet (2017), propôs uma estrutura conceitual desenvolvida com base no positivismo e no construtivismo. Para os autores, o desenho conceitual é moldado com o tempo por fatores, como, crenças, valores e normas.

Quando os conceitos são baseados no positivismo, é considerado que existe um mundo natural, onde a razão é mensurada por meio do empirismo e dos experimentos. Já quando são baseados no construtivismo, concentram-se nos valores e nas interpretações. Assim o construtivismo apresenta o conhecimento como relativo e dependente de seu contexto. Nesse caso, a base construtivista do conhecimento consiste na interpretação do sentido das palavras (hermenêutica) pelos indivíduos.

Com isso, torna-se importante entender o real sentido das palavras, no caso particular do interesse desse estudo, da palavra “biorrefinaria”. Destarte, os valores atribuídos pelos pesquisadores e participantes das pesquisas, exploram e explicam como os indivíduos atribuem significado aos fenômenos. O construtivismo ainda é descrito como o relativista, subjetivista e transicional, pois utiliza as percepções da realidade por meio das construções mentais, sociais e experienciais (GUBA e LINCOLN, 1994; HØISETH et al., 2014).

Ao considerar que a ciência é temporal, podemos compreender um objeto pela sua trajetória evolutiva. Quando recorremos a literatura filosófica para entender determinado

fenômeno, podemos nos deparar com as analogias. Exemplo disso é a do célebre filósofo contemporâneo, Immanuel Kant, o qual dedicou-se a epistemologia. Dentre suas analogias, pressupôs que “determinado fenômeno não se destrói, mas sofre alterações, isto ocorre porque pressupomos a sua existência em todo o tempo” (KANT, 1987; p. 228).

O conhecimento para Kant é um modo de exploração pela busca da verdade. Para tanto, considera que algo pode ser verdadeiro por convicção ou persuasão, de maneira a ser validado pela razão de cada ser humano. Além disso, abordou que "tendo algo a ser verdade é uma ocorrência do nosso entendimento de que pode descansar em razões objetivas, mas que também requer causas subjetivas na mente de quem julga" (DE BIANCHI, 2018; KANT, GUYER e MATTHEWS, 2000).

Dentre suas analogias, Kant enfatiza que a sucessão temporal dos fenômenos ocorre pela lei da causalidade. Ele evidencia uma condição a priori do nosso intelecto, em que não podemos ter acesso aos fenômenos sem condicioná-los a causa e efeito, para ele "todas as mudanças acontecem segundo a lei da conexão de causa e efeito." (KANT, 1987; p. 232). Assim, o exposto por Kant permite compreender que o conhecimento provem não somente de observações, mas também do poder de persuadir do nosso intelecto, e como exemplos podemos destacar a abstração e a criatividade (SILVEIRA, 2002).

### **3.2.1 Bio**

A palavra biorrefinaria pode ser dividida em “Bio” e “refino”. Nesse caso, é importante analisar o que compõem cada uma das divisões, a fim de melhor compreender o que é biorrefinaria. O prefixo “bio” é originário do grego “bíos”, o qual significa vida. Assim, é importante entender a origem da vida, a fim de compreender a terminologia “bio” e o que faz parte dela, principalmente os ativos biológicos.

Embora a maneira pela qual ocorreu a evolução da vida tenha sido elucidada da espécie para o nível molecular, a origem da vida continua sendo uma das questões mais instigante da biologia e da filosofia. Historicamente, a pergunta foi respondida diferentemente durante distintas épocas e em diferentes estágios da civilização.

Para alguns autores, nenhum passo em direção à origem da vida poderia ter ocorrido na superfície da Terra até cerca de 4,2 bilhões de anos (OBERBECK e MANCINELLI, 1994; SCHWARTZMAN, MCMENAMIN e VOLK1993). Por outro lado, o registro fóssil apoia fortemente a existência de vida celular há 3,6 bilhões de anos (SCHOPF e PARKER, 1987) e

existem evidências indiretas de atividade biológica entre 3,8 e 4 bilhões de anos (MOJZSIS et al., 1996; SCHIDLOWSKI, 1988).

A janela de tempo para um evento da origem da vida parece ser de cerca de 0,4 bilhões de anos. Embora a genética molecular e o registro fóssil tenham ajudado a mapear a evolução da vida moderna, localizar restos geológicos da origem da vida é provavelmente impossível (WOESE, 1987). Isso deve-se ao retrabalho da superfície da Terra por meio das placas tectônicas e da erosão. Assim, como podemos começar a entender a origem da vida?

Antes de perguntar o que aconteceu neste período de 0,4 bilhão de anos, é prudente perguntar que tipo de vida resultou. Os restos mais antigos conhecidos da vida parecem complexos. Presumivelmente, uma molécula chamada ácido desoxirribonucléico (DNA), como todos os organismos modernos (exceto alguns vírus), foi usada para armazenar as informações genéticas.

O DNA é composto de quatro unidades químicas, chamadas bases: adenina (A), timina (T), citosina (C) e guanina (G). Como um programa de computador, é o arranjo sequencial dessas bases, em grupos de três, que carrega a informação genética. Além disso, esses microfósseis parecem estar cercados por algum tipo de membrana, portanto, tudo dentro deles estava fechado. Mais importante, como existem muitas “bactérias” semelhantes, todas juntas, isso implicaria que as bactérias estavam se dividindo (se replicando) e, portanto, produzindo bactérias filhas. Com esse conhecimento, surge outras questões relacionadas a origem da vida:

- Como a Terra permaneceu habitável continuamente nos últimos 4 bilhões de anos?
- Como surgiram os elementos básicos da vida?
- Como eles se formaram em moléculas que armazenavam informações genéticas?
- Como essas informações fizeram cópias de si mesmas (chamadas de replicação)?

Existe uma estreita ligação entre a vida e as condições geológicas e atmosféricas (MCKAY, 1991). Um planeta, como a Terra, deve satisfazer uma série de condições para apoiar a evolução da vida baseada em paradigmas terrestres. Ele deve ter água no estado líquido durante um período biologicamente significativo, além de outros compostos, incluindo os chamados elementos CHNOPS. Estes são: carbono, hidrogênio, nitrogênio, oxigênio, fósforo e enxofre.

A água líquida não apenas atua como um meio para reações químicas, mas também é parte integrante dos sistemas biológicos, tanto no nível estrutural quanto molecular. Portanto, planetas habitáveis (e luas), para suportar água líquida de superfície, devem estar dentro de uma zona orbital que seja termicamente compatível com a vida - onde a temperatura global média

possa ficar abaixo do ponto de congelamento da água, até o ponto de ebulição (KASTING et al., 1993). No caso do sistema solar, a zona orbital compatível com a água líquida de superfície se estende desde a órbita da Terra até a órbita de Marte.

A Terra permaneceu continuamente habitável apesar de um aumento na luminosidade estelar com o tempo. O aumento no fluxo solar foi provavelmente compensado por uma diminuição na concentração atmosférica de dióxido de carbono, causada pelo feedback negativo no ciclo geoquímico de silicato de carbono, isto é, placas tectônicas e vulcanismo (KASTING, 1989).

### *3.2.1.1 Teorias modernas para a origem da vida*

Não se sabe se a vida se originou na Terra. Dois caminhos potenciais são que a vida tenha se originado na Terra ou que a vida foi transportada para a Terra. Este último processo é conhecido como panspermia<sup>2</sup> (ARRHENIUS, 1908). É possível que a vida (isto é, micróbios) possa ter sido transportada de Marte para a Terra ou vice-versa (MELOSH, 1988; MORENO, 1988). No entanto, embora a panspermia seja viável para explicar o surgimento da vida na Terra (WEBER e GREENBERG, 1985; PARSONS, 1996), ainda é necessário que ocorra um evento de origem da vida em algum lugar.

As teorias modernas sobre a origem da vida na Terra rejeitam, em grande parte, a noção de panspermia e procuram explicar como a vida poderia surgir e evoluir para o que vemos hoje. As teorias enfocam como os precursores biológicos, como aminoácidos e nucleotídeos, podem ser gerados a partir do ambiente abiótico e como essas moléculas formam modelos de informação.

### *3.2.1.2 Teoria de Oparin e Haldane para a origem da vida*

A primeira teoria moderna da origem da vida foi realizada por Haldane e Oparin. Segundo eles, as sementes da vida teriam surgido no espaço e na atmosfera, na forma de combinações dos chamados elementos CHNOPS, sob a influência de descargas elétricas, radiação e outras fontes de energia (MILLER, SCHOPF e LAZCANO, 1997). Esse material

---

<sup>2</sup> Teoria segundo a qual microrganismos ou precursores químicos da vida se encontram presentes no espaço, sendo capazes de dar surgimento a ela quando atingem um planeta adequado.

teria se acumulado nos mares até que os oceanos primitivos alcançassem a consistência de “uma sopa quente diluída” (MILLER, SCHOPF e LAZCANO, 1997). Em algumas áreas, esse líquido teria infiltrado abaixo do solo e emergido de volta em gêiseres. Todas essas exposições e agitações induziram modificações e interações químicas no material original que foi formado na atmosfera e, assim, teria surgido a vida.

Oparin (1938) sugeriu que a ordem dos eventos na origem da vida era: as células, as proteínas e a genética. O autor observou que quando um líquido adequadamente oleoso, semelhante ao que foi formado na Terra primitiva, era misturado com água, às vezes o líquido oleoso se dispersava em pequenas gotículas que ficavam suspensas na água, que se assemelhavam às estruturas das células vivas. A hipótese de Haldane foi baseada no trabalho de Baly (relatado em Wells, Huxley e Wells (1934)), que observou que sob a influência da luz, pequenas quantidades de açúcares e compostos contendo nitrogênio eram gerados a partir de água, do dióxido de carbono e da amônia.

### *3.2.1.3 Resultados hidrotérmicos como origem da vida*

A vida na Terra pode ter surgido sem depender de uma interface água/atmosfera da superfície. Uma fonte alternativa de energia para sistemas baseados em superfície é fornecida na forma de energia geotérmica em fontes hidrotermais e/ou fontes termais ou infiltrações (COWAN, 1999; BOCK e GOODE, 2008). As fontes hidrotermais podem ser encontradas no fundo do oceano, onde o magma (rocha líquida) derrama por meio da crosta terrestre e reage com a água do mar.

Essas características geológicas podem ser vistas como locais para a origem da vida, pois a energia térmica, química e eletroquímica é continuamente focada nela (MACLEOD et al., 1994). A vida poderia ter emergido por meio de membranas de sulfeto de ferro produzidas em tais fontes hidrotermais (RUSSELL, DANIEL e HALL, 1998). Essas membranas forneceriam uma série de características benéficas para a vida, incluindo locais catalíticos e o fato de que a solução hidrotérmica conteria todos os componentes necessários para sintetizar os “blocos de construção da vida” (SHOCK, 1995).

Embora a ideia de fontes hidrotermais como origem da vida tenha sido contestada (MILLER e BADA, 1988; MILLER e LAZCANO, 1995), simulações de laboratório sintetizaram aminoácidos em condições hidrotérmicas (SHOCK, 1995; HENNET, HOLM e ENGEL, 1992; IMAI et al., 1999).

### 3.2.1.4 RNA: A origem do modelo de informação e sua replicação

A descoberta de que o DNA era o material genético (WATSON e CRICK, 1953) repensou o cenário de origem da vida proposto por Oparin e Haldane. As bases que formam o DNA podem ser divididas em dois conjuntos, as purinas e as pirimidinas, que devem estar presentes no ambiente pré-biológico para que a vida tenha surgido. Crick argumentou que o DNA não poderia ser a "unidade genética" original, pois ele exigia a replicação de proteínas, e se não houvesse proteínas na "origem da vida" para ajudar a replicar o DNA, como o DNA poderia ser replicado?

Além disso, Crick sugeriu que o ácido ribonucleico (RNA), quimicamente semelhante ao DNA, exceto que T (timina) é substituído por U (uracila), poderia ter sido o material genético original. O RNA, além de conter toda a informação genética, também poderia ter agido como uma enzima e, ao fazê-lo, teria promovido sua própria auto replicação.

O termo "mundo do RNA" foi cunhado por Gilbert (1986) e tem sido usado para se referir a um tempo hipotético na evolução da vida terrestre. Essa ideia levou Eigen e Schuster (1979) a reverter a ordem dos eventos na origem da vida. Molécula de RNA auto replicante no início da fase de informação da vida, proteínas que apareceram logo depois para construir com o RNA uma forma primitiva do aparato genético moderno e células que aparecem depois para permitir que todo o processo ocorra em um volume definido.

Um dos principais testes para que a ideia de um mundo de RNA seja bem-sucedida é que o RNA não apenas possa transportar informações, mas também atue como uma enzima para se replicar. Cech, Zaug e Grabowski (1981) encontraram certas moléculas de RNA que possuem atividade enzimática. Essas moléculas podem se separar em locais especificados e são chamadas de ribozimas. Assim, a descoberta de ribozimas removeu uma das principais objeções à hipótese do "mundo do RNA" - que o RNA não poderia agir como uma enzima (CECH, 1993).

De fato, as sequências primitivas podem ter apenas 30 a 60 bases de comprimento e os oligopeptídeos que codificaram apenas 10 a 20 aminoácidos. No laboratório, sob condições prebióticas<sup>3</sup>, podem ser formadas sequências curtas de RNA, com aproximadamente duas a seis bases de comprimento. Comparações com o metabolismo moderno e a replicação entre

---

<sup>3</sup> Ingredientes nutricionais não digeríveis que afetam benéficamente o hospedeiro estimulando seletivamente o crescimento e atividade de uma ou mais bactérias benéficas do cólon, melhorando a saúde do seu hospedeiro

diferentes organismos levaram Benner (1988) e Benner, Ellington e Tauer (1989) a proporem que o organismo inovador usasse o DNA como seu material genético. Metade dos genes pode estar relacionada à tradução (LOOMIS, 1988). Li e Nicolaou (1994) descobriram que oligonucleotídeos do tipo duplex palindrômico de 24 monômeros eram capazes de se autorreplicar.

Também há dificuldade em reconciliar o mundo do RNA com a ideia do RNA surgindo de uma sopa primordial. Alguns dos componentes do RNA são muito difíceis de sintetizar em condições prebióticas, incluindo o açúcar ribose de sua espinha dorsal. Embora as purinas sejam relativamente fáceis de sintetizar sob condições prebióticas, a síntese de pirimidinas a partir de precursores simples fornece baixos.

Uma solução concentrada de ureia, como a encontrada em uma lagoa em evaporação, possa produzir pirimidinas em quantidades maiores do que se pensava anteriormente (ROBERTSON e MILLER, 1995). No entanto, o maior problema com as pirimidinas não seja sua síntese, mas a dificuldade em anexá-las a uma molécula de açúcar para formar o bloco básico de construção do ácido nucleico.

Pode ser provável que o RNA em si não tenha sido o primeiro material genético, mas tenha surgido posteriormente de algum outro precursor (KOLB, DWORKIN e MILLER, 1994). Uma alternativa que foi proposta é um peptídeo ácido nucleico (PNA), que consiste em um esqueleto peptídico ao qual as nucleobases estão ligadas. O PNA se ligará aos desoxirribonucleotídeos de acordo com o emparelhamento de bases de Watson-Crick. Quimicamente, o PNA preenche a lacuna entre proteínas e ácidos nucleicos. Os PNAs podem transportar informações genéticas, mas a espinha dorsal é a proteína. A partir das teorias mencionadas, é possível recriar as condições sob as quais a vida se originou.

### *3.2.1.5 Recriar as condições sob as quais a vida se originou*

A hipótese de Oparin e Haldane exigiria que os blocos de construção da vida fossem sintetizados a partir dos componentes encontrados na Terra primitiva, este é um dos testes cruciais da teoria. É possível recriar esta etapa no laboratório? Infelizmente, a composição da atmosfera quando a vida se originou é desconhecida (MILLER e UREY, 1959). Porém, sabe-se que a atmosfera primitiva era rica em hidrogênio ( $H_2$ ) (redutora) e, portanto, composta principalmente de dióxido de carbono ( $CO_2$ ), vapor de água ( $H_2O$ ), hidrogênio ( $H_2$ ), amônia ( $NH_3$ ) e metano ( $CH_4$ ) (MILLER e UREY, 1959).



Em uma série de experimentos pioneiros, Miller e Urey (1959) mostraram que quando esses gases eram misturados em um vaso de pressão e a eletricidade disparava no vaso (para simular o raio), diversos compostos orgânicos eram formados, incluindo aminoácidos (que compõem as proteínas). Chyba e Sagan (1991) argumentaram que a tolina<sup>4</sup> também poderia estar presente na Terra primitiva. A análise da tolina mostrou que ela consistia em uma rica coleção de moléculas orgânicas, incluindo os constituintes de proteínas (como aminoácidos) e ácidos nucleicos, e, portanto, essas moléculas poderiam ter fornecido uma fonte significativa de material para a origem dos eventos da vida. Certas bactérias terrestres podem usar esse material como fonte de nutrientes (STOKER et al., 1990).

### 3.2.1.6 Origem da vida e os reinos da vida

Inicialmente, os seres vivos foram classificados como plantas ou animais. Carolus Linnaeus (1778) manteve essa divisão em sua obra *Systema Naturae*, até o século XVIII, onde dividiu a natureza em três reinos: animal, vegetal e mineral. Esse último não tinha a intenção de refletir as relações naturais entre os organismos vivos.

Quando os primeiros organismos unicelulares foram descobertos por Antoine Van Leeuwenhoek, em 1674, eles foram colocados em um dos dois reinos dos seres vivos, de acordo com suas características (YOUNT, 2008). Permaneceu assim até 1866, quando Ernst Haeckel propôs um terceiro reino da vida, sendo chamado de protista, o qual incluiu nele todos os organismos unicelulares (KRAUZE, 2013).

Posteriormente, o desenvolvimento da microscopia óptica e eletrônica mostrou diferenças importantes nas células, principalmente de acordo com a presença ou ausência de um núcleo distinto, levando Édouard Chatton a distinguir organismos em procariontes (sem núcleo distinto) e eucariotos (com núcleo distinto) (KATSCHER, 2004). Com base nele, Herbert Copeland propôs um sistema de quatro reinos, movendo organismos procarióticos, bactérias e algas para o reino Monéra.

Com o surgimento de estudos moleculares, por volta de 1970, foram encontradas diferenças significativas no interior dos procariontes, relacionados, por exemplo, à estrutura da membrana celular. Com base nesses estudos, Carl Woese dividiu os procariontes em Eubactéria

---

<sup>4</sup> Tolina é uma molécula formada pela ação de radiação ultravioleta solar em compostos orgânicos simples como

e Archaeobacteria, enfatizando que as diferenças entre os dois eram tão altas quanto as diferenças entre eles e os eucariotos (WOESE e GUPTA, 1981). Isso deu origem a uma nova classificação da vida em três domínios: Bactérias, Archaea e Eukarya (O'DONNELL, LANGSTON e STILLMAN, 2013).

Nesses domínios estão incluídos os cinco reinos da vida: monera, protista, plantae, animalia e fungi. A origem dos reinos da vida é oriunda da origem da própria vida. Partindo do significado que “bio” é vida, e os reinos da vida são oriundos da origem da vida, todos os elementos que compõem cada reino poderiam estar inclusos no conceito de “bio”refinaria.

### 3.2.2 Refino

Por definição, o refino consiste no ato de refinar, em purificar e/ou separar. Na química o refino de substâncias ocasionou o desenvolvimento das indústrias. Na indústria petroquímica o refino do petróleo, por exemplo, permite a separação dos hidrocarbonetos e a extração de derivados que submetidos a processos de destilação, conversão e tratamentos, os quais, sustentam a indústria de combustíveis automobilísticos e de aviação, fármacos, a indústria de plásticos, fertilizantes, gás liquefeito, lubrificantes dentre outros (ANP, 2019).

Os ciclos químicos de refino no caso do petróleo bruto são desenvolvidos primeiramente pela destilação, momento em que o petróleo bruto é aquecido até evaporar e se tornar líquido. Nesse processo de acordo com o grau de aquecimento são obtidos os subprodutos; o processo de conversão consiste no refino de moléculas mais pesadas em moléculas menores; os tratamentos, são processos dedicados a indústrias específicas, que demandam produtos de maior valor agregado (PETROBRAS, 2019).

Nos processos biológicos os próprios agentes se encarregam de fazer o seu processo de refino. Destarte, todos os organismos vivos compartilham várias características ou funções principais (POLLARD et al., 2016): ordem, sensibilidade ou resposta ao meio ambiente, reprodução, adaptação, crescimento e desenvolvimento, homeostase, processamento de energia e evolução. Quando vistas juntas, essas características servem para definir a vida. Diferentes fontes podem usar termos distintos para descrever essas características, mas as ideias básicas estão sempre presentes.

**a. Ordem.** Todos os organismos consistem em uma ou mais células com estruturas altamente ordenadas: os átomos formam moléculas, que constroem organelas celulares, que estão contidas nas células. Essa organização hierárquica continua em níveis mais altos em

organismos multicelulares e entre organismos.

**b. Sensibilidade.** Todos os organismos respondem a estímulos.

**c. Crescimento, desenvolvimento e reprodução.** Todos os organismos são capazes de crescer e se reproduzir, e todos eles possuem moléculas hereditárias que são passadas entre geração, garantindo a perpetuidade da espécie. Embora os cristais também "cresçam", seu crescimento não envolve moléculas hereditárias.

**d. Regulação.** Todos os organismos têm mecanismos reguladores que coordenam as funções internas do organismo.

**e. Homeostase.** Todos os organismos mantêm condições internas relativamente constantes, diferentes do ambiente, um processo chamado homeostase.

É válido ressaltar que, atualmente, não há um consenso sobre a definição de vida. Uma definição popular é que os organismos são sistemas abertos que mantêm a homeostase. Além disso, são compostos por células, têm um ciclo de vida, possuem um metabolismo, podem crescer e se adaptar ao ambiente, respondem a estímulos, reproduzem e evoluem. No entanto, várias outras definições foram propostas e existem alguns casos limítrofes da vida, como os vírus.

Os seres vivos necessitam de matéria orgânica para sua sobrevivência, e isso é possível por meio dos ciclos biogeoquímicos, por meio de elementos químicos como exemplo, os ciclos de carbono, fósforo, nitrogênio, oxigênio, cálcio e enxofre (SMITH, MCDONALD e PATTERSON, 2020). Nesse sentido, um exemplo de formação de matéria orgânica é o ciclo biológico do carbono, que envolve os seres vivos tanto do meio terrestre, quanto do meio oceânico, processo esse fundamental para a manutenção da vida na Terra (XIAO et al., 2019; PISMAN e SOMOVA, 2020).

Nesse exemplo de processo biológico, os organismos autótrofos (pertencentes aos reinos plantae, monera e protista) fixam o carbono por absorção. Para tanto, fazem a utilização da radiação solar e a retirada de gás carbônico CO<sub>2</sub> da atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera, para o seu desenvolvimento (fotossíntese) (SMITH, MCDONALD e PATTERSON, 2020). Já os ativos biológicos do reino fungi e animalia, heterótrofos, fixam o carbono pela sintetização de alimentos oriundos do ambiente (JUAN-OVEJERO, BRIONES e ÖPIK, 2020; KIM, 2020). Assim como os recursos fósseis são ricos em hidrocarbonetos, os ativos biológicos através dos seus processos biogeoquímicos sintetizam hidrocarbonetos.

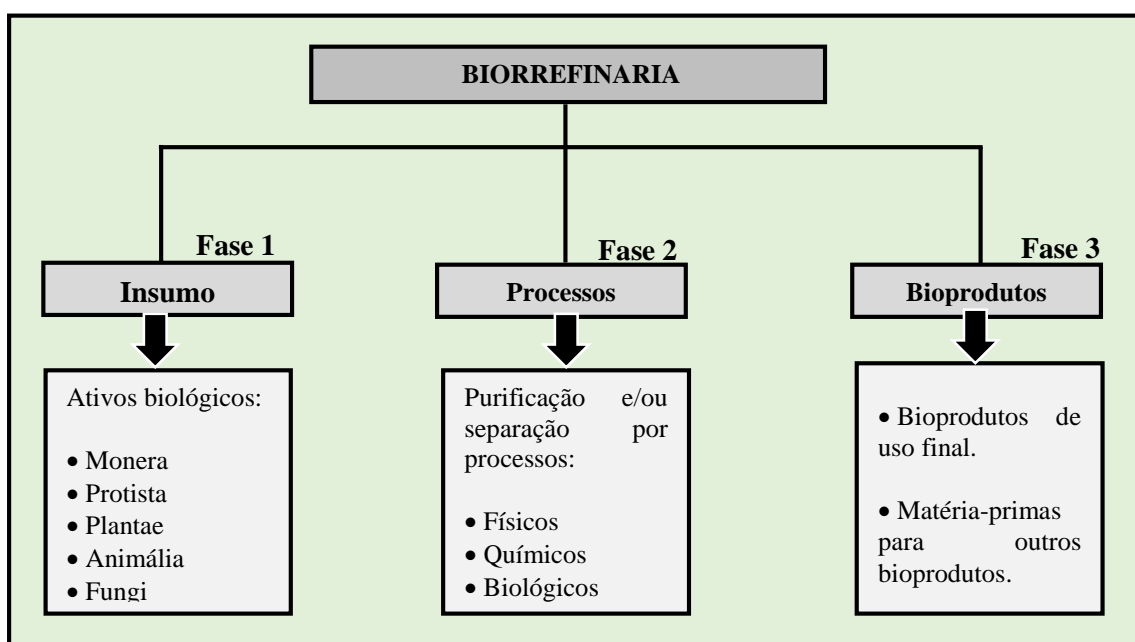
Do ponto de vista da física, os seres vivos são sistemas termodinâmicos com uma estrutura molecular organizada que pode se reproduzir e evoluir conforme a sobrevivência

exigir. Termodinamicamente, a vida tem sido descrita como um sistema aberto que utiliza gradientes em seus arredores para criar cópias imperfeitas de si mesma (LAMMER et al., 2009). Portanto, a vida é um sistema químico autossustentado capaz de passar pela evolução darwiniana (JOYCE, 1993).

Uma das principais forças dessa definição é que ela distingue a vida pelo processo evolutivo e não por sua composição química (DOMAGAL-GOLDMAN, 2016). Outros adotam um ponto de vista sistêmico que não depende necessariamente da química molecular. Uma definição sistêmica da vida é que os seres vivos são auto organizados e autopoieticos (autoprodutores). Variações dessa definição incluem a definição de Stuart Kauffman como agente autônomo ou sistema multiagente capaz de se reproduzir a si próprio e de completar pelo menos um ciclo de trabalho termodinâmico (BARROW, DAVIES e HARPER, 2004). Esta definição é estendida pela aparição de novas funções ao longo do tempo.

### 3.2.3 Tipo de biorrefinaria e seus ativos

Uma maneira simplificada de classificar as biorrefinarias é organizá-las em diferentes categorias, de acordo com a matéria-prima, o processo usado e os produtos finais (CHERUBINI et al. 2009). As biorrefinarias de fase I têm capacidade de processamento fixa (e conseqüentemente uma capacidade de produção fixa de produtos/coprodutos), com foco em uma matéria-prima (Figura 3).



**Figura 3** - Esquema da biorrefinaria com base nos conceitos e definições epistemológicas.

As biorrefinarias da Fase II têm uma maior flexibilidade, podendo produzir mais de um produto (por exemplo, energia e combustíveis), dependendo da demanda e dos preços do produto, usando a mesma instalação e uma matéria-prima. As usinas que produzem etanol, açúcar e eletricidade podem ser um exemplo de biorrefinarias de Fase II. Nessas instalações, o suco de cana-de-açúcar pode ser desviado para a produção de açúcar ou etanol de acordo com as demandas do mercado (DIAS et al. 2015).

As biorrefinarias de fase III permitem que uma combinação de diferentes tecnologias produza uma ampla gama de produtos (por exemplo, pré-tratamento de biomassa, transformação biológica e/ou química) a partir de várias matérias-primas. Os inúmeros constituintes da matéria-prima podem ser tratados separadamente para produzir um grande número de derivados químicos de alto valor.

Os insumos (fase 1), provenientes dos ativos biológicos, passam por um processo (fase 2), seja químico, físico ou biológico, o qual gerará um bioproduto. Esse bioproduto pode ser um bioproduto final ou servir como matéria-prima para outros bioprodutos. Além disso, os ativos biológicos, que compreendem os seres vivos, serão os insumos de entrada. Da mesma forma, o próprio ativo biológico pode ser considerado uma biorrefinaria, pois ele mesmo compreenderia às três fases.

Pode-se exemplificar por meio do *Pinus*. O *Pinus* pode ser considerado uma biorrefinaria. Trata-se de um ativo biológico, que para se desenvolver necessita de insumos (fertilizantes). Por meio do seu processo interno, produz resina, que será um bioproduto comercializável ou servirá como matéria-prima para produção de outros bioprodutos.

Nesse caso, ao associar os elementos que compõe os termos “bio” + “refino”, a terminologia biorrefinaria pode ser entendida como: *Um processo físico e/ou químico e/ou biológico, que purifica e/ou separa elementos constituintes de ativos biológicos dos reinos monera, protista, plantae, animalia e fungi, oriundos do ambiente terrestre ou oceânico, em bioprodutos para o uso final ou que sirvam de matéria-prima para outros bioprodutos.*

#### **4. DISCUSSÃO**

Ao identificar as narrativas e conceitos existentes tanto na literatura, quanto na proposição conceitual, pode-se verificar a existência de distintas narrativas acerca da mesma temática. No decorrer do tempo e do desenvolvimento de novas gerações de biorrefinaria

elementos foram sendo incorporados. Assim como é o objetivo deste estudo, quanto ao incremento de novos elementos na terminologia. Nesse sentido, os conceitos da literatura negligenciam as possibilidades que são ofertadas pelos ativos biológicos.

Ao analisar os conceitos convencionais de biorrefinaria, é possível identificar que em larga medida, fazem menção ao uso de biomassa vegetal. Esse tipo de insumo, oriundo principalmente da biomassa cultivada e florestal, fomentou as biorrefinarias voltadas a energia para transporte. Nesse contexto, a visão de bioeconomia da União Europeia, elucida a exploração da biomassa na perspectiva do desenvolvimento de economias de base biológica (VIVIEN et al., 2019). Assim como ocorrido na Europa, no Brasil as tensões provocadas pelo aumento dos preços nos combustíveis fósseis na década de 70 (ALVIM et al., 2014) impulsionou a indústria dos biocombustíveis, um exemplo do caso brasileiro foi bioetanol de cana-de-açúcar (LAP et al., 2019) e mais tarde, a moagem de soja com a finalidade de produzir o biodiesel (EMBRAPA, 2011; RODRIGUES, 2011). Nesse conceito convencional, os elementos conceituais principais, retratam a biomassa e seu mínimo processamento em plantas industriais.

Nas abordagens seguintes, as narrativas que envolvem a segunda e terceira geração de biorrefinarias, evidenciam o uso de insumos oriundos dos resíduos da biomassa cultivada, ou seja, do reaproveitamento dos resíduos dos insumos das biorrefinarias de primeira geração. Como exemplo esses insumos, o bagaço de cana-de-açúcar, a serragem dos resíduos da biomassa florestal, palha de cultivares, e a biomassa aquática (algas marinhas) (SOUZA, GOPAL e SEABRA, 2018; ALBARELLI, SANTOS e MEIRELES, 2018), associados ao desenvolvimento da biotecnologia, permitiram possibilitaram maiores ganhos em energia em materiais (BEFORT, 2020).

Esse advento, da biotecnologia, impulsionou principalmente a utilização dos recursos lignocelulósicos (REE e ANNEVELINK, 2007; COTANA et al., 2014). Nesse contexto, a visão de bioeconomia da OCDE, elucida as habilidades do conhecimento humano (OCDE, 2009). Ocasão essa, em que novas técnicas de processamento são empregadas. Esses conceitos estão estreitamente relacionados com a revolução biotecnológica foi impulsionada, em larga medida, pelo início das preocupações com a degradação ambiental.

As abordagens contemporâneas relacionadas a temática, envolvem as novas gerações, que fazem menção a utilização de insumos provenientes dos resíduos líquidos e sólidos, como é o exemplo do lixo urbano (DONG et al., 2019). Aliado a isso, o aumento do consumo de energia e materiais desencadeou o aumento de seus resíduos e conseqüentemente a degradação

ecológica (DAHIYA et al., 2018). Nesse sentido a visão de bioeconomia enunciada na obra de Georgescu-Roegen (2012), elucida as preocupações com a preservação da vida, do ponto de vista da limitação biofísica da biosfera. Nesse sentido suas considerações chamam atenção para a degradação entrópica dos recursos naturais quanto a sua irreversibilidade.

A relação entre as novas gerações de biorrefinarias e as preocupações com a degradação entrópica dos recursos naturais (fósseis e biológicos), sustenta a importância de se desenvolver a bioeconomia circular (UBANDO et al., 2020), em que modelos de governança se comprometam com a reutilização, reciclagem, destinação correta dos resíduos (LETT, 2014), ainda atentos com as questões da renovabilidade e do aproveitamento máximo do recurso em seu ciclo de vida.

Na literatura existem inúmeros estudos sobre ativos biológicos, que se demonstram potenciais e podem ser considerados como biorrefinarias. Exemplos disso, são vistos nos estudos sobre Pinus. O Pinus por sua vez, utiliza insumos, como fertilizantes, faz o processamento biológico e gera a bioresina. Neis et al., (2019), apontam que a refino da bioresina, gera produtos que incluem, produtos químicos, farmacêuticos, alimentares, biocombustíveis e substratos para a agricultura (biofungicida, bioherbicida e bioinseticida); outro exemplo, são os compostos oriundos no mar. O refino de biomoléculas oriundas das esponjas do mar (REGENERA MOLÉCULAS DO MAR, 2020). Essas moléculas dão origem a alimentos, energia, cosméticos, farmacêuticos, produtos de aplicabilidade na agricultura e produtos para a química fina.

Diferentemente dos conceitos abordados na literatura, a reconstrução terminológica incorpora como sendo biorrefinarias, os ativos biológicos. Por sua vez, evidencia que os ciclos biogeoquímicos dos ativos biológicos os permitem produzir e se reproduzir como matéria e energia.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As definições acerca da terminologia biorrefinaria foram se modificando no decorrer do tempo. O desenvolvimento dessas definições em relação as gerações de biorrefinarias definiram em um primeiro momento a biorrefinaria convencional, em que seus elementos conceituais principais, retratam a biomassa e seu mínimo processamento em plantas industriais.

Sequente a isso, os conceitos se desenvolveram na perspectiva das biorrefinarias de segunda e terceira geração, quando do aproveitamento dos resíduos dos insumos das

biorrefinarias de primeira geração, que associados ao desenvolvimento da biotecnologia, permitiram possibilitaram maiores ganhos em energia em materiais. Nas abordagens contemporâneas, as novas gerações, fazem menção a utilização de insumos provenientes dos resíduos líquidos e sólidos, voltados as preocupações com a degradação ecológica.

Diferentemente dos conceitos abordados na literatura, a reconstrução terminológica incorpora como sendo biorrefinarias, os ativos biológicos. Por sua vez, evidencia que os ciclos biogeoquímicos dos ativos biológicos os permitem produzir e se reproduzir como matéria e energia. O biorrefino via processos físicos, químicos e biológicos dos ativos biológicos, possibilita alternativas, ou seja, compostos de interesse industrial, que podem promover as transições sociotécnicas para economias de base biológica. O uso de ativos biológicos não convencionais, pode ser uma maneira que vem a contribuir para a produção de bioprodutos, voltados aos setores farmacêuticos, de cosméticos, bioenergia, biopolímeros, biomaterias diversos, defensivos agrícolas e alimentos, que em larga medida são abastecidos atualmente pelas petrorefinarias.

Nesse sentido os investimentos privados e públicos têm um importante papel para desenvolver e viabilizar esses mercados potenciais e as redes de conhecimento, como por exemplo, em biotecnologia, que podem resultar em interesse industrial, corroborando com o desenvolvimento econômico sustentável.



## REFERÊNCIAS

- ALBARELLI, J. Q.; SANTOS, D. T.; MEIRELES, M. A. A. Thermo-economic evaluation of a new approach to extract sugarcane wax integrated to a first and second generation biorefinery. **Biomass and Bioenergy**, v. 119, p. 69-74, 2018.
- ALVIM, J. C. et al. Biorefineries: concepts, classification, raw materials and products. **Journal Bioenergy and Food Science**, v. 01, n. 3, p. 61-77, 2014.
- ANP - Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Refino de petróleo, processamento de gás natural e produção de biocombustíveis**. 2019. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/carta-de-servicos/refino-de-petroleo-processamento-de-gas-natural-e-producao-de-biocombustiveis>>. Acesso em: 12 dez. 2019.
- AMIDON, T. E.; LIU, S. Water-based woody biorefinery. **Biotechnology advances**, v. 27, n. 5, p. 542-550, 2009.
- APERGIS, N.; PAYNE, J. E. On the causal dynamics between renewable and non-renewable energy consumption and economic growth in developed and developing countries. **Energy Systems**, v. 2, n. 3-4, p. 299-312, 2011.
- ARRHENIUS, S. **World in the Making**. II. Borns (Trans). 1908.
- AZAGOH, C.; HUBERT, A.; MEZDOUR, S. Insect biorefinery in Europe: 'designing the Insect biorefinery to contribute to a more sustainable agro-food industry'. **Journal of Insects as Food and Feed**, v. 1, n. 2, p. 159-168, 2015.
- BARROW, J. D.; DAVIES, P. C. W.; HARPER J. R.; C. L. (Ed.). **Science and ultimate reality: Quantum theory, cosmology, and complexity**. Cambridge University Press, 2004.
- BAUER, F. Narratives of biorefinery innovation for the bioeconomy: Conflict, consensus or confusion? **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 28, n. July, p. 96-107, 2018.
- BAUER, N. et al. Shared Socio-Economic Pathways of the Energy Sector – Quantifying the Narratives. **Global Environmental Change**, v. 42, p. 316-330, 2017.
- BEFORT, N. Going beyond definitions to understand tensions within the bioeconomy: The contribution of sociotechnical regimes to contested fields. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 153, p. 119923, 2020.
- BELL, J. et al. EU ambition to build the world's leading bioeconomy—Uncertain times demand innovative and sustainable solutions. **New Biotechnology**, v. 40, p. 25-30, 2018.
- BENNER, S. A. Return of the 'last ribo-organism'. **Nature**, v. 332, n. 6166, p. 688, 1988.
- BENNER, S. A.; ELLINGTON, Andrew D.; TAUER, Andreas. Modern metabolism as a palimpsest of the RNA world. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 86, n. 18, p. 7054-7058, 1989.
- BENTLEY, R. W. Global oil & gas depletion: an overview. **Energy policy**, v. 30, n. 3, p. 189-205, 2002.
- BHUYAN, N. et al. Rural biorefinery: A viable solution for production of fuel and chemicals in rural India. In: **Sustainable Bioenergy**. Elsevier, 2019. p. 21-47.
- BILDIRICI, M. E.; BAKIRTAS, Tahsin. The relationship among oil, natural gas and coal consumption and economic growth in BRICTS (Brazil, Russian, India, China, Turkey and South Africa) countries. **Energy**, v. 65, p. 134-144, 2014.
- BJØRN, A.; RICHARDSON, K.; HAUSCHILD, M. Z. A Framework for Development and Communication of Absolute Environmental Sustainability Assessment Methods. **Journal of Industrial Ecology**, 2018.

- BNDES - Banco Nacional do Desenvolvimento. **Biorrefinarias, biocombustíveis e química renovável: revolução tecnológica e financiamento**. 2014. Disponível em: <[https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1963/2/Biorrefinarias%2c%20biocombust%2c%20adves\\_P\\_.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1963/2/Biorrefinarias%2c%20biocombust%2c%20adves_P_.pdf)>. Acesso em: 28 out. 2019.
- BOCK, G. R.; GOODE, J. A. (Ed.). **Evolution of hydrothermal ecosystems on Earth (and Mars?)**. John Wiley & Sons, 2008.
- BOZELL, J. J. Feedstocks for the future—biorefinery production of chemicals from renewable carbon. **CLEAN–Soil, Air, Water**, v. 36, n. 8, p. 641-647, 2008.
- BUDZIANOWSKI, W. M.; POSTAWA, K. Total chain integration of sustainable biorefinery systems. **Applied energy**, v. 184, p. 1432-1446, 2016.
- BUGGE, M. M.; HANSEN, T.; KLITKOU, A. What is the Bioeconomy? A Review of the Literature. **Sustainability**, v. 8, n.7, p. 691, 2016.
- CARMONA-CABELLO, M. et al. Valorization of food waste based on its composition through the concept of biorefinery. **Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry**, v. 14, p. 67–79, 2018.
- CECH, T. R. The efficiency and versatility of catalytic RNA: implications for an RNA world. **Gene**, v. 135, n. 1-2, p. 33-36, 1993.
- CECH, T. R.; ZAUG, A. J.; GRABOWSKI, P. J. In vitro splicing of the ribosomal RNA precursor of Tetrahymena: involvement of a guanosine nucleotide in the excision of the intervening sequence. **Cell**, v. 27, n. 3, p. 487-496, 1981.
- CHAPMAN, D. A.; LICKEL, B.; MARKOWITZ, E. M. Reassessing emotion in climate change communication. **Nature Climate Change**, v. 7, n. 12, p. 850, 2017.
- CHEN, J. et al. Decomposition and decoupling analysis of CO2 emissions in OECD. **Applied Energy**, v. 231, p. 937–950, 2018.
- CHENG, C. et al. The Impacts of Non-Fossil Energy, Economic Growth, Energy Consumption, and Oil Price on Carbon Intensity: Evidence from a Panel Quantile Regression Analysis of EU 28. **Sustainability**, v. 10, n. 11, p. 4067, 2018.
- CHERUBINI, F. The biorefinery concept: Using biomass instead of oil for producing energy and chemicals. **Energy Conversion and Management**. v. 51, p. 1412–1421, 2010.
- CHYBA, C.; SAGAN, C. Electrical energy sources for organic synthesis on the early Earth. **Origins of Life and Evolution of the Biosphere**, v. 21, n. 1, p. 3-17, 1991.
- COTANA, F. et al. Lignin as Co-product of second generation Bioethanol Production from Ligno-cellulosic Biomass. **Energy Procedia**, v. 452014, p. 52-60, 2014.
- COUPER, P. R. Epistemology. **International Encyclopedia of Human Geography**, p. 275- 284, 2020.
- COVERT, T.; GREENSTONE, M.; KNITTEL, C. R. Will we ever stop using fossil fuels?. **Journal of Economic Perspectives**, v. 30, n. 1, p. 117-38, 2016.
- COWAN, D. A. **The Search for Life on Mars**. 1999.
- D'AMATO, D. et al. Green, circular, bio economy: A comparative analysis of sustainability avenues. **Journal of Cleaner Production**, v. 168, p. 716-734, 2017.
- DANLAMI, A. H.; ALIYU, S.; DANMARAYA, I. A. Energy production, carbon emissions and economic growth in lower-middle income countries. **International Journal of Social Economics**, v. 46, n. 1, p. 97–115, 2019.

DE BESI, M.; MCCORMICK, K. Towards a Bioeconomy in Europe: National, Regional and Industrial Strategies. **Sustainability**, v. 7, n. 8, p. 10461–10478, 2015.

DE BIANCHI, S. The stage on which our ingenious play is performed: Kant's epistemology of Weltkenntnis. **Studies in History and Philosophy of Science**, v. 71, p. 58–66, 2018.

DE JONG, E.; JUNGMEIER, G. **Biorefinery Concepts in Comparison to Petrochemical Refineries, Industrial Biorefineries e White Biotechnology**. Elsevier, 2015.

DEFNEY, K. S. **Hubbert's peak: the impending world oil shortage (New Edition)**. Princeton University Press, 2009.

DEVANEY, L.; HENCHION, M. Consensus, caveats and conditions: International learnings for bioeconomy development. **Journal of Cleaner Production**, v. 174, p. 1400–1411, 2018.

DIAS, R. F.; CARVALHO, C. A. A. Bioeconomia no Brasil e no Mundo: Panorama Atual e Perspectivas. **Revista Virtual de Química**, v. 9, n. 1, 2017.

DOGAN, E. Analyzing the linkage between renewable and non-renewable energy consumption and economic growth by considering structural break in time-series data. **Renewable Energy**, v. 99, p. 1126–1136, 2016.

DOE - Department of Bioenergy. Biochemical Conversion - Biorefinery Integration. Disponível em: <<https://www.energy.gov/eere/bioenergy/biochemical-conversion-biorefinery-integration>>. Acesso em: 13 jul. 2019.

DOMAGAL-GOLDMAN, S. D. et al. The astrobiology primer v2. 0. **Astrobiology**, v. 16, n. 8, p. 561-653, 2016.

DONG, C. et al. New generation Urban Biorefinery toward Complete Utilization of Waste Derived Lignocellulosic Biomass for Biofuels and Value-Added Products. **Energy Procedia**, v. 158, p. 918-925, 2019.

EIGEN, E.; SCHUSTER, P. **The Hyperciclus**. A Principle of Natural Self-Organization. 1979.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **RenovaCalc**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1102944/a-renovacalc-aplicada-ao-biocombustivel-etanol-de-cana-de-acucar>>. Acesso em: 20 dez. 2019.

FEDOROFF, N. V. et al. Radically rethimng agriculture for the 21<sup>st</sup> century. **Science**, v. 327, n. 5967, p. 833-834, 2010.

FERNANDO, S. et al. Biorefineries: Current Status, Challenges, and Future Direction. **Energy Fuels**, v. 20, n. 3, p. 1727–1737, 2006.

FERREIRA, A. F. Biorefinery concept. In: **Biorefineries**. Springer, Cham, 2017. p. 1-20.

FEYGIN, M.; SATKIN, R. The oil reserves-to-production ratio and its proper interpretation. **Natural Resources Research**, v. 13, n. 1, p. 57-60, 2004.

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JÚNIOR, J. A. da. Visão além do alcance: uma introdução à análise fatorial. **Opinião pública**, v. 16, n. 1, p. 160-185, 2010.

FIORENTINO, G.; ZUCARO, A.; ULGIATI, S. Towards an energy efficient chemistry. Switching from fossil to bio-based products in a life cycle perspective. **Energy**, v. 170, p. 720-729, 2019.

GEELS, F. W. et al. The enactment of socio-technical transition pathways: a reformulated typology and a comparative multi-level analysis of the German and UK low-carbon electricity transitions (1990-2014). **Research Policy**, v. 45, p. 996-913, 2016b.

GEELS, F. W. Feelings of discontent and the promise of middle range theory for STS: examples from

technology dynamics. **Science, Technology & Human Values**, v. 32, n. 6, p. 627–651, 2007.

GEELS, F. W. From sectoral systems of innovation to socio-technical systems. **Research Policy**, v. 33, p. 897–920, 2004.

GEELS, F. W.; BERKHOUT, F.; VAN VUUREN, D. P. Bridging analytical approaches for low-carbon transitions. **Nature Climate Change**, v. 6, p. 576–583, 2016a.

GEELS, F. W.; SCHOT, J. Typology of sociotechnical transition pathways. **Research Policy**, v. 36, p. 399–417, 2007.

GEORGESON, L.; MASLIN, M.; POESSINOUW, M. The global green economy: a review of concepts, definitions, measurement methodologies and their interactions. **Geography and Environment**, v. 4, n. 1, p. 00036, 2017.

GHISELLINI, P.; CIALANI, C.; ULGIATI, S. A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 114, p. 11–32, 2016a.

GILBERT, W. Origin of life: The RNA world. **nature**, v. 319, n. 6055, p. 618, 1986.

GUBA, E. G.; LINCOLN, Y. S. Competing paradigms in qualitative research. Handbook of GULDI, J.; ARMITAGE, D. **The History Manifesto**. CUP, 2014.

HABLA, W. Climate policy under factor mobility: A (differentiated) case for capital taxation. **Journal of Environmental Economics and Management**, v. 92, p. 100–124, 2018.

HARARI, Y. N. **Sapiens: uma breve história da humanidade**. Editora L&PM, 2015.

HELM, S. V. et al. Differentiating environmental concern in the context of psychological adaption to climate change. **Global environmental change**, v. 48, p. 158-167, 2018.

HENNET, RJ-C.; HOLM, N. G.; ENGEL, M. H. Abiotic synthesis of amino acids under hydrothermal conditions and the origin of life: a perpetual phenomenon?. **Naturwissenschaften**, v. 79, n. 8, p. 361-365, 1992.

HIDALGO, C. The energy crossroads: Strategies for sustainable energy development. **Métode Science Studies Journal-Annual Review**, n. 10, 2019.

HØISETH, M.; KEITSCH, M. M.; HOPPERSTAD, M. H. **Interactions between caregivers and young children: exploring pedagogical tact in nebulizer treatment**. *Qualitative Health Research* 24, 2014.

HOLTZ, G. et al. Prospects of modelling societal transitions: position paper of an emerging community. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 17, p. 41–58, 2015.

HUANG, H. J. et al. A review of separation technologies in current and future biorefineries. **Separation and Purification Technology**, v. 62, p. 1-21, 2008.

IEA - International Energy Agency Bioenergy. **Task 42 Biorefinery**. Disponível em: <[http://www.biorefinery.nl/fileadmin/biorefinery/docs/Brochure\\_Totaal\\_definitief\\_HR\\_opt.pdf](http://www.biorefinery.nl/fileadmin/biorefinery/docs/Brochure_Totaal_definitief_HR_opt.pdf)>. Acesso em: 12 jan. 2020.

IMAI, E. et al. Elongation of oligopeptides in a simulated submarine hydrothermal system. **Science**, v. 283, n. 5403, p. 831-833, 1999.

JOYCE, G. F. **The RNA world: Life before DNA and protein**. 1993.

JUAN, J. C. et al. Biodiesel production from jatropha oil by catalytic and non-catalytic approaches: An overview. **Bioresource Technology**, v. 102, n. 2, p. 452–460, 2011.

KANT, I. **Crítica da razão pura**. Os pensadores. vol. I. São Paulo: Nova Cultural, 1987.

- KANT, I.; GUYER, P.; MATTHEWS, E. **Critique of the power of judgment**. Cambridge University Press, 2000.
- KASTING, J. F. Long-term stability of the Earth's climate. **Global and planetary change**, v. 1, n. 1-2, p. 83-95, 1989.
- KASTING, J. F.; WHITMIRE, D. P.; REYNOLDS, R. T. Habitable zones around main sequence stars. **Icarus**, v. 101, n. 1, p. 108-128, 1993.
- KATSCHER, F. The history of the terms prokaryotes and eukaryotes. **Protist**, v. 155, n. 2, p. 257, 2004.
- KEEGAN, D. et al. Cascading use: a systematic approach to biomass beyond the energy sector. **Biofuels, Bioproducts & Biorefining**, v. 7, p. 193-206, 2013.
- KÖHLER, J. et al. An agenda for sustainability transitions research: State of the art and future directions. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 31, n. June, p. 1-32, 2019.
- KOLB, V. M.; DWORKIN, J. P.; MILLER, S. L. Alternative bases in the RNA world: the prebiotic synthesis of urazole and its ribosides. **Journal of molecular evolution**, v. 38, n. 6, p. 549-557, 1994.
- KRAUßE, E. **Ernst Haeckel**. Springer-Verlag, 2013.
- LAMMER, H. et al. What makes a planet habitable?. **The Astronomy and Astrophysics Review**, v. 17, n. 2, p. 181-249, 2009.
- LANDRY, N. et al. Learned helplessness moderates the relationship between environmental concern and behavior. **Journal of Environmental Psychology**, v. 55, p. 18-22, 2018.
- LANE, D. C. Modelling as learning: a consultancy methodology for enhancing learning in management teams. **European Journal of Operational Research**, v. 59, p. 64-84, 1992.
- LANE, D. C. Social theory and system dynamics practice. **European Journal of Operational Research**, v. 113, p. 501-527, 1999.
- LAP, T. et al. Pathways for a Brazilian biobased economy: towards optimal utilization of biomass. **Biofuels, Bioproducts & Biorefining**, v. 13, p. 673-689, 2019.
- LATIF, S. A. **A análise fatorial auxiliando a resolução de um problema real de pesquisa de marketing**. Caderno de pesquisas em Administração, n. 2, p. 20, 1994.
- LAVALL, T. P.; OLSSON, G. Global Governance and Development in Their Multidimensionality: A Look at United Nations 2030 Agenda. **Direito e Desenvolvimento**, v. 10, p. 52, 2019.
- LI, T.; NICOLAOU, K. C. Chemical self-replication of palindromic duplex DNA. **Nature**, v. 369, n. 6477, p. 218, 1994.
- LIN, W. C. et al. Bacterial cellulose and bacterial cellulose-chitosan membranes for wound dressing applications. **Carbohydrate Polymers**, v. 94, p. 603-611, 2013.
- LINNAEUS, C. **Systema naturae**, vol. 1. Systema naturae, Vol. 1, 1758.
- LIU, S.; ABRAHAMSON, L. P.; SCOTT, G. M. Biorefinery: Ensuring Biomass as a Sustainable Renewable Source of Chemicals, Materials, and Energy. **Biomass Bioenergy**, v. 39, p. 1-4, 2012.
- LIU, Y.; HAO, Y. The dynamic links between CO2 emissions, energy consumption and economic development in the countries along “the Belt and Road”. **Science of The Total Environment**, v. 645, p. 674-683, 2018.
- LOKKO, Y. et al. Biotechnology and the bioeconomy—Towards inclusive and sustainable industrial development. **New Biotechnology**, v. 40, p. 5-10, 2018.

- LOMBORG, B. Restrições ou abundância de recursos ?. In: **Conflito ambiental**. Routledge, 2018. p. 125-152.
- LOOMIS, William F. **Four billion years**. Sinauer Associates, p. 1-286, 1988.
- MACLEOD, G. et al. Hydrothermal and oceanic pH conditions of possible relevance to the origin of life. **Origins of Life and Evolution of the Biosphere**, v. 24, n. 1, p. 19-41, 1994.
- MCKAY, C. P. Urey Prize lecture: Planetary evolution and the origin of life. **Icarus**, v. 91, n. 1, p. 93-100, 1991.
- MELOSH, H. J. The rocky road to panspermia. **Nature**, v. 332, n. 6166, p. 687, 1988.
- MILLER, S. L.; BADA, J. L. Submarine hot springs and the origin of life. **Nature**, v. 334, n. 6183, p. 609, 1988.
- MILLER, S. L.; LAZCANO, A. The origin of life—did it occur at high temperatures?. **Journal of Molecular Evolution**, v. 41, n. 6, p. 689-692, 1995.
- MILLER, S. L.; SCHOPF, J. W.; LAZCANO, A. Oparin's "Origin of Life": Sixty Years Later. **Journal of molecular evolution**, v. 44, n. 4, p. 351-353, 1997.
- MILLER, S. L.; UREY, H. C. Organic compound synthesis on the primitive earth. **Science**, v. 130, n. 3370, p. 245-251, 1959.
- MOJZSIS, S. J. et al. Evidence for life on Earth before 3,800 million years ago. **Nature**, v. 384, n. 6604, p. 55, 1996.
- MONCADA, J.; EL-HALWAGI, M. M.; CARDONA, C. A. Techno-economic analysis for a sugarcane biorefinery: Colombian case. **Bioresource Technology**, v. 135, p. 533–543, 2013.
- MONCADA, J.; TAMAYO, J. A.; CARDONA, C. A. Integrating first, second, and third generation biorefineries: Incorporating microalgae into the sugarcane biorefinery. **Chemical Engineering Science**, v. 118, n. 18, p. 126-140, 2014.
- MORENO, M. A. Microorganism transport from Earth to Mars. **Nature**, v. 336, n. 6196, p. 209, 1988.
- MORRISON, M.; CORNIPS, L. Exploring the role of dedicated online biotechnology news providers in the innovation economy. **Science, Technology & Human Values**, v. 37, n. 3 p. 262–285, 2012.
- NÄYHÄ, A.; PESONEN, H. Strategic change in the forest industry towards the biorefining business. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 81, p. 259-271, 2014.
- NEIS, F. A. et al. Multiple industrial uses of non-wood pine products. **Industrial crops and products**, v. 130, p. 248-258, 2019.
- NIZAMI, A. S. et al. Waste biorefineries: Enabling circular economies in developing countries. **Bioresource Technology**, v. 241, p. 1101-1117, 2017.
- NREL - National Renewable Energy Laboratory. **Integrated Biorefinery Research Facility**. Disponível em: <<https://www.nrel.gov/bioenergy/ibrf.html>>. Acesso em: 12 jan. 2020.
- O'DONNELL, M.; LANGSTON, L.; STILLMAN, B. Principles and concepts of DNA replication in bacteria, archaea, and eukarya. **Cold Spring Harbor perspectives in biology**, v. 5, n. 7, p. a010108, 2013.
- OBERBECK, V. R.; MANCINELLI, R. L. Asteroid impacts, microbes, and the cooling of the atmosphere. **BioScience**, v. 44, n. 3, p. 173-177, 1994.
- OCDE - Organisation For Economic Co-Operation And Development. **The bioeconomy to 2030**. Paris: OECD, 2009. Disponível em:<[https://www.oecd-ilibrary.org/economics/the-bioeconomy-to-2030\\_9789264056886-en](https://www.oecd-ilibrary.org/economics/the-bioeconomy-to-2030_9789264056886-en)>. Acesso em: 24 jan. 2020.

- OEHLER, D. Z. et al. NanoSIMS: insights to biogenicity and syngeneity of Archaean carbonaceous structures. **Precambrian Research**, v. 173, n. 1-4, p. 70-78, 2009.
- OPARIN, A. **The Origin of Life**. 1938.
- OWEN, Nick A.; INDERWILDI, Oliver R.; KING, David A. The status of conventional world oil reserves—Hype or cause for concern?. **Energy policy**, v. 38, n. 8, p. 4743-4749, 2010.
- PAPACHRISTOS, G. A mechanism based transition research methodology: bridging analytical approaches. **Futures**, 98, 57–71, 2018.
- PAPACHRISTOS, G. System dynamics modelling and simulation for sociotechnical transitions research. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 31, n. February, p. 248–261, 2019.
- PAPACHRISTOS, G. Towards multi-system sociotechnical transitions: why simulate. **Technology Analysis and Strategic Management**, v. 26 n. 9, p. 1037–1055, 2014.
- PARSONS, P. Exobiology-Dusting Off Panspermia. **Nature**, v. 383, n. 6597, p. 221-222, 1996.
- PATERMANN, C.; AGUILAR, A. The origins of the bioeconomy in the European Union. **New biotechnology**, v. 40, p. 20-24, 2018.
- PAULIUK, S. et al. Industrial ecology in integrated assessment models. **Nature Climate Change**, v. 7, n. 1, p. 13–20, 2017.
- PEARSON, P. J. G. Past, present and prospective energy transitions: an invitation to historians. **Journal of Energy History**, v. 1, p. 1–44, 2018.
- PEREZ, C. **Revoluciones tecnológicas e capital financeiro: la dinámica grandes burbujas financieras y las épocas de bonanza**. México: Siglo XXI, 2004.
- PETROBRAS S. A. **Refino**. Disponível em: <<https://petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/areas-de-atuacao/refino/>>. Acesso em: 04 jan. 2020.
- PHILP, J. The bioeconomy, the challenge of the century for policy makers. **New Biotechnology**, v. 40, p. 11–19, 2018.
- PIMENTEL, David; PIMENTEL, Marcia H. **Alimentos, energia e sociedade**. Imprensa CRC, 2007.
- PIZZARELLO, Sandra. The chemistry of life's origin: a carbonaceous meteorite perspective. **Accounts of Chemical Research**, v. 39, n. 4, p. 231-237, 2006.
- POLLARD, T. D. et al. **Cell Biology**. E-Book. Elsevier Health Sciences, 2016.
- PRIEFER, C.; JÖRISSSEN, J.; FRÖR, O. Pathways to Shape the Bioeconomy. **Resources**, v. 6, n. 1, p. 10, 2017.
- RAHMAN, Q. M. et al. Green biorefinery of fresh cattail for microalgal culture and ethanol production. **Bioresource Technology**, v. 185, p. 436-440, 2015.
- REE, R. V. ; ANNEVELINK, E. **Status report biorefinery 2007**. Wageningen, 2007. Disponível em: <<http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/362552>>. Acesso em: 25 nov. 2019.
- REGENÉRA MOLÉCULAS DO MAR. Linhas de atuação. Porto Alegre, 2020. Disponível em: <<http://regeneramoleculas.com.br/pages/full-width.html>>. Acesso em: 24 jan. 2020.
- ROBERTSON, M. P.; MILLER, S. L. Prebiotic synthesis of 5-substituted uracils: a bridge between the RNA world and the DNA-protein world. **Science**, v. 268, n. 5211, p. 702-705, 1995.
- ROCKSTRÖM, J. et al. Sustainable intensification of agriculture for human prosperity and global sustainability. **Ambio**, v. 46, n. 1, p. 4-17, 2017.

- RODRIGUES, J. A. R. Do engenho à biorrefinaria: a usina de açúcar como empreendimento industrial para a geração de produtos bioquímicos e biocombustíveis. **Química Nova**, v. 7, n. 34, p. 1242–1254, 2011.
- RUSSELL, M. J.; DANIEL, R. M.; HALL, A. J. On the emergence of life via catalytic iron-sulphide membranes. **Terra Nova**, v. 5, n. 4, p. 343-347, 1993.
- RUSSELL, M. J.; HALL, A. J. The emergence of life from iron monosulphide bubbles at a submarine hydrothermal redox and pH front. **Journal of the Geological Society**, v. 154, n. 3, p. 377-402, 1997.
- SADHUKHAN, J. et al. Role of bioenergy, biorefinery and bioeconomy in sustainable development: Strategic pathways for Malaysia. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 81, n. April, p. 1966–1987, 2018.
- SASSON, A.; MALPICA, C. Bioeconomy in Latin America. **New Biotechnology**, v. 40, p. 40–45, 2018.
- SCHAFFARTZIK, A.; FISCHER-KOWALSKI, M. Latecomers to the Fossil Energy Transition, Frontrunners for Change? The Relevance of the Energy ‘Underdogs’ for Sustainability Transformations. **Sustainability**, v. 10, n. 8, p. 2650, 2018.
- SCHANDL, H. et al. Decoupling global environmental pressure and economic growth: scenarios for energy use, materials use and carbon emissions, **Journal of Cleaner Production**, v. 132, p. 45-56, 2016.
- SCHIDLÓWSKI, M. A. 3,800-million-year isotopic record of life from carbon in sedimentary rocks. **Nature**, v. 333, n. 6171, p. 313, 1988.
- SCHIEB, P. et al. **Biorefinery 2030: Future prospects for the bioeconomy**. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2015. 158 p.
- SCHOPF, J. W.; PACKER, B. M. Early Archean (3.3-billion to 3.5-billion-year-old) microfossils from Warrawoona Group, Australia. **Science**, v. 237, n. 4810, p. 70-73, 1987.
- SCHWARTZMAN, D.; MCMENAMIN, M.; VOLK, T. Did surface temperatures constrain microbial evolution?. **BioScience**, v. 43, n. 6, p. 390-393, 1993.
- SCOTT, K. et al. Bridging the climate mitigation gap with economy-wide material productivity. **Journal of Industrial Ecology**, p. 318-931, 2018.
- SEIDL, R. et al. Forest disturbances under climate change. **Nature climate change**, v. 7, n. 6, p. 395, 2017.
- SEPHTON, Mark A. Organic matter in carbonaceous meteorites: past, present and future research. **Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences**, v. 363, n. 1837, p. 2729-2742, 2005.
- SERNA-LOAIZA, S.; CARMONA-GARCIA, E.; CARDONA, C. A. Potential raw materials for biorefineries to ensure food security: The Cocoyam case. **Industrial Crops and Products**, v. 126, n. October, p. 92-102, 2018.
- SHAFIEE, M. et al. Decision support methods and applications in the upstream oil and gas sector. **Journal of Petroleum Science and Engineering**, v. 173, p. 1173–1186, 2019.
- SHIH, P. M. Towards a sustainable bio-based economy: Redirecting primary metabolism to new products with plant synthetic biology. **Plant Science**, v. 273, p. 84–91, 2018.
- SHOCK, E. L. Organic acids in hydrothermal solutions: Standard molal thermodynamic properties of carboxylic acids and estimates of dissociation constants at high temperatures and pressures. **American Journal of Science**, v. 295, n. 5, p. 496-580, 1995.
- SILVEIRA, F. L. da **A teoria do conhecimento de Kant: o idealismo transcendental**. Instituto de Física - UFRGS. Porto Alegre – RS, 2002. Disponível em: < <https://www.if.ufrgs.br/~lang/Textos/KANT.pdf> >; Acesso em 22 dez. 2019.



- SINGH, A.; BASAK, P. Economic and environmental evaluation of municipal solid waste management system using industrial ecology approach: Evidence from India. **Journal Cleaner Production**, v. 195, p. 10-20, 2018.
- SMITH, W. **Mapping the development of UK biorefinery complexes**. York, UK: NNFCC, 2007. 80 p.
- SOUZA, S. P.; GOPAL, A. R.; SEABRA, J. E. A. Life cycle assessment of biofuels from an integrated Brazilian algae- sugarcane biorefinery. **Energy**, v. 811, p. 373-381, 2018.
- STEHMANN, J. R.; SOBRAL, M. Biodiversidade no Brasil. Simões, CM, Schenkel, EP, Mentz, LA, Petrovick, PR Farmacognosia do Produto Natural ao Medicamento. **Artmed**, p. 1-11, 2017.
- STERMAN, J. D. **Business Dynamics: Systems Thinking and Modelling for a Complex World**. McGraw Hill, New York, 2000.
- STERN, D. I. The role of energy in economic growth. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1219, n. 1, p. 26–51, 2011.
- STOKER, C. R. et al. Microbial metabolism of tholin. **Icarus**, v. 85, n. 1, p. 241-256, 1990.
- TALAMINI, E. **Ciência, mídia e governo na configuração do macroambiente para os biocombustíveis líquidos**. 2008. Tese (Doutorado em Agronegócios) – Programa de Pós-graduação em Agronegócios, Centro de Pesquisas em Agronegócios, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- THOMSEN, M. H. Complex media from processing of agricultural crops for microbial fermentation. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 68, n. 5, p. 598-606, 2005.
- VAN DEN BERGH, J. C. J. M. Environment versus growth –A criticism of “degrowth” and a plea for ‘a-growth’. **Ecological Economics**, v. 70, n. 5, p. 881–890, 2011.
- VAN EYDEN, R. et al. Oil price volatility and economic growth: Evidence from advanced economies using more than a century’s data. **Applied Energy**, v. 233–234, p. 612–621, 2018.
- VAZ JUNIOR, Silvio. A renewable chemistry linked to the Brazilian biofuel production. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, v. 1, n. 13, 2014.
- VIVIEN, F. D. et al. The Hijacking of the Bioeconomy. **Ecological Economics**, v. 159, n. June, p. 189-197, 2019.
- VIVIEN, F.-D. et al. The hijacking of the bioeconomy. **Ecological economics**, v. 159, p. 189-197, 2019.
- WACHTMEISTER, H.; HENKE, P.; HÖÖK, M. Oil projections in retrospect: Revisions, accuracy and current uncertainty. **Applied Energy**, v. 220, p. 138–153, 2018.
- WANG, Y.; ZHANG, Q.; LI, C. The contribution of non-fossil power generation to reduction of electricity-related CO2 emissions: A panel quintile regression analysis. **Journal of Cleaner Production**, v. 207, p. 531–541, 2019.
- WATSON, J. D.; CRICK, F. H. C. Implicações genéticas da estrutura do ácido desoxirribonucleico. **Nature**, v. 171, n. 4361, p. 964-967, 1953.
- WEBER, P.; GREENBERG, J. M. Can spores survive in interstellar space?. **Nature**, v. 316, n. 6027, p. 403, 1985.
- WELLS, H. G.; HUXLEY, J. S.; WELLS, G. P. **The science of life**. 1514 pp. New York, 1934.
- WIEDEMANN, S. G.; MCGAHAN, E. J.; MURPHY, C. M. Resource use and environmental impacts from Australian chicken meat production. **Journal of Cleaner Production**, v. 140, p. 675-684, 2017.
- WOESE, C. R. **Bacterial evolution**. Microbiological reviews, v. 51, n. 2, p. 221, 1987.

WOESE, C. R.; GUPTA, R. Are archaeobacteria merely derived 'prokaryotes'?. **Nature**, v. 289, n. 5793, p. 95-96, 1981.

YAMAKAWA, C. K.; QIN, F.; MUSSATTO, S. I. Advances and opportunities in biomass conversion technologies and biorefineries for the development of a bio-based economy. **Biomass and bioenergy**, v. 119, p. 54-60, 2018.

YOUNT, L. **Antoni van Leeuwenhoek**: first to see microscopic life. Enslow Publishers, Inc., 2008.

YUE, D.; YOU, F; D.; SNYDER, S. W. "Biomass-to-bioenergy and biofuel supply chain optimization: Overview, key issues and challenges," **Computers & Chemical Engineering**, v. 66, p. 36–56, 2014.

ZOU, Caineng et al. Energy revolution: From a fossil energy era to a new energy era. **Natural Gas Industry**, v. 3, n. 1, p. 1-11, 2016.

## CAPÍTULO 4

### PERSPECTIVAS DOS ESPECIALISTAS ACERCA DO CONCEITO DE BIORREFINARIA

**Resumo:** Nos conceitos atuais de biorrefinaria, um elemento principal, por vezes, é desconsiderado. Esse elemento refere-se aos ativos biológicos. Este estudo tem por objetivo compreender como o conceito de biorrefinaria é percebido pelos especialistas ligados aos setores da bioeconomia no Brasil e ainda discutir as implicações dessas percepções para o desenvolvimento da bioeconomia no Brasil. Com uma proposição conceitual ampliada da terminologia “biorrefinaria”, buscou-se indagar os especialistas por meio da metodologia Q, em que foram submetidas 45 narrativas, apresentando elementos do conceito de biorrefinaria da literatura, do conceito proposto e elementos parciais (do conceito proposto e da literatura). Participaram do estudo 36 especialistas do governo, academia e a indústria vinculados a setores da bioeconomia brasileira. Nos resultados foram extraídos 8 fatores que respondem por 63,35% da variação total. Os elementos dos três grupos se dividiram entre os fatores extraídos. Os resultados apontaram que a biorrefinaria é percebida como uma cadeia biológica de valor, modelo econômico bioecológico, base da segurança energética, redes de conhecimento, ativos biológicos de interesse industrial, instrumento da economia circular, químicos renováveis e como sendo uma planta industrial. Nesse caso, torna-se, novamente, evidente que o entendimento de biorrefinaria está em construção. Um novo olhar em relação ao entendimento de biorrefinaria torna-se pertinente a fim de abrir novas discussões entre os agentes dos diferentes setores.

**Palavras-chave:** Biorrefinaria, Ativos Biológicos, Metodologia Q.

**Abstract:** In current biorefinery concepts, a main element is sometimes overlooked. This element refers to biological assets. This study aims to understand how the concept of biorefinery is perceived by specialists linked to the sectors of bioeconomics in Brazil and to discuss the implications of these perceptions for the development of bioeconomics in Brazil. With an expanded conceptual proposition of the term “biorefinery”, we sought to ask experts through the Q methodology, in which 45 narratives were submitted, presenting elements of the biorefinery concept of literature, the proposed concept and partial elements (of the proposed concept and literature). 36 experts from the government, academia and industry linked to sectors of the Brazilian bioeconomy participated in the study. The results extracted 8 factors

that account for 63.35% of the total variation. The elements of the three groups were divided between the factors extracted. The results showed that the biorefinery is perceived as a biological value chain, a bioecological economic model, the basis of the energy matrix, knowledge networks, biological assets of industrial interest, an instrument of the circular economy, renewable chemicals and as an industrial plant. In this case, it again becomes evident that the understanding of biorefinery is under construction. A new look in relation to the understanding of biorefinery becomes pertinent in order to open new discussions between agents from different sectors.

**Keywords:** Biorefinery, Biological Assets, Q Methodology.

## 1. INTRODUÇÃO

O aumento da população mundial, juntamente com a mudança no estilo de vida, levou a mudanças no padrão e no consumo de energia. Atualmente, o petróleo é uma matéria-prima básica para a produção da maioria dos combustíveis e produtos químicos. Porém, o seu rápido esgotamento cria uma pressão sobre a indústria. Juntamente com isso, existem evidências de que as emissões de gases de efeito estufa, como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), decorrentes da combustão de combustíveis fósseis, e as mudanças no uso da terra, estão impactando no clima do planeta. Além disso, a maioria dos recursos naturais utilizados na produção não é renovável e sua disponibilidade é limitada (VIKSTRÖM, 2016). Nesse contexto, houve um interesse considerável em encontrar alternativas consideradas renovável e sustentável e assim uma mudança para a bioeconomia. As biorrefinarias são novos tipos de configurações tecnológicas que podem produzir os elementos básicos necessários à bioeconomia uma vez que pesquisadores destacam a biorrefinaria como a personificação da bioeconomia (PHILP, 2018) e outros a sublinham como o elemento principal para a transição sociotécnica de economias de base fóssil para a economias de base biológica.

A abordagem de biorrefinaria pode ser um bom exemplo de um processo multifuncional de geração de múltiplos produtos de energia e materiais (CHERUBINI, STROMMANA e ULGIATI, 2011), maximizando assim o valor econômico da matéria-prima usada e minimizando a produção de fluxos de resíduos (THOMSEN, 2005).

Atualmente, a engenharia genética de organismos e a melhoria de biorreatores são abordagens substanciais para aumentar o rendimento das biorrefinarias (YAN et al., 2014; ZHENG et al., 2015; CELÍNSKA et al., 2015). As abordagens biológicas têm atraído um

interesse na conversão de biomassa em biomaterial e biocombustível. A biotecnologia é um aspecto integrante da considerada nova biologia (PATTERSON et al., 2010; SMITH, 2013). Por meio da engenharia genética e metabólica, produtos de base biológica podem ser gerados a partir de células vivas, como microalgas, bactérias e fungos (LIANG e JIANG, 2013; LEVERING, BRODDRICK e ZENGLER, 2015; ZHU, 2015).

Para determinar o que é necessário para desenvolver novas biorrefinarias, a Agência Internacional de Energia (AIE, 2019) define: “O biorrefino é o processamento sustentável de biomassa em um espectro de produtos de base biológica comercializáveis e bioenergia”. Embora o princípio desta descrição seja válido, há necessidade de acréscimos. Somente levar em consideração o processamento sustentável da biomassa não fornece informações suficientes para a complexidade das biorrefinarias (PALMEROS PARADA et al., 2017).

Diferentemente dos processos convencionais de refinaria de petróleo, a biorrefinaria, normalmente, é considerada uma instalação que integra processos e equipamentos de conversão de biomassa para produzir alimentos para animais e humanos, além de combustíveis, produtos químicos de valor agregado e energia a partir da biomassa (AMIDON e LIU, 2009). Porém, esse é o conceito normalmente empregado. No entanto, o termo biorrefinaria é amplamente discutido com inúmeras definições (FERREIRA, 2017). Cientistas e instituições criaram diferentes definições ao longo do tempo, porém, poucas diferenças são encontradas nessas definições.

A *American National Renewable Energy Laboratory* define as biorrefinarias como o conjunto de indústrias que convertem a biomassa em bioprodutos, como: combustíveis, energia ou produtos químicos (NREL, 2008). Além disso, segundo *IEA Bioenergy* (2010), as biorrefinarias são definidas como sendo o processamento sustentável de biomassa em um espectro de produtos comercializáveis (alimentos, rações, materiais, químicos) e/ou energia (combustíveis, eletricidade, calor). Por fim, Vaz Junior (2014) aponta que o conceito de biorrefinaria ainda é algo recente, porém tem um objetivo interessante que é o substituir produtos e processos baseados em fontes de matérias-primas não renováveis, por produtos e processos que utilizem a biomassa como matéria-prima. Ressalta-se, que a principal diferença entre os três conceitos, é que o primeiro está relacionado às indústrias, o segundo inclui, também, os processos e o terceiro os insumos.

Nos conceitos atuais de biorrefinaria, um elemento principal, por vezes, é desconsiderado. Esse elemento refere-se aos ativos biológicos. Por meio da reconstrução epistemológica da terminologia, identificou-se que biorrefinaria pode ser entendida como: *Um*

*processo físico e/ou químico e/ou biológico, que purifica e/ou separa elementos constituintes de ativos biológicos dos reinos monera, protista, plantae, animalia e fungi, oriundos do ambiente terrestre ou oceânico, em bioprodutos para o uso final ou que sirvam de matéria-prima para outros bioprodutos.*

O Brasil, por exemplo, possui vantagens comparativas em função da sua biodiversidade. Estima-se, que a biota brasileira apresenta entre 170 e 210 mil espécies, o que corresponde a cerca de 13% da riqueza mundial (STEHMANN e SOBRAL, 2017). Apesar do Brasil possuir esse tipo de vantagens, o entendimento e a compreensão referente a biorrefinaria pode estar sendo limitada pelos agentes envolvidos nos diversos setores - governo, academia e a indústria. Esse fato pode estar limitando o surgimento de diversas possibilidades que se enquadrariam como sendo uma biorrefinaria. Da mesma forma, várias atividades e empreendimentos que se enquadrariam como biorrefinaria, podem estar sendo negligenciadas e não usufruindo de políticas públicas de incentivos.

Nesse sentido, o artigo tem por objetivo compreender como o conceito de biorrefinaria é percebido pelos especialistas do governo, da academia e a da indústria ligados aos setores da bioeconomia brasileira. Entender os conceitos de biorrefinarias e quais conflitos sua materialização pode causar são, portanto, tarefas importantes para fornecer direcionalidade e governança para incentivos na criação, ampliação e difusão das biorrefinarias.

Os elementos conceituais de biorrefinarias são identificados e interpretados usando a metodologia Q, baseado no estudo de Bauer (2018). O artigo apresenta o método e a metodologia empregados para identificar e analisar os elementos que compreendem os conceitos atuais de biorrefinaria, juntamente com os elementos dos ativos biológicos, a fim de testá-los com os especialistas dos diferentes setores. Na sequência são apresentados os resultados e, finalmente, as discussões e considerações finais.

## **2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

### **2.1 METODOLOGIA Q**

A metodologia Q fornece um suporte para estudos relacionados a subjetividade (do ponto de vista de uma pessoa) (NOST, ROBERTSON e LAVE, 2019). Normalmente, em um estudo metodológico Q, as pessoas são apresentadas a uma amostra de declarações sobre algum tópico, chamada Q-sample (AKHTAR-DANESH, BAUMANN e CORDINGLEY, 2008). Os

entrevistados, chamados de P-set, são solicitados a classificar as declarações de seu ponto de vista individual, de acordo com alguma preferência, julgamento ou sentimento sobre elas (ELLINGSEN, STØRKSEN e STEPHENS, 2010). Ao classificar Q, as pessoas dão seu significado subjetivo às declarações e, ao fazê-lo, revelam seu ponto de vista subjetivo ou perfil pessoal (BROWN, 1996).

A partir dos pontos de vistas de cada indivíduo, é possível realizar uma análise fatorial. Nesse caso, Stephenson (1935) apresentou a metodologia Q como uma inversão da análise fatorial convencional, pois avaliaria pessoas e não testes. A correlação entre perfis pessoais indica pontos de vista semelhantes ou que existem segmentos de subjetividade. Assim, ao relacionar pessoas, a análise do fator Q proporcionaria informações sobre os pontos de vista dos indivíduos. No caso do presente estudo, do ponto de vista dos especialistas em relação ao conceito de biorrefinaria.

Segundo Stephenson (1935), se cada indivíduo tem seus próprios gostos e desgostos, seus perfis não se correlacionariam. No entanto, caso exista grupos significativos de correlações, eles podem ser fatorados, descritos como pontos de vista comuns (ou gostos, preferências, relatos dominantes, tipologias). Assim, os indivíduos podem ser medidos em relação entre eles (WITTENBORN, 1961; YOUNG e SHEPARDSON, 2018).

Os fatores resultantes da análise Q representam agrupamentos de subjetividade que são operantes, isto é, que representam distinções funcionais, e não meramente lógicas (STEPHENSON, 1935). Estudos usando pesquisas e questionários geralmente usam categorias nas quais o pesquisador impõe às respostas. A metodologia Q, por outro lado, determina as categorias que representam distinções funcionais (SMITH, 2001). Uma premissa crucial de Q é que a subjetividade é comunicável, pois somente quando a subjetividade é comunicada, quando é expressa operativamente, pode ser analisada sistematicamente, assim como qualquer outro comportamento.

Os resultados de um estudo metodológico, a partir do Q, podem ser usados para descrever uma população de pontos de vista (STEPHENSON, 1935). No presente estudo, é útil para compreender o ponto de vista dos especialistas em relação aos conceitos de biorrefinaria. Além disso, a metodologia Q não precisa de um número elevado de respondentes, pois permite, por exemplo, revelar uma característica independentemente da distribuição dessa em relação a outras características (ELLINGSEN, STØRKSEN e STEPHENS, 2010). Por fim, a metodologia Q trata-se de um método quali-quantitativo que captura posições subjetivas em um discurso específico (BAUER, 2018). Assim, para a realização de um estudo baseado na

metodologia Q são necessários os seguintes passos: (1) desenvolvimento da Q-sample e *concourse*; (2) seleção da amostra P-set e classificação Q-sort; e (3) análise e interpretação.

### 2.1.1 Concourse e Q-sample

Dentre os diversos procedimentos de coleta de narrativas do método Q, chamados de *concourse*, (BROWN, 1980; BROWN, 1993) os mais utilizados são as observações dos participantes, entrevistas e a literatura científica e documental (MCKEOWN, 1984; REBER; KAUFMAN; CROPP, 2000; PREVITE; PINI; HASLAM-MCKENZIE, 2007). Neste estudo, as narrativas foram obtidas por meio da reconstrução terminológica de “bio” + “refino” (apresentada no capítulo 1), e as narrativas referentes aos atuais conceitos e elementos relacionados ao tema foram extraídas de 122 artigos científicos e 9 livros, encontrados nas bases de dados científicas *Web of Science*, *Scopus* e *Scimedirect*. A literatura selecionada contemplou os conceitos e narrativas convencionais de biorrefinaria e conceitos e narrativas que se referem a transição dos conceitos convencionais para conceitos mais elaborados, ou ainda que incorporam elementos de transição ao conceito proposto. Nesse primeiro esforço foram extraídas 117 narrativas.

A seleção da amostra de narrativas é tratada na literatura como *Q-sample* (WEBLER, DANIELSON, TULER, 2009; COUTO et al., 2011; WATTS; STENNER, 2012). A definição da amostra das narrativas, foi cuidadosamente categorizada em três grupos: (G1) narrativas referentes ao conceito proposto de biorrefinaria; (G2) narrativas parcialmente relacionadas com as narrativas do conceito proposto e da literatura e, (G3) narrativas oriundas da literatura. Assim, foram selecionadas 15 narrativas para cada grupo para a construção do Q-sort (Quadro 1).

**Quadro 1**– Q-sort

<b>Grupo</b>	<b>Variável</b>	<b>Descrição</b>
<b>G1</b>	NCP1	Um ativo biológico é uma biorrefinaria.
	NCP2	Ativos biológicos dos reinos monera, protista, fungi, plantae e animalia são biorrefinarias.
	NCP3	A biorrefinaria utiliza ativos biológicos terrestres e oceânicos.
	NCP4	A biorrefinaria utiliza a simbiose industrial a fim de beneficiar resíduos.
	NCP5	O ativo biológico produz bioprodutos.
	NCP6	Biorrefinaria de insetos é uma alternativa para a produção de compostos de interesse industrial.
	NCP7	Esponjas marinhas podem ser consideradas como sendo uma biorrefinaria.
	NCP8	A Biorrefinaria substitui produtos e processos baseados em fontes de matérias-primas não renováveis, por ativos biológicos.
	NCP9	Os ativos biológicos, considerando os fungos, enzimas, e bactérias são propensos a serem biorrefinarias.



	NCP10	Biorrefinaria é uma estratégia para a otimização da utilização de recursos naturais.
	NCP11	A biorrefinaria permite o tratamento de resíduos, a fim de convertê-los em produtos (Ex: fertilizantes e biocombustíveis).
	NCP12	São novos nichos tecnológicos com uma perspectiva de introduzir novas cadeias de valor.
	NCP13	As Biorrefinaria fornecem moléculas para a química fina, com aplicações medicinais e para a indústria de cosméticos.
	NCP14	A biorrefinaria requer a utilização e disponibilidade de recursos da biodiversidade.
	NCP15	Ativos biológicos são oportunidades de negócios para a indústria de papel e celulose.
G2	NP1	A biorrefinaria faz uso exclusivo de biomassa para geração de um produto final (Ex: energia, materiais).
	NP2	A biorrefinaria é uma indústria para produção de biocombustíveis.
	NP3	A biorrefinaria converte apenas biomassa.
	NP4	Biorrefinaria é uma indústria que substitui produtos e processos baseados em fontes de matérias-primas não renováveis, por processos e produtos que utilizam a biomassa.
	NP5	A biorrefinaria promove o aumento da pressão sobre o uso da terra.
	NP6	Os ativos biológicos, considerando os reinos, fungi, monera, protista, plantae e animalia não são propensos a serem biorrefinarias.
	NP7	A biorrefinaria é uma indústria ineficiente na exploração dos recursos naturais.
	NP8	A biorrefinaria promove o aumento da pressão sobre os recursos naturais.
	NP9	Biorrefinaria é uma usina que utiliza a biomassa para obter diversos produtos. (Ex: etanol, celulose e rações).
	NP10	Biorrefinaria pode ser ativos biológicos da floresta, e deles podem ser refinados biomateriais. (Ex: Resina e biopolímeros).
	NP11	As biorrefinarias têm a biotecnologia como principal veículo para o desenvolvimento sustentável.
	NP12	Biorrefinaria é um termo utilizado para definir às fábricas de conversão de biomassa, fibras, produtos químicos e energia.
	NP13	A biorrefinaria utiliza processos sustentáveis para produzir o mínimo de resíduos para o meio ambiente, diminuindo a carga ambiental.
	NP14	As biorrefinarias não utilizam apenas ativos biológicos para a produção de bioprodutos.
	NP15	Entende-se como uma cadeia de valor proveniente de recursos biogênicos para a produção de energia, materiais e serviços.
G3	NL1	A biorrefinaria é uma indústria.
	NL2	Biorrefinaria são beneficiadoras de diferentes matérias-primas (Ex: os recursos biológicos).
	NL3	A biorrefinaria integra processos de conversão de biomassa.
	NL4	As biorrefinarias forcem produtos químicos, por meio da biomassa.
	NL5	A biorrefinaria é um local industrial que transforma biomassa em produtos alimentares, biomateriais, biocombustíveis e cosméticos.
	NL6	É o processamento de biomassa em produtos comercializáveis (Ex: alimentos, rações, materiais e produtos químicos).
	NL7	Biorrefinaria prevê a simbiose entre empresas de biotecnologia.
	NL8	A produção de resíduos é inevitável e a biorrefinaria pode contribuir para a produção de energia renovável.
	NL9	Biorrefinaria são processos de conversão biotecnológica de microrganismos e resíduos.
	NL10	A biorrefinaria faz uso da biodiversidade para produção de bioprodutos.
	NL11	Biorrefinaria faz uso de biomassa úmida, como gramas e pastagens verdes.
	NL12	A biorrefinaria é análoga a refinaria petroquímica tradicional.
	NL13	As micro e macroalgas, são biomassas aquáticas, que são utilizadas como biorrefinaria.
	NL14	Biorrefinarias são todas as indústrias que convertem a biomassa e que a utilizam para produzir combustíveis, energia ou produtos químicos.
	NL15	As biorrefinarias são definidas como sendo o processamento sustentável de



Para tornar dinâmica a operacionalização do q-sort no Qsoftware®, foi apresentada a seguinte questão inicial: “Na sua perspectiva, o que é biorrefinaria?”. No primeiro momento, os especialistas foram orientados em classificar as narrativas em: concordo, neutro ou discordo. Em seguida, foi disponibilizada uma estrutura de “*boxes*” similar a representada na Figura 1. Cada *box* comportava um número limitado de narrativas. Assim, os participantes foram orientados a direcionar as narrativas presentes nos *boxes* “concordo, neutro e discordo”, para os *boxes* das ponderações - tendo em vista a ponderação pelo grau de concordância atribuído pelo participante em função da sua perspectiva do conceito de biorrefinaria. A escala de valores de concordância variava entre -4 (expressando maior discordância) e 4 (expressando maior concordância) (APÊNDICE 3).

### 2.1.3 Análise e interpretação

Para a realização das análises, foi utilizado o software IBM SPSS *Statistics* 20.0. Os dados da metodologia Q foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA), seguida pelo teste de média de Scheffé, com probabilidade de 5%. Posteriormente foi realizada a análise Fatorial. A Análise de Variância teve por objetivo identificar a presença de divergência ou convergência entre os diferentes setores (academia, indústria e governo), em relação ao grau de concordância/discordância atribuído às narrativas. Além disso, o mesmo teste foi utilizado para analisar as visões individuais, e não em setor, dos especialistas em relação ao grau de concordância/discordância atribuídas as narrativas.

Já para a análise fatorial, os pressupostos dos testes KMO e Esfericidade de Barlett foram testados. Os testes de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e de Esfericidade de Bartlett foram realizados a fim de identificar se o modelo de análise fatorial é adequadamente ajustado aos dados e se as variáveis não estão correlacionadas (APÊNDICE D). Nesse caso, um valor de KMO superior a 0,5 é considerado apropriado para realização da análise fatorial (LATIF, 1994). Já o teste de esfericidade de Bartlett deve ser estatisticamente significativo ( $p < 0,05$ ) (FILHO e JUNIOR, 2010). No presente estudo, o valor de KMO foi de 0,651, apresentando valor apropriado para a realização da análise fatorial; e o teste de esfericidade de Bartlett apresentou significância.

A Análise Fatorial teve por objetivo reduzir as variáveis (narrativas) observadas a um número reduzido de fatores. Nesse caso, as 45 narrativas, divididas nos três grupos, foram

reduzidas em fatores. O método de extração utilizado foi a Análise de Componentes Principais seguido pelo método de Rotação Ortogonal de Fatores, utilizando-se o critério Varimax, que possibilitou identificar o número de fatores com alta cargas. A carga fatorial igual ou superior a 0,50 determinou qual fator representava o ponto de vista individual de cada especialista. Assim, quanto maior for a carga fatorial de um especialista, para um determinado fator, maior é sua concordância com a narrativa. Nesse caso, foi possível gerar oito fatores que explicaram 63,35% da variância total das narrativas.

### **3. RESULTADOS**

Os resultados são apresentados em quatro etapas. Na primeira etapa, são apresentadas as visões do governo, da academia e da indústria em relação às narrativas. Na sequência, é demonstrada as visões dos especialistas de forma individual em relação aos grupos de narrativas, sendo eles: narrativas referentes ao conceito proposto (NCP), narrativas parcialmente relacionadas com as narrativas do conceito proposto e da literatura (NP), e narrativas oriundas da literatura (NL). Na terceira etapa, são apresentadas as ponderações das narrativas que foram ordenadas com notas extremas (-4 e 4). Por fim, na última etapa se é apresentada a análise fatorial e a descrição dos fatores.

#### **3.1 VISÕES DO GOVERNO, DA ACADEMIA E INDÚSTRIA EM RELAÇÃO AO CONCEITO DE BIORREFINARIA**

Estudos da literatura apontam que pode haver visões distintas e até antagônicas com relação a determinados temas/assuntos específicos, quando analisados por especialistas ligados a indústria, academia e governo. Mênigbêto (2018) e Barrie, Zawdie e João (2019), por exemplo, apontaram divergências entre as opiniões dos especialistas dos três setores em um estudo relacionado as temáticas de inovação e biotecnologia industrial. Nesse caso, pelas inúmeras definições de biorrefinaria, é fundamental avaliar se os três setores convergem ou divergem sobre narrativas relacionadas ao tema (Tabela 1).

**Tabela 1** - Comparação das médias das narrativas segundo a Indústria, Governo e Academia.

Grupo*	Variável	Indústria	Governo	Academia	**Sig.	Diferença
1	NCP1	0,50	0,85	-0,24	0,216	Não
	NCP2	3,00	1,69	1,06	0,302	Não
	NCP3	2,83	1,69	1,59	0,353	Não
	NCP4	1,33	1,62	0,59	0,396	Não
	NCP5	0,33	0,85	0,12	0,597	Não
	NCP6	2,33	1,08	0,71	0,301	Não
	NCP7	-0,17	-0,31	0,41	0,589	Não
	NCP8	0,67	0,69	1,18	0,748	Não
	NCP9	-0,50	-1,00	-1,35	0,728	Não
	NCP10	0,50	0,62	0,29	0,888	Não
	NCP11	-0,50	-0,15	-1,29	0,285	Não
	NCP12	-0,33	-1,54	-1,59	0,517	Não
	NCP13	0,00	-2,08	-2,00	0,089	Não
	NCP14	1,33	1,00	1,00	0,914	Não
	NCP15	0,50	-0,31	-0,06	0,544	Não
2	NP1	-1,17	-1,31	-1,35	0,982	Não
	NP2	-0,67	0,31	-0,47	0,337	Não
	NP3	-2,33	-2,54	-1,88	0,545	Não
	NP4	1,00	0,92	1,53	0,658	Não
	NP5	-2,67	-2,77	-2,47	0,883	Não
	NP6	-1,67	-2,08	-1,82	0,890	Não
	NP7	-3,17	-2,31	-2,71	0,623	Não
	NP8	-2,83	-2,62	-2,35	0,810	Não
	NP9	0,33	0,85	0,94	0,780	Não
	NP10	0,17	0,69	-0,18	0,473	Não
	NP11	-0,67	-0,31	0,82	0,177	Não
	NP12	1,17	0,92	1,06	0,959	Não
	NP13	-0,67	-0,23	0,12	0,669	Não
	NP14	0,83	1,08	1,47	0,722	Não
	NP15	-0,17	1,31	-0,29	0,053	Não
3	NL1	0,33	0,85	0,47	0,843	Não
	NL2	2,33	0,92	1,18	0,242	Não
	NL3	-0,83	0,15	0,71	0,292	Não
	NL4	-1,50	-0,54	-0,47	0,378	Não
	NL5	-1,67	-0,69	0,47	0,115	Não
	NL6	-0,67	0,00	0,35	0,482	Não
	NL7	0,00	-0,54	-0,41	0,854	Não
	NL8	1,83	0,54	1,12	0,440	Não
	NL9	1,00	0,38	1,24	0,426	Não
	NL10	-1,00	0,00	-0,12	0,604	Não
	NL11	-2,17 <sup>b</sup>	0,31 <sup>a</sup>	-0,12 <sup>ab</sup>	0,032	Sim
	NL12	0,17	-0,31	0,35	0,707	Não
	NL13	-0,67	0,38	-0,12	0,501	Não
	NL14	1,17	1,15	0,35	0,381	Não
	NL15	2,33	0,77	2,18	0,154	Não

**Nota:**\*Grupo 1: Narrativas do conceito proposto (NCP); Grupo 2: Narrativas parcialmente relacionadas com as narrativas do conceito proposto e da literatura (NP); Grupo 3: Narrativas da literatura (NL). \*\*Teste ANOVA com

significância no nível de 5 % de probabilidade ( $p < 0,05$ ). As linhas com média seguidas de letras diferentes diferem nos testes F e Scheffé ( $P \leq 0,05$ ).

No caso específico da biorrefinaria, não foram apresentadas divergências entre as visões dos especialistas, sendo eles do governo, academia e indústria. Apenas em uma narrativa foi apontada divergência entre as visões de cada grupo. Isso ocorreu na narrativa relacionada a literatura (NL11), quando mencionado o uso de biomassa úmida como matéria-prima para a biorrefinaria. Nesse caso, a indústria divergiu do governo e a academia se mostrou neutra. Os agentes vinculados à indústria (-2,17) apresentaram maior discordância com relação a essa afirmativa ante os agentes vinculados ao governo (0,31). Nas demais narrativas não houve diferenças nas visões. Nesse caso, é necessário analisar cada especialista individualmente, tendo em vista que quando analisado em grupos (academia, governo e indústria) os resultados evidenciam que as visões relacionadas ao conceito de biorrefinaria são, praticamente, semelhantes. Isso pode ocorrer devido as diferenças de opiniões de cada especialista que compreende o mesmo grupo.

### 3.2 VISÕES INDIVIDUAIS DOS ESPECIALISTAS EM RELAÇÃO AO CONCEITO DE BIORREFINARIA

Nem todos os especialistas apresentam consenso entre os elementos que compõe o conceito de biorrefinaria. Essa divergência não está apenas entre os especialistas de diferentes setores, mas sim entre os especialistas do mesmo setor. Do total dos especialistas, aproximadamente 45% demonstram divergência entre os elementos do conceito proposto (NCP), das narrativas parciais (NP) e das narrativas da literatura (NL). Analisando os que apresentaram divergência, a indústria ponderou suas visões para os elementos apresentados no conceito proposto (NCP). Para o governo e academia, o mesmo fato oscilou. Algumas ponderações foram maiores para um grupo em detrimento ao outro (Tabela 2).

**Tabela 2** – Comparação das médias das notas dos especialistas para os grupos de narrativas.

Especialista	Setor	NCP	NP	NL	*Sig	Diferença
1	Indústria	1,33 <sup>a</sup>	-0,73 <sup>b</sup>	-0,60 <sup>b</sup>	0,01	Sim
2	Indústria	1,06 <sup>a</sup>	-0,93 <sup>b</sup>	-0,13 <sup>ab</sup>	0,04	Sim
3	Indústria	0,66	-1,13	0,46	0,05	Não
4	Indústria	0,46	-0,86	0,40	0,18	Não
5	Indústria	-0,20	-0,33	0,53	0,53	Não
6	Indústria	1,40 <sup>a</sup>	-1,00 <sup>b</sup>	-0,40 <sup>ab</sup>	0,00	Sim
7	Governo	-0,60 <sup>b</sup>	-1,06 <sup>b</sup>	1,66 <sup>a</sup>	0,01	Sim
8	Governo	-1,00 <sup>b</sup>	-0,40 <sup>ab</sup>	1,40 <sup>a</sup>	0,01	Sim
9	Governo	0,06 <sup>ab</sup>	-1,60 <sup>b</sup>	1,53 <sup>a</sup>	0,00	Sim
10	Governo	1,13 <sup>a</sup>	-1,06 <sup>b</sup>	-0,06 <sup>ab</sup>	0,02	Sim
11	Governo	-0,06	-0,53	0,60	0,39	Não
12	Governo	0,00	-0,40	0,40	0,63	Não
13	Governo	0,93	-0,60	-0,33	0,13	Não
14	Governo	0,66	-0,46	-0,20	0,36	Não
15	Governo	0,73	-1,00	0,26	0,08	Não
16	Governo	-0,40	0,93	-0,53	0,14	Não
17	Governo	1,53 <sup>a</sup>	-0,93 <sup>b</sup>	-0,60 <sup>b</sup>	0,01	Sim
18	Governo	0,53	0,13	-0,66	0,33	Não
19	Governo	0,53	0,00	-0,53	0,43	Não
20	Academia	-1,26 <sup>b</sup>	0,46 <sup>ab</sup>	0,80 <sup>a</sup>	0,02	Sim
21	Academia	0,06	-1,00	0,93	0,05	Não
22	Academia	1,60 <sup>a</sup>	-0,26 <sup>b</sup>	-1,33 <sup>b</sup>	0,00	Sim
23	Academia	1,73 <sup>a</sup>	-1,40 <sup>b</sup>	-0,33 <sup>b</sup>	0,00	Sim
24	Academia	0,80	-0,86	0,06	0,12	Não
25	Academia	-0,40	0,26	0,13	0,70	Não
26	Academia	0,40	-0,86	0,46	0,18	Não
27	Academia	0,26	-1,06	0,80	0,06	Não
28	Academia	-1,60 <sup>b</sup>	0,60 <sup>a</sup>	1,00 <sup>a</sup>	0,00	Sim
29	Academia	0,00 <sup>ab</sup>	-1,20 <sup>b</sup>	1,20 <sup>a</sup>	0,01	Sim
30	Academia	0,26	-0,46	0,20	0,62	Não
31	Academia	-1,13 <sup>b</sup>	-0,20 <sup>ab</sup>	1,33 <sup>a</sup>	0,00	Sim
32	Academia	-1,26 <sup>b</sup>	0,33 <sup>ab</sup>	0,93 <sup>a</sup>	0,01	Sim
33	Academia	-0,33 <sup>ab</sup>	-0,93 <sup>b</sup>	1,26 <sup>a</sup>	0,01	Sim
34	Academia	0,80	-1,00	0,20	0,08	Não
35	Academia	0,26	-0,33	0,06	0,76	Não
36	Academia	0,26	-0,66	0,40	0,37	Não

**Nota:** \*Teste ANOVA como significância no nível de 5 % de probabilidade ( $p < 0,05$ ). As linhas com média seguidas de letras diferentes diferem nos testes F e Scheffé ( $P \leq 0,05$ ).

O resultado evidencia que a indústria teria maior aceitabilidade em considerar os ativos biológicos como matéria-prima para geração de um bioproduto para uso final ou como matéria-prima para outros bioprodutos. Dos seis representantes da indústria, três não demonstraram diferenças significativas entre as ponderações das narrativas pertencentes aos grupos NCP, NP e NL. Porém, dos que tiveram diferença, nenhum apresentou a média significativa superior ao

do grupo NCP (especialista 1: 1,33; especialista 2: 1,06; especialista 6: 1,40).

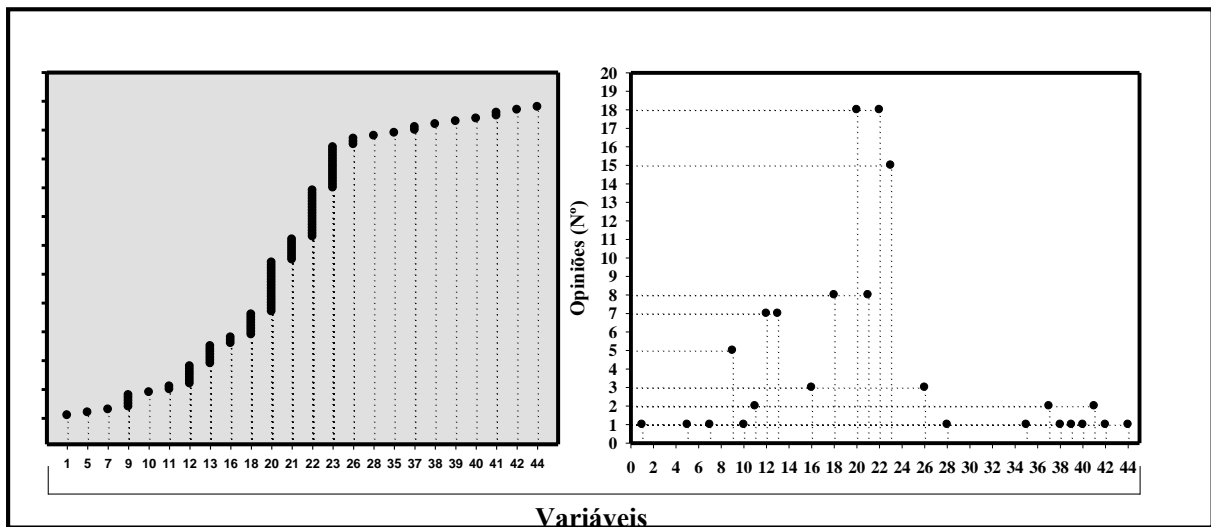
Em compensação, os que divergem do governo e da academia ainda não possuem um entendimento claro sobre biorrefinaria. Isso deve-se ao fato de que apresentaram ponderações que oscilavam em relação aos grupos. Alguns especialistas, de mesmo setor, ponderavam um valor superior, por vezes, para o grupo NCP, outras vezes para o grupo NL. No caso dos especialistas do governo, é possível verificar isso a partir dos especialistas 7 e 10. Enquanto o primeiro ponderou um valor maior para o grupo NL, o segundo ponderou um valor superior para o grupo NCP. Situação semelhante ocorreu com os especialistas da academia. Esses fatos, de ponderações divergentes, demonstram que o conceito precisa ser mais bem discutido e compreendido entre os setores. Caso contrário, pode-se estar sendo negligenciado incentivos a atividades que podem ser considerados biorrefinarias.

### 3.3 PONDERAÇÕES EXTREMAS

Este tópico tem por objetivo demonstrar as ponderações extremas para as narrativas apresentadas. Assim, foram selecionadas as narrativas ponderadas com grau “-4” e “+4” de discordância e concordância, respectivamente. As narrativas que tiveram ponderação negativa pelos especialistas, foram, principalmente, as variáveis: NCP12 (Biorrefinaria é um termo utilizado para definir às fábricas de conversão de biomassa, fibras, produtos químicos e energia), NCP13 (As Biorrefinaria fornecem moléculas para a química fina, com aplicações medicinais e para a indústria de cosméticos), NP3 (A biorrefinaria converte apenas biomassa), NP5 (A biorrefinaria promove o aumento da pressão sobre o uso da terra), NP6 (Os ativos biológicos, considerando os reinos, fungi, monera, protista, plantae e animalia não são propensos a serem biorrefinarias), NP7 (A biorrefinaria é uma indústria ineficiente na exploração dos recursos naturais), e NP8 (A biorrefinaria promove o aumento da pressão sobre os recursos naturais).

Além disso, 50% dos especialistas discordam com as narrativas NP5 (A biorrefinaria promove o aumento da pressão sobre o uso da terra) e NP7 (A biorrefinaria é uma indústria ineficiente na exploração dos recursos naturais). Isso significa que, em sua maioria, os especialistas vinculados ao governo, a indústria e a academia discordam que a biorrefinaria possa ser um instrumento ineficiente para o uso dos recursos naturais e o uso da terra (Figura 2).

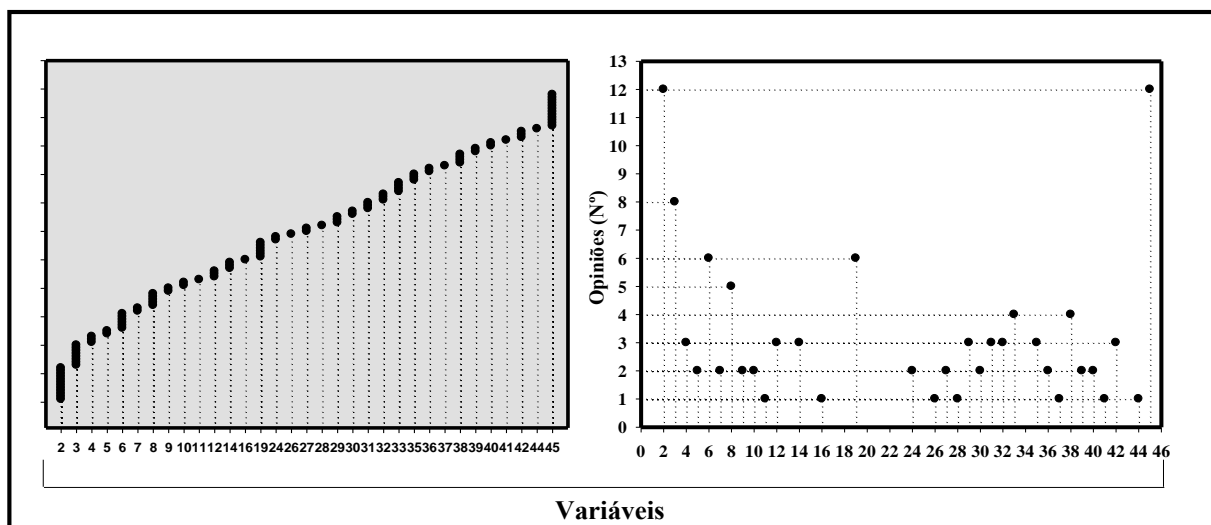




**Figura 2** - Narrativas que foram ponderadas com a notas -4

**Nota:** NCP1= 1; NCP5= 5; NCP7= 7; NCP9= 9; NCP10= 10; NCP11= 11; NCP12= 12; NCP13= 13; NP1= 16; NP3= 18; NP5= 20; NP6= 21; NP7= 22; NP8= 23; NP11= 26; NP13= 28; NL5= 35; NL7= 37; NL8= 38; NL9= 39; NL10= 40; NL11= 41; NL12= 42; NL14= 44.

Especificamente em relação ao conceito proposto, em que os ativos biológicos é o centro da discussão, 13,88% dos especialistas ponderaram negativamente que os ativos biológicos, considerando os fungos, enzimas, e bactérias são propensos a serem biorrefinarias. Além disso, 19,44% ponderaram negativamente que as biorrefinarias são novos nichos tecnológicos com uma perspectiva de introduzir novas cadeias de valor. Neste caso, para os especialistas, o foco em cadeia de valor não é o principal quando o tema é biorrefinaria. De forma geral, 23,14% das ponderações negativas estão relacionados aos elementos do conceito proposto, 67,59% em relação as narrativas parciais e 9,25% em relação as narrativas oriundas na literatura (Figura 3).



**Figura 3** – Narrativas ponderadas com nota +4

NCP2= 2; NCP3= 3; NCP4= 4; NCP5= 5; NCP6= 6; NCP7= 7; NCP8= 8; NCP9= 9; NCP10= 10; NCP11= 11; NCP12= 12; NCP14= 14; NP1= 16; NP4= 19; NP9= 24; NP11= 26; NP12= 27; NP13= 28; NP14= 29; NP15= 30;

NL1= 31; NL2= 32; NL3= 33; NL5= 35; NL6= 36; NL7= 37; NL8= 38; NL9= 39; NL10= 40; NL11= 41; NL12= 42; NL14= 44; NL15= 45

As narrativas que tiveram maior frequência de ponderação positivas foram: NCP2 (Ativos biológicos dos reinos monera, protista, fungi, plantae e animalia são biorrefinarias.), NCP3 (A biorrefinaria utiliza ativos biológicos terrestres e oceânicos.), NPC6 (Biorrefinaria de insetos é uma alternativa para a produção de compostos de interesse industrial.), NP4 (Biorrefinaria é uma indústria que substitui produtos e processos baseados em fontes de matérias-primas não renováveis, por processos e produtos que utilizam a biomassa.) e NL15 (As biorrefinarias são definidas como sendo o processamento sustentável de biomassa em um espectro de produtos comercializáveis (alimentos, rações, materiais, químicos) e/ou energia (combustíveis, eletricidade, calor). Além disso, das 108 possibilidades das narrativas serem ponderadas com nota máxima, 44,35% das narrativas são pertencentes ao grupo 1 (NCP), sendo que o grupo 2 (NP) e 3 (NL) ficaram, respectivamente, com 16,98% e 38,67%. Assim fica evidente que há maior concordância com o conceito de biorrefinaria proposto neste estudo.

### 3.4 ANÁLISE FATORIAL: DESCRIÇÃO DOS FATORES

A partir da análise fatorial foi possível identificar os diferentes agrupamentos das visões dos especialistas acerca dos grupos de narrativas. Na Tabela 3 consta a matriz rotacionada de fatores e os seus respectivos coeficientes de carga fatorial. As cargas fatoriais, em negrito, indicam as pontuações das declarações em fatores. Além disso, apontam o carregamento dos especialistas em um determinado fator. O teste de KMO apresentou valor de 0,651 e o Teste de Bartlett foi significativo para  $p < 0,01$ . Os 8 fatores extraídos respondem por 63,35% da variação total. As cargas fatoriais consideradas nos oito fatores extraídos foram aquelas superiores a 0,50, conforme Ferreira e Hongyu (2018) e Guedes et al., (2019). Assim, de acordo com a matriz fatorial, 38 narrativas determinaram os oito fatores.

**Tabela 3-** Matriz fatorial das visões dos especialistas sobre as narrativas relacionadas ao conceito de biorrefinaria.

	Fatores							
	1	2	3	4	5	6	7	8
NL9	<b>-0,757</b>	-0,131	-0,051	-0,129	0,119	-0,429	-0,064	0,100
NCP12	<b>0,755</b>	0,252	0,022	0,072	-0,003	-0,117	-0,247	-0,238
NCP9	<b>0,716</b>	-0,141	-0,291	0,029	0,015	-0,208	-0,096	-0,122
NP4	<b>-0,617</b>	-0,205	0,358	0,048	-0,144	0,127	-0,118	0,242
NCP13	<b>0,607</b>	0,511	-0,160	-0,008	-0,132	-0,319	-0,152	0,020

<b>NP14</b>	<b>-0,581</b>	0,032	0,142	-0,326	0,342	-0,015	0,007	-0,028
<b>NP12</b>	<b>-0,554</b>	-0,275	-0,173	-0,087	0,030	-0,324	0,048	-0,183
<b>NCP10</b>	0,481	0,246	0,162	0,358	-0,372	0,039	0,065	0,005
<b>NP10</b>	0,451	-0,175	-0,268	0,127	-0,194	0,015	-0,011	0,239
<b>NL2</b>	0,428	0,135	0,254	-0,086	-0,113	-0,252	-0,338	0,075
<b>NP5</b>	-0,019	<b>0,902</b>	0,068	0,134	0,156	0,083	-0,062	0,057
<b>NP8</b>	0,126	<b>0,852</b>	0,037	0,118	0,028	0,168	0,138	0,013
<b>NP7</b>	0,292	<b>0,702</b>	0,371	0,103	0,092	-0,003	0,012	-0,088
<b>NL6</b>	-0,097	<b>-0,657</b>	0,018	-0,053	0,171	0,060	0,117	0,129
<b>NCP15</b>	0,011	<b>0,553</b>	-0,376	0,357	-0,023	0,049	0,019	0,120
<b>NP13</b>	-0,100	-0,428	-0,078	-0,083	0,006	0,422	0,016	-0,301
<b>NL13</b>	-0,023	-0,178	<b>-0,762</b>	-0,360	0,063	0,003	0,007	-0,094
<b>NCP11</b>	0,298	0,048	<b>-0,723</b>	0,049	-0,308	-0,003	-0,154	-0,005
<b>NP2</b>	-0,152	-0,105	<b>0,673</b>	-0,170	-0,123	-0,006	-0,159	0,121
<b>NP3</b>	0,042	0,369	<b>0,631</b>	-0,026	0,006	0,317	0,186	0,359
<b>NL8</b>	0,007	-0,344	-0,159	<b>-0,744</b>	-0,028	0,043	-0,216	0,081
<b>NP4</b>	0,122	0,160	-0,065	<b>0,647</b>	-0,036	-0,093	-0,051	-0,026
<b>NP6</b>	0,070	-0,089	0,099	<b>0,595</b>	0,201	-0,055	0,043	0,179
<b>NL10</b>	-0,172	-0,188	0,179	<b>-0,527</b>	0,188	0,007	0,302	0,288
<b>NL15</b>	0,001	-0,276	0,257	-0,496	0,243	-0,196	0,041	0,010
<b>NCP2</b>	0,029	-0,113	-0,191	0,027	<b>-0,825</b>	0,097	-0,173	0,197
<b>NL5</b>	-0,129	0,067	-0,116	0,144	<b>0,701</b>	0,012	-0,144	-0,020
<b>NL11</b>	0,001	-0,412	0,030	-0,365	<b>0,616</b>	0,087	0,207	0,134
<b>NL3</b>	-0,349	0,036	0,019	0,182	<b>0,598</b>	0,228	0,036	0,348
<b>NCP6</b>	-0,001	0,246	0,046	0,235	<b>-0,585</b>	0,449	-0,045	-0,227
<b>NCP7</b>	0,062	-0,122	0,056	0,419	0,045	<b>-0,722</b>	-0,102	-0,171
<b>NCP1</b>	0,094	0,022	-0,035	0,232	-0,154	<b>0,701</b>	-0,015	-0,112
<b>NCP14</b>	0,045	0,033	-0,206	0,218	-0,177	<b>-0,577</b>	-0,018	-0,083
<b>NCL7</b>	0,265	-0,187	-0,003	-0,093	-0,457	<b>-0,513</b>	0,374	-0,015
<b>NCP8</b>	0,123	-0,173	0,029	0,277	0,017	-0,051	<b>-0,659</b>	-0,051
<b>NL1</b>	-0,201	-0,106	-0,030	0,079	0,060	0,043	<b>0,632</b>	-0,371
<b>NL4</b>	-0,011	-0,303	0,000	0,198	0,072	-0,194	<b>0,607</b>	0,221
<b>NCP3</b>	-0,309	-0,161	-0,207	-0,082	0,157	-0,145	<b>-0,535</b>	-0,325
<b>NP11</b>	-0,051	0,065	0,483	0,071	0,219	0,002	<b>0,512</b>	-0,221
<b>NL14</b>	-0,129	-0,065	-0,226	-0,350	-0,277	0,233	0,359	0,009
<b>NP9</b>	-0,353	-0,187	0,192	0,152	0,114	0,215	-0,026	<b>0,610</b>
<b>NP1</b>	-0,068	0,164	0,425	-0,275	-0,118	-0,033	-0,019	<b>0,603</b>
<b>NCP5</b>	0,208	0,101	0,228	0,242	-0,076	0,265	-0,254	<b>-0,520</b>
<b>NL12</b>	-0,085	-0,133	-0,086	-0,271	-0,137	0,471	0,228	<b>-0,502</b>
<b>NP15</b>	-0,290	0,107	-0,308	-0,315	0,035	0,302	0,059	-0,327
<b>N° CD*</b>	7	5	4	4	5	4	5	4
<b>VE (%)**</b>	10,246	10,125	8,085	7,988	7,555	7,396	6,105	5,850
<b>VEA (%)***</b>	10,246	20,372	28,457	36,455	44,000	51,395	57,507	63,352
<b>Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adequação de amostragem.</b>								0,651
<b>Teste de esfericidade de Bartlett</b>	de	Chi-quadrado aprox.						1237,685
		GL						630
		Sig.						0,000

**Nota:** \* Número de classificações definidoras; \*\*Valor explicado (%), \*\*\*Valor explicado acumulado (%)

Das sete narrativas com baixa carga fatorial, uma é pertencente ao grupo G1 (NCP), três ao grupo G2 (NP) e três ao grupo G3 (NL). Nesse caso, por essas narrativas apresentarem baixa carga fatorial, a capacidade de explicação delas para os seus respectivos fatores também é baixa. O fator de maior explicação é o Fator 1, que explica 10,24% da variabilidade total do estudo, que se trata da questão: “Na sua perspectiva, o que é biorrefinaria?”. No primeiro fator, 42,86% das narrativas estão relacionadas ao G1 (NCP), 42,86% ao G2 (NP) e 14,28% ao G3 (NL).

Em compensação, o fator que possui a menor porcentagem de explicação é o oitavo fator. O valor de explicação é de 5,85% da variabilidade do estudo. As narrativas que compreendem o fator são 50 % pertencentes ao G1 (NCP), 25% ao G2 (NP) e 25% ao G3 (NL). Essas evidências apontam que os elementos apresentados nas narrativas que compõe o G1 estão presentes no Fator que mais explica a variabilidade do estudo, além de estar no fator que menos tem poder de explicação. Além disso, apenas uma narrativa pertencente a este grupo apresentou baixa carga fatorial. Esse fato aponta que há uma propensão de aceitabilidade por parte dos especialistas em relação às narrativas do conceito proposto.

### 3.4.1 Fator 1 - Cadeias biológicas de valor

O Fator 1 é composto por 7 narrativas que estão relacionadas aos três grupos. Esse fator corresponde a 10,25% da variância total explicada. Foram ponderadas três narrativas do conceito proposto (G1), três narrativas dos conceitos parciais (G2) e uma narrativa oriunda dos conceitos da literatura (G3) (Quadro 2).

**Quadro 2** - Descrição das narrativas e suas respectivas cargas fatoriais associadas ao Fator 1.

Grupo	Variável	Descrição	Carga fatorial
G3	NL9	Biorrefinaria são processos de conversão biotecnológica de microrganismos e resíduos.	-0,757
G1	NCP12	São novos nichos tecnológicos com uma perspectiva de introduzir novas cadeias de valor.	0,755
G1	NCP9	Os ativos biológicos, considerando os fungos, enzimas, e bactérias são propensos a serem biorrefinarias.	0,716
G2	NP4	Biorrefinaria é uma indústria que substitui produtos e processos baseados em fontes de matérias-primas não renováveis, por processos e produtos que utilizam a biomassa.	-0,617
G1	NCP13	As Biorrefinarias fornecem moléculas para a química fina, com aplicações medicinais e para a indústria de cosméticos.	0,607
G2	NP14	As biorrefinarias não utilizam apenas ativos biológicos para a produção de bioprodutos.	-0,581
G2	NP12	Biorrefinaria é um termo utilizado para definir às fábricas de conversão de biomassa, fibras, produtos químicos e energia.	-0,554

O fator é composto por elementos provenientes da NCP e da NL, principalmente os relacionados aos processos biotecnológicos e ativos biológicos. Além disso, a biorrefinaria é caracterizada como sendo uma indústria, fábrica e beneficiadora de diferentes matérias-primas. De modo geral, esse fator é o mais representativo dentre os oito fatores, apontando a pluralidade entre as opiniões dos especialistas, em que consideram os conceitos convencionais e as narrativas contemporâneas. Em suma, os especialistas consideram os ativos biológicos propensos a serem biorrefinaria. Isso significa que visualizam a biorrefinaria em um sentido amplo, o qual incorpora os elementos da biodiversidade.

Nesse caso, o processamento dos ativos biológicos, ou seja, a biorrefinaria, se mostra como nichos tecnológicos, que introduzem novas cadeias biológicas de valor. Lewandovsky et al. (2019) enfatizam que se deve considerar as condições na dimensão local, para o melhoramento dos insumos, inovações tecnológicas nos processos, produtos e serviços, a fim de promover uma transição para uma economia sustentável. Para Bugge et al. (2018), a criação de valor está associada a aplicação da biotecnologia.

Esses processos de inovação devem iniciar segundo Hansem (2014) pela pesquisa científica, seguida pelo desenvolvimento dos produtos, processamento e comercialização (HANSEN; WINTHER, 2011; ZILBERMAN et al., 2013). Nesse caso, essa interação entre os condutores de inovação, como é o caso da academia, indústria e o governo, é necessária.

### **3.4.2 Fator 2 - Modelo econômico bioecológico**

O Fator 2 é composto por cinco narrativas que estão relacionadas aos três grupos. Esse fator corresponde por 10,13% da variância total explicada. Foram ponderadas uma narrativa do NCP, quatro narrativas do NP e uma narrativa oriunda do CL (Quadro 3). Esse fator apresenta um conjunto de narrativas que foram ponderadas negativamente pelos especialistas (Figura 2). Principalmente pelas variáveis NP5, NP7 e NP8.

**Quadro 3** - Descrição das narrativas e suas respectivas cargas fatoriais associadas ao Fator 2.

<b>Grupo</b>	<b>Variável</b>	<b>Descrição</b>	<b>Carga fatorial</b>
<b>G2</b>	<b>NP5</b>	A biorrefinaria promove o aumento da pressão sobre o uso da terra.	0,902
<b>G2</b>	<b>NP8</b>	A biorrefinaria promove o aumento da pressão sobre os recursos naturais.	0,852
<b>G2</b>	<b>NP7</b>	A biorrefinaria é uma indústria ineficiente na exploração dos recursos naturais.	0,702
<b>G3</b>	<b>NL6</b>	É o processamento de biomassa em produtos comercializáveis (Ex.: alimentos, rações, materiais e produtos químicos).	-0,657
<b>G1</b>	<b>NCP15</b>	Ativos biológicos são oportunidades de negócios para a indústria de papel e celulose.	0,553

Observa-se que as narrativas NP5, NP7 e NP8 estão relacionadas as pressões em relação aos recursos e a ineficiência. Porém, estão no mesmo fator que variáveis relacionadas as oportunidades de negócios (NL6 e NCP15). Isso aponta divergências em relação ao que os especialistas ponderam como maior importante. Ao passo que promoveria novas oportunidades de negócios, por meio de ativos biológicos, ou promovendo produtos comercializáveis, por meio do processamento de biomassa, a biorrefinaria proporcionaria pressão sobre os recursos naturais. É necessário melhor compreensão em relação a essa narrativa, a fim de entender em que contexto ela participaria do fator e como explicaria parte da variabilidade total do estudo.

A compreensão desse fato torna-se pertinente, quando na literatura há estudos que apontam para os benefícios da implementação de biorrefinarias, fazendo uso racional dos recursos da natureza. A esse respeito, a ecologia industrial é tratada por diversos pesquisadores como um meio de reduzir os impactos ambientais e a pressão existente sob os recursos naturais (BALDASSARRE et al., 2019). De forma, que prevê a manutenção do bem estar humano, em uma economia de fluxo circular, que possibilite o crescimento econômico respeitando os sistemas ecológicos (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016a; BELTRAN et al., 2018; ZINK; GEYER, 2017).

### **3.4.3 Fator 3 - Base da segurança energética**

O Fator 3 é composto por quatro narrativas que estão relacionadas à dois grupos. Esse fator corresponde por 8,09% da variância total explicada. Foram ponderadas 3 narrativas do NP e uma oriunda do NL (Quadro 4). Nenhuma narrativa específica do NCP participa deste fator; porém, há elementos em comum. Alguns ativos biológicos são excluídos do fator, quando a narrativa apenas considera a conversão da biomassa pela biorrefinaria. No entanto, consideram micro e macroalgas como biomassas e que podem, portanto, serem utilizadas como

biorrefinaria. Além disso, o papel da biotecnologia é importante no processamento da biorrefinaria, sendo considerada um dos pontos para o desenvolvimento sustentável.

**Quadro 4-** Descrição das narrativas e suas respectivas cargas fatoriais associadas ao Fator 3.

<b>Grupo</b>	<b>Variável</b>	<b>Descrição</b>	<b>Carga fatorial</b>
<b>G3</b>	<b>NL13</b>	As micro e macroalgas, são biomassas aquáticas, que são utilizadas como biorrefinaria.	-0,762
<b>G2</b>	<b>NP11</b>	As biorrefinarias têm a biotecnologia como principal veículo para o desenvolvimento sustentável.	-0,723
<b>G2</b>	<b>NP2</b>	A biorrefinaria é uma indústria para produção de biocombustíveis.	0,673
<b>G2</b>	<b>NP3</b>	A biorrefinaria converte apenas biomassa.	0,631

Ressalta-se que dois componentes destacados no fator fazem parte de duas visões da bioeconomia: biotecnologia e biomassa. Vivien et al. (2019), por exemplo, apontam três visões de bioeconomia. A primeira relacionada a uma economia ecológica compatível com a biosfera. A segunda como uma economia baseada na ciência e impulsionada pela biotecnologia industrial. E, por fim, a terceira como sendo uma economia baseada em biomassa.

No Brasil, as biorrefinarias são compreendidas essencialmente pela relação com a produção de bioenergia de transporte, por meios da produção de biocombustíveis (LAP et al., 2019). Fato que corrobora com a narrativa NP2, destacado no Fator 2. Isso significa que algumas visões dos especialistas, que colaboraram para criação deste fator, visualizam a biorrefinaria em um modelo convencional para biocombustível, voltada a primeira geração, que remete a energia para transporte.

#### **3.4.4 Fator 4 - Instrumento da economia circular**

O Fator 4 é composto por quatro narrativas que estão relacionadas aos três grupos. Esse fator corresponde por 7,99% da variância total explicada. Foram ponderadas uma narrativa do NCP, uma narrativa do NP e duas narrativas oriundas do NL (Quadro 5). Esse fator considera a biorrefinaria em seu conceito convencional. Observa-se, que, ao passo que consideram a biodiversidade para produção de bioprodutos, apontam que ativos biológicos não são propensos a serem biorrefinarias. Esse fato pode apontar a pouca importância dada ao aproveitamento dos ativos biológicos. Além disso, reconhece que é inevitável a produção de resíduos, porém, uma forma de aproveitá-los é por meio da simbiose industrial. Nesse caso, aponta-se para a economia circular, a qual preconiza a utilização máxima de determinado recurso, caracterizado por

reduzir, reutilizar e reciclar (LETT, 2014).

**Quadro 5** - Descrição das narrativas e suas respectivas cargas fatoriais associadas ao Fator 4.

Grupo	Variável	Descrição	Carga fatorial
G3	NL8	A produção de resíduos é inevitável e a biorrefinaria pode contribuir para a produção de energia renovável.	-0,744
G1	NCP4	A biorrefinaria utiliza a simbiose industrial a fim de beneficiar resíduos.	0,647
G2	NP6	Os ativos biológicos, considerando os reinos, fungi, monéra, protista, plantae e animalia não são propensos a serem biorrefinarias.	0,595
G3	NL10	A biorrefinaria faz uso da biodiversidade para produção de bioprodutos.	-0,527

Frisando o uso de ativos biológicos, é necessário que visões que apontam para esse fator sejam mais bem discutidas entre os setores – academia, governo e indústria. O Brasil é um país que possui uma repleta disponibilidade de biodiversidade. Nesse caso, a geração de novas cadeias de valor, fazendo uso de ativos biológicos, oriundos da biodiversidade, podem estar sendo negligenciadas de incentivos. Pois quando não se reconhece a potencialidade de biorrefinarias alternativas, os incentivos para sua implementação tornam-se nulas.

### 3.4.5 Fator 5 - Ativos biológicos de interesse industrial

O Fator 5 é composto por cinco narrativas que estão relacionadas à dois grupos. Esse fator corresponde por 7,56% da variância total explicada. Foram ponderadas duas narrativas do NCP e três narrativas oriundas do NL (Quadro 6). Esse fator considera como biorrefinaria os ativos biológicos de interesse industrial. Essa visão está associada a viabilidade de conversão de determinados ativos biológicos para as empresas. Esse interesse industrial tem relação com a logística e a disponibilidade local de insumos.

**Quadro 6** - Descrição das narrativas e suas respectivas cargas fatoriais associadas ao Fator 5.

Grupo	Variável	Descrição	Carga fatorial
G1	NCP2	Ativos biológicos dos reinos monéra, protista, fungi, plantae e animalia são biorrefinarias.	-0,825
G3	NL5	A biorrefinaria é um local industrial que transforma biomassa em produtos alimentares, biomateriais, biocombustíveis e cosméticos.	0,701
G3	NL11	Biorrefinaria faz uso de biomassa úmida, como gramas e pastagens verdes.	0,616
G3	NL3	A biorrefinaria integra processos de conversão de biomassa.	0,598
G1	NCP6	Biorrefinaria de insetos é uma alternativa para a produção de compostos de interesse industrial.	-0,585



Ao passo em que o fator aponta a possibilidade dos ativos biológicos caracterizarem como biorrefinaria, considera, da mesma forma, a biorrefinaria como um local físico e industrial. Além disso, aponta o papel da biomassa como matéria-prima para a produção de biocombustíveis. Fato esse, apresentados nos conceitos convencionais de biorrefinaria. Portanto, esse fator também evidencia divergências entre as visões dos especialistas e dos setores referentes ao conceito de biorrefinaria.

### 3.4.6 Fator 6 - Redes de conhecimento

O Fator 6 é composto por quatro narrativas que estão relacionadas à dois grupos. Esse fator corresponde por 7,40% da variância total explicada. Foram ponderadas três narrativas do NCP e uma narrativa oriunda do NL (Quadro 7). Esse fator considera a importância entre a biodiversidade e a indústria de biotecnologia. Nesse sentido, as redes de conhecimento e os programas de pesquisa e desenvolvimento tem um importante papel para o desenvolvimento de possibilidades de biorrefinarias.

**Quadro 7** - Descrição das narrativas e suas respectivas cargas fatoriais associadas ao Fator 6.

Grupo	Variável	Descrição	Carga fatorial
G1	NCP7	Esponjas marinhas podem ser consideradas como sendo uma biorrefinaria.	-0,722
G1	NCP1	Um ativo biológico é uma biorrefinaria.	0,701
G1	NCP14	A biorrefinaria requer a utilização e disponibilidade de recursos da biodiversidade.	-0,577
G3	NL7	Biorrefinaria prevê a simbiose entre empresas de biotecnologia.	-0,513

O desenvolvimento de novas possibilidades de biorrefinarias parte dos três setores. Incentivo por parte do governo, pesquisa por parte da academia e a produção em escala pela indústria. O reconhecimento dos ativos biológicos proporciona novas cadeias de valores. Nesse sentido a investigação e implementação de processos sustentáveis em ativos biológicos, pode garantir a oferta de bioprodutos em escala industrial.

### 3.4.7 Fator 7 - Químicos renováveis

O Fator 7 é composto por cinco narrativas que estão relacionadas à dois grupos. Esse fator corresponde por 6,11% da variância total explicada. Foram ponderadas três narrativas do

NCP e duas narrativas oriundas do NL (Quadro 7). O fator aponta a biorrefinaria como sendo uma indústria, tendo a função de substituir as fontes não-renováveis (como é o caso dos fósseis) por fontes renováveis. O uso da biomassa, como demais ativos biológicos, é reconhecido para produção de bioprodutos.

**Quadro 8** - Descrição das narrativas e suas respectivas cargas fatoriais associadas ao Fator 7.

<b>Grupo</b>	<b>Variável</b>	<b>Descrição</b>	<b>Carga fatorial</b>
<b>G1</b>	<b>NCP8</b>	A Biorrefinaria substitui produtos e processos baseados em fontes de matérias-primas não renováveis, por ativos biológicos.	-0,659
<b>G3</b>	<b>NCL1</b>	A biorrefinaria é uma indústria.	0,632
<b>G3</b>	<b>NCL4</b>	As biorrefinarias fornecem produtos químicos, por meio da biomassa.	0,607
<b>G1</b>	<b>NCP3</b>	A biorrefinaria utiliza ativos biológicos terrestres e oceânicos.	-0,535
<b>G1</b>	<b>NCP11</b>	A biorrefinaria permite o tratamento de resíduos, a fim de convertê-los em produtos (Ex: fertilizantes e biocombustíveis).	0,512

Ressalta-se o fato da importância do uso de matéria-prima renovável e dos ativos biológicos. Esse segundo, negligenciados nos elementos conceituais de biorrefinarias apontados na literatura. A incorporação desses ativos possibilita criação de novas cadeias de valores.

### **3.4.8 Fator 8 - Planta industrial**

O Fator 8 é composto por quatro narrativas que estão relacionadas aos três grupos. Esse fator corresponde por 5,85% do valor explicado. Foram ponderadas uma narrativa do NCP, duas narrativas do NP e uma narrativa oriunda do NL (Quadro 9). O conjunto de narrativas agrupadas nesse fator evidenciam que os especialistas associam o conceito de biorrefinaria a planta industrial, como por exemplo a usina, que é entendida ainda como análoga a refinaria petroquímica. Porém, reconhecem que os ativos biológicos possuem potencialidade de produzirem bioprodutos.

**Quadro 9** - Descrição das narrativas e suas respectivas cargas fatoriais associadas ao Fator 8.

<b>Grupo</b>	<b>Variável</b>	<b>Descrição</b>	<b>Carga fatorial</b>
<b>G2</b>	<b>NP9</b>	Biorrefinaria é uma usina que utiliza a biomassa para obter diversos produtos. (Ex: etanol, celulose e rações).	0,610
<b>G2</b>	<b>NP1</b>	A biorrefinaria faz uso exclusivo de biomassa para geração de um produto final (Ex: energia, materiais).	0,603
<b>G1</b>	<b>NCP5</b>	O ativo biológico produz bioprodutos.	-0,520
<b>G3</b>	<b>NL12</b>	A biorrefinaria é análoga a refinaria petroquímica tradicional.	-0,502

Nesse fator, os especialistas exibem visões divergentes. No entanto, pontuam mais o conceito tradicional. Novamente, em mais um fator, há elementos que compreendem mais de um conceito sobre biorrefinaria em um mesmo fator. Essa sequência evidencia fortemente que os elementos que compõem o conceito de biorrefinaria está aberto e em discussão. Nesse caso, precisa ser melhor discutido entre os três setores.

#### **4. DISCUSSÃO**

Os resultados deste estudo apontam que não existe consenso sobre o conceito de biorrefinaria entre os especialistas. Os especialistas do governo, academia e indústria apresentam diferentes pontos de vista, e esse fato, apresenta um espaço para as novas possibilidades que um conceito mais amplo de biorrefinaria pode desenvolver. Os elementos dos três grupos se dividiram entre os fatores extraídos. Nesse caso, torna-se evidente que o entendimento de biorrefinaria está em construção.

A biorrefinaria no Brasil, em larga medida, ainda está enraizada no setor agroenergético. Os incentivos para o processamento da biomassa vegetal apresentam-se como as principais agendas governamentais. Uma vez que a biorrefinaria convencional, nesse caso de primeira e segunda geração, tem um importante papel na oferta de biocombustíveis da matriz energética nacional, a qual está vinculada com as demandas de bioetanol e biodiesel do governo federal (EMBRAPA,2020; MME, 2020). Associados a isso, o Fator 3 e o Fator 8, Base da segurança energética e Planta industrial, respectivamente, evidenciam essa visão clássica baseada no processamento da biomassa.

Nos últimos anos as preocupações com a degradação ecológica, mudanças climáticas, as necessidades de alocação e tratamento do grande fluxo de resíduos nos centros urbanos, têm sido pautados nas agendas políticas e de fomento a biotecnologia (OCDE, 2020). No Brasil casos de aplicabilidade da biotecnologia e a engenharia de processos, por exemplo, vem sendo desenvolvidos pelo envolvimento entre as redes de conhecimento (Fator 6) e os interesses

industriais privados em torno dos ativos biológicos (Fator 5). Para Bugge et al. (2018), a criação de valor está associada a aplicação da biotecnologia. Nesses casos, estão se sobressaindo as *startups* e grandes indústrias que estão se moldando para as demandas sociotécnicas da bioeconomia (ABBI, 2020).

Recentemente, um primeiro player estratégico de bioeconomia foi lançado pelo governo federal, o Programa Bioeconomia Brasil (2019), que visa a utilização dos recursos renováveis e promover a sociobiodiversidade (MAPA, 2020). Nesse sentido, esse programa destina subsídios para a promoção local por meio de ações cooperativas, chamadas públicas específicas, contratação e financiamentos de projetos que utilizem a biodiversidade.

Aliado as premissas do Programa Bioeconomia Brasil, o conceito de biorrefinaria mais amplo, em que apresenta o processamento dos ativos biológicos, se apresenta como um meio de incorporar novos nichos tecnológicos, por meio das redes de conhecimento, projetos de *startups* e assim introduzir novas cadeias biológicas de valor.

Nesse sentido, pode-se observar no Fator 1, que as cadeias biológicas de valor estão associadas às inovações tecnológicas. Destarte, Lewandovsky et al. (2019) enfatizam que se deve considerar as condições na dimensão local, para o melhoramento dos insumos, inovações tecnológicas nos processos, produtos e serviços, a fim de promover uma transição para uma economia sustentável.

A transição para a bioeconomia, por sua vez, depende de esforços conjuntos, como é o exemplo da bioeconomia circular. A biorrefinaria é retratada como um instrumento de economia circular (Fator 4), em que se faz necessário a simbiose entre as indústrias afim de promover a utilização máxima do recurso em seu ciclo de vida, e a destinação correta dos resíduos. A esse respeito, o Fator 2 (Modelo econômico bioecológico) e o Fator 7 (Químicos renováveis) também alinham-se as premissas da ecologia industrial, que é tratada por diversos pesquisadores como um meio de reduzir os impactos ambientais e a pressão existente sob os recursos naturais (BALDASSARRE et al., 2019). De forma, que prevê a manutenção do bem estar humano, em uma economia de fluxo circular, que possibilite o crescimento econômico respeitando os sistemas ecológicos (BELTRAN et al., 2018; ZINK e GEYER, 2017).

Esses processos de inovação devem iniciar segundo Hansem (2014) pela pesquisa científica, seguida pelo desenvolvimento dos produtos, processamento e comercialização (HANSEN e WINTHER, 2011; ZILBERMAN et al., 2013). Nesse caso, essa interação entre os condutores de inovação, como é o caso da academia, indústria e o governo, é necessária.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo trouxe evidências de que o entendimento da terminologia “biorrefinaria” não é um consenso entre os especialistas, dos diferentes setores. O pressuposto de que os setores entenderiam o conceito de biorrefinaria com divergência, porém, os especialistas do mesmo setor teriam convergência em relação ao conceito não foi validado. Pois os especialistas de mesmo setor divergem quanto aos elementos provenientes dos conceitos – seja os elementos do conceito proposto ou da literatura.

Nas ponderações extremas, apenas 13,88% dos especialistas ponderaram negativamente (-4) a possibilidade dos ativos biológicos se tornarem biorrefinarias. De forma geral, 23,14% das ponderações negativas estão relacionadas aos elementos do conceito proposto (relacionados aos ativos biológicos – G1), 67,59% em relação as narrativas parciais (G2) e 9,25% em relação as narrativas provenientes dos conceitos da literatura (G3). No entanto, em relação as ponderações extremas positivas, 44,35% das narrativas são pertencem ao conjunto de narrativas que apresentam elementos do conceito proposto, sendo que o grupo das narrativas parciais e da literatura ficaram, respectivamente, com 16,98% e 38,67%. Esse fato evidencia uma aceitabilidade pelos agentes dos diferentes setores em introduzir novos elementos, provenientes dos ativos biológicos, no entendimento do conceito de biorrefinaria.

Na busca de compreender o que é biorrefinaria, na visão dos especialistas, com o questionamento: “Na sua perspectiva, o que é biorrefinaria?”, fica evidente que o termo ainda precisa de um entendimento aproximado. A partir das 45 narrativas, apresentando elementos do conceito de biorrefinaria da literatura, do conceito proposto e elementos parciais (do conceito proposto e da literatura), foram extraídos 8 fatores que respondem por 63,35% da variação total. Os elementos dos três grupos se dividiram entre os fatores extraídos. Nesse caso, torna-se, novamente, evidente que o entendimento de biorrefinaria está em construção.

O desenvolvimento de pesquisas relacionadas às biorrefinarias está em desenvolvimento, porém, é complexo. Ao lado das atividades de pesquisa no campo dos conceitos integrados de biorrefinaria, diversos projetos de pesquisa estão focados em um ou mais aspectos ou componentes de biorrefinarias. Nesse sentido, um novo olhar em relação ao entendimento de biorrefinaria torna-se pertinente a fim de abrir novas discussões entre os agentes dos diferentes setores.

## REFERÊNCIAS

- AKHTAR-DANESH, Noori; BAUMANN, Andrea; CORDINGLEY, Lis. Q-methodology in nursing research: a promising method for the study of subjectivity. **Western journal of nursing research**, v. 30, n. 6, p. 759-773, 2008.
- ALEXANDER, Kim S. et al. Rice farming systems in Southern Lao PDR: Interpreting farmers' agricultural production decisions using Q methodology. **Agricultural Systems**, v. 160, p. 1-10, 2018.
- ALVIM, J. C. et al. Biorrefinarias: Conceitos, classificação, matérias primas e produtos. **Journal of Bioenergy and Food Science**, n. 1, v. 3, p. 71-86, 2015.
- AMIDON, T. E.; LIU, S. Water-based woody biorefinery. **Biotechnology advances**, v. 27, n. 5, p. 542-550, 2009.
- ARMATAS, Christopher A.; VENN, Tyron J.; WATSON, Alan E. Applying Q-methodology to select and define attributes for non-market valuation: A case study from Northwest Wyoming, United States. **Ecological Economics**, v. 107, p. 447-456, 2014.
- BALDASSARRE, B. et al. Industrial Symbiosis: towards a design process for eco-industrial clusters by integrating Circular Economy and Industrial Ecology perspectives. **Journal of Cleaner Production**, v. 216, p. 446-460, 2019.
- BARRIE, J.; ZAWDIE, G.; JOÃO, E. Assessing the role of triple helix system intermediaries in nurturing an industrial biotechnology innovation network. **Journal of Cleaner Production**, v. 214, p. 209-223, 2019.
- BARRY, John; PROOPS, John. Seeking sustainability discourses with Q methodology. **Ecological Economics**, v. 28, p. 337-345, 1999.
- BAUER, Fredric. Narratives of biorefinery innovation for the bioeconomy: Conflict, consensus or confusion?. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 28, p. 96-107, 2018.
- BEDNAŘÍKOVÁ, Z.; BAVOROVÁ, M.; PONKINA, E. V. Migration motivation of agriculturally educated rural youth: The case of Russian Siberia. **Journal of Rural Studies**, v. 45, p. 99-111, 2016.
- BELTRAN, A. et al. When the Background Matters: Using Scenarios from Integrated Assessment Models in Prospective Life Cycle Assessment. **Journal of Industrial Ecology**, 2018.
- BOHLMANN, G. M.; CÉSAR, M. A. The Brazilian opportunity for biorefineries. **Industrial Biotechnology**, v. 2, n. 2, p. 127-132, 2006.
- BRASIL - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Programa Bioeconomia Brasil**. Brasília, DF, 2020. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/noticias/programa-brasil-bioeconomia-e-sociobiodiversidade-e-lancado-no-rio-de-janeiro/@nitf\\_custom\\_galleria](http://www.agricultura.gov.br/noticias/programa-brasil-bioeconomia-e-sociobiodiversidade-e-lancado-no-rio-de-janeiro/@nitf_custom_galleria)>. Acesso em: 29 jan. 2020.
- BRASIL - Ministério de Minas e Energia (MME). **Desenvolvimento energético**. Brasília, DF, 2020. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/planejamento-e-desenvolvimento-energetico>> Acesso em: 29 jan. 2020.
- BROUWER, M. Q is accounting for tastes. **Journal of Advertising Research**, v. 39, n. 2, p. 35-39, 1999.
- BROWN, S. R. A Primer on Q Methodology. **Operant Subjectivity**, v. 16, p. 91-138, 1993.
- BROWN, Steven R. Q methodology and qualitative research. **Qualitative health research**, v. 6, n. 4, p. 561-567, 1996.
- BUGGE, M. M.; HANSEN, T.; KLITKOU, A. What is the Bioeconomy? A Review of the Literature. **Sustainability**, v. 8, n. 7, p. 691, 2016.
- CAIRNS, Rose; STIRLING, Andy. 'Maintaining planetary systems' or 'concentrating global power?' High stakes

in contending framings of climate geoengineering. **Global Environmental Change**, v. 28, p. 25–38, 2014.

CAVICCHIOLI, B.; BERTONI, D.; PRETOLANI, P. Farm succession at a crossroads: The interaction among farm characteristics, labour market conditions, and gender and birth order effects. **Journal of Rural Studies**, v. 61, 73-83, 2018.

CAVICCHIOLI, D. et al. What factors encourage intrafamily farm succession in mountain areas: evidence from an Alpine valley in Italy. **Mountain Research and Development**, v. 35, p. 152-160, 2015.

CELIŃSKA, E. et al. Genetic engineering to improve 1, 3-propanediol production in an isolated *Citrobacter freundii* strain. **Process Biochemistry**, v. 50, n. 1, p. 48-60, 2015.

CHERUBINI, F. The biorefinery concept: Using biomass instead of oil for producing energy and chemicals. **Energy Conversion and Management**, v. 51, p. 1412–1421, 2010.

CHERUBINI, F.; STRØMMAN, A. H.; ULGIATI, S. Influence of allocation methods on the environmental performance of biorefinery products - A case study. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 55, n. 11, p. 1070–1077, 2011.

CNPQ - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. **[Dados obtidos da página]**. Disponível em: <[http://dgp.cnpq.br/dgp/faces/consulta/consulta\\_parametrizada.jsf](http://dgp.cnpq.br/dgp/faces/consulta/consulta_parametrizada.jsf)> Acesso em: 14 nov. 2019.

COOGAN, J.; HERRINGTON, N. Q methodology: an overview. **Research in Secondary Teacher Education**, v. 1, n. 2, p. 24–28, 2011.

COUTO, M. et al. A metodologia Q nas ciências sociais e humanas: o resgate da subjectividade na investigação empírica. **Psicologia**, v. 2, p. 7-21, 2011.

COUTO, M.; FARATE, C.; RAMOS, S.; FLEMING, M. A metodologia Q nas ciências sociais e humanas: o resgate da subjectividade na investigação empírica. **Psicologia**, v. 2, p. 7-21, 2011.

CROSS, R. E. **Exploring attitudes: the case for Q methodology**. Health Education Research: Theory & Practice Pages. v. 20, 206–213, 2005.

CUPPEN, E. Operant Subjectivity: The International journal of Q Methodology. **TU Delft**, The Netherlands v. 36, n. 2, p. 135-161, 2013.

CUPPEN, E. Q methodology to select participants for a stakeholder dialogue on energy options from biomass in the Netherlands. **Ecological Economics**, v. 69, p. 579–591, 2010.

D'AMATO, D et al. Thinking green, circular or bio: Eliciting researchers' perspectives on a sustainable economy with Q method. **Journal of Cleaner Production**, v. 230, p. 460-476, 2019.

ELLINGSEN, Ingunn T.; STØRKSEN, Ingunn; STEPHENS, Paul. Q methodology in social work research. **International journal of social research methodology**, v. 13, n. 5, p. 395-409, 2010.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Bioeconomia**. Disponível em:<<https://www.embrapa.br/en/tema-bioeconomia>>Acesso em: 29 jan. 2020.

FERREIRA, A. A.; HONGYU, K. Análise fatorial exploratória aplicada no questionário do cadastro único. **Biodiversidade**, v. 17, n. 1, 2018.

FERREIRA, A. F. Biorefinery concept. In: **Biorefineries**. Springer, Cham, 2017. p. 1-20.

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JÚNIOR, J. A. da. Visão além do alcance: uma introdução à análise fatorial. **Opinião pública**, v. 16, n. 1, p. 160-185, 2010.

GHISELLINI, P.; CIALANI, C.; ULGIATI, S. A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 114, p. 11–32, 2016a.

- GRUSZKA, K. Framing the collaborative economy —Voices of contestation. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 23, p. 92-104, 2017.
- GUEDES, M. B. O. G. et al. Validade de um questionário para avaliação do apoio social informal para idosos: seção 2. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v. 22, n. 2, 2019.
- HANSEN, J. The Danish biofuel debate: Coupling scientific and politico-economic claims. **Science and Culture**, v. 23, p. 73–97, 2014.
- HANSEN, T.; WINTHER, L. Innovation, regional development and relations between high- and low-tech industries. **European Urban and Regional Studies**, v. 18, p. 321–339, 2011.
- HEGEM, R. Exclusion and inclusion of women in Norwegian agriculture: Exploring different outcomes of the “tractor gene”. **Journal of Rural Studies**, v. 34, p. 263–271, 2014.
- HUGÉ, J. et al. Mapping discourses using Q methodology in Matang Mangrove Forest, Malaysia. **Journal of Environmental Management**, v. 183, p. 988-997, 2016.
- JENSEN, A. K. A Structured Approach to Attribute Selection in Economic Valuation Studies: Using Q-methodology. **Ecological Economics**, v. 166, p. 106400, 2019.
- LANGSTON, J. D. et al. Discourses mapped by Q-method show governance constraints motivate landscape approaches in Indonesia. **Plos One**, v. 14, n. 1, p. 0211221, 2019.
- LATIF, S. A. A análise fatorial auxiliando a resolução de um problema real de pesquisa de marketing. **Caderno de pesquisas em Administração**, n. 2, p. 2o, 1994.
- LETT, L. A. Las amenazas globales, el reciclaje de residuos y el concepto de economía circular. **Revista Argentina de Microbiología**, v. 46, n. 1, p. 1–2, 2014.
- LEVERING, J.; BRODDRICK, J.; ZENGLER, K. Engineering of oleaginous organisms for lipid production. **Current opinion in biotechnology**, v. 36, p. 32-39, 2015.
- LEVERING, J.; BRODDRICK, J.; ZENGLER, K. Engineering of oleaginous organisms for lipid production. **Current opinion in biotechnology**, v. 36, p. 32-39, 2015.
- LEWANDOWSKI, I. Biobased value chains for a growing bioeconomy. **GCB Bioenergy**, v. 11, p. 4-8 , 2019.
- LIANG, M.; JIANG, J.. Advancing oleaginous microorganisms to produce lipid via metabolic engineering technology. **Progress in lipid research**, v. 52, n. 4, p. 395-408, 2013.
- LUHRS, D. E. Consider the daughters, they are important to family farms and rural communities too: family-farm succession. *Gender Place and Culture*. v. 23, n. 8, p. 1078-1092, 2016.
- MCKEOWN, B. F. Q Methodology in Political Psychology: Theory and Technique in Psychoanalytic Applications. **Political Psychology**, v. 5, n. 3, 415-436, 1984.
- MÊGNIGBÊTO, E. Modelling the Triple Helix of university-industry-government relationships with game theory: Core, Shapley value and nucleolus as indicators of synergy within an innovation system. **Journal of Informetrics**, v.12, n. 4, p. 1118-1132, 2018.
- NOST, E.; ROBERTSON, M.; LAVE, R. Q-method and the performance of subjectivity: reflections from a survey of US stream restoration practitioners. **Geoforum**, v. 105, p. 23-31, 2019.
- PATTERSON, D. J. et al. Names are key to the big new biology. **Trends in ecology & evolution**, v. 25, n. 12, p. 686-691, 2010.
- PEREIRA, M. A.; FAIRWEATHER, J. R.; WOODFORD, K. B.; NUTHALL, P. L. Assessing the diversity of values and goals amongst Brazilian commercial-scale progressive beef farmers using Q-methodology.



**Agricultural Systems**, 144, 1-8, 2016.

PREVITE, J.; PINI, B.; HASLAM-MCKENZIE, F. Q methodology and rural research. **Sociologia Ruralis**, v. 47, n. 2, p. 135-147, 2007.

REBER, B. H.; KAUFMAN, S. E.; CROPP, F. Assessing Q-Assessor: A validation study of computer-based Q Sorts versus paper Sorts. **Operant Subjectivity**, v. 23, n. 4, p. 192-209, 2000.

SCHALL, D. et al. Understanding stakeholder perspectives on agricultural best management 30 practices and environmental change in the Chesapeake Bay: A Q methodology study. **Journal of Rural Studies**, 60, 21–31, 2018.

SCHMOLCK, P. **PQMethod Manual** v. 2,35, 2014. Disponível em <<http://schmolck.userweb.mwn.de/qmethod/pqmanual.htm>>. Acesso em 20/08/2018.

SMITH II, G. P. **The new biology: law, ethics, and biotechnology**. Springer Science & Business Media, 2013.

SMITH, N. W. **Current systems in psychology: history, theory, research, and applications**. Wadsworth/Thomson Learning, 2001.

STEMMANN, J. R.; SOBRAL, M. Biodiversidade no Brasil. Simões, CM, Schenkel, EP, Mentz, LA, Petrovick, PR Farmacognosia do Produto Natural ao Medicamento. **Artmed**, p. 1-11, 2017.

STEPHENSON, W. Technique of factor analysis. **Nature**, v. 136, n. 3434, p. 297, 1935.

SUESS-REYES, J., FUETSCH, E., 2016. The future of family farming: a literature review on innovative, sustainable and succession-oriented strategies. **Journal of Rural Studies**. 47, 117–140, 2016.

SUMBERG, J.; YEBOAH, T.; FLYNN, J.; ANYIDOHO, N. A. Young people's perspectives on farming in Ghana: a Q study. **Food Security**, v. 9: 151–161, 2017.

THOMSEN, M. H. Complex media from processing of agricultural crops for microbial fermentation. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 68, n. 5, p. 598-606, 2005.

VIKSTRÖM, H. A scarce resource? The debate on metals in Sweden 1870–1918. **The Extractive Industries and Society**, v. 3, n. 3, p. 772-781, 2016.

VIVIEN, F. D. et al. The Hijacking of the Bioeconomy. **Ecological Economics**, v. 159, n. June, p. 189-197, 2019.

WALDER, P.; KANTELHARDT, J. The Environmental Behaviour of Farmers–Capturing the Diversity of Perspectives with a Q Methodological Approach. **Ecological Economics**, v. 143, 55-63, 2018.

WATTS, S.; STENNER, P. **Doing Q Methodological Research: Theory, Method & Interpretation**. Sage Publications Ltd. 2012.

WEBLER, T.; DANIELSON, S.; TULER, S. **Using Q method to reveal social perspectives in environmental research**. Greenfield MA: Social and Environmental Research Institute, 2009.

WITTENBORN, J. R. Contributions and current status of Q methodology. **Psychological Bulletin**, v. 58, n. 2, p. 132, 1961.

YAN, Q. et al. A fibrous bed bioreactor to improve the productivity of succinic acid by *Actinobacillus succinogenes*. **Journal of Chemical Technology & Biotechnology**, v. 89, n. 11, p. 1760-1766, 2014.

YOUNG, J. M.; SHEPARDSON, Daniel P. Using Q methodology to investigate undergraduate students' attitudes toward the geosciences. **Science Education**, v. 102, n. 1, p. 195-214, 2018.

ZABALA, A.; SANDBROOK, C.; MUKHERJEE, N. When and how to use Q methodology to understand perspectives in conservation research. **Conservation Biology**, v. 32, n. 5, p. 1185–1194, 2018.

ZANOLI, R.; CUOCO, E.; BARABANOVA, Y.; MANDOLESI, S.; NASPETTI, S. Using Q methodology to facilitate the establishment of the 2030 vision for the EU organic sector. **Organic Agriculture**, v.8, n. 3, p. 265-273, 2018.

ZHENG, J. et al. Recent advances to improve fermentative butanol production: genetic engineering and fermentation technology. **Journal of bioscience and bioengineering**, v. 119, n. 1, p. 1-9, 2015.

ZHU, L. Microalgal culture strategies for biofuel production: a review. **Biofuels, Bioproducts and Biorefining**, v. 9, n. 6, p. 801-814, 2015.

ZILBERMAN, D. et al. Technology and the future bioeconomy. **Agricultural Economics**, v. 44, p. 95–102, 2013.

ZINK, T.; GEYER, R. Circular Economy Rebound. **Journal of Industrial Ecology**, v. 21, n. 3, p. 593–602, 2017.

## CAPÍTULO 5

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um fator essencial para satisfazer de maneira sustentável a demanda de energia e material da sociedade é o desenvolvimento baseado nos princípios da bioeconomia. No entanto, há três visões de bioeconomia. A primeira visão é a que considera os limites da terra em relação ao consumo dos recursos naturais. Essa visão é considerada radical, pois é necessário projetar um crescimento econômico em uma menor velocidade. Nesse caso, acaba sendo menos atraente para governos e indústrias.

A segunda linha é baseada na busca por soluções tecnológicas, sendo a biotecnologia (tecnologia) o centro de estratégia. Por fim, a terceira forma de entender a bioeconomia é considerar as fontes biológicas de recursos. Nesse caso, a substituição de fontes fósseis por biomassa. Neste último, tem-se as biorrefinarias como a representação de uma proposta de ação.

No entanto, é possível considerar que a bioeconomia relacionada a primeira visão, possa ser o arcabouço de avaliação das demais. Assim, a biotecnologia, juntamente com o uso de fontes biológicas de recursos, promoveria as biorrefinarias, sendo avaliada e validade sua sustentabilidade por meio da primeira visão.

Partindo disso, é necessário que os agentes dos diferentes setores – academia, indústria e governo – possuam uma visão aproximada do que é biorrefinaria. Só assim, os incentivos para a área podem ser alcançados. No entanto, o estudo trouxe evidências de que o entendimento da terminologia “biorrefinaria” não é um consenso entre os especialistas, dos diferentes setores. O pressuposto de que os setores entenderiam o conceito de biorrefinaria com divergência, porém, os especialistas do mesmo setor teriam convergência em relação ao conceito não foi validado. Pois os especialistas de mesmo setor divergem quanto aos elementos provenientes dos conceitos – seja os elementos do conceito proposto ou da literatura.

Nas ponderações extremas, apenas 13,88% dos especialistas ponderaram negativamente (-4) a possibilidade dos ativos biológicos se tornarem biorrefinarias. De forma geral, 23,14% das ponderações negativas estão relacionadas aos elementos do conceito proposto (relacionados aos ativos biológicos – G1), 67,59% em relação as narrativas parciais (G2) e 9,25% em relação as narrativas provenientes dos conceitos da literatura (G3). No entanto, em relação as ponderações extremas positivas, 44,35% das narrativas são pertencem ao conjunto de narrativas que apresentam elementos do conceito proposto, sendo que o grupo das narrativas parciais e da literatura ficaram, respectivamente, com 16,98% e 38,67%. Esse fato evidencia uma

aceitabilidade pelos agentes dos diferentes setores em introduzir novos elementos, provenientes dos ativos biológicos, no entendimento do conceito de biorrefinaria.

Na busca de compreender o que é biorrefinaria, na visão dos especialistas, com o questionamento: “Na sua perspectiva, o que é biorrefinaria?”, fica evidente que o termo ainda precisa de um entendimento aproximado. A partir das 45 narrativas, apresentando elementos do conceito de biorrefinaria da literatura, do conceito proposto e elementos parciais (do conceito proposto e da literatura), foram extraídos 8 fatores que respondem por 63,35% da variação total. Os elementos dos três grupos se dividiram entre os fatores extraídos. Nesse caso, torna-se, novamente, evidente que o entendimento de biorrefinaria está em construção.

O desenvolvimento de pesquisas relacionadas às biorrefinarias está em desenvolvimento, porém, é complexo. Ao lado das atividades de pesquisa no campo dos conceitos integrados de biorrefinaria, diversos projetos de pesquisa estão focados em um ou mais aspectos ou componentes de biorrefinarias. Nesse sentido, um novo olhar em relação ao entendimento de biorrefinaria torna-se pertinente a fim de abrir novas discussões entre os agentes dos diferentes setores.

Nesse caso, a partir da construção dos elementos que compõe os termos “bio” + “refino”, a terminologia biorrefinaria pode ser entendida como: Um processo físico e/ou químico e/ou biológico, que purifica e/ou separa elementos constituintes de ativos biológicos dos reinos monera, protista, plantae, animalia e fungi, oriundos do ambiente terrestre ou oceânico, em bioprodutos para o uso final ou que sirvam de matéria-prima para outros bioprodutos.

A compreensão e introdução dos elementos que compreendem o novo conceito podem possibilitar incentivos para implementação de novas biorrefinarias ou a expansão das já existentes e que não são consideradas como tal. Além disso, passariam a receber incentivos como as demais. Assim, pensando na importância do desenvolvimento da bioeconomia no Brasil, a ação de incentivar novas oportunidades de cadeia de valor, usufruindo da biodiversidade brasileira, na implementação de novas biorrefinarias, é uma possibilidade e alternativa que precisa ser melhor explorada.

## REFERÊNCIAS

- AKHTAR-DANESH, N.; BAUMANN, A.; CORDINGLEY, L. Q-methodology in nursing research: a promising method for the study of subjectivity. **Western Journal of Nursing Research**, Beverly Hills, v. 30, n. 6, p. 759-773, 2008.
- ALBARELLI, J. Q.; SANTOS, D. T.; MEIRELES, A. A. Thermo-economic evaluation of a new approach to extract sugarcane wax integrated to a first and second generation biorefinery. **Biomass and Bioenergy**, Oxford, v. 119, p. 69-74, Dec. 2018.
- ALVIM, J. C. *et al.* Biorefineries: concepts, classification, raw materials and products. **Journal Bioenergy and Food Science**, Macapá, v. 1, n. 3, p. 61-77, 2014.
- AMIDON, T. E.; LIU, S. Water-based woody biorefinery. **Biotechnology Advances**, New York, v. 27, n. 5, p. 542-550, 2009.
- ANP - Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Refino de petróleo, processamento de gás natural e produção de biocombustíveis**. 2019. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/carta-de-servicos/refino-de-petroleo-processamento-de-gas-natural-e-producao-de-biocombustiveis>. Acesso em: 12 dez. 2019.
- APERGIS, N.; PAYNE, J. E. On the causal dynamics between renewable and non-renewable energy consumption and economic growth in developed and developing countries. **Energy Systems**, Stevenage, v. 2, n. 3/4, p. 299–312, 2011.
- ARRHENIUS, S. **World in the making**. II. Borns (Trans). London: Harper & Brothers, 1908.
- AZAGOH, C.; HUBERT, A.; MEZDOUR, S. Insect biorefinery in Europe: designing the Insect biorefinery to contribute to a more sustainable agro-food industry. **Journal of Insects as Food and Feed**, Wageningen, v. 1, n. 2, p. 159-168, 2015.
- BALDASSARRE, B. *et al.* Industrial symbiosis: towards a design process for eco-industrial clusters by integrating circular economy and industrial ecology perspectives. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 216, p. 446–460, 2019.
- BARRIE, J.; ZAWDIE, G.; JOÃO, E. Assessing the role of triple helix system intermediaries in nurturing an industrial biotechnology innovation network. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 214, p. 209-223, 2019.
- BARROW, J. D.; DAVIES, P. C. W.; HARPER, C. L. (ed.). **Science and ultimate reality: quantum theory, cosmology, and complexity**. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.
- BAUER, F. Narratives of biorefinery innovation for the bioeconomy: conflict, consensus or confusion? **Environmental Innovation and Societal Transitions**, Amsterdam, v. 28, p. 96–107, July 2018.
- BAUER, N. *et al.* Shared socio-economic pathways of the energy sector – quantifying the narratives. **Global Environmental Change**, Cambridge, v. 42, p. 316-330, 2017.
- BEFORT, N. Going beyond definitions to understand tensions within the bioeconomy: the contribution of sociotechnical regimes to contested fields. **Technological Forecasting and Social Change**, New York, v. 153, p. 119923, 2020.
- BELL, J. *et al.* EU ambition to build the world’s leading bioeconomy—Uncertain times demand innovative and sustainable solutions. **New Biotechnology**, Amsterdam, v. 40, p. 25–30, 2018.
- BELTRAN, A. *et al.* When the background matters: using scenarios from integrated assessment models in prospective life cycle assessment. **Journal of Industrial Ecology**, Cambridge, v. 24, n. 1, p. 64-79, 2018.
- BENEDETTI, O. I. S. Se é “bio” é bom? **Jornal Zero Hora**, Porto Alegre, v. 55, n. 19443, 2019.

- BENNER, S. A. Return of the 'last ribo-organism'. **Nature**, London, v. 332, n. 6166, p. 688, 1988.
- BENNER, S. A.; ELLINGTON, Andrew D.; TAUER, Andreas. Modern metabolism as a palimpsest of the RNA world. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, DC, v. 86, n. 18, p. 7054-7058, 1989.
- BENTLEY, R. W. Global oil & gas depletion: an overview. **Energy Policy**, Surrey, v. 30, n. 3, p. 189-205, 2002.
- BHUYAN, N. *et al.* Rural biorefinery: a viable solution for production of fuel and chemicals in rural India. In: RAI, M.; INGLE, A. P. (ed.). **Sustainable bioenergy: advances and impacts**. Amsterdam: Elsevier, 2019. cap. 2, p. 21-47.
- BILDIRICI, M. E.; BAKIRTAS, Tahsin. The relationship among oil, natural gas and coal consumption and economic growth in BRICTS (Brazil, Russian, India, China, Turkey and South Africa) countries. **Energy**, New York, v. 65, p. 134-144, 2014.
- BJØRN, A.; RICHARDSON, K.; HAUSCHILD, M. Z. A framework for development and communication of absolute environmental sustainability assessment methods. **Journal of Industrial Ecology**, Cambridge, v. 23, n. 4, p. 838-854, 2018.
- BNDES - Banco Nacional do Desenvolvimento. **Biorrefinarias, biocombustíveis e química renovável: revolução tecnológica e financiamento**. 2014. Disponível em: [https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1963/2/Biorrefinarias%2c%20biocombust%2c%20adves\\_P\\_.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1963/2/Biorrefinarias%2c%20biocombust%2c%20adves_P_.pdf). Acesso em: 28 out. 2019.
- BOCK, G. R.; GOODE, J. A. (ed.). **Evolution of hydrothermal ecosystems on Earth (and Mars?)**. Chichester: John Wiley, 2008.
- BOHLMANN, G. M.; CÉSAR, M. A. The Brazilian opportunity for biorefineries. **Industrial Biotechnology**, New Rochelle, v. 2, n. 2, p. 127-132, 2006.
- BOZELL, J. J. Feedstocks for the future—biorefinery production of chemicals from renewable carbon. **CLEAN—Soil, Air, Water**, Weinheim, v. 36, n. 8, p. 641-647, 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Programa Bioeconomia Brasil**. Brasília, DF, 2020. Disponível em: [http://www.agricultura.gov.br/noticias/programa-brasil-bioeconomia-e-sociobiodiversidade-e-lancado-no-rio-de-janeiro/@nitf\\_custom\\_galleria](http://www.agricultura.gov.br/noticias/programa-brasil-bioeconomia-e-sociobiodiversidade-e-lancado-no-rio-de-janeiro/@nitf_custom_galleria). Acesso em: 29 jan. 2020.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia (MME). **Desenvolvimento energético**. Brasília, DF, [2020]. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/planejamento-e-desenvolvimento-energetico>. Acesso em: 29 jan. 2020.
- BROUWER, M. Q is accounting for tastes. **Journal of Advertising Research**, New York, v. 39, n. 2, p. 35-39, 1999.
- BROWN, S. R. A Primer on Q methodology. **Operant Subjectivity**, Wellington, v. 16, p. 91-138, 1993.
- BROWN, S. R. Q methodology and qualitative research. **Qualitative Health Research**, Thousand Oaks, v. 6, n. 4, p. 561-567, 1996.
- BUDZIANOWSKI, W. M.; POSTAWA, K. Total chain integration of sustainable biorefinery systems. **Applied Energy**, Amsterdam, v. 184, p. 1432-1446, 2016.
- BUGGE, M. M.; HANSEN, T.; KLITKOU, A. What is the bioeconomy? A review of the literature. **Sustainability**, Basel, v. 8, n. 7, p. 691, 2016.
- CARMONA-CABELLO, M. *et al.* Valorization of food waste based on its composition through the concept of biorefinery. **Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry**, Amsterdam, v. 14, p. 67-79, 2018.

- CECH, T. R. The efficiency and versatility of catalytic RNA: implications for an RNA world. **Gene**, New York, v. 135, n. 1/2, p. 33-36, 1993.
- CECH, T. R.; ZAUG, A. J.; GRABOWSKI, P. J. In vitro splicing of the ribosomal RNA precursor of *Tetrahymena*: involvement of a guanosine nucleotide in the excision of the intervening sequence. **Cell**, Cambridge, v. 27, n. 3, p. 487-496, 1981.
- CELIŃSKA, E. *et al.* Genetic engineering to improve 1, 3-propanediol production in an isolated *Citrobacter freundii* strain. **Process Biochemistry**, Watford, v. 50, n. 1, p. 48-60, 2015.
- CHAPMAN, D. A.; LICKEL, B.; MARKOWITZ, E. M. Reassessing emotion in climate change communication. **Nature Climate Change**, London, v. 7, n. 12, p. 850, 2017.
- CHEN, J. *et al.* Decomposition and decoupling analysis of CO<sub>2</sub> emissions in OECD. **Applied Energy**, Amsterdam, v. 231, p. 937-950, 2018.
- CHENG, C. *et al.* The impacts of non-fossil energy, economic growth, energy consumption, and oil price on carbon intensity: evidence from a panel quantile regression analysis of EU 28. **Sustainability**, Basel, v. 10, n. 11, p. 4067, 2018.
- CHERUBINI, F. The biorefinery concept: using biomass instead of oil for producing energy and chemicals. **Energy Conversion and Management**, Oxford, v. 51, p. 1412-1421, 2010.
- CHERUBINI, F.; STRØMMAN, A. H.; ULGIATI, S. Influence of allocation methods on the environmental performance of biorefinery products - A case study. **Resources, Conservation and Recycling**, Amsterdam, v. 55, n. 11, p. 1070-1077, 2011.
- CHYBA, C.; SAGAN, C. Electrical energy sources for organic synthesis on the early Earth. **Origins of Life and Evolution of the Biosphere**, Dordrecht, v. 21, n. 1, p. 3-17, 1991.
- CNPQ - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. [Dados obtidos da página]. 2019. Disponível em: [http://dgp.cnpq.br/dgp/faces/consulta/consulta\\_parametrizada.jsf](http://dgp.cnpq.br/dgp/faces/consulta/consulta_parametrizada.jsf). Acesso em: 14 nov. 2019.
- COOGAN, J.; HERRINGTON, N. Q methodology: an overview. **Research in Secondary Teacher Education**, [London], v. 1, n. 2, p. 24-28, 2011.
- COTANA, F. *et al.* Lignin as co-product of second generation bioethanol production from ligno-cellulosic biomass. **Energy Procedia**, Red Hook, v. 452014, p. 52-60, 2014.
- COUPER, P. R. Epistemology. In: KOBAYASHI, Audrey. (ed.). **International encyclopedia of human geography**. 2nd ed. Amsterdam: Elsevier, 2020. p. 275- 284.
- COUTO, M. *et al.* A metodologia Q nas ciências sociais e humanas: o resgate da subjectividade na investigação empírica. **Psicologia**, Lisboa, v. 2, p. 7-21, 2011.
- COVERT, T.; GREENSTONE, M.; KNITTEL, C. R. Will we ever stop using fossil fuels? **Journal of Economic Perspectives**, Pittsburgh, v. 30, n. 1, p. 117-38, 2016.
- COWAN, D. A. **The search for life on mars**. Cambridge: Perseus Books, 1999.
- CROSS, R. E. Exploring attitudes: the case for Q methodology. **Health Education Research: Theory & Practice** Pages, Oxford, v. 20, p. 206-213, 2005.
- CUPPEN, E. Operant subjectivity: the international journal of Q methodology. **TU Delft**, Delft, v. 36, n. 2, p. 135-161, 2013.
- D'AMATO, D. *et al.* Green, circular, bio economy: a comparative analysis of sustainability avenues. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 168, p. 716-734, 2017.

- DANLAMI, A. H.; ALIYU, S.; DANMARAYA, I. A. Energy production, carbon emissions and economic growth in lower-middle income countries. **International Journal of Social Economics**, Bradford, v. 46, n. 1, p. 97–115, 2019.
- DE BESI, M.; MCCORMICK, K. Towards a bioeconomy in Europe: national, regional and industrial strategies. **Sustainability**, Basel, v. 7, n. 8, p. 10461–10478, 2015.
- DE BIANCHI, S. The stage on which our ingenious play is performed: Kant's epistemology of Weltkenntnis. **Studies in History and Philosophy of Science**, Oxford, v. 71, p. 58–66, 2018.
- DE JONG, E.; JUNGMEIER, G. Biorefinery concepts in comparison to petrochemical refineries. In: PANDEY, A. (ed.). **Industrial biorefineries e white biotechnology**. Amsterdam: Elsevier, 2015. p. 3-33.
- DEFEYYES, K. S. **Hubbert's peak: the impending world oil shortage**. Princeton: Princeton University Press, 2009.
- DEVANEY, L.; HENCHION, M. Consensus, caveats and conditions: international learnings for bioeconomy development. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 174, p. 1400–1411, 2018.
- DIAS, R. F.; CARVALHO, C. A. A. Bioeconomia no Brasil e no mundo: panorama atual e perspectivas. **Revista Virtual de Química**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 1, p. 410-430, 2017.
- DOE - Department of Bioenergy. **Biochemical Conversion - Biorefinery Integration**. 2019. Disponível em: <https://www.energy.gov/eere/bioenergy/biochemical-conversion-biorefinery-integration>. Acesso em: 13 jul. 2019.
- DOGAN, E. Analyzing the linkage between renewable and non-renewable energy consumption and economic growth by considering structural break in time-series data. **Renewable Energy**, Cheshire, v. 99, p. 1126–1136, 2016.
- DOMAGAL-GOLDMAN, S. D. *et al.* The astrobiology primer v. 2. 0. **Astrobiology**, New York, v. 16, n. 8, p. 561-653, 2016.
- DONG, C. *et al.* new generation urban biorefinery toward complete utilization of waste derived lignocellulosic biomass for biofuels and value-added products. **Energy Procedia**, Red Hook, v. 158, p. 918-925, 2019.
- EIGEN, E.; SCHUSTER, P. **The hyperciclus: a principle of natural self-organization**. Berlin: Springer, 1979.
- ELLINGSEN, I. T.; STØRKSEN, I.; STEPHENS, P. Q methodology in social work research. **International Journal of Social Research Methodology**, London, v. 13, n. 5, p. 395-409, 2010.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Bioeconomia**. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/tema-bioeconomia>. Acesso em: 29 jan. 2020.
- FEDOROFF, N. V. *et al.* Radically rethimg agriculture for the 21<sup>st</sup> century. **Science**, Washington, DC, v. 327, n. 5967, p. 833-834, 2010.
- FERNANDO, S. *et al.* Biorefineries: current status, challenges, and future direction. **Energy Fuels**, Washington, DC, v. 20, n. 3, p. 1727–1737, 2006.
- FERREIRA, A. A.; HONGYU, K. Análise fatorial exploratória aplicada no questionário do cadastro único. **Biodiversidade**, [Rondonópolis], v. 17, n. 1, p. 28-39, 2018.
- FERREIRA, A. F. Biorefinery concept. In: RABAÇAL, M. *et al.* (ed.). **Biorefineries: targeting energy, high value products and waste valorization**. Cham: Springer, 2017. p. 1-20.
- FEYGIN, M.; SATKIN, R. The oil reserves-to-production ratio and its proper interpretation. **Natural Resources Research**, New York, v. 13, n. 1, p. 57-60, 2004.
- FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JÚNIOR, J. A. Visão além do alcance: uma introdução à análise fatorial.



**Opinião Pública**, Campinas, v. 16, n. 1, p. 160-185, 2010.

FIORENTINO, G.; ZUCARO, A.; ULGIATI, S. Towards an energy efficient chemistry. Switching from fossil to bio-based products in a life cycle perspective. **Energy**, New York, v. 170, p. 720-729, 2019.

GEELS, F. W. *et al.* The enactment of socio-technical transition pathways: a reformulated typology and a comparative multi-level analysis of the German and UK low-carbon electricity transitions (1990-2014). **Research Policy**, Amsterdam, v. 45, p. 996-913, 2016b.

GEELS, F. W. Feelings of discontent and the promise of middle range theory for STS: examples from technology dynamics. **Science, Technology & Human Values**, Thousand Oaks, v. 32, n. 6, p. 627–651, 2007.

GEELS, F. W. From sectoral systems of innovation to socio-technical systems. **Research Policy**, Amsterdam, v. 33, p. 897–920, 2004.

GEELS, F. W.; BERKHOUT, F.; VAN VUUREN, D. P. Bridging analytical approaches for low-carbon transitions. **Nature Climate Change**, London, v. 6, p. 576–583, 2016a.

GEELS, F. W.; SCHOT, J. Typology of sociotechnical transition pathways. **Research Policy**, Amsterdam, v. 36, p. 399–417, 2007.

GEORGESON, L.; MASLIN, M.; POESSINOUW, M. The global green economy: a review of concepts, definitions, measurement methodologies and their interactions. **Geography and Environment**, Chichester, v. 4, n. 1, [art.] e00036, [p. 1-23], 2017.

GHISELLINI, P.; CIALANI, C.; ULGIATI, S. A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 114, p. 11–32, 2016.

GILBERT, W. Origin of life: the RNA world. **Nature**, London, v. 319, n. 6055, p. 618, 1986.

GUBA, E. G.; LINCOLN, Y. S. Competing paradigms in qualitative research. *In*: GULDI, J.; ARMITAGE, D. **The history manifesto**. Cambridge: Cambridge University Press, 2014.

GUEDES, M. B. O. G. *et al.* Validade de um questionário para avaliação do apoio social informal para idosos: seção 2. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 2, [art.] e180147, [p. 1-11], 2019.

HABLA, W. Climate policy under factor mobility: a (differentiated) case for capital taxation. **Journal of Environmental Economics and Management**, San Diego, v. 92, p. 100–124, 2018.

HANSEN, J. The Danish biofuel debate: coupling scientific and politico-economic claims. **Science and Culture**, Singapore, v. 23, p. 73–97, 2014.

HANSEN, T.; WINTHER, L. Innovation, regional development and relations between high- and low-tech industries. **European Urban and Regional Studies**, London, v. 18, p. 321–339, 2011.

HARARI, Y. N. **Sapiens: uma breve história da humanidade**. Porto Alegre: L&PM Editores, 2015.

HELM, S. V. *et al.* Differentiating environmental concern in the context of psychological adaption to climate change. **Global Environmental Change**, Cambridge, v. 48, p. 158-167, 2018.

HENNET, R.J.-C.; HOLM, N. G.; ENGEL, M. H. Abiotic synthesis of amino acids under hydrothermal conditions and the origin of life: a perpetual phenomenon? **Naturwissenschaften**, Berlin, v. 79, n. 8, p. 361-365, 1992.

HIDALGO, C. The energy crossroads: strategies for sustainable energy development. **Métode Science Studies Journal-Annual Review**, [Valencia], v. 10, p. 25-31, 2020.

HØISETH, M.; KEITSCH, M. M.; HOPPERSTAD, M. H. Interactions between caregivers and young children:

exploring pedagogical tact in nebulizer treatment. **Qualitative Health Research**, Thousand Oaks, v. 24, n. 12, p. 1622-1634, 2014.

HOLTZ, G. *et al.* Prospects of modelling societal transitions: position paper of an emerging community. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, Amsterdam, v. 17, p. 41–58, 2015.

HUANG, H. J. *et al.* A review of separation technologies in current and future biorefineries. **Separation and Purification Technology**, New York, v. 62, p. 1-21, 2008.

IEA - International Energy Agency Bioenergy. **Task 42 biorefinery**. 2020. Disponível em: [http://www.biorefinery.nl/fileadmin/biorefinery/docs/Brochure\\_Totaal\\_definitief\\_HR\\_opt.pdf](http://www.biorefinery.nl/fileadmin/biorefinery/docs/Brochure_Totaal_definitief_HR_opt.pdf). Acesso em: 12 jan. 2020.

IMAI, E. *et al.* Elongation of oligopeptides in a simulated submarine hydrothermal system. **Science**, Washington, DC, v. 283, n. 5403, p. 831-833, 1999.

JOYCE, G. F. **The RNA world**: life before DNA and protein. In: ZUCKERMAN, Ben; HART, Michael H. (ed.). *Extraterrestrials: where are they?* Cambridge: Cambridge University Press, 1995. p. 139-151.

JUAN, J. C. *et al.* Biodiesel production from jatropha oil by catalytic and non-catalytic approaches: an overview. **Bioresource Technology**, Essex, v. 102, n. 2, p. 452–460, 2011.

KANT, I. **Crítica da razão pura**. São Paulo: Nova Cultural, 1987. (Os pensadores, v. 1).

KANT, I.; GUYER, P.; MATTHEWS, E. **Critique of the power of judgment**. Cambridge: Cambridge University Press, 2000.

KASTING, J. F. Long-term stability of the Earth's climate. **Global and Planetary Change**, New York, v. 1, n. 1/2, p. 83-95, 1989.

KASTING, J. F.; WHITMIRE, D. P.; REYNOLDS, R. T. Habitable zones around main sequence stars. **Icarus**, New York, v. 101, n. 1, p. 108-128, 1993.

KATSCHER, F. The history of the terms prokaryotes and eukaryotes. **Protist**, München, v. 155, n. 2, p. 257, 2004.

KEEGAN, D. *et al.* Cascading use: a systematic approach to biomass beyond the energy sector. **Biofuels, Bioproducts & Biorefining**, Chichester, v. 7, p. 193-206, 2013.

KÖHLER, J. *et al.* An agenda for sustainability transitions research: state of the art and future directions. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, Amsterdam, v. 31, p. 1–32, June 2019.

KOLB, V. M.; DWORKIN, J. P.; MILLER, S. L. Alternative bases in the RNA world: the prebiotic synthesis of urazole and its ribosides. **Journal of Molecular Evolution**, Berlin, v. 38, n. 6, p. 549-557, 1994.

KRAUßE, E. **Ernst Haeckel**. [Amsterdam]: Springer-Verlag, 2013.

LAMMER, H. *et al.* What makes a planet habitable? **The Astronomy and Astrophysics Review**, Berlin, v. 17, n. 2, p. 181-249, 2009.

LANDRY, N. *et al.* Learned helplessness moderates the relationship between environmental concern and behavior. **Journal of Environmental Psychology**, London, v. 55, p. 18-22, 2018.

LANE, D. C. Modelling as learning: a consultancy methodology for enhancing learning in management teams. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, v. 59, p. 64–84, 1992.

LANE, D. C. Social theory and system dynamics practice. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, v. 113, p. 501–527, 1999.

- LAP, T. *et al.* Pathways for a Brazilian biobased economy: towards optimal utilization of biomass. **Biofuels, Bioproducts & Biorefining**, Chichester, v. 13, p. 673–689, 2019.
- LATIF, S. A. A análise fatorial auxiliando a resolução de um problema real de pesquisa de marketing. **Caderno de Pesquisas em Administração**, São Paulo, p. 1-10, 2. Sem. 1994.
- LAVALL, T. P.; OLSSON, G. Governança global e o desenvolvimento na sua pluridimensionalidade: um olhar sobre a agenda 2030 das Nações Unidas. **Direito e Desenvolvimento**, João Pessoa, v. 10, n. 1, p. 51-64, 2019.
- LETT, L. A. Las amenazas globales, el reciclaje de residuos y el concepto de economía circular. **Revista Argentina de Microbiología**, Buenos Aires, v. 46, n. 1, p. 1–2, 2014.
- LEVERING, J.; BRODDRICK, J.; ZENGLER, K. Engineering of oleaginous organisms for lipid production. **Current Opinion in Biotechnology**, London, v. 36, p. 32-39, 2015.
- LEWANDOWSKI, I. Biobased value chains for a growing bioeconomy. **GCB Bioenergy**, Oxford, v. 11, p. 4-8, 2019.
- LI, T.; NICOLAOU, K. C. Chemical self-replication of palindromic duplex DNA. **Nature**, London, v. 369, n. 6477, p. 218, 1994.
- LIANG, M.; JIANG, J. Advancing oleaginous microorganisms to produce lipid via metabolic engineering technology. **Progress in Lipid Research**, Oxford, v. 52, n. 4, p. 395-408, 2013.
- LIN, W. C. *et al.* Bacterial cellulose and bacterial cellulose-chitosan membranes for wound dressing applications. **Carbohydrate Polymers**, London, v. 94, p. 603–611, 2013.
- LINNAEUS, C. **Systema naturae**. [*S.l.*: Lugdunum Batavorum], 1758. v. 1.
- LIU, S.; ABRAHAMSON, L. P.; SCOTT, G. M. Biorefinery: ensuring biomass as a sustainable renewable source of chemicals, materials, and energy. **Biomass Bioenergy**, Amsterdam, v. 39, p. 1–4, 2012.
- LIU, Y.; HAO, Y. The dynamic links between CO<sub>2</sub> emissions, energy consumption and economic development in the countries along “the Belt and Road”. **Science of The Total Environment**, Amsterdam, v. 645, p. 674–683, 2018.
- LOKKO, Y. *et al.* Biotechnology and the bioeconomy—Towards inclusive and sustainable industrial development. **New Biotechnology**, Amsterdam, v. 40, p. 5–10, 2018.
- LOMBORG, B. Restrições ou abundância de recursos? *In*: CONFLITO ambiental. [*S.l.*]: Routledge, 2018. p. 125-152.
- LOOMIS, William F. **Four billion years**: an essay on the evolution of genes and organisms. Sunderland: Sinauer Associates, 1988. p. 1-286.
- MACLEOD, G. *et al.* Hydrothermal and oceanic pH conditions of possible relevance to the origin of life. **Origins of Life and Evolution of the Biosphere**, Dordrecht, v. 24, n. 1, p. 19-41, 1994.
- MCKAY, C. P. Urey Prize lecture: planetary evolution and the origin of life. **Icarus**, New York, v. 91, n. 1, p. 93-100, 1991.
- MCKEOWN, B. F. Q Methodology in political psychology: theory and technique in psychoanalytic applications. **Political Psychology**, Cambridge, v. 5, n. 3, p. 415-436, 1984.
- MÊGNIGBÊTO, E. Modelling the Triple Helix of university-industry-government relationships with game theory: core, shapley value and nucleolus as indicators of synergy within an innovation system. **Journal of Informetrics**, Amsterdam, v. 12, n. 4, p. 1118-1132, 2018.
- MELOSH, H. J. The rocky road to panspermia. **Nature**, London, v. 332, n. 6166, p. 687, 1988.

- MILLER, S. L.; BADA, J. L. Submarine hot springs and the origin of life. **Nature**, London, v. 334, n. 6183, p. 609, 1988.
- MILLER, S. L.; LAZCANO, A. The origin of life—did it occur at high temperatures? **Journal of Molecular Evolution**, Berlin, v. 41, n. 6, p. 689-692, 1995.
- MILLER, S. L.; SCHOPF, J. W.; LAZCANO, A. Oparin's "Origin of Life": sixty years later. **Journal of Molecular Evolution**, Berlin, v. 44, n. 4, p. 351-353, 1997.
- MILLER, S. L.; UREY, H. C. Organic compound synthesis on the primitive earth. **Science**, New York, v. 130, n. 3370, p. 245-251, 1959.
- MOJZSIS, S. J. *et al.* Evidence for life on earth before 3,800 million years ago. **Nature**, London, v. 384, n. 6604, p. 55, 1996.
- MONCADA, J.; EL-HALWAGI, M. M.; CARDONA, C. A. Techno-economic analysis for a sugarcane biorefinery: Colombian case. **Bioresource Technology**, Essex, v. 135, p. 533–543, 2013.
- MONCADA, J.; TAMAYO, J. A.; CARDONA, C. A. Integrating first, second, and third generation biorefineries: Incorporating microalgae into the sugarcane biorefinery. **Chemical Engineering Science**, London, v. 118, n. 18, p. 126-140, 2014.
- MORENO, M. A. Microorganism transport from Earth to Mars. **Nature**, London, v. 336, n. 6196, p. 209, 1988.
- MORRISON, M.; CORNIPS, L. Exploring the role of dedicated online biotechnology news providers in the innovation economy. **Science, Technology & Human Values**, Thousand Oaks, v. 37, n. 3, p. 262–285, 2012.
- NÄYHÄ, A.; PESONEN, H. Strategic change in the forest industry towards the biorefining business. **Technological Forecasting and Social Change**, New York, v. 81, p. 259-271, 2014.
- NEIS, F. A. *et al.* Multiple industrial uses of non-wood pine products. **Industrial Crops and Products**, London, v. 130, p. 248-258, 2019.
- NIZAMI, A. S. *et al.* Waste biorefineries: enabling circular economies in developing countries. **Bioresource Technology**, Essex, v. 241, p. 1101-1117, 2017.
- NOST, E.; ROBERTSON, M.; LAVE, R. Q-method and the performance of subjectivity: reflections from a survey of US stream restoration practitioners. **Geoforum**, Oxford, v. 105, p. 23-31, 2019.
- NREL - National Renewable Energy Laboratory. **Integrated biorefinery research facility**. 2020. Disponível em: <https://www.nrel.gov/bioenergy/ibrf.html>. Acesso em: 12 jan. 2020.
- O'DONNELL, M.; LANGSTON, L.; STILLMAN, B. Principles and concepts of DNA replication in bacteria, archaea, and eukarya. **Cold Spring Harbor Perspectives in Biology**, Woodbury, v. 5, n. 7, [art.] a010108, [p. 1-14], 2013.
- OBERBECK, V. R.; MANCINELLI, R. L. Asteroid impacts, microbes, and the cooling of the atmosphere. **BioScience**, Washington, DC, v. 44, n. 3, p. 173-177, 1994.
- OECD - Organization for Economic Co-Operation and Development. **The bioeconomy to 2030**. Paris: OECD, 2009. Disponível em: [https://www.oecd-ilibrary.org/economics/the-bioeconomy-to-2030\\_9789264056886-en](https://www.oecd-ilibrary.org/economics/the-bioeconomy-to-2030_9789264056886-en). Acesso em: 24 jan. 2020.
- OEHLER, D. Z. *et al.* NanoSIMS: insights to biogenicity and syngeneity of Archaean carbonaceous structures. **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 173, n. 1-4, p. 70-78, 2009.
- OPARIN, A. **The origin of life**. New York: Macmillan, 1938.
- OWEN, Nick A.; INDERWILDI, Oliver R.; KING, David A. The status of conventional world oil reserves—Hype or cause for concern? **Energy Policy**, Surrey, v. 38, n. 8, p. 4743-4749, 2010.

- PAPACHRISTOS, G. A mechanism based transition research methodology: bridging analytical approaches. **Futures**, Guilford, v. 98, p. 57–71, 2018.
- PAPACHRISTOS, G. System dynamics modelling and simulation for sociotechnical transitions research. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, Amsterdam, v. 31, p. 248–261, Feb. 2019.
- PAPACHRISTOS, G. Towards multi-system sociotechnical transitions: why simulate. **Technology Analysis and Strategic Management**, v. 26 n. 9, p. 1037–1055, 2014.
- PARSONS, P. Exobiology-dusting off panspermia. **Nature**, London, v. 383, n. 6597, p. 221-222, 1996.
- PATERMANN, C.; AGUILAR, A. The origins of the bioeconomy in the European Union. **New Biotechnology**, Amsterdam, v. 40, p. 20-24, 2018.
- PATTERSON, D. J. *et al.* Names are key to the big new biology. **Trends in Ecology & Evolution**, Amsterdam, v. 25, n. 12, p. 686-691, 2010.
- PAULIUK, S. *et al.* Industrial ecology in integrated assessment models. **Nature Climate Change**, London, v. 7, n. 1, p. 13–20, 2017.
- PEARSON, P. J. G. Past, present and prospective energy transitions: an invitation to historians. **Journal of Energy History**, [S.l.], v. 1, p. 1–44, 2018.
- PEREZ, C. **Revoluciones tecnológicas e capital financeiro: la dinámica grandes burbujas financieras y las épocas de bonanza**. México: Siglo XXI, 2004.
- PETROBRAS S.A. **Refino**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/areas-de-atuacao/refino/>. Acesso em: 4 jan. 2020.
- PHILP, J. The bioeconomy, the challenge of the century for policy makers. **New Biotechnology**, Amsterdam, v. 40, p. 11–19, 2018.
- PIMENTEL, D.; PIMENTEL, M. H. **Food, energy, and society**. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, 2008. 380 p.
- PIZZARELLO, S. The chemistry of life's origin: a carbonaceous meteorite perspective. **Accounts of Chemical Research**, Washington, DC, v. 39, n. 4, p. 231-237, 2006.
- POLLARD, T. D. *et al.* **Cell biology**. Philadelphia: Elsevier Health Sciences, 2016. *E-book*.
- PREVITE, J.; PINI, B.; HASLAM-MCKENZIE, F. Q methodology and rural research. **Sociologia Ruralis**, Assen, v. 47, n. 2, p. 135-147, 2007.
- PRIEFER, C.; JÖRISSSEN, J.; FRÖR, O. Pathways to shape the bioeconomy. **Resources**, Basel, v. 6, n. 1, p. 10, 2017.
- RAHMAN, Q. M. *et al.* Green biorefinery of fresh cattail for microalgal culture and ethanol production. **Bioresource Technology**, Essex, v. 185, p. 436-440, 2015.
- REBER, B. H.; KAUFMAN, S. E.; CROPP, F. Assessing Q-Assessor: a validation study of computer-based Q Sorts versus paper Sorts. **Operant Subjectivity**, Wellington, v. 23, n. 4, p. 192-209, 2000.
- REE, R. V.; ANNEVELINK, E. **Status report biorefinery 2007**. Wageningen, 2007. Disponível em: <http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/362552>. Acesso em: 25 nov. 2019.
- REGENÉRA MOLÉCULAS DO MAR. **Linhas de atuação**. Porto Alegre, 2014. Disponível em: <http://regeneramoleculas.com.br/pages/full-width.html>. Acesso em: 24 jan. 2020.
- ROBERTSON, M. P.; MILLER, S. L. Prebiotic synthesis of 5-substituted uracils: a bridge between the RNA world and the DNA-protein world. **Science**, Washington, DC, v. 268, n. 5211, p. 702-705, 1995.

- ROCKSTRÖM, J. *et al.* Sustainable intensification of agriculture for human prosperity and global sustainability. **Ambio**, Stockholm, v. 46, n. 1, p. 4-17, 2017.
- RODRIGUES, J. A. R. Do engenho à biorrefinaria: a usina de açúcar como empreendimento industrial para a geração de produtos bioquímicos e biocombustíveis. **Química Nova**, São Paulo, v. 7, n. 34, p. 1242–1254, 2011.
- RUSSELL, M. J.; DANIEL, R. M.; HALL, A. J. On the emergence of life via catalytic iron-sulphide membranes. **Terra Nova**, Oxford, v. 5, n. 4, p. 343-347, 1993.
- RUSSELL, M. J.; HALL, A. J. The emergence of life from iron monosulphide bubbles at a submarine hydrothermal redox and pH front. **Journal of the Geological Society**, London, v. 154, n. 3, p. 377-402, 1997.
- SADHUKHAN, J. *et al.* Role of bioenergy, biorefinery and bioeconomy in sustainable development: Strategic pathways for Malaysia. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Oxford, v. 81, p. 1966–1987, Apr. 2018.
- SASSON, A.; MALPICA, C. Bioeconomy in Latin America. **New Biotechnology**, Amsterdam, v. 40, p. 40–45, 2018.
- SCACHETTI, M. T. *et al.* A RenovaCalc aplicada ao biocombustível etanol de cana-de-açúcar. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE GESTÃO DO CICLO DE VIDA, 6., 2018, Brasília. **Anais [...]**. Brasília, DF: IBICT, ABCV, 2018. p. 150-154. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1102944/a-renovacalc-aplicada-ao-biocombustivel-etanol-de-cana-de-acucar>. Acesso em: 20 dez. 2019.
- SCHAFFARTZIK, A.; FISCHER-KOWALSKI, M. Latecomers to the fossil energy transition, frontrunners for change? The relevance of the energy ‘underdogs’ for sustainability transformations. **Sustainability**, Basel, v. 10, n. 8, p. 2650, 2018.
- SCHANDL, H. *et al.* Decoupling global environmental pressure and economic growth: scenarios for energy use, materials use and carbon emissions. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 132, p. 45-56, 2016.
- SCHIDLOWSKI, M. A. 3,800-million-year isotopic record of life from carbon in sedimentary rocks. **Nature**, London, v. 333, n. 6171, p. 313, 1988.
- SCHIEB, P. *et al.* **Biorefinery 2030**: future prospects for the bioeconomy. Berlin: Springer-Verlag, 2015. 158 p.
- SCHOPF, J. W.; PACKER, B. M. Early Archean (3.3-billion to 3.5-billion-year-old) microfossils from Warrawoona Group, Australia. **Science**, New York, v. 237, n. 4810, p. 70-73, 1987.
- SCHWARTZMAN, D.; MCMENAMIN, M.; VOLK, T. Did surface temperatures constrain microbial evolution? **BioScience**, Washington, DC, v. 43, n. 6, p. 390-393, 1993.
- SCOTT, K. *et al.* Bridging the climate mitigation gap with economy-wide material productivity. **Journal of Industrial Ecology**, Cambridge, p. 318-931, 2018.
- SEIDL, R. *et al.* Forest disturbances under climate change. **Nature Climate Change**, London, v. 7, n. 6, p. 395, 2017.
- SEPHTON, Mark A. Organic matter in carbonaceous meteorites: past, present and future research. **Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences**, London, v. 363, n. 1837, p. 2729-2742, 2005.
- SERNA-LOAIZA, S.; CARMONA-GARCIA, E.; CARDONA, C. A. Potential raw materials for biorefineries to ensure food security: the Cocoyam case. **Industrial Crops and Products**, London, v. 126, p. 92-102, Oct. 2018.
- SHAFIEE, M. *et al.* Decision support methods and applications in the upstream oil and gas sector. **Journal of Petroleum Science and Engineering**, Amsterdam, v. 173, p. 1173–1186, 2019.
- SHIH, P. M. Towards a sustainable bio-based economy: redirecting primary metabolism to new products with plant synthetic biology. **Plant Science**, Shannon, v. 273, p. 84–91, 2018.

- SHOCK, E. L. Organic acids in hydrothermal solutions: standard molal thermodynamic properties of carboxylic acids and estimates of dissociation constants at high temperatures and pressures. **American Journal of Science**, New Haven, v. 295, n. 5, p. 496-580, 1995.
- SILVEIRA, F. L. **A teoria do conhecimento de Kant**: o idealismo transcendental. Porto Alegre: Instituto de Física/UFRGS, 2002. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~lang/Textos/KANT.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2019.
- SINGH, A.; BASAK, P. Economic and environmental evaluation of municipal solid waste management system using industrial ecology approach: Evidence from India. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 195, p. 10-20, 2018.
- SMITH II, G. P. **The new biology**: law, ethics, and biotechnology. Boston: Springer Science & Business Media, 2013.
- SMITH, N. W. **Current systems in psychology**: history, theory, research, and applications. Belmont: Wadsworth, 2001.
- SMITH, W. **Mapping the development of UK biorefinery complexes**. York, UK: NNFCC, 2007. 80 p.
- SOUZA, S. P.; GOPAL, A. R.; SEABRA, J. E. A. Life cycle assessment of biofuels from an integrated Brazilian algae-sugarcane biorefinery. **Energy**, New York, v. 811, p. 373-381, 2018.
- STEHMANN, J. R.; SOBRAL, M. Biodiversidade no Brasil. In: SIMÕES, C. M. *et al.* **Farmacognosia do produto natural ao medicamento**. Porto Alegre: Artmed, 2017. p. 1-11.
- STEPHENSON, W. Technique of factor analysis. **Nature**, London, v. 136, n. 3434, p. 297, 1935.
- STERMAN, J. D. **Business dynamics**: systems thinking and modelling for a complex world. New York: McGraw Hill, 2000.
- STERN, D. I. The role of energy in economic growth. **Annals of the New York Academy of Sciences**, New York, v. 1219, n. 1, p. 26-51, 2011.
- STOKER, C. R. *et al.* Microbial metabolism of tholin. **Icarus**, New York, v. 85, n. 1, p. 241-256, 1990.
- TALAMINI, E. **Ciência, mídia e governo na configuração do macroambiente para os biocombustíveis líquidos**. 2008. Tese (Doutorado em Agronegócios) – Programa de Pós-Graduação em Agronegócios, Centro de Pesquisas em Agronegócios, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- THOMSEN, M. H. Complex media from processing of agricultural crops for microbial fermentation. **Applied Microbiology and Biotechnology**, Berlin, v. 68, n. 5, p. 598-606, 2005.
- VAN DEN BERGH, J. C. J. M. Environment versus growth –A criticism of “degrowth” and a plea for ‘a-growth’. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 70, n. 5, p. 881-890, 2011.
- VAN EYDEN, R. *et al.* Oil price volatility and economic growth: evidence from advanced economies using more than a century’s data. **Applied Energy**, Amsterdam, v. 233/234, p. 612-621, 2018.
- VAZ JUNIOR, Silvio. A renewable chemistry linked to the Brazilian biofuel production. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, Heidelberg, v. 1, n. 13, 2014.
- VIKSTRÖM, H. A scarce resource? The debate on metals in Sweden 1870-1918. **The Extractive Industries and Society**, Amsterdam, v. 3, n. 3, p. 772-781, 2016.
- VIVIEN, F. D. *et al.* The hijacking of the bioeconomy. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 159, p. 189-197, May 2019.
- WACHTMEISTER, H.; HENKE, P.; HÖÖK, M. Oil projections in retrospect: revisions, accuracy and current uncertainty. **Applied Energy**, Amsterdam, v. 220, p. 138-153, 2018.

- WANG, Y.; ZHANG, Q.; LI, C. The contribution of non-fossil power generation to reduction of electricity-related CO<sub>2</sub> emissions: a panel quintile regression analysis. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 207, p. 531–541, 2019.
- WATSON, J. D.; CRICK, F. H. C. Implicações genéticas da estrutura do ácido desoxirribonucleico. **Nature**, London, v. 171, n. 4361, p. 964-967, 1953.
- WATTS, S.; STENNER, P. **Doing Q methodological research: theory, method & interpretation**. Los Angeles: Sage Publications, 2012.
- WEBER, P.; GREENBERG, J. M. Can spores survive in interstellar space? **Nature**, London, v. 316, n. 6027, p. 403, 1985.
- WEBLER, T.; DANIELSON, S.; TULER, S. **Using Q method to reveal social perspectives in environmental research**. Greenfield: Social and Environmental Research Institute, 2009.
- WELLS, H. G.; HUXLEY, J. S.; WELLS, G. P. **The science of life**. New York: [Literary Guild], 1934. 1514 p.
- WIEDEMANN, S. G.; MCGAHAN, E. J.; MURPHY, C. M. Resource use and environmental impacts from Australian chicken meat production. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 140, p. 675-684, 2017.
- WITTENBORN, J. R. Contributions and current status of Q methodology. **Psychological Bulletin**, Washington, DC, v. 58, n. 2, p. 132, 1961.
- WOESE, C. R. Bacterial evolution. **Microbiological Reviews**, Washington, DC, v. 51, n. 2, p. 221, 1987.
- WOESE, C. R.; GUPTA, R. Are archaeobacteria merely derived 'prokaryotes'? **Nature**, London, v. 289, n. 5793, p. 95-96, 1981.
- YAMAKAWA, C. K.; QIN, F.; MUSSATTO, S. I. Advances and opportunities in biomass conversion technologies and biorefineries for the development of a bio-based economy. **Biomass and Bioenergy**, Oxford, v. 119, p. 54-60, 2018.
- YAN, Q. *et al.* A fibrous bed bioreactor to improve the productivity of succinic acid by *Actinobacillus succinogenes*. **Journal of Chemical Technology & Biotechnology**, Oxford, v. 89, n. 11, p. 1760-1766, 2014.
- YOUNG, J. M.; SHEPARDSON, Daniel P. Using Q methodology to investigate undergraduate students' attitudes toward the geosciences. **Science Education**, Hoboken, v. 102, n. 1, p. 195-214, 2018.
- YOUNT, L. **Antoni van Leeuwenhoek: first to see microscopic life**. Berkeley Heights: Enslow Publishers, 2008.
- YUE, D.; YOU, F. D.; SNYDER, S. W. Biomass-to-bioenergy and biofuel supply chain optimization: overview, key issues and challenges. **Computers & Chemical Engineering**, Amsterdam, v. 66, p. 36–56, 2014.
- ZHENG, J. *et al.* Recent advances to improve fermentative butanol production: genetic engineering and fermentation technology. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, Oxford, v. 119, n. 1, p. 1-9, 2015.
- ZHU, L. Microalgal culture strategies for biofuel production: a review. **Biofuels, Bioproducts and Biorefining**, Chichester, v. 9, n. 6, p. 801-814, 2015.
- ZILBERMAN, D. *et al.* Technology and the future bioeconomy. **Agricultural Economics**, Amsterdam, v. 44, p. 95–102, 2013.
- ZINK, T.; GEYER, R. Circular economy rebound. **Journal of Industrial Ecology**, Cambridge, v. 21, n. 3, p. 593–602, 2017.
- ZOU, Caineng *et al.* Energy revolution: from a fossil energy era to a new energy era. **Natural Gas Industry**, Amsterdam, v. 3, n. 1, p. 1-11, 2016.



## **APÊNDICES**

## APÊNDICE A

Quadro 1 – Descrição dos especialistas

Especialista	Setor	Formação		Área de atuação
		Graduação	Pós-graduação	
1	Academia	Ciências Econômicas	Ciências Econômicas	Economia da energia
15	Academia	Engenharia Agrônômica	Energia e Recursos	Ecologia industrial
12	Academia	Farmácia Industrial	Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica	Desenvolvimento de bioprocessos para produção e purificação industrial de biomoléculas
19	Academia	Engenharia Elétrica	Planejamento Energético	Desenvolvimento estratégico do setor energético
20	Academia	Administração e Agronomia	Agronegócios	Bioeconomia
21	Academia	Ciências Econômicas	Agronegócios	Bioeconomia
22	Academia	Química Industrial	Química Industrial	Biorrefinaria
23	Academia	Engenharia Agrônômica	Ciências do Solo	Sistemas integrados de produção agropecuária
24	Academia	Engenharia Agrônômica	Engenharia Agrônômica	Biorenováveis e manejo de resíduos
25	Academia	Engenharia Química	Engenharia Química	Microbiologia industrial
29	Academia	Ciências Biológicas	Oceanografia Biológica	Ecologia e biodiversidade oceânica
30	Academia	Ciências Biológicas	Agroenergia	Biologia molecular e engenharia genética aplicada
31	Academia	Engenharia Química	Engenharia Química	Biocatálise enzimática e valorização de resíduos agroindustriais
17	Academia	Ciências Biológicas	Ciências, Biologia Computacional e Sistemas	Genética e bioinformática
27	Academia	Engenharia de Alimentos	Biotecnologia	Biotecnologia e microbiologia industrial
33	Academia	Engenharia Química	Engenharia	Biotecnologia na agricultura e no meio ambiente
36	Academia	Engenharia de Alimentos	Engenharia de Alimentos	Biotecnologia e bioengenharia
11	Governo	Engenharia Química	Engenharia Mecânica	Bioenergia
4	Governo	Engenharia Agrônômica	Fitopatologia	Redução de perdas e desperdício de alimentos
5	Governo	Engenharia Agrônômica	Genética e Melhoramento de Plantas	Relações estratégicas internacionais
6	Governo	Engenharia Agrônômica	Ciências dos Alimentos	Ciência e tecnologia de alimentos

7	Governo	Química	Química	Agroenergia
8	Governo	Ciências Econômicas	Desenvolvimento Sustentável	Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta
9	Governo	Engenharia de Produção	Engenharia de Produção	Fomento a inovação na indústria de química de materiais e saneamento ambiental
10	Governo	Engenharia de Alimentos	Ciência e Tecnologia de Alimentos	Desenvolvimento de produtos e segurança alimentar
2	Governo	Ciências Econômicas	Economia Rural	Bioenergia
13	Governo	Engenharia Agrônômica	Ciências Agrárias	Agronegócio
14	Governo	Zootecnia	Zootecnia	Bioeconomia
16	Governo	Engenharia Agrônômica	Ciências Sociais em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade	Economias agrária e dos recursos naturais
18	Governo	Engenharia de Alimentos	Ciência, Tecnologia e Inovação em Agropecuária	Produção agroalimentar
3	Indústria	Engenharia Agrônômica	Agroecologia	Desenvolvimento sustentável
26	Indústria	Engenharia Agrônômica	Produção Vegetal	Bioeconomia e cadeias de valor no agronegócio
28	Indústria	Engenharia Agrônômica	Engenharia Agrônômica	Gerenciamento e tratamento de resíduos industriais
32	Indústria	Engenharia Elétrica	Engenharia Elétrica	Geração de energia elétrica, planejamento integrado de recursos e externalidades socioambientais
34	Indústria	Publicidade	Marketing	Gestão de resíduos
35	Indústria	Ciências Biológicas	Bioquímica e Fisiologia Vegetal	Metabolismo especializado e desenvolvimento vegetal

## APÊNDICE B

**Figura 1 - Tela do Qsortware**


Q\_Method / Step 1 of 1...

**Bem-vindo (a) à 1ª etapa.**  
Esta etapa propõe uma primeira classificação das afirmativas em três parâmetros (Discordo, Neutro, Concordo). Após arrastá-las para as caixas, por gentileza, clique em continue.

Drag the following item into one of the boxes below:

Biorrefinaria é uma estratégia para a otimização da utilização de recursos naturais.

Discordo	Neutro	Concordo

Continue 

---


Q\_Method / Step 1 of 1...

**Bem-vindo (a) à 2ª etapa.**  
Esta etapa propõe a ponderação das afirmativas de acordo com 9 métricas (-4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4). Ao arrastá-las para dentro das caixas que você considera a nota mais adequada de acordo com a etapa anterior, você observará que existe um número limitado de afirmativas para cada caixa, e está expresso ao lado da nota (exemplo: -4 (3)). Posteriormente insira seu e-mail e confirme o envio do teste.

Drag the items to the boxes below:

Discordo	Neutro	Concordo
<ol style="list-style-type: none"> <li>Biorrefinaria é uma estratégia para a otimização da utilização de recursos naturais.</li> <li>A Biorrefinaria substitui produtos e processos baseados em fontes de matérias-primas não renováveis, por ativos biológicos.</li> <li>São novos nichos tecnológicos com uma perspectiva de introduzir novas cadeias de valor.</li> <li>A biorrefinaria utiliza a simbiose industrial a fim de beneficiar resíduos.</li> <li>As Biorrefinaria fornecem moléculas para a química fina, com aplicações medicinais e para a indústria de cosméticos.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Um ativo biológico é uma biorrefinaria.</li> <li>A biorrefinaria requer a utilização e disponibilidade de recursos da biodiversidade.</li> <li>Os ativos biológicos, considerando os fungos, enzimas, e bactérias são propensos a serem biorrefinarias.</li> <li>A biorrefinaria permite o tratamento de resíduos, a fim de convertê-los em produtos (Ex: fertilizantes e biocombustíveis).</li> <li>Biorrefinaria de insetos é uma alternativa para a produção de compostos de interesse industrial.</li> <li>A biorrefinaria utiliza ativos biológicos terrestres e oceânicos.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Esponjas marinhas podem ser consideradas como sendo uma biorrefinaria.</li> <li>O ativo biológico produz bioprodutos.</li> <li>Ativos biológicos dos reinos monera, protista, fungi, plantae e animalia são biorrefinarias.</li> <li>A biorrefinaria converte apenas biomassa.</li> <li>A biorrefinaria é uma indústria ineficiente na exploração dos recursos naturais.</li> <li>A biorrefinaria promove o aumento da pressão sobre os recursos naturais.</li> </ol>

Nota -4 (3)	Nota -3 (4)	Nota -2 (5)	Nota -1 (7)	Nota 0 (7)	Nota 1 (7)	Nota 2 (5)	Nota 3 (4)	Nota 4 (3)
⚠ 3 item(s) missing	⚠ 4 item(s) missing	⚠ 5 item(s) missing	⚠ 7 item(s) missing	⚠ 7 item(s) missing	⚠ 7 item(s) missing	⚠ 5 item(s) missing	⚠ 4 item(s) missing	⚠ 3 item(s) missing

Continue 

**Nota:** A primeira imagem do Qsortware, refere-se a etapa 1. Nessa tela o software propõe a classificação das afirmativas em três parâmetros (Discordo, Neutro, Concordo). Após arrastar as 45 afirmativas para dentro das caixas, o respondente deve clicar em continue, na parte inferior da tela, e assim migrar para a etapa 2. Na imagem correspondente a etapa 2, o software propõe aos respondentes a ponderação das afirmativas classificadas na etapa 1. Caixas com um número limitado de afirmativas receberam métricas (-4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4) para que os respondentes às alocassem de acordo com suas perspectivas.

## APÊNDICE C

Quadro 2: Dados do *Q-sort*

Narrativas	Especialistas da academia																	Especialistas do governo													Especialistas da indústria					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	1	2	3	4	5	6
	Valores ponderados																																			
1	-1	2	0	0	2	-2	-4	-1	-1	1	-1	-2	3	0	-1	2	-1	0	-2	0	1	0	3	1	1	1	1	3	3	-1	0	0	2	-1	-1	3
2	4	2	-3	4	-1	2	-3	0	4	-3	-3	4	4	-1	4	3	1	-3	4	3	4	2	4	3	4	3	-1	3	-1	-3	2	4	2	3	3	4
3	4	2	1	0	2	2	4	0	-2	4	1	0	2	0	0	3	4	0	0	3	2	3	1	3	-3	0	4	2	4	3	4	3	3	4	0	3
4	-2	1	-1	-1	-1	2	3	3	2	2	-2	-2	-1	1	2	3	1	-1	2	4	0	3	3	4	3	-3	-2	3	2	3	3	1	-2	1	1	4
5	-1	-1	0	1	1	2	1	2	-4	3	-3	1	1	-2	0	2	-1	0	-1	1	-2	1	0	0	3	1	-2	2	4	4	0	1	3	0	-3	1
6	2	-1	0	4	3	0	1	0	1	-2	1	4	-4	1	1	3	-2	0	0	3	1	2	4	3	1	3	-2	4	-2	-3	1	2	4	3	0	4
7	-1	-2	-1	0	1	1	4	2	3	2	-2	0	4	-2	-3	-1	2	0	-2	1	-3	0	0	0	2	-4	0	1	0	1	2	2	-2	-1	0	-2
8	2	1	-2	4	1	3	4	1	-1	4	0	0	0	-1	-3	4	3	-2	2	-1	0	1	0	4	2	2	0	2	0	-1	1	2	-1	-1	1	2
9	-2	-3	-4	-3	4	3	-1	-4	0	2	-2	-2	-3	-2	-4	-2	0	0	-1	-2	0	-4	-1	-2	-2	-4	-1	-3	3	4	-1	0	1	-3	-1	1
10	2	1	-4	0	0	2	0	0	3	-1	0	3	3	-1	-1	0	-2	-1	0	0	0	-1	1	4	4	2	0	0	1	-2	2	0	0	2	-2	1
11	-1	-1	-1	1	0	3	-2	-3	0	-2	-4	0	-4	-2	-4	-1	-1	-1	1	3	1	-3	-1	-3	0	1	-2	-3	1	4	0	0	-1	0	-3	1
12	-1	-3	-2	-4	4	4	1	-4	-1	0	-4	-3	-3	-4	-4	-2	-1	-3	-3	-1	-1	-2	-1	-3	-2	-2	-3	-4	4	1	2	0	2	-4	-1	-1
13	-1	-3	-3	-3	3	1	-1	-4	-2	-3	-4	-3	1	-4	-3	-4	-1	-3	-1	-2	-2	-4	-1	-3	-3	-3	0	-4	3	-4	3	0	-2	-1	1	-1
14	2	-1	1	-1	3	4	3	1	2	0	-1	1	2	0	-1	2	0	0	2	4	-1	0	0	0	3	-2	-1	2	3	3	1	0	1	3	4	-1
15	-2	1	0	-1	2	-1	2	1	2	-3	0	-1	-1	0	-2	0	2	-1	0	1	-1	2	2	-1	-2	-1	0	0	-2	-1	0	1	0	2	-2	2
16	-4	-2	-2	-2	-1	0	-4	-2	-2	-4	2	-1	-2	0	2	-3	2	-2	-3	-3	-2	4	-3	-2	-3	1	-2	0	-2	0	-2	-1	-1	-3	3	-3
17	2	-2	-2	-2	-2	-1	-1	2	0	-1	1	-1	-3	-1	1	1	1	-1	-1	-3	1	0	-2	2	0	3	1	2	0	2	-1	-1	1	-1	1	-3
18	-4	-1	-3	-4	1	-3	-4	-2	-3	-2	1	-3	1	0	0	-3	-3	-4	-3	-4	-3	-1	-4	-1	-2	1	-4	-1	-4	-3	-3	-2	-3	-2	-1	-3
19	1	0	4	1	2	-1	-2	3	1	0	4	3	-1	2	4	1	4	-1	-1	-2	-2	2	2	3	1	4	0	4	2	0	1	1	0	1	0	3
20	-3	-4	-1	-4	-1	-4	-1	-2	-4	-4	-1	-4	0	-3	-2	-1	-3	-2	-4	-4	-4	-2	-2	-4	-4	0	-4	-3	-4	1	1	-4	-4	-1	-4	-4
21	-2	-3	-1	-2	0	-4	-3	1	2	-1	-1	-3	-4	-2	-3	-1	-4	-4	-3	-2	-4	-4	-4	-1	-1	-4	-1	-2	2	1	1	-3	-4	-3	-1	0
22	-3	-4	-2	-3	1	-4	0	-3	-4	-3	-3	-4	-1	-4	-1	-4	-4	-4	-4	-3	-3	-3	-4	0	-4	-1	-4	-4	2	2	-1	-4	-3	-4	-3	-4

23	-3	-4	-1	-3	1	-3	-1	-2	-3	-4	-1	-4	1	-3	-2	-4	-4	-3	-4	-4	-3	0	-4	-2	0	-3	-3	-4	0	-1	-4	-4	0	-4	-4		
24	3	2	2	-2	3	0	0	1	1	-1	3	-2	1	3	2	1	-1	-1	1	1	0	4	0	1	2	4	0	0	-3	2	-2	2	-2	0	2	2	
25	1	-1	-1	1	2	3	0	1	3	-2	0	-1	-3	-3	-1	-2	0	1	0	2	3	-2	1	-3	3	2	1	-2	1	2	-1	1	1	-3	0	3	
26	0	0	4	-2	-4	0	1	3	-1	3	2	2	1	1	2	1	1	2	-2	1	2	0	-1	2	-1	0	-3	0	0	-4	-4	-3	0	1	2	0	
27	1	-1	3	3	-1	-2	2	3	3	1	2	-2	0	3	0	0	3	2	1	4	1	-1	3	2	-1	1	2	1	-3	0	1	4	1	1	1	-1	
28	4	0	1	3	-2	1	-3	0	-1	0	-1	0	0	2	0	-1	-1	3	-2	0	0	-2	1	-1	-4	-1	1	3	0	-1	-3	-1	2	-2	-2	2	
29	1	3	3	0	0	-2	2	2	-2	1	3	1	4	3	3	1	2	4	0	0	3	2	1	-1	2	1	1	4	-2	-1	3	3	-2	1	1	-1	
30	1	3	3	1	-3	-1	1	-1	-3	1	-2	1	-1	-1	0	-1	-3	4	1	1	4	0	3	0	-1	3	-1	1	1	1	1	0	-2	1	2	0	-2
31	1	3	1	0	4	-3	0	2	4	3	1	-1	-2	-1	1	-3	-2	3	-1	2	-1	-1	2	2	-1	-1	3	0	1	3	-2	-2	1	4	0	1	
32	0	0	-3	3	1	4	3	0	-1	1	2	3	2	2	1	2	0	1	3	2	-1	-1	-1	1	1	4	3	1	-1	0	4	3	3	1	3	0	
33	1	3	2	0	0	-3	2	1	0	-1	4	-1	-2	2	2	4	-2	4	2	0	-3	4	-3	1	0	0	1	-1	-1	-2	0	-1	-1	-2	-2	1	
34	-3	-2	0	-1	0	0	-3	-1	2	1	1	0	0	1	-1	0	-2	1	-2	1	1	1	-2	0	1	-3	-1	-2	-3	1	-4	1	-3	0	-1	-2	
35	-1	4	2	-1	-1	1	3	4	-3	-1	1	1	-2	2	-2	4	-3	3	2	-1	-1	-1	-3	-1	-1	-2	2	-1	-3	-2	3	-2	-3	-2	-4	-2	
36	0	0	1	2	0	-2	-2	-1	0	3	0	0	-2	4	1	1	1	-2	4	2	-2	0	1	-1	0	-2	2	0	-1	-1	-3	-2	0	-2	2	1	
37	-2	-2	-4	2	-4	1	-1	0	4	0	-2	2	3	-3	1	-2	0	2	0	0	1	-3	-2	0	-1	-1	-1	-2	0	0	-1	-1	-1	1	3	-1	
38	3	1	0	3	-1	0	0	-1	0	0	-1	3	2	3	3	0	4	1	3	-1	3	3	2	-2	1	0	4	-1	-2	-4	2	2	4	-1	4	0	
39	0	2	3	1	-3	-1	2	4	1	0	2	2	2	1	1	1	3	2	1	2	-1	1	-1	1	-3	2	2	1	1	-3	0	4	-1	2	2	-1	
40	0	1	0	-1	-3	-2	-2	-1	-1	2	4	1	-1	-1	3	-2	1	2	1	-3	0	3	-3	-2	4	0	2	-1	-1	-2	-4	-1	0	0	2	-3	
41	0	0	2	-1	-4	-1	0	-3	-2	1	3	-1	0	4	0	-1	1	1	1	0	2	1	-2	1	1	-3	3	-2	-1	2	-3	-3	0	-4	-1	-2	
42	3	0	2	2	-3	-1	-2	-1	0	2	0	2	3	0	-1	0	0	1	-1	-2	2	1	4	-4	0	-1	-3	1	0	-2	-2	-3	4	4	-2	0	
43	0	1	1	1	-2	1	1	-3	1	-2	-3	2	-1	1	-2	0	2	1	3	-1	3	-2	1	-2	0	-2	4	-1	2	-1	-1	-1	-1	2	-3	0	
44	-4	4	1	2	-2	1	-1	-2	1	-1	0	1	0	1	3	2	0	3	3	-1	2	-1	2	1	0	2	1	1	1	1	-2	1	2	3	1	2	
45	3	4	4	2	-2	0	1	4	1	4	3	4	1	4	4	-3	3	-2	4	-1	4	1	0	2	2	-1	3	-1	-1	0	4	3	3	0	4	0	

**Nota:** Os valores expressos correspondem às ponderações (-4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4), solicitadas aos especialistas da academia, governo e indústria, por meio do Qsortware.







## APÊNDICE E

Tabela 2 – Estatística descritiva

Narrativa	Média	Mínimo	Máximo	Moda	DP	Narrativa	Média	Mínimo	Máximo	Moda	DP	Narrativa	Média	Mínimo	Máximo	Moda	DP
<b>1</b>	0,28	-4,00	3,00	-1,00	1,70	<b>16</b>	-1,31	-4,00	4,00	-2,00	2,00	<b>31</b>	0,58	-3,00	4,00	-	2,03
<b>2</b>	1,61	-3,00	4,00	4,00	2,62	<b>17</b>	-0,22	-3,00	3,00	-1,00	1,62	<b>32</b>	1,28	-3,00	4,00	-	1,72
<b>3</b>	1,83	-3,00	4,00	-	1,84	<b>18</b>	-2,19	-4,00	1,00	-3,00	1,62	<b>33</b>	0,25	-3,00	4,00	0,00	2,06
<b>4</b>	1,08	-3,00	4,00	3,00	2,08	<b>19</b>	1,22	-2,00	4,00	1,00	1,87	<b>34</b>	-0,67	-4,00	2,00	1,00	1,59
<b>5</b>	0,42	-4,00	4,00	1,00	1,92	<b>20</b>	-2,61	-4,00	1,00	-4,00	1,61	<b>35</b>	-0,31	-4,00	4,00	-1,00	2,33
<b>6</b>	1,11	-4,00	4,00	1,00	2,19	<b>21</b>	-1,89	-4,00	2,00	-4,00	1,83	<b>36</b>	0,06	-3,00	4,00	0,00	1,76
<b>7</b>	0,06	-4,00	4,00	-	1,94	<b>22</b>	-2,64	-4,00	2,00	-4,00	1,79	<b>37</b>	-0,39	-4,00	4,00	-	1,90
<b>8</b>	0,92	-3,00	4,00	-	1,89	<b>23</b>	-2,53	-4,00	1,00	-4,00	1,63	<b>38</b>	1,03	-4,00	4,00	-	2,05
<b>9</b>	-1,08	-4,00	4,00	-2,00	2,25	<b>24</b>	0,81	-3,00	4,00	2,00	1,79	<b>39</b>	0,89	-3,00	4,00	2,00	1,75
<b>10</b>	0,44	-4,00	4,00	-	1,76	<b>25</b>	0,19	-3,00	3,00	1,00	1,89	<b>40</b>	-0,22	-4,00	4,00	-1,00	2,06
<b>11</b>	-0,75	-4,00	4,00	-1,00	1,98	<b>26</b>	0,17	-4,00	4,00	0,00	2,04	<b>41</b>	-0,31	-4,00	4,00	-	2,00
<b>12</b>	-1,36	-4,00	4,00	-1,00	2,36	<b>27</b>	1,03	-3,00	4,00	1,00	1,76	<b>42</b>	0,08	-4,00	4,00	0,00	2,12
<b>13</b>	-1,69	-4,00	3,00	-3,00	2,08	<b>28</b>	-0,14	-4,00	4,00	0,00	1,85	<b>43</b>	-0,03	-3,00	4,00	1,00	1,83
<b>14</b>	1,06	-2,00	4,00	-	1,71	<b>29</b>	1,22	-2,00	4,00	1,00	1,81	<b>44</b>	0,78	-4,00	4,00	1,00	1,71
<b>15</b>	-0,06	-3,00	2,00	-	1,45	<b>30</b>	0,31	-3,00	4,00	1,00	1,89	<b>45</b>	1,69	-3,00	4,00	4,00	2,16

Nota: DP = Desvio padrão