



Universidade Federal do Rio de Janeiro

Escola de Química

Programa de Pós Graduação em Engenharia de
Processos Químicos e Bioquímicos



Paula Amorim de Lima

A Natureza do Produto e Modelos de Negócio na
Bioeconomia:

Estudo de Caso Amyris.

Orientadores:

Flávia Chaves Alves, D.Sc.

Fábio de Almeida Oroski, D.Sc

Setembro de 2019

Paula Amorim de Lima

**A NATUREZA DO PRODUTO E MODELOS DE NEGÓCIO NA BIOECONOMIA:
ESTUDO DE CASO AMYRIS.**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Processos Químicos e Bioquímicos, Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientadores: Flávia Chaves Alves, D.Sc.

Fábio de Almeida Oroski, D.Sc.

Rio de Janeiro

2019

FICHA CATALOGRÁFICA

CIP - Catalogação na Publicação

L732n Lima, Paula Amorim de
A natureza do produto e modelos de negócio na bioeconomia: estudo de caso Amyris. / Paula Amorim de Lima. -- Rio de Janeiro, 2019.
146 f.

Orientador: Flávia Chaves Alves.
Coorientador: Fábio de Almeida Oroski.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, Programa de Pós Graduação em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos, 2019.

I. Bioeconomia. 2. Bioprodutos. 3. Modelo de Negócio. I. Alves, Flávia Chaves, orient. II. Oroski, Fábio de Almeida, coorient. III. Título.

Elaborado pelo Sistema de Geração Automática da UFRJ com os dados fornecidos pelo(a) autor(a), sob a responsabilidade de Miguel Romeu Amorim Neto - CRB-7/6283.

Paula Amorim de Lima

**A NATUREZA DO PRODUTO E MODELOS DE NEGÓCIO NA BIOECONOMIA:
ESTUDO DE CASO AMYRIS.**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Processos Químicos e Bioquímicos, Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientado por:



Flávia Chaves Alves, D.Sc.



Fábio de Almeida Oroski, D.Sc.

Aprovado por:



Bettina Susanne Hoffmann, D.Sc.



Ana Beatriz Gomes de Mello Moraes, D.Sc.

Rio de Janeiro, RJ – Brasil

Setembro de 2019

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho com muito amor e carinho
aos meus pais, Paulo e Verônica, e ao meu noivo Luís.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus, pelo dom da vida e pela oportunidade de concluir o mestrado.

Aos meus pais, pelo amor incondicional, incentivo, reconhecimento e apoio. Não há palavras que expressem minha gratidão por tudo o que vocês fazem por mim. Tudo o que sou, devo a vocês.

Ao Luís, por fazer meus dias melhores e mais felizes. Obrigada pela compreensão e por acreditar em mim, mesmo nos momentos mais difíceis. Te amo.

À Tota, por todas as orações, mensagens e por me tratar como filha. É uma benção ter alguém como você na minha vida.

Aos meus avós e aos meus padrinhos, especialmente à dinda Vilma, pelo carinho e por sempre se fazerem presentes.

A toda minha família e amigos (de infância, da faculdade, do mestrado, da White Martins e da vida), pelas conversas, conselhos, por sempre acreditarem no meu potencial, apoiarem minhas decisões e perdoarem minhas eventuais ausências.

À Flávia e ao Fábio, pela orientação, correções, paciência e tempo dedicados a mim, para que fosse possível a conclusão deste trabalho.

A todos os professores e colegas que me acompanharam nessa jornada e compartilharam comigo um pouco do seu conhecimento.

À UFRJ e à Escola de Química, pela oportunidade de realizar este mestrado, e por terem me proporcionado anos de intenso aprendizado e crescimento.

Agradeço, por fim, a todas as pessoas contribuíram, de alguma forma, para a conclusão deste projeto. Vocês foram essenciais!

Muito obrigada!

Com ele está a sabedoria e a força;
conselho e entendimento tem.”

Jó 12:13

RESUMO

LIMA, Paula Amorim. **A Natureza do Produto e Modelos de Negócio na Bioeconomia: Estudo de Caso Amyris**. Orientadores: Flávia Chaves Alves e Fábio de Almeida Oroski. Rio de Janeiro: UFRJ/EQ/EPQB, 2019. Resumo da Dissertação de Mestrado apresentada à Escola de Química como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.).

A bioeconomia surge como um novo paradigma econômico, para auxiliar na solução de desafios no âmbito social e ambiental. É possível entendê-la como uma economia baseada em biomassa e outras fontes renováveis, de característica emergente, cujos principais desafios e oportunidades se apresentam em quatro dimensões-chave: matéria-prima, tecnologias, produtos e modelos de negócio. Considerando que estes pilares estão em constante modificação, o objetivo deste trabalho é contribuir com a discussão acerca da relação entre essas dimensões, estudando como a natureza do bioproduto (commodity ou especialidade; intermediário ou final; *drop-in* ou não) pode influenciar os modelos de negócio desenvolvidos pela firma inovadora. Para isso, foi realizado um estudo de caso único sobre a Amyris, uma empresa reconhecida por sua importância na bioeconomia e com diversos bioprodutos no mercado. Os principais bioprodutos desenvolvidos pela empresa foram classificados quanto sua natureza, e os modelos de negócio desenvolvidos pela firma para comercialização de cinco desses produtos foram mapeados e analisados considerando suas três dimensões (proposição de valor, estruturação e captura de valor). Os resultados demonstram que os desafios decorrentes das diferentes naturezas dos produtos têm impacto mais notável na estruturação, ressaltando a importância das parcerias para acesso a ativos complementares, e para aproximação da empresa de base biotecnológica com o mercado. Para produtos não *drop-in*, é evidenciada a formação de alianças para desenvolvimento de aplicações. No entanto, independentemente de ser *drop-in* ou não, foi observada a necessidade de acesso a recursos e competências para realização de algumas atividades, sendo o tipo de aliança influenciada pelo caráter commodity *versus* especialidade e pela posição do produto na cadeia de valor. Foi destacada a diferença das proposições de valor de produtos destinados à empresas e ao consumidor final, visto que estes tendem a valorizar atributos distintos, e também a importância da exploração dos benefícios ambientais, especialmente para os *drop-in*, que competem diretamente com os produtos convencionais. Além disso, observou-se que as decisões tomadas em relação à estruturação têm impacto na captura de valor, o que deve ser levado em consideração no processo de desenvolvimento dos modelos de negócio.

Palavras-chave: Bioeconomia. Bioprodutos. Modelo de Negócio.

ABSTRACT

LIMA, Paula Amorim. **The Nature of the Product and Business Models in Bioeconomy: Amyris Case Study**. Advisers: Flávia Chaves Alves e Fábio de Almeida Oroski. Rio de Janeiro: UFRJ/EQ/EPQB, 2019. Abstract of Master Thesis presented to Escola de Química/UFRJ as partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (MSc.).

The bioeconomy emerges as a new economic paradigm, to provide solutions to social and environmental challenges. It is possible to understand it as an emergent economy based on biomass and other renewable resources, with main challenges and opportunities presented in four key dimensions: raw materials, technologies, products and business models. Considering that these pillars are in constant change, the objective of this work is to contribute to the discussion about the relationship between these dimensions, studying how the nature of the bioproduct (commodity or specialty; intermediate or final; drop-in or not) may influence the business models adopted by the firm. A unique case study was conducted on Amyris, a company recognized for its importance in the bioeconomy and with several bioproducts on the market. The main bioproducts developed by the company were classified according to their nature and the business models adopted by the firm to commercialize five of them were mapped and analyzed taking their three dimensions (value proposition, structuring and value capture) into consideration. The results show that the challenges arising from the different natures of the products have remarkable impact on structuring, highlighting the importance of partnerships for access to complementary assets and for bringing the biotechnology-based company closer to the market. For non-drop-in products, the formation of alliances for applications development is evident. However, regardless of whether the product is drop-in or not, there is a need for access to resources and competences to carry out some activities, and the type of alliance is influenced by the commodity *versus* specialty character and by the position of the product in the value chain. The difference in the value propositions of products sold to companies and to the final consumer was highlighted, since they tend to value different attributes of the product. The importance of exploiting the environmental benefits was also pointed out, especially for drop-ins, which compete directly with conventional products. Furthermore, it was observed that the decisions related to structuring affect the value capture, and this should be considered in the process of business models development.

Keywords: Bioeconomy. Bioproducts. Business Model.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Áreas de Impacto da Bioeconomia.	20
Figura 2 Classificação de produtos químicos e exemplos.	22
Figura 3 Pirâmide Valor x Volume.....	25
Figura 4 Posição dos Produtos na Cadeia de Valor.....	29
Figura 5 Dimensões do Modelo de Negócio.	32
Figura 6 Cadeia de Valor.	38
Figura 7 Cadeia de Valor Genérica Bioeconomia.	39
Figura 8 Etapas da metodologia.	48
Figura 9 Formulário para Classificação de Produtos e Definição de Proposição de Valor.	55
Figura 10 Construção e Testes de Cepas e Processos.	59
Figura 11 Estrutura Molecular do Farneseno.	64
Figura 12 Produtos Derivados do Biofene e Parceiros.	66
Figura 13 Estrutura Molecular Esqualano (a) e Esqualeno (b).	72
Figura 14 Processo de Produção do Esqualano a Partir do Biofene.....	72
Figura 15 Estrutura Molecular do Isopreno.	78
Figura 16 Cadeias de Valor - Produtos Selecionados.....	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Rodadas de Investimento Pré IPO	58
Tabela 2 Comparativo Grupos Óleos Básicos x Nova Spec	69

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Tipos de Parceria.....	43
Quadro 2 Elementos da Proposição de Valor.....	51
Quadro 3 Atividades, Recursos e Competências – Cadeia de valor genérica da bioeconomia.	52
Quadro 4 Modelo de Negócio.	56
Quadro 5 Instalações Amyris	60
Quadro 6 Classificação da Natureza dos Produtos.	85
Quadro 7 Comparação de Modelos de Negócio - Proposição de Valor.	87
Quadro 8 Comparação de Modelos de Negócio - Captura de Valor.	100

LISTA DE SIGLAS

ABBI: Associação Brasileira de Bioinovação

AGR: American Refining Group

ANP: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

B2B: *Business-to-Business*

B2C: *Business-to-Consumer*

BNDES: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

EUA: Estados Unidos da América

IPO: Initial Public Offering (Oferta Pública)

JV: *Joint Venture*

OECD: Organization for Economic Cooperation and Development

OPEX: Operational Expenditure

PE: Polietileno

P&D: Pesquisa e Desenvolvimento

PET: Polietileno tereftalato

PLA: Políácido láctico

SEC: U.S. Securities and Exchange Commission

TAB: Total Amyris BioSolutions

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.	INTRODUÇÃO	15
CAPÍTULO 2.	REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1.	Bioeconomia	19
2.2.	Bioprodutos	21
2.2.1.	<i>Classificação dos Bioprodutos</i>	22
2.3.	Modelo de negócio	30
2.3.1.	<i>Proposição de Valor</i>	35
2.3.2.	<i>Estruturação</i>	36
2.3.3.	<i>Captura de Valor</i>	43
CAPÍTULO 3.	METODOLOGIA	47
3.1.	Etapa 1: Escolha do estudo de caso	48
3.2.	Etapa 2: Seleção de fontes de informação e período de análise	49
3.3.	Etapa 3: Definição das dimensões de análise	50
3.3.1.	<i>Classificação dos produtos</i>	50
3.3.2.	<i>Definição de Dimensões do Modelo de Negócio</i>	50
3.4.	Etapa 4: Elaboração do estudo de caso	52
3.5.	Etapa 5: Análise, exploração e discussão dos resultados	53
CAPÍTULO 4.	APRESENTAÇÃO DO ESTUDO DE CASO	57
4.1.	Fundação e investimentos	57
4.2.	Infraestrutura	59
4.3.	Produtos	63
4.3.1.	<i>Biofene (farneseno de origem renovável)</i>	63
4.3.2.	<i>Combustíveis (Diesel de Cana e combustível de aviação)</i>	66
4.3.3.	<i>Óleos básicos e lubrificantes</i>	68
4.3.4.	<i>Esqualano, Hemiesqualano e Produtos Biossance</i>	71
4.3.5.	<i>Vitamina E</i>	74
4.3.6.	<i>Liquid Farnesene Rubber (LFR)</i>	76
4.3.7.	<i>Isopreno</i>	78
4.3.8.	<i>Fragrâncias</i>	79
4.3.9.	<i>Bisabolol</i>	81
4.3.10.	<i>Reb M (Adoçante)</i>	82
4.4.	Classificação dos Produtos	84
CAPÍTULO 5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	86

5.1. Proposição de valor	86
5.1.1. <i>Considerações sobre a proposição de valor</i>	90
5.2. Estruturação	90
5.2.1. <i>Considerações sobre a estruturação</i>	98
5.3. Captura de valor	99
5.3.1. <i>Considerações sobre a captura de valor</i>	102
5.4. Considerações do capítulo	102
CAPÍTULO 6. CONCLUSÃO	104
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	107
APÊNDICE A – FORMULÁRIOS DE CLASSIFICAÇÃO DO PRODUTO E DEFINIÇÃO DE PROPOSTA DE VALOR	122
APÊNDICE B – COMPARAÇÃO DA DIMENSÃO ESTRUTURAÇÃO DO MODELO DE NEGÓCIO	124
APÊNDICE C - ARTIGO PARA SUBMISSÃO (REQUISITO DO PROGRAMA EPQB PARA DEFESA DA DISSERTAÇÃO)	126

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO

Segundo projeção da Organização das Nações Unidas (ONU, 2017), a população mundial tende a passar de 7,6 bilhões de indivíduos em 2017 para 9,8 bilhões em 2050 e podendo chegar a 11,2 bilhões até 2100. Esse crescimento populacional, somado ao processo de urbanização, envelhecimento da população e aumento da renda média *per capita* culminarão no aumento da pressão sobre os recursos naturais e sobre o meio ambiente, aumentando a demanda por alimentos, energia, água, etc. (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2018).

Nesse cenário, a bioeconomia surge como um novo paradigma econômico para auxiliar na solução de parte dos desafios globais, presentes e futuros decorrentes das mudanças demográficas e do clima que já se fazem perceptíveis (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2018). A utilização de recursos renováveis para a produção de diversos produtos, incluindo biocombustíveis, insumos químicos, enzimas, materiais, alimentos, rações e energia, pode contribuir para mitigar as mudanças do clima com a substituição dos produtos petroquímicos e combustíveis fósseis por produtos com menores emissões de gases do efeito estufa, utilizando a biomassa como fonte de carbono renovável (CARUS; DAMMER, 2018). Além disso, cria oportunidades para a geração de novos negócios e investimentos, consequentemente criando empregos em diversos setores, desde o agrícola até o industrial (CARUS; DAMMER, 2018).

O conceito de bioeconomia tem sido foco de debates nos últimos anos, estando em plena evolução e difundindo-se de forma expressiva em diversos países (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2018) com diferentes níveis de desenvolvimento social, econômico e tecnológico. De forma geral, é possível entendê-la como uma economia baseada em biomassa (TSAGARAKI et al., 2017) e outras fontes renováveis, cujos principais desafios e oportunidades se apresentam em quatro dimensões: matéria-prima, tecnologias, produtos e modelos de negócio (BOMTEMPO; ALVES, 2014), todas correlacionadas e em constante evolução, devido à característica emergente e inovadora da bioeconomia.

Por ainda estar em construção, a bioeconomia conta com um ambiente de incertezas tecnológicas e mercadológicas, sem padrões competitivos definidos (BOMTEMPO; ALVES, 2014), logo muito dinâmico, o que permite diversas combinações de matérias-primas, tecnologias e produtos, implicando em uma extensa variedade de abordagens do mercado, e,

consequentemente, no desenvolvimento de diferentes modelos de negócio (BOMTEMPO, 2018).

A dimensão matéria-prima envolve não só os aspectos de logística, mas também os esforços de desenvolvimento de tecnologias agrícolas e de tratamento da biomassa, (BOMTEMPO; ALVES, 2014). As tecnologias de conversão abrangem diversos processos químicos e bioquímicos que permitem a utilização dos recursos renováveis como fontes de matéria prima para a produção dos bioprodutos, que compreendem a terceira dimensão da bioeconomia.

A produção e utilização de bioprodutos é uma das prerrogativas para o desenvolvimento sustentável, pois se propõem a diminuir a dependência por recursos fósseis finitos e contribuir para a redução das emissões de gases do efeito estufa (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2018). Esses bioprodutos podem ser de diferentes naturezas, isto é, podem ser commodities ou especialidades (natureza de comercialização); intermediários ou finais (posição na cadeia de valor); *drop-in* ou não *drop-in* (natureza de substituição). Estas diferentes características serão abordadas de forma mais detalhada na seção 2.2.1.

Para a comercialização desses produtos, a empresa precisa propor e implementar novos modelos de negócio, que são a quarta dimensão da bioeconomia, definindo a proposição de valor, ou seja, o que será entregue ao cliente (definição do produto, seus diferenciais, etc.); a estruturação do negócio, isto é, como esse produto será produzido e chegará ao consumidor final (principais atividades, recursos e competências requeridos, parcerias realizadas, etc.); e as formas de captura de valor, que traduzem como a empresa irá garantir a apropriação do valor criado e entregue ao cliente (OSTERWALDER, 2004) (por exemplo, vender ou licenciar a tecnologia). Dependendo do tipo de produto, espera-se o desenvolvimento de modelos de negócio distintos, visto que os desafios apresentados pelos diferentes produtos, principalmente em termos de competências requeridas para sua comercialização, serão variados. Por exemplo, a comercialização de uma especialidade química não se dá da mesma forma que a de uma commodity, requerendo esforços diferenciados, explorando diferentes recursos e competências.

De certa forma, isoladamente, essas dimensões possuem seus desafios específicos e processo de inovação, no entanto, também influenciam umas às outras (BOMTEMPO; ALVES, 2014), evoluindo conjuntamente no desenvolvimento da bioeconomia, em um processo de experimentação constante.

Os estudos acerca da bioeconomia têm crescido nos últimos anos. Uma busca na base Scopus¹, com as palavras-chave “*bioeconomy*”, “*biobased economy*” e “*bio-based economy*” no título, resumo ou palavras-chave, apresentou 1778 documentos, com um crescimento de mais de dez vezes no número de artigos entre 2008 e 2018, saindo de 32 documentos publicados em 2008 para 365 em 2018. No entanto, não foram encontradas muitas informações acerca das relações entre as suas dimensões e os desafios que trazem para o processo de construção da bioeconomia.

O crescimento dos estudos em torno da bioeconomia e a limitada literatura encontrada acerca das relações entre as dimensões da bioeconomia motivaram a pesquisa sobre a relação entre a natureza dos bioprodutos e os modelos de negócio, contribuindo para um aprofundamento dessa discussão.

Outra motivação é o potencial do Brasil no contexto da bioeconomia, pois pela grande disponibilidade, diversidade e baixo custo da biomassa e outros recursos renováveis no Brasil, as vantagens para o seu desenvolvimento no país são significativas (MARCONDES, 2018). Assim, a indústria brasileira pode desenvolver competências, aproveitar oportunidades de competir em melhores condições, gerar empregos, criar novos serviços e contribuir para a ascensão da qualidade de vida da população brasileira (BOMTEMPO, 2018). Segundo a Associação Brasileira de Bioinovação (ABBI, 2018), nos próximos 20 anos, o Brasil poderia ter 120 biorrefinarias², as quais podem gerar em torno de 400 bilhões de dólares de investimentos e um aumento de 160 bilhões no PIB brasileiro.

Ainda em construção, a bioeconomia se desenvolve em um ambiente de inovação, marcado por incertezas e oportunidades, que se desenvolvem tanto no âmbito das matérias-primas quanto no das tecnologias e dos produtos, aumentando as alternativas de estruturação de modelos de negócio (BOMTEMPO, 2018). Neste trabalho, serão estudadas duas dessas dimensões: os produtos (ou bioprodutos) e os modelos de negócio.

Sendo assim, o objetivo principal desta dissertação é analisar a influência da natureza do produto no desenvolvimento de modelos de negócio, através de um estudo de caso em uma

¹ Scopus é um banco de dados *online* de citações e resumos de literatura revisada por pares, que permite análise do Estado da Arte. A busca foi realizada em maio de 2019.

² O conceito de biorrefinaria é emergente, ainda em construção, mas é possível entender as biorrefinarias como unidades de processamento integral da biomassa (matéria orgânica de origem animal ou vegetal), produzindo, de forma integrada, biocombustíveis, produtos químicos, energia elétrica e calor (VAZ JUNIOR, 2011; OLIVEIRA, 2016; BOMTEMPO, 2018).

empresa inserida na bioeconomia. Serão discutidos os desafios, em termos de proposição de valor, estruturação do modelo de negócio e captura de valor, decorrentes das diferentes naturezas de comercialização, substituição e posição na cadeia de valor.

Para a análise, foi selecionada a empresa Amyris, reconhecida pela sua relevância na bioeconomia e pela notável diversidade de bioprodutos já inseridos no mercado. Trata-se de uma empresa americana de base biotecnológica, fundada em 2003, que estabeleceu uma planta industrial no Brasil visando, principalmente, a utilização do caldo de cana-de-açúcar como matéria-prima para produção de diversos produtos, desde biocombustíveis a cosméticos e vitaminas, por meio do processo de fermentação. A empresa possui notória trajetória de inovação, observada pela presença desde 2008 no ranking das principais empresas da bioeconomia e pelo constante desenvolvimento de novos produtos, o que é feito cada vez em um menor intervalo de tempo. Além disso, a Amyris é uma empresa de capital aberto, o que era um requisito importante para a disponibilidade de informações para o estudo de caso.

Este trabalho está dividido em 5 capítulos, além desta introdução. No capítulo 2 será detalhado o referencial teórico da dissertação, contemplando os temas “Bioeconomia”, “Bioprodutos” e “Modelos de Negócio”. No capítulo seguinte será detalhada a metodologia utilizada e, no capítulo 4, será exposto o estudo de caso, com uma apresentação geral sobre a empresa, seu histórico, tecnologia, instalações produtivas (infraestrutura) e explorando os principais produtos de seu portfólio. O capítulo 5 traz as análises realizadas, apresentando e discutindo os resultados obtidos, e o capítulo 6 finaliza com as conclusões, limitações e sugestões de trabalhos futuros.

CAPÍTULO 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta revisão bibliográfica serão explorados os principais conceitos e referenciais teóricos utilizados ao longo deste estudo. De forma a contextualizar o trabalho, será abordado, inicialmente, o conceito de bioeconomia. Em seguida, serão trabalhados os conceitos de bioprodutos e suas classificações e de modelo de negócios e suas dimensões.

2.1. Bioeconomia

O modelo atual de produção e consumo é majoritariamente baseado em recursos derivados do petróleo, os quais causam impactos no meio ambiente. Sendo assim, esforços significativos devem ser feitos para levar a economia baseada em recursos fósseis para uma economia baseada em biomassa³ (TSAGARAKI et al., 2017) e outras fontes renováveis.

Este novo paradigma recebe a denominação de Bioeconomia, e apesar de não haver um conceito amplamente aceito acerca de sua definição, esta pode ser descrita como a economia baseada na produção sustentável de produtos, total ou parcialmente, oriunda de fontes renováveis. A bioeconomia inclui todos os processos das cadeias produtivas, desde a produção de matéria-prima até os diferentes estágios do processo de manufatura dos produtos finais, além das atividades de pesquisa, desenvolvimento e comercialização (THIMMANAGARI et al., 2010). A definição da Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OECD, 2009) é que a bioeconomia é “o conjunto de atividades econômicas relacionado à invenção, desenvolvimento, produção e uso de produtos e processos biológicos”.

Como trata-se de um novo paradigma econômico, que envolve diversos setores da economia, os conceitos de Bioeconomia podem ser mais ou menos abrangentes e apresentar enfoques diferentes. Segundo Bugge, Hansen e Klitkou (2016), existem três perspectivas para se enxergar a Bioeconomia: a da biotecnologia, que enfatiza a importância de sua pesquisa, aplicação, e comercialização em diversas indústrias; a visão dos biorrecursos, a qual foca no processamento e desenvolvimento das matérias-primas biológicas, assim como o estabelecimento de novas cadeias de valor; e uma visão mais ecológica, que destaca os processos sustentáveis e ecológicos, que otimizam o uso de energia e nutrientes, que promovem a biodiversidade, etc. Além disso, as condições estão constantemente mudando,

³Material de origem biológica excluindo materiais incorporados em formações geológicas ou fossilizado (TSAGARAKI et al., 2017).

novas soluções e produtos emergindo, e os conceitos de desenvolvimento se modificando (ADAMOWICZ, 2017). Assim, com o desenvolvimento e amadurecimento da ainda emergente Bioeconomia, seus conceitos também vão evoluindo e se modificando.

Segundo a *Biotech Innovation Organization* (2017), a bioeconomia engloba uma série de cadeias de valor distintas, que vão desde a agricultura até a manufatura de bens de consumo, os quais muitas vezes são uma alternativa à cadeia de valor do petróleo, gerando oportunidades, investimentos e empregos em diversas áreas, em ambientes onde a inovação é essencial, conforme destacado a seguir e exposto na Figura 1.

- Na agricultura, especialmente pelo desenvolvimento de novas culturas e aproveitamento dos resíduos agrícolas;
- Na produção de ingredientes para alimentos e rações;
- Na produção de biocombustíveis;
- Na produção de produtos químicos e biopolímeros, o que impacta também os segmentos de cosméticos, têxtil, cuidados pessoais, dentre outros;
- Nos bioprocessos utilizados na indústria farmacêutica;
- Na produção de ingredientes nutracêuticos, sabores e fragrâncias;
- E na produção de enzimas, utilizadas nos processos produtivos e, também em produtos de limpeza, detergentes e no processamento de alimentos.

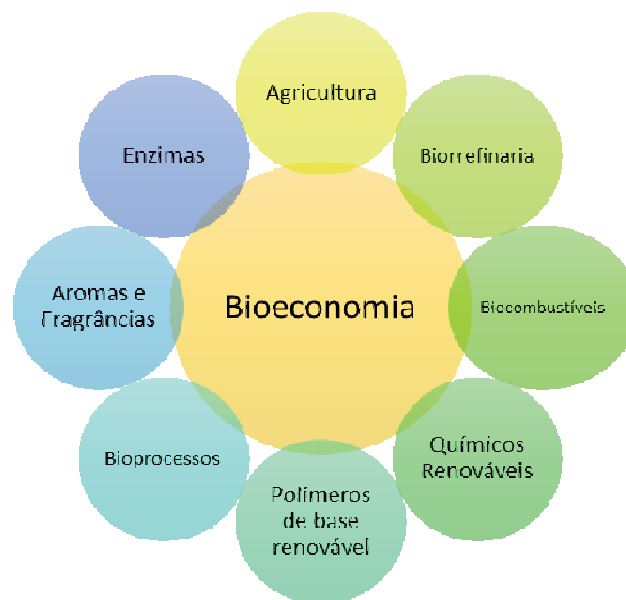


Figura 1 Áreas de Impacto da Bioeconomia.

Fonte: Adaptado de Biotech Innovation Organization (2017).

Nesse contexto, há diversos setores baseados em matérias primas renováveis, os quais possuem característica emergente, ou seja, estão em formação (BOMTEMPO, 2013). Sendo assim, ainda não há estruturas industriais definidas, o que gera ambientes com alto grau de inovação e incertezas tecnológicas e estratégicas, nos quais os padrões competitivos ainda não estão desenvolvidos (BOMTEMPO E ALVES, 2014).

Neste processo de transição, as complexidades associadas à bioeconomia permeiam desde a dinâmica geopolítica e condições de mercado às inovações relativas à matéria-prima e a tecnologias de processo (DE ASSIS et al., 2017). Logo, havendo tantos mercados, possibilidades de matérias-primas a serem utilizadas, tecnologias, produtos e aplicações a serem desenvolvidos e/ou explorados, a dinâmica de inovação e a necessidade de experimentação são marcantes na bioeconomia.

Assim, neste ambiente, diversas alternativas de produtos e serviços são criadas e testadas pelos competidores, sendo que algumas obtêm êxito e outras não atendem às expectativas do mercado, sendo abandonadas ou modificadas (BOMTEMPO E ALVES, 2014). Neste processo, a inovação em produtos e processos ocorre intensamente e são experimentados diversos modelos de negócio.

2.2. Bioprodutos

Os bioprodutos são produtos derivados total ou parcialmente da biomassa (THIMMANAGARI et al., 2010), podendo esta ter sido submetida processos químicos e/ou bioquímicos (POPA, 2018).

No início de século XXI, a produção global de biocombustíveis cresceu consideravelmente, tendo como matéria-prima a biomassa de culturas alimentares. Desde então, o foco nos biocombustíveis tem se deslocado em direção aos biocombustíveis de segunda geração, cuja matéria-prima é a biomassa lignocelulósica residual. No entanto, a produção em escala requerida para influenciar o mercado, tem se mostrado desafiadora (OECD, 2014).

Devido aos menores volumes e potencial de maior margem, comparativamente, a atual tendência global é não só produzir biocombustíveis, mas também produtos químicos de base renovável, muitas vezes de forma integrada à produção dos combustíveis. Essa produção pode ocorrer nas chamadas biorrefinarias, onde a biomassa é utilizada para produzir, de forma integrada, biocombustíveis, produtos químicos, energia elétrica e calor (VAZ JUNIOR, 2011; OLIVEIRA, 2016; BOMTEMPO, 2018). A produção destes diferentes produtos traz, no

entanto, desafios em termos de produção e comercialização, com tecnologias, mercados e demandas distintos, o que impacta no desenvolvimento de diferentes modelos de negócio (OLIVEIRA, 2016).

2.2.1. Classificação dos Bioprodutos

Há múltiplas abordagens para a classificação dos bioprodutos. Segundo El-Assad et al.(2016), estes produtos podem ser divididos em commodity ou especialidade; final ou intermediário; *drop-in* ou não *drop-in*. Desta forma, tem-se, respectivamente, uma classificação baseada na natureza da comercialização, na posição na cadeia de valor e na natureza de substituição.

2.2.1.1. Natureza da Comercialização

Kline (1976) classifica os produtos químicos em quatro categorias, dependendo do seu grau de diferenciação e do volume produzido: commodities verdadeiras, pseudocommodities, química fina ou especialidade química, conforme exposto na Figura 2.

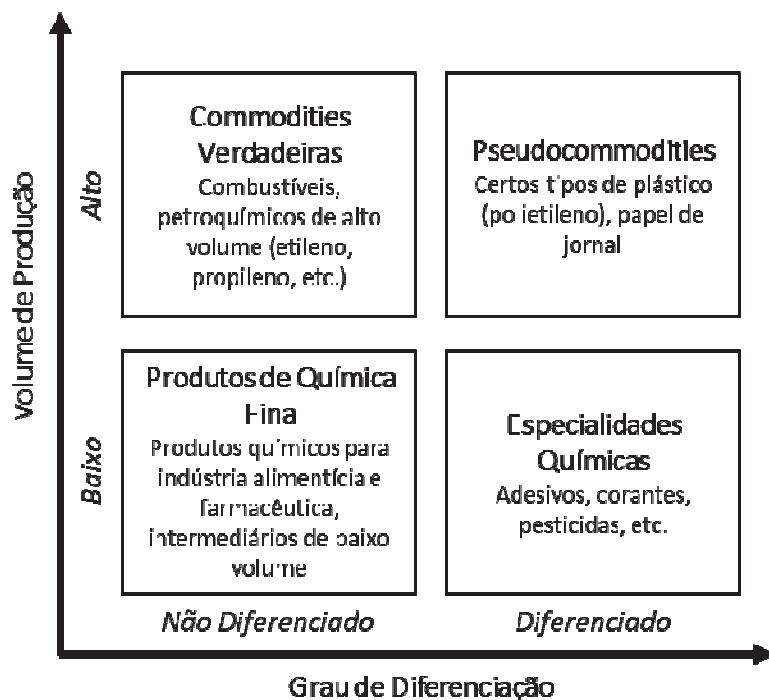


Figura 2 Classificação de produtos químicos e exemplos.

Fonte: Adaptado de Dansereau et al. (2014).

Segundo Dansereau et al. (2014), as commodities verdadeiras são produtos produzidos em alto volume, padronizados, vendidos de acordo com suas especificações de composição, como pureza, e que podem ser utilizados em diversas aplicações. Para produzir em alta escala e

maximizar a eficiência, em geral, as unidades operam com alto nível de especialização, com poucos produtos e com uma operação contínua não muito flexível. Para as commodities, o fator de competitividade é o menor custo de produção, resultado de expressivas economias de escala e busca por fontes de matérias-primas de baixo preço (BOMTEMPO, 2018). Produtos como combustíveis, químicos produzidos em altos volumes como metanol, etileno, propileno, benzeno, tolueno, xileno, ácido sulfúrico, amônia, entre outros químicos básicos orgânicos e inorgânicos são bons exemplos de commodities químicas.

Os produtos de química fina são também especificados por suas características químicas, logo possuem baixo nível de diferenciação. Entretanto, as escalas de produção são relativamente menores e os preços unitários mais elevados (BOMTEMPO, 2018). Como são produtos de aplicações mais específicas, são direcionados a um menor número de clientes, em nichos de mercado, nos quais o produto será transformado ou utilizado em formulações para a produção de especialidades químicas para determinadas aplicações (DANSEREAU et al., 2014). Encaixam-se nesta classificação, por exemplo, os princípios ativos farmacêuticos, aminoácidos e vitaminas (POLLAK, 2007), assim como intermediários químicos de baixo volume (DANSEREAU et al. 2014).

Já as pseudocommodities são produzidas em alto volume, porém estes químicos são especificados por seu desempenho, logo vendidos com base em seu desempenho. São produtos de baixo valor agregado como plásticos (polietileno, polipropileno, PVC, PET, etc.), elastômeros (borrachas sintéticas), plastificantes e resinas termorrígidas (CAMARA; SANTOS, 1999). Segundo Bomtempo (2018), a competitividade se dá pela escala e fonte de matéria prima e, apesar de haver oportunidades de diferenciação, estas são mais limitadas que as observadas nas especialidades químicas.

Por fim, as especialidades químicas são produzidas em baixo volume, vendidas com base em sua performance e destinadas a aplicações específicas, sendo assim, produtos diferenciados, com maior valor agregado e muitas vezes vendidos sob uma marca comercial (CAMARA; SANTOS, 1999). Os produtos podem ser insumos para outras cadeias, como aditivos, corantes, polímeros especiais, catalisadores, enzimas, etc., ou para uso final, como tintas, defensivos agrícolas, colas, cosméticos, aromas, entre outros.

Por serem intensivos em escala, possuem menor valor agregado e usos diversos, neste trabalho não será feita distinção entre commodities verdadeiras e pseudocommodities, sendo tratadas apenas como “commodities”. Nesta linha de raciocínio, as especialidades químicas

não serão diferenciadas dos produtos de química fina, ambos sendo chamados de “especialidades”.

As commodities são, portanto, produtos fabricados e comercializados em grandes quantidades, com pouco valor agregado, que geralmente são produzidas em plantas que requerem elevada intensidade de capital e normalmente utilizam principalmente processos contínuos (PEREIRA; SILVA, 2014).

Na bioeconomia, os biocombustíveis são um bom exemplo de commodity: são produzidos em grande volume, dentro das especificações de composição exigidas pelos órgãos reguladores. No entanto, deve-se atentar que a categoria de commodity não é composta apenas por biocombustíveis, mas também por produtos químicos como, por exemplo, ácidos orgânicos, como ácido acético, láctico, entre outros produtos que podem ser produzidos a partir de fontes renováveis. Para que a demanda cresça e seja possível explorar a economia de escala, é necessário que os mercados para utilização destes produtos sejam desenvolvidos (DANSEREAU et al., 2014), tanto pela difusão da utilização dos bioprodutos, quanto no desenvolvimento de novas aplicações para eles. Para isso, serão necessários investimentos, otimização dos processos produtivos e acesso à matéria-prima de baixo custo, visando uma produção mais barata, porém ainda de acordo com a qualidade e os padrões de composição exigidos pelo mercado.

Para estes bioprodutos, a competição é baseada em custos. Sendo assim, para os produtores, o foco está na redução do custo do produto final para que este possa competir com os produtos de origem fóssil, o que leva a esforços para otimizar o processo produtivo. Como demandam maior capacidade de produção, espera-se a necessidade de ativos físicos para produção em larga escala, assim como disponibilidade de grandes volumes de matéria-prima. Além disso, como as especificações são conhecidas, para certos produtos, como os biocombustíveis, óleos básicos e lubrificantes, se faz necessária a emissão de um certificado de qualidade, o qual segue uma série de regulações, e é fundamental para viabilizar sua comercialização.

Especialidades, por outro lado, são produzidas em menor volume e possuem maior valor agregado (EL-ASSAD et al., 2016), com maior possibilidade de diferenciação. São normalmente produzidas em plantas que requerem menor intensidade de capital e são capazes de proporcionar preços e margens mais elevados (PEREIRA; SILVA, 2014). Por serem vendidos para aplicações mais específicas, possuem mercados menores e mais especializados (DANSEREAU et al., 2014), como os de limpeza, construção, polímeros especiais, alimentos,

surfactantes, nutrição humana e animal, cosméticos, aromas e fragrâncias, tendo estes três últimos, perspectivas de crescimento acima da média da indústria (BOMTEMPO, 2018).

Entre os principais exemplos de especialidades na bioeconomia estão os defensivos agrícolas; agentes espessantes, emulsificantes, entre outros aditivos utilizados em produtos da indústria farmacêutica, cosmética e alimentícia; aromas e fragrâncias, utilizados na fabricação de perfumes, produtos de limpeza, produtos alimentícios, entre outros; nutracêuticos (antioxidantes, repositores de gorduras sem calorias, ativos para redução de colesterol, substitutos do sal, etc.); pigmentos e tintas; princípios ativos, utilizado na formulação de medicamentos; aminoácidos essenciais; polímeros avançados; enzimas, as quais servem como catalisadores de processos produtivos de produtos químicos, alimentícios, etc., e também podem ser utilizadas como ingredientes de formulação de detergentes, produtos para diagnóstico, reagentes de laboratório, entre outros bioprodutos (NACIONAL RESEARCH COUNCIL, 2000).

A Figura 3 apresenta uma pirâmide relacionando o volume de produção dos bioprodutos e seu valor agregado, também destacando quais tipos de produtos seriam, a princípio, classificados como commodities e quais seriam especialidades.

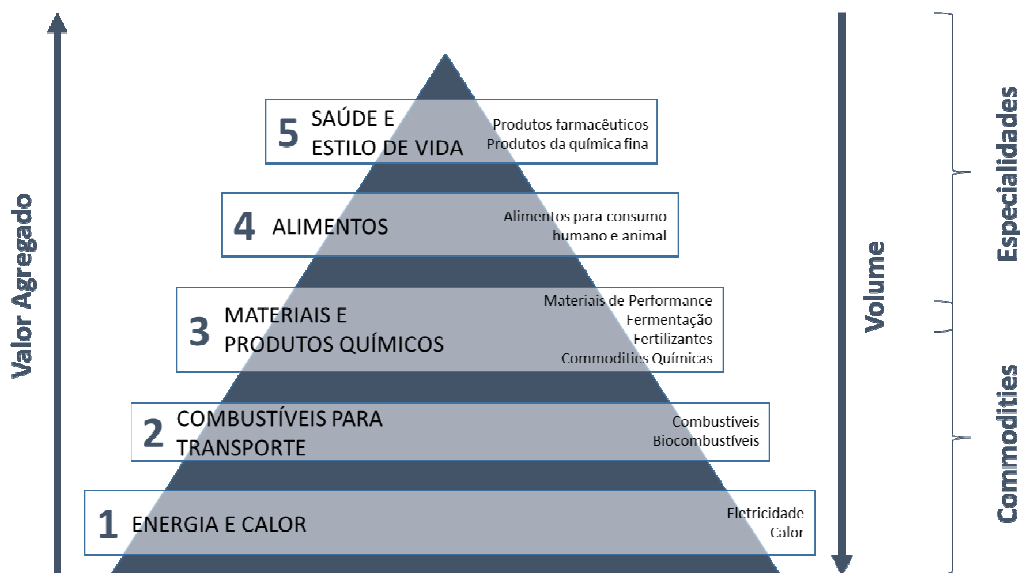


Figura 3 Pirâmide Valor x Volume.

Fonte: Adaptado de Van der Hoek, De Fooij e Struiker (2016).

Apesar deste trabalho não fazer distinção entre commodities e pseudocommodities ou especialidades e química fina, é importante notar que as classificações de commodities e

especialidades são dois extremos e que de fato há produtos que não se encaixam totalmente em uma destas duas categorias, apresentando características de commodities e de especialidades.

2.2.1.2. Natureza de substituição

Os bioprodutos podem competir no mercado como substitutos diretos, ou seja, *drop-in*, ou oferecer uma solução inovadora, novas funcionalidades, as quais são obtidas apenas através da produção a partir da biomassa (BIDDY; SCARLATA; KINCHIN, 2016).

O termo *drop-in* foi inicialmente utilizado para biocombustíveis cujas especificações permitiam sua comercialização no mercado com a infraestrutura existente e sem investimentos relevantes em ativos específicos no *downstream*⁴(OROSKI; ALVES; BOMTEMPO,2014).

Os produtos *drop-in* são substitutos diretos dos produtos de origem fóssil, sendo utilizados nas mesmas aplicações e mercados, ou seja, sem afetar a cadeia de valor à jusante (BOMTEMPO, 2013). Dispensam adaptações da infraestrutura de distribuição, nos equipamentos de transformação e na maneira como os produtos já são utilizados (BAIN&COMPANY; GAS ENERGY, 2014). Sendo assim, têm sua adoção facilitada, passando a depender mais do custo do produto. Como exemplos na bioeconomia é possível citar o polietileno verde, querosene de aviação renovável, n-butanol renovável, isopreno renovável, entre outros. É válido notar que os *drop-in* podem substituir não só produtos de origem fóssil, mas também até produtos de origem animal ou ainda naturais, porém tóxicos, com potencial cancerígeno, obtidos de plantas em extinção, etc.

Quando economicamente competitivos, os bioprodutos podem substituir as alternativas convencionais e ainda se expandir no mercado, buscando novas aplicações. No entanto, muitos bioprodutos apresentam dificuldades na competição com os produtos convencionais, devido aos preços do petróleo relativamente baixos no cenário atual.

Para as commodities *drop-in* esta competição ainda é mais complicada, por causa da necessidade de emprego de muito capital, dos altos custos de operação e pelo fato do aproveitamento da economia de escala não ser tão elevado, visto que como a difusão destes produtos no mercado ainda não é muito desenvolvida, sua demanda não é tão grande e, conseqüentemente, a escala de produção é menor que a dos produtos de origem fóssil.

⁴ O *downstream* compreende as atividades mais à jusante da cadeia de valor, como finalizações químicas, processo de formulação, e as atividades de comercialização dos produtos.

Carus et al. (2017) traz uma nova classificação, além da dicotomia *drop-in* e não *drop-in*: os *smart drop-in*. Para o autor, os *drop-in* são versões de base renovável de produtos fósseis, se diferenciando pelo menor impacto ambiental e pelo custo, geralmente maior. Restringem-se, portanto, basicamente às commodities químicas, sendo destacados pelo autor o etileno, polietileno, propileno e o PET, todos de base renovável. Já os *smart drop-in* são os produtos químicos que agregam duas das seguintes vantagens em relação aos produtos de origem fóssil ou a outras alternativas *drop-in*: uma maior eficiência de utilização da biomassa, se comparado com outros produtos *drop-in*; a utilização de menos energia, se comparado com outras alternativas de produção; menor tempo de produção ou rotas de produção menos complexas, entrando assim em estágios mais avançados da cadeia produtiva; menor utilização de produtos químicos tóxicos ou agressivos ou menor geração destes como subprodutos. Carus et al. (2017) utilizam, como exemplos, a epiclorigrina, precursora de resinas epóxi; ácido acético, isopreno renovável, entre outros. Apesar de ser uma discussão interessante, principalmente em relação ao potencial de crescimento e difusão dos bioprodutos, neste trabalho, os produtos que são utilizados como substitutos diretos, dispensando adaptações à jusante na cadeia de valor, serão classificados como “*drop-in*”.

Ao contrário dos produtos *drop-in*, conhecidos no mercado, os não *drop-in* são produtos novos, alternativos que entram em substituição aos utilizados normalmente. Além, disso, vale notar que os não *drop-in* podem também ser moléculas já existentes, porém direcionadas a novos mercados e aplicações. São exemplos de produtos não *drop-in* o PLA (poliácido láctico), o ácido succínico, ácido levulínico, o farneseno renovável, entre outros. Geralmente são aplicados em nichos de mercado, devido a propriedades específicas (OROSKI; ALVES; BOMTEMPO, 2014). Muitos desses produtos exigem que novas aplicações e produtos derivados sejam desenvolvidos, que cadeias de valor sejam modificadas, que haja a inclusão de novos atores, modificação ou inclusão de ativos complementares⁵, e ainda, a adoção do produto pelos consumidores finais (BOMTEMPO, 2013). Essas ações são, por vezes, realizadas através de parceiros, os quais são estratégicos para o desenvolvimento do próprio produto e para a resolução de importantes lacunas no desenvolvimento das novas aplicações e na melhoria das já existentes (OROSKI; ALVES; BOMTEMPO, 2014).

⁵ Segundo Teece (1986), os ativos complementares são os recursos necessários e competências, além do know-how tecnológico central, para viabilizar uma inovação, compreendendo fabricação, distribuição, tecnologias complementares, marketing, etc. Esse conceito será mais explorado na seção 2.3.2.1.

Além disto, segundo Oroski, Alves e Bomtempo (2014), a adoção de produtos não *drop-in* ainda acarreta em maiores custos de mudança como a crescente dependência com relação ao fornecedor, em geral uma única empresa, o que reduz a flexibilidade de uma possível troca de fornecedor, aumentando o poder de barganha deste; o investimento em ativos específicos, que permitam a utilização do novo produto; e o tempo de aprendizado, necessário para dominar a tecnologia inovadora. Devido às diferenças expostas, os produtos *não drop-in* tendem a levar mais tempo para serem difundidos no mercado. No entanto, devido ao potencial para o desenvolvimento de aplicações e novos produtos, segundo Bomtempo (2018), o desenvolvimento de produtos não *drop-in* abre caminhos para explorar o potencial da bioeconomia, obtendo vantagens competitivas sustentáveis.

Para este trabalho, serão considerados *drop-in* os produtos substitutos diretos de produtos de origem fóssil, que não exijam adaptações à jusante na cadeia de valor. Já os novos bioprodutos ou aqueles produtos conhecidos, porém utilizados em novas aplicações, serão considerados não *drop-in*. Da mesma forma que foi observado para a classificação de commodities e especialidades, nota-se que esta classificação dicotômica não compreende todos os produtos, havendo um amplo espectro entre os dois extremos.

2.2.1.3. Posição na cadeia de valor

Outra forma de classificar os bioprodutos é com relação à sua posição na cadeia produtiva. Neste caso, o bioproduto pode ser classificado como intermediário ou final.

Neste trabalho, os produtos intermediários são definidos como moléculas que ainda deverão sofrer modificações químicas para assim dar origem aos produtos finais (BOMTEMPO, 2013). Há a possibilidade de utilizá-los em diversas aplicações, muitas vezes ainda não desenvolvidas. Dessa forma, para a difusão destes produtos, é necessário o desenvolvimento de novas árvores de aplicações (BOMTEMPO, 2013), o que pode ser feito em parceria com outros atores.

Os produtos finais são aqueles produtos que não demandam mais modificações químicas, sendo aqueles que chegam às prateleiras ou seja, bens de consumo, ou que serão utilizados em formulações (BOMTEMPO, 2013).

No caso de produtos finais destinados a formulações em outras indústrias, o desenvolvimento de relações de cooperação com *end users* (usuários finais, ou seja, quem em última instância utiliza o produto) estratégicos pode ser de extrema importância para a adoção desse produto pelas indústrias (BOMTEMPO, 2013). Estes usuários finais são as indústrias que utilizarão os

bioprodutos para a produção de seus produtos finais, como a indústria de cosméticos que utiliza um emoliente de base renovável, uma empresa farmacêutica que formulará um medicamento utilizando um princípio ativo produzido através de rotas biotecnológicas, indústrias dos mais diversos segmentos que utilizam plásticos como o polietileno verde para embalagem de seus produtos, sejam eles alimentares, cosméticos, etc. A cooperação entre produtores de bioprodutos com os usuários finais permite o aperfeiçoamento dos produtos em desenvolvimento, o desenvolvimento de novos produtos e aplicações, e estes usuários finais ainda se tornam uma “vitrine” do produto de base renovável, podendo este ser adotado por outros atores da mesma indústria ou de outras indústrias com processos semelhantes. Como exemplo, tem-se a relação entre a Braskem e a Tetra Pak, que foi o primeiro fornecedor de embalagens de bebidas a utilizar o PE Verde em suas tampas. Posteriormente, em 2014, o material também passou a ser utilizado com um componente das camadas das embalagens produzidas pela empresa no Brasil (BRASKEM, 2015).

A Figura 4 evidencia as diferentes posições que um bioproduto pode ter ao longo da cadeia de valor. Apenas foram retratadas as etapas imediatamente anteriores e posteriores a sua produção, iniciando com a separação e purificação. O conceito de cadeia de valor será discutido na seção 2.3.2.

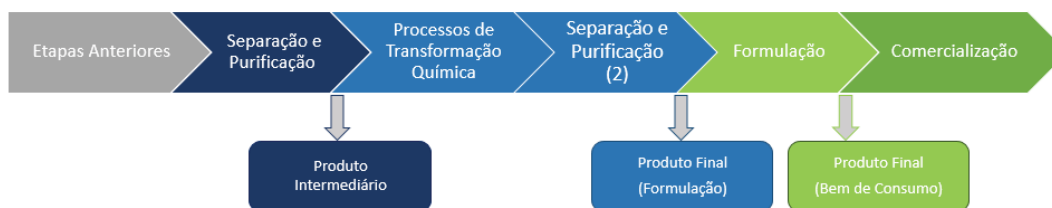


Figura 4 Posição dos Produtos na Cadeia de Valor.

Fonte: Elaboração Própria.

Os bioprodutos poderiam ser classificados de outras formas, como, por exemplo, quanto à origem da matéria-prima (cana-de-açúcar, sorgo doce, milho, soja, madeira, algas, resíduos lignocelulósicos, resíduos urbanos, etc.). No entanto, as classificações com relação à natureza de comercialização, substituição e a posição na cadeia de valor foram selecionadas pois apresentam maior relação com os esforços relacionados ao desenvolvimento dos modelos de negócio.

2.3. Modelo de negócio

Utilizado amplamente nos tempos atuais, pouco se sabe sobre a origem do termo “Modelo de Negócio” (JOIA; FERREIRA, 2005). Segundo Wirtz et al. (2016), a primeira utilização foi feita por Bellman et al. (1957), entretanto o conceito ganhou maior relevância com o *boom* das empresas ponto com (empresas de *e-commerce*). Foi ganhando visibilidade e passou a ser amplamente utilizado, tanto por acadêmicos quanto por profissionais do ramo empresarial, sendo visto, cada vez mais, como uma ferramenta essencial (GAEDICKE, 2012), sendo uma representação da lógica utilizada pela companhia para fazer negócios, visando contribuir com o sucesso do processo de tomada de decisão.

Segundo Zott et al. (2011), a utilização do termo modelos de negócio é feita na tentativa de abordar ou explicar três fenômenos: o do “*e-business*” e do uso da tecnologia nas organizações; as questões estratégicas, como criação de valor, vantagens competitivas e performance da empresa; e o gerenciamento da inovação e da tecnologia.

Apesar de amplamente utilizado, não há consenso sobre a definição de modelo de negócio e alguns estudos, como Zott et al. (2011) e Wirtz et al. (2016) inclusive listaram ou compararam várias definições.

Para Afuah e Tucci (2001), o modelo de negócio consegue explicar a *performance* e a vantagem competitiva pela melhor combinação de recursos, criando valor para o cliente e trazendo lucro para a empresa. Já Magretta (2002) possui uma definição mais abrangente. Para a autora, os modelos de negócio são, no fundo, histórias que explicam como as empresas trabalham.

Segundo Chesbrough (2003), definir um modelo de negócios requer a conexão dos inputs técnicos, isto é, capacidades, velocidade de produção, funções, etc., a um mínimo de outputs econômicos, ou seja, valor para os consumidores, preço, garantias, suporte técnico, canais de distribuição, etc. A abordagem de Chesbrough (2003) esclarece funções de um modelo de negócio que são, segundo o autor: articular a proposição de valor; identificar um segmento de mercado; definir a estrutura da cadeia de valor e determinar como a posição da empresa nessa cadeia será sustentável; especificar os mecanismos de geração de receita para a empresa e estimar a estrutura de custos e margens projetadas; descrever a posição na empresa na rede de valor e formular a estratégia competitiva sustentável.

A visão de Osterwalder (2004) é holística, partindo do modelo de negócios como um modelo conceitual, o qual contém nove elementos e suas relações e permite expressar a lógica de uma

companhia para gerar receita. Esses elementos são a proposição de valor; o mercado-alvo; os canais de distribuição; relacionamento com clientes; a configuração de valor (descrição do arranjo de atividades e recursos necessários para criação de valor); as parcerias; a estrutura de custos e o modelo de receita⁶. Trata-se, portanto, de uma descrição do valor que uma empresa oferece para seus clientes, e da arquitetura da firma e de sua rede de parceiros para a criação, marketing e entrega deste valor, para gerar fluxos de receita lucrativos e sustentáveis (captura de valor).

Teece (2010) explica que a essência de um modelo de negócio é definir a maneira pela qual uma empresa entrega valor a seus clientes, os instiga a pagar por tal entrega e converte tais pagamentos em lucro. Este articula a lógica e providencia evidências que demonstram como um negócio cria e entrega valor aos seus clientes, destacando a arquitetura de receita, custos e lucro associados à entrega do valor criado.

Wirtz et al.(2016) em sua revisão, a qual explorou 16 definições de modelo de negócio de diversos autores, elaborou um quadro contendo os seus principais componentes, agrupando-os nas seguintes categorias: estratégia, recursos, *network*, clientes, proposição de valor, receita, prestação de serviços, *procurement* (relativo aos fatores de produção e fornecedores) e finanças. De certa forma, estas categorias podem ser agrupadas em três grandes blocos de componentes, expostos por Doganova e Eyyquem-Renaut (2009): proposição de valor, arquitetura de valor (estruturação) e o modelo de receita.

A dimensão “Proposição de valor” inclui além do componente “proposição de valor”, os clientes, pois a oferta do produto ou do serviço é intimamente ligada às necessidades deste. A dimensão “Estruturação”, a qual é mais robusta, por contemplar mais componentes, contém os elementos estratégicos, os recursos, o *network*, a prestação de serviços e a parte de suprimentos (*procurement*); Por fim, a “Captura de Valor” inclui os componentes relativos à receita e aos custos.

Tais dimensões refletem a definição utilizada por Osterwalder e Pigneur (2011) de que um modelo de negócio descreve a lógica de criação, entrega e captura de valor por parte de uma organização. Para Teece (2018), em outras palavras, elaborar um modelo de negócios é identificar as necessidades do consumidor ainda não satisfeitas, especificar a tecnologia e organização que fará possível satisfazer tais necessidades e capturar valor das atividades,

⁶ Posteriormente, Osterwalder e Pigneur (2011) aprimoraram as definições dos nove elementos, que passaram a ser: proposição de valor; segmentos de clientes; canais (distribuição, comunicação e venda); relacionamento com clientes; recursos-chave; atividades-chave; parcerias-chave; estrutura de custos e fluxo de receitas.

mantendo o equilíbrio correto entre criação, entrega e captura de valor, de forma que o modelo se sustente e seja lucrativo.

Sendo assim, entende-se, pelos estudos de Teece (2010, 2018), Doganova e Ezyquem-Renaut (2009), Osterwalder e Pineur (2011), e outros autores, que é possível encaixar os elementos do modelo de negócio em três grandes dimensões: proposição de valor, estruturação e captura de valor, as quais estão retratadas no esquema da Figura 5, e que serão utilizadas para o estudo dos modelos de negócio ao longo deste trabalho.

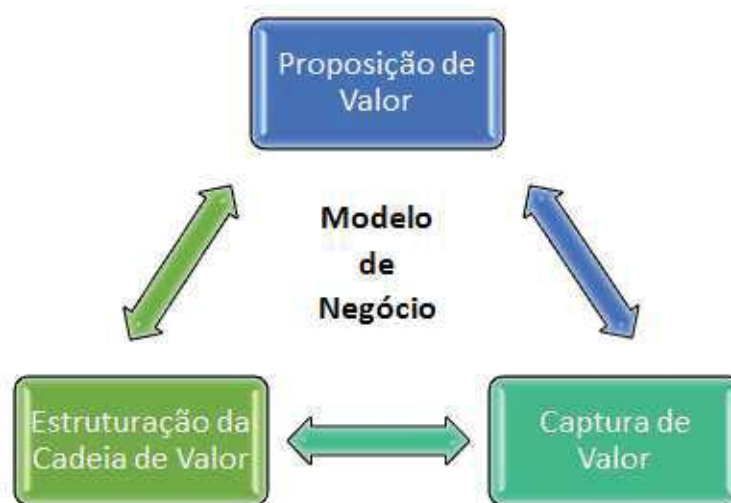


Figura 5 Dimensões do Modelo de Negócio.

Fonte: Elaboração própria.

Considerando as três dimensões, é possível inferir que existem diversas configurações de modelos de negócio que podem ser utilizadas por uma mesma empresa. Assim, tendo em vista o ambiente inovador e incerto da Bioeconomia, devido à indefinição de padrões competitivos, há a necessidade de experimentar as diferentes configurações, promovendo modificações ao longo do tempo, buscando a inserção e difusão de um produto no mercado.

Sendo assim, nas indústrias emergentes⁷, há a necessidade de flexibilidade para que sejam testados diferentes modelos de negócio. Segundo Teixeira (2016), essa flexibilidade é

⁷ Segundo Porter (1980), as indústrias emergentes são novas indústrias ou indústrias que sofreram uma reforma devido a inovações tecnológicas, mudanças nas estruturas de custo, emergência de novas necessidades dos consumidores ou outras mudanças econômicas e sociológicas que fazem com que haja oportunidade para um negócio baseado em um novo produto ou serviço.

influenciada pelas possibilidades tecnológicas da firma, sendo maior ou menor dependendo da variedade de produtos, aplicações e mercados com os quais a empresa trabalha, e também pela natureza do produto, que envolve as questões de disponibilidade de ativos complementares, esforços para o desenvolvimento de mercado, etc.

Além da experimentação, por vezes se faz necessária a utilização de diferentes modelos de negócio, os quais trabalham conjuntamente para o desenvolvimento de mais de um fluxo de receita com tecnologias similares (MOHAN; BALAKRISHNAN, 2018). Segundo Casadesus-Masanell e Tarzijan (2012), a utilização de um portfólio de modelos de negócio se dá, por exemplo, em situações nas quais a empresa almeja atingir diversos segmentos de clientes, utilizando um modelo de negócio particular para cada segmento ou para atuar em novos mercados. Assim, novos fluxos de receita podem ser gerados, permitindo a entrada e competição em novos mercados e, ocasionalmente, podem ser utilizadas diferentes estratégias, por exemplo, baixo custo e diferenciação (SCHWARZ; TERRENGHI; LEGNER, 2017). Nestes portfólios de modelos de negócio geralmente há diferentes subsistemas com um número variado de atividades e parceiros, variando também o nível de interdependência entre eles (SNIHUR; TARZIJAN, 2018). Além disso, também pode haver diferentes formas de captura de valor, por exemplo, vendas em lojas físicas e vendas *online*, o que por si só também já diferencia os modelos de negócio.

O desenvolvimento de novos produtos ou a atuação em ambientes de maior incerteza também incentivam a utilização de diferentes modelos de negócio. Aversa, Haefliger e Reza (2017) afirmam que uma diversificação de modelos de negócio bem-sucedida permite a redução de risco, por exemplo, explorando diferentes fluxos de receita e pelo compartilhamento de ativos e recursos entre os modelos de negócio.

Casadesus-Masanell e Tarzijan (2012) explicam que os diversos modelos de negócio utilizados por uma empresa podem se complementar, compartilhando ativos, recursos e capacidades entre si. E quanto maior este compartilhamento, maiores as chances de a aplicação dos modelos trazerem resultados mais valiosos.

Em ambientes que estão em modificação constante, como os de indústrias emergentes, a utilização de modelos de negócio em paralelo permite a experimentação e o encontro de uma melhor combinação entre competências e as condições do ambiente (HACKLIN; BJÖRKDAHL; WALLIN, 2018). Os autores utilizam, como exemplo, para uma empresa que

utilize apenas um modelo de negócio, a criação de uma outra organização de negócio em paralelo, com organização de receita em separado, visando explorar novas tecnologias, que o modelo de negócio primário da empresa não seria capaz.

No entanto também há desafios que são inerentes a esta estratégia corporativa, como a complexidade para lidar com diferentes mercados, escalas, margens, etc., a necessidade do desenvolvimento ou acesso a diferentes ativos complementares, uma maior flexibilidade organizacional, investimentos adicionais e priorização de verbas, reconhecimento e exploração das sinergias entre os diferentes modelos de negócio, que não são necessariamente triviais (CASADESUS-MASANELL; TARZIJIAN, 2012). Muitas vezes os custos para coordenar múltiplos modelos de negócio tornam-se altos com o aumento do número de negócios, mercados e formas organizacionais, o que acaba prejudicando o desempenho da empresa como um todo (HACKLIN; BJÖRKDAHL; WALLIN, 2018). Além disso, há o risco dos modelos de negócio operados se tornarem conflitantes ou serem substitutos um do outro, o que aumenta a dificuldade de gestão dos modelos em paralelo (CASADESUS-MASANELL; TARZIJIAN, 2012).

Apesar de envolver riscos e ser desafiador, a implementação de múltiplos modelos de negócio pode ser vista como uma estratégia que, devidamente aplicada, irá ajudar a firma a melhorar sua habilidade de criar e capturar valor, obtendo vantagens sustentáveis, desde que considerando os desafios inerentes a esta diversificação.

Não há, na literatura, uma definição do que faz dois modelos de negócio distintos entre si. Hacklin, Björkdahl e Wallin (2018) consideram que para um modelo de negócio ser diferente do outro basta um de seus elementos ser diferente. Benson-Rea, Brodie e Sima (2013), por sua vez, dizem que consideram a operação com diferentes modelos de negócio quando co-existem diferentes abordagens de criação e captura de valor em um negócio ou em uma unidade de negócios. Casadesus-Masanell e Tarzijan (2012) não explicitam em seu trabalho o que é considerado um modelo de negócio distinto do outro, mas tratam de três linhas de operação diferentes de uma companhia aérea (uma linha de transporte de carga, uma linha de transporte internacional que conta com classe executiva e uma econômica, ainda com certas regalias como lanches, e uma terceira linha doméstica, de baixo custo) como três modelos de negócio distintos. Taran, Boer e Lindgren (2015), por sua vez, ao tratar de inovações em modelos de negócio, já consideram que pequenas alterações em seus elementos levam a novos modelos de negócio. No entanto, fazem uma distinção entre grandes e pequenas inovações, chamando-as, respectivamente, de inovações radicais e incrementais. Neste trabalho, são

considerados modelos de negócio diferentes aqueles cujos esforços de estruturação sejam distintos, com diferentes atividades e/ou recursos e competências necessários, que sejam acessados e gerenciados de formas distintas.

Isto exposto, as dimensões do modelo de negócio que serão analisadas neste estudo serão exploradas nas subseções que seguem.

2.3.1. *Proposição de Valor*

O processo de estruturação do modelo de negócio se inicia com a articulação de uma proposição de valor, a qual fornece uma visão geral dos produtos e serviços da companhia que representam valor para um determinado segmento de clientes (OSTERWALDER, 2004). Esta se baseia em definir o produto ofertado, estabelecendo quais necessidades irá satisfazer ou quais oportunidades irá criar para o consumidor (CHESBROUGH, 2003).

Sendo assim, entende-se que a proposição de valor é um conjunto de diferenciais no produto ou serviço ofertados e entregues ao cliente, sendo que o “valor” pode também ser entendido como uma variável subjetiva medida na percepção do cliente (HERRERA, 2008). Em que pontos a oferta da empresa é superior ao que já existe no mercado? Quais benefícios estão implícitos na oferta? Em uma análise auxiliar, a proposição de valor engloba ainda a decisão sobre o mercado alvo a atuar (ZOTT; AMIT, 2001; DEMIL; LECOCQ, 2010).

Produtos e serviços ganham valor em termos de performance ou benefícios (JAWORSKI, 2005) e, para os bioprodutos, Carus, Eder e Beckmann (2014) definem três tipos de performances (ou benefícios) que podem ser consideradas: a técnica, a emocional e a estratégica.

A performance técnica é baseada nas propriedades mecânicas, reológicas, térmicas, óticas e químicas, relevantes em termos de processamento, gerenciamento de resíduos ou aplicações específicas, sendo tais propriedades valoradas de forma diferente de uma aplicação para outra (CARUS; EDER; BECKMANN, 2014). Os bioprodutos podem trazer exatamente a mesma performance técnica que o produto de origem fóssil, ou serem melhores e mais eficientes, ou adicionar novas propriedades, melhorar as propriedades já existentes, podem ser customizados, etc. O bioproduto também pode ser menos tóxico ou de manuseio mais seguro que sua alternativa fóssil convencional. A biodegradabilidade também faz parte da performance técnica, pois trata de uma propriedade físico-química do material.

A performance emocional é o valor dado ao produto pelo fato de ser visto como “verde”, de origem renovável, oriundo de processos sustentáveis, por ter menor pegada de carbono,

reduzir a utilização de recursos fósseis, ser menos poluente, etc. (CARUS; EDER; BECKMANN, 2014). É possível entender a confusão com o caráter biodegradável, mas percebe-se que estes elementos não são propriedades técnicas do material. São mais relacionados aos efeitos do produto no ambiente, que dão ao consumidor o sentimento de que estão fazendo algo bom ou correto quando compram o produto.

Segundo Carus, Eder e Backmann (2014), a performance estratégica expressa a possibilidade que o uso do bioproduto traz à companhia que o utiliza de se posicionar como uma companhia sustentável, “verde”, inovadora, pioneira na utilização do novo material sustentável. Integrar questões ambientais com o marketing estratégico se tornou uma ferramenta para empresas buscarem vantagens competitivas (CHAN; HE; WANG, 2012). Por uma perspectiva de imagem e marketing, uma mudança para um bioproduto pode melhorar a imagem da empresa com seus *stakeholders* (EISEN; OTTMAN, 2012), e também com a sociedade em geral.

Em termos de cadeia de suprimentos, o bioproduto pode permitir redução de custos, visto que seu custo não possui relação com o preço do petróleo, o qual é volátil⁸, e também permite uma variedade maior de matéria-prima, podendo resolver problemas da cadeia de suprimento que atualmente atende o cliente e gerar uma vantagem de médio/longo prazo no mercado. No entanto, é válido notar que a flexibilidade de matéria-prima não é algo trivial, e que muitas empresas podem não ter acesso a diferentes fontes de biomassa, dependendo exclusivamente de uma matéria-prima. Como outra vantagem, a utilização de bioprodutos também pode facilitar o cumprimento de legislações ambientais, o aproveitamento de incentivos fiscais e subsídios do governo.

2.3.2. Estruturação

A dimensão estruturação de um modelo de negócio gira em torno da cadeia de valor, que consiste em um conjunto de atividades necessárias para produzir um bem ou serviço, desde acesso à matéria-prima, passando por todas as etapas de produção e comercialização, e da sua rede de valor formada pelas relações com fornecedores, clientes, parceiros, reguladores, etc. Neste sentido, todos os atores que participam da cadeia contribuem para o processo de criação e entrega de valor (KAPLINSKY; MORRIS, 2001; NETO; IIZUKA E PADILHA, 2015).

⁸Os produtos *drop-in*, no entanto, apesar de não terem relação direta com o preço do petróleo, podem sofrer as pressões desta volatilidade, pois quando o preço do petróleo baixa, os bioprodutos perdem competitividade em termos de preço.

A definição da posição da empresa na cadeia de valor também tem grande relevância. Segundo Chesbrough (2003), a capacidade de reivindicar valor dependerá do equilíbrio das forças entre a empresa, seus clientes, fornecedores e concorrentes e também com a dependência por ativos complementares, os quais, segundo Teece (1986) são os recursos necessários e competências, além do know-how tecnológico central, para viabilizar uma inovação, compreendendo fabricação, distribuição, tecnologias complementares, marketing, etc.

A cadeia de valor, segundo a definição de Porter (1985), é formada pelas atividades desempenhadas pela empresa, divididas entre atividades primárias e de apoio. As atividades primárias, como mostra a Figura 6, envolvem as operações, logística interna e externa, marketing, vendas e os serviços. Estão relacionadas à criação física do produto, sua venda e a assistência pós-venda. Já as atividades de apoio dão suporte às atividades primárias, sendo estas, o desenvolvimento de infraestrutura da firma, as aquisições (de matérias-primas, utilidades, equipamentos, maquinário, etc.), a gerência de recursos humanos, a pesquisa e o desenvolvimento de tecnologia.

Na bioeconomia, as principais atividades primárias são o acesso e tratamento da matéria-prima; processos utilizados para conversão da biomassa, sendo que por vezes são utilizados mais de um processo de conversão (processos biológicos, como a fermentação, físico-químicos, como a pirólise ou gaseificação, químicos como hidrogenação); processos de separação, purificação, finalização química, formulação e comercialização, que envolve também distribuição e o marketing.

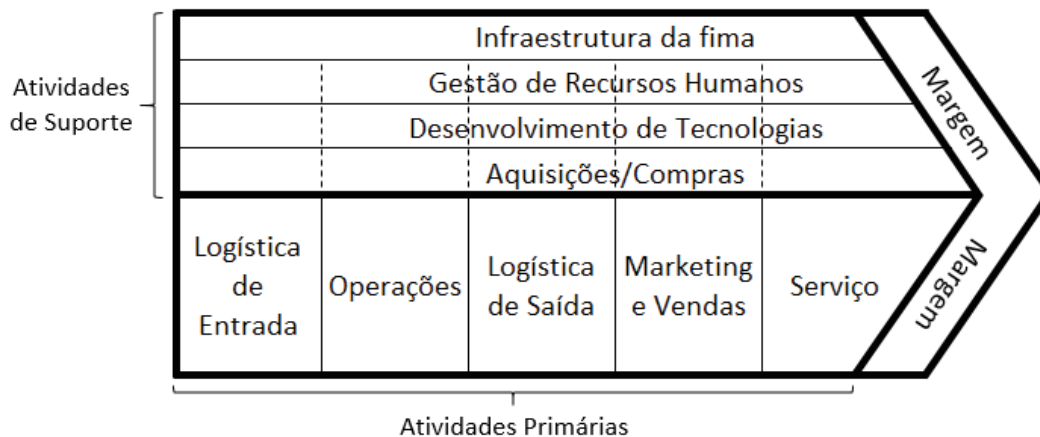


Figura 6 Cadeia de Valor.

Fonte: Adaptado de Porter (1985).

As atividades de uma cadeia de valor genérica na bioeconomia podem ser agrupadas em duas categorias: *upstream*(montante) e *downstream* (jusante). Neste trabalho, considera-se que o *upstream* contempla as atividades referentes à matéria-prima e ao processamento primário, o qual dá origem aos intermediários químicos ou à moléculas que serão utilizadas em formulações; por fim, o *downstream* contempla a transformação dos intermediários em produtos finais, o processo de formulação e as atividades de comercialização.

A atividade de pesquisa e desenvolvimento, considerada como secundária na cadeia de valor de Porter (1985), acompanha praticamente toda a cadeia de valor da bioeconomia. No *upstream*, se faz necessária na seleção de matérias-primas, origem da biomassa, forma de cultivo, desenvolvimento de tecnologias de tratamento da matéria-prima, etc. Além disso, para a conversão da biomassa em intermediários químicos ou produtos para formulação pode ser necessário o desenvolvimento de micro-organismos geneticamente modificados, desenvolvimento de tecnologias e rotas de produção e purificação do produto, escalonamento do processo de produção (escala laboratorial, piloto e, enfim, comercial), etc. Ainda no *downstream* estão o desenvolvimento de aplicações, formulações e processos de finalização química.

Com a separação das principais atividades em *upstream* e *downstream*, é possível a identificação de onde a criação de valor ocorre com maior intensidade (KAPLINSKY; MORRIS, 2001, apud NETO; IIZUKA; PADILHA, 2015), ou seja, quais as atividades e recursos-chave que agregam mais valor ao produto. Além disso, é possível identificar em qual das categorias a empresa se posiciona e como o faz.

A Figura 7 mostra uma cadeia de valor genérica da bioeconomia e quais atividades seriam características do *upstream* e do *downstream*.

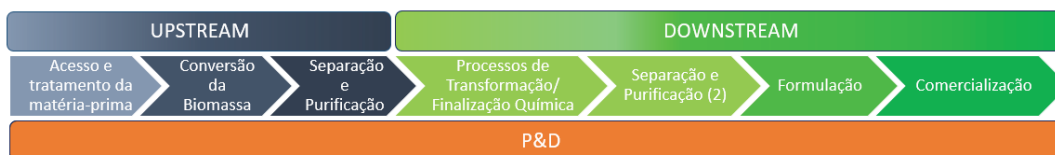


Figura 7 Cadeia de Valor Genérica Bioeconomia.

Fonte: Elaboração Própria.

Além de identificar as atividades necessárias à criação de valor e as relações entre elas, os tomadores de decisão da empresa (diretores, gerentes, etc.) precisam definir quais atividades serão realizadas pela própria empresa e por parceiros (SNIHUR; TARZIJAN, 2018). Para isso, são avaliados diversos aspectos, por exemplo, em quais ativos a empresa irá investir; quais competências já detém e quais deverão ser desenvolvidas; o que será acessado por meio de parcerias, como essas parcerias serão construídas, se serão temporárias ou de longo prazo, entre outros pontos que deverão ser levados em consideração quando estudadas as possibilidades de construção da cadeia de valor.

Recursos e competências são desenvolvidos “dentro de casa” ou podem envolver atores externos (OSTERWALDER, 2004), o que cria uma rede de valor em torno de um negócio, a qual modela o papel que fornecedores, clientes e parceiros desempenham para estruturar a oportunidade e capturar valor na comercialização de uma inovação (CHESBROUGH, 2003).

2.3.2.1. Acesso aos Ativos Complementares

É praticamente impossível que uma empresa detenha todo o conhecimento, recursos e competências necessários para o desenvolvimento de um negócio. Isto vale para as empresas estabelecidas que estão envolvidas em um novo negócio em uma indústria emergente, mas é ainda mais crítico para *startups* de base tecnológica. Os parceiros preenchem estas lacunas, permitindo acesso aos ativos complementares externos à firma, possibilitando a estruturação e entrega da proposição de valor ao mercado (BRANDENBURGER; NALEBUFF, 1995).

Como abordado anteriormente, os ativos complementares compreendem recursos e competências. Segundo Danneels (2002), a competência se refere à habilidade de realizar algo concreto (criar, produzir, vender, etc.) utilizando uma série de recursos materiais ou imateriais. Osterwalder (2004) introduz estes recursos respectivamente como recursos tangíveis (plantas, equipamentos, reservas de caixa, etc.) ou intangíveis (patentes, reputação,

marca, segredos de negócio, conhecimento entre outros), complementando com os recursos humanos (colaboradores). Por estas definições, tende-se a perceber que os recursos e as competências são extremamente ligados, pois para um ou mais recursos serem úteis, é necessário competência, *know-how*, saber como utilizar o recurso, buscando seu máximo aproveitamento. Desta forma, no decorrer deste trabalho, não será explicitada a diferença entre os conceitos, que serão abordados como “ativos complementares” ou conjuntamente como “recursos e competências complementares”.

O acesso ao financiamento, a outras tecnologias, ao conhecimento, tanto tácito como explícito, à capacidade produtiva (através do acesso às instalações, por exemplo, terceirizando determinado estágio da produção), a competências de distribuição, marketing, dentre outros recursos necessários para a realização das atividades que compõe a cadeia de valor, podem ser alcançados por meio de alianças estratégicas. Além do acesso a estas complementaridades, também é possível, por meio das parcerias, desenvolver um processo de aprendizado, acumulando conhecimento e talvez, posteriormente, desenvolver internamente essas competências.

Por exemplo, as *startups* de base tecnológica são criadas a partir de um *know-how* tecnológico e, em geral, não possuem muitos recursos e competências relacionados à estruturação do novo negócio, como o acesso à matéria-prima e ao mercado (OROSKI; ALVES; BOMTEMPO, [20--]). Sua capacidade de produção pode também não atender à escala comercial de determinados produtos, lembrando que há mercados, como os de commodities, que exigem escalas maiores ou a empresa pode ser deficiente em algumas atividades da cadeia de valor, como marketing e distribuição, ou mesmo não desejar realizar estas atividades. Para este último caso, Grant e Baden-Fuller (2004) argumentam que a principal vantagem das alianças estratégicas é o acesso ao conhecimento ao invés de adquiri-lo, o que permite que a firma foque em se especializar em suas competências-chave. Associar-se a parceiros com uma reputação significativa em mercados específicos também pode trazer benefícios com relação ao fortalecimento da marca e reputação da *startup*. Além disso, é comum que tais empresas não possuam capital financeiro suficiente, dependendo de financiamento e investimentos de capital de risco.

Por outro lado, empresas estabelecidas possuem capital, infraestrutura, entre outros recursos, mas carecem, por exemplo, de flexibilidade organizacional ou de algum conhecimento necessário para inovar. Além disso, pode haver dificuldade no desenvolvimento dos novos processos e também no acesso à matéria-prima, o que se aplica principalmente a empresas que

passam a utilizar uma nova matéria prima ao se inserirem na bioeconomia (TEIXEIRA, 2016). Segundo McGahan et al. (2016) entre as principais razões para as empresas firmarem parcerias estão o acesso a tecnologias emergentes, o acesso a novos mercados e o fortalecimento da capacidade de inovação.

Dessa forma, a parceria entre *startups* e empresas estabelecidas pode ser benéfica para ambos os lados, permitindo o desenvolvimento da comercialização das novas tecnologias. Além disto, tratando-se da bioeconomia e de inovações em produtos, as parcerias podem levar ao desenvolvimento de novas aplicações (BOMTEMPO, 2013), o que, principalmente para os produtos intermediários *não drop-in* é de suma importância, visto que, por vezes, é necessário desenvolver uma árvore de aplicações para o sucesso destes produtos.

Dependendo do tipo de colaboração, esta ainda pode envolver a divisão de custos e riscos do desenvolvimento, combinando as habilidades e recursos, permitindo a transferência de conhecimento entre firmas e a criação conjunta de conhecimento (SCHILLING, 2006).

Estas parcerias podem ser de diversas formas, desde as mais estruturadas (mais complexas e com maior grau de comprometimento) como *joint ventures* (JV), até as mais simples, como acordos para distribuição de produtos, nos quais cada empresa mantém sua autonomia enquanto explora uma oportunidade para desenvolver um processo de forma mais eficiente, se expandir para um novo mercado, etc. (MCGAHAN et al., 2016).

Em uma *joint venture* as firmas criam uma entidade independente, na qual investem (BARNEY, 1996). Em geral as firmas detêm determinados percentuais da organização e dividem os custos e o lucro advindos da JV. Segundo Schilling (2006), neste tipo de parceria há um grande potencial de transferência de capacidades entre as firmas.

O licenciamento é um tipo de parceria não acionária. Por meio deste, os direitos de uso de uma tecnologia particular são cedidos ao parceiro. Assim, este é um modo rápido de obter acesso a uma tecnologia e, por parte de quem fornece a licença, trata-se de um bom caminho para alavancá-la e difundir seu uso, porém este tipo de colaboração não dá muitas oportunidades para o desenvolvimento de novas capacidades (SCHILLING, 2006). No entanto, o contato com tecnologias licenciadas permite a assimilação da tecnologia, estimulando a capacidade de aprendizado e o conhecimento tácito da mão de obra (DENG, 2019). Com isso, aos poucos, acumulando conhecimento e capacidade tecnológica, a empresa pode transformar sua base tecnológica, em um processo de *catching-up*, chegando ao ponto de desenvolver suas próprias tecnologias (DENG, 2019).

Contratos de terceirização, em geral, também sem participação acionária, são boas formas de acessar rapidamente alguns recursos não disponíveis internamente. As companhias que inovam nem sempre possuem toda a estrutura necessária para realizar todas as atividades da cadeia de valor ou não desejam realizá-las, ao menos momentaneamente. Sendo assim, a firma pode contratar outro agente para realizar essas funções. Um exemplo deste tipo de parceria são os contratos de fabricação, nos quais uma empresa contrata a outra, eventualmente especializada, para realizar a manufatura do produto. Tais contratos permitem que a empresa usufrua de economias de escala e entre no mercado de forma mais rápida e sem imobilizar, tão intensamente, seu capital. Além disso, permite que a firma foque nas atividades que envolvem sua expertise, enquanto seus parceiros providenciam o suporte necessário e os recursos que faltam à empresa. Outros ativos e recursos que podem ser acessados por meio de terceirização são o *design* de produtos, capacidade de distribuição, marketing, entre outros (BARNEY, 1996). De fato, em termos de execução, qualquer atividade poderia ser terceirizada, porém cabe à empresa definir o que percebe como estratégico realizar e o que deve ser terceirizado.

As organizações também podem realizar atividades de P&D de forma colaborativa, trabalhando em projetos de pesquisa avançados, que por vezes são projetos grandes ou que envolvem riscos consideráveis (SCHILLING, 2006). Nesse contexto de desenvolvimento conjunto, a parceria com órgãos governamentais e universidades também se faz interessante, podendo envolver tanto o acesso a instalações físicas para pesquisa e ao conhecimento dos pesquisadores, quanto ao capital, por meio de financiamento.

Parcerias como, por exemplo, os acordos comerciais com *end users*, acordos para acesso à capital financeiro ou à matéria-prima podem ser categorizados simplesmente como “Alianças estratégicas genéricas”. As alianças estratégicas são definidas, comumente, como qualquer arranjo voluntariamente iniciado entre organizações, visando a comercialização ou o agrupamento de recursos na busca por vantagens competitivas e interdependência estratégica (JANCZAK, 2008), e elas podem envolver ou não participação acionária (BARNEY, 1996).

Diante das possibilidades de parcerias, descritas resumidamente no Quadro 1, é necessário avaliar quais delas possuem as características e benefícios que a empresa busca na colaboração.

Quadro 1 Tipos de Parceria.

Tipo de Parceria	Descrição resumida
<i>Joint Venture</i>	Entidade Independente, formada por duas ou mais empresas
Licenciamento	Cessão de direitos de uso de determinada tecnologia
Terceirização	Contratação de terceiro para realização de determinada atividade
Desenvolvimento Conjunto	União de duas ou mais empresas em projetos de P&D
Alianças Estratégicas Genéricas	Acordos comerciais (com clientes , fornecedores, credores, etc.), envolvendo ou não participação acionária

Fonte: Elaboração Própria, com base em Barney (1996) e Schilling (2006)

Além disto, de acordo com Williansom (1985), conforme citado por Oroski, Alves e Bomtempo ([20--]), as parcerias estabelecidas devem ser gerenciadas de tal forma que atendam aos interesses dos envolvidos e reduzam os eventuais conflitos, mantendo um bom relacionamento entre os atores.

Nota-se que ao longo deste trabalho, não será feita distinção entre os termos “aliança estratégica” e “parceria”.

Nesta seção foram abordados os tipos de parcerias e as motivações para formá-las, não explorando os conflitos e dificuldades envolvidos nesse processo, visto que estes pontos não serão profundamente abordados ao longo do trabalho.

2.3.3. *Captura de Valor*

A terceira dimensão dos modelos de negócio é a captura de valor, pois não basta que o valor seja criado ao longo da cadeia e entregue ao cliente: a empresa deve buscar formas de apropriar-se de parte deste valor de forma coerente com a proposição de valor e a estruturação inicialmente propostas pela firma, sendo esta dimensão influenciada pelas outras duas (OSTERWALDER, 2004).

Para que seja possível capturar valor, a estrutura de custos deve ser avaliada, assim como as possibilidades de precificação e os possíveis fluxos de receita. Chesbrough (2003) ressalta que para que um negócio venha a atrair capital suficiente para seu crescimento, é necessário que haja boas expectativas de retorno do investimento.

Deve ser avaliado se o modelo é *business-to-business* (B2B) ou *business-to-consumer* (B2C), ou seja, se as transações comerciais se darão entre empresas ou ocorrerão entre a companhia e os consumidores finais dos produtos ou serviços (COHN, 2016). As compras no B2B costumam ser maiores, e outros fatores, como a confiança no fornecedor, limite de crédito, prazo de pagamento e prazo de entrega se fazem tão importantes quanto o preço que é

cobrado do cliente. Esses tipos de venda são feitos diretamente entre as empresas, ou o produto é vendido via distribuidores. Já as compras B2C em geral são menos frequentes e muito motivadas pela necessidade ou desejo de consumo do cliente. Assim, o preço costuma ser o principal fator a influenciar na compra. A venda para o consumidor final pode ser via varejo ou até mesmo *online*, recurso que vem sendo explorado por muitos empreendedores.

Como citado acima, o preço é um dos fatores fundamentais para a arquitetura dos rendimentos. Segundo Carus, Eder e Beckmann (2014), com relação à definição de preço dos bioprodutos, deve ser considerado o chamado “*Green Premium Price*”. Este é definido como o preço extra que o cliente aceita pagar pela performance emocional e/ou estratégica adicional do produto que o comprador espera obter por escolher a alternativa sustentável, comparado com o preço pago pelo produto fóssil convencional com a mesma performance técnica.

Considerando tanto produtores de intermediários quanto de produtos finais, distribuidores ou consumidores finais, os principais motivos que levam à aceitação do pagamento do “*Green Premium Price*” são: a “imagem positiva” de ser sustentável, em primeiro lugar; a inovação, destacada pelos produtores de intermediários e de produtos finais; e o ganho de atenção na mídia pelo uso de materiais biobased ao invés dos convencionais (CARUS et al., 2018). Sendo assim, o comprador de um bioproduto paga não só pela performance técnica, mas também por todos os outros benefícios já discutidos na seção 2.3.1 (Proposição de Valor).

É válido notar que uma boa parte dos compradores entende que a cobrança de um preço *premium* é algo que não deve ser aplicado por tempo indeterminado, sendo o preço reduzido em torno de 5 ou 10 anos (CARUS et al, 2018). Para viabilizar a redução dos preços, as empresas devem buscar a redução de seus custos de produção ao longo do tempo, através da otimização de seus processos e da exploração da economia de escala quando possível (JESPERSEN et al., 2018).

A validade do *Green Premium Price*, no entanto, não é aceita por todos os pesquisadores e especialistas da área. Segundo Marieke Meeusen, Jan Peuckert, Rainer Quitzow (2015), os preços mais elevados de bioprodutos são a principal barreira para sua aceitação no mercado, e a característica de ser oriundo de fonte renovável ainda não é, isoladamente, estabelecida como um atributo que justifique o pagamento de preços *premium*. Segundo Jespersen et al.(2018), uma maneira de justificar o preço mais alto dos bioprodutos é fazer com que sua performance técnica supere a dos produtos tradicionais, o que aumentaria sua competitividade.

Para a precificação, também é necessária a análise dos custos, os quais, no caso dos bioprodutos, dependem de alguns fatores como o custo da matéria-prima utilizada para sua produção, o custo das tecnologias necessárias para os processos de conversão (COMITEE ON BIOBASED INDUSTRIAL PRODUCTS, 2000) e finalização química, e também os custos operacionais dos processos necessários para obtenção dos o produto desejado.

Apesar de configurar uma limitação para este trabalho, e de haver interesse na exploração da estrutura de custos e da precificação, verificando se estas são condizentes, neste trabalho optou-se por não abordar esta temática, focando nas formas de receitas, cujas informações estão disponíveis.

Existem diversas opções de geração de receita como a venda de produtos, o aluguel, licenciamento ou pagamento de royalties, prestação de serviços de pós-venda (CHESBROUGH, 2003).

A venda de produtos pode ser feita *online* ou fisicamente, sendo feita entre empresas; entre consumidor final e empresa; ou entre um varejista e o consumidor final. Osterwalder (2004) define venda como a atividade de trocar a propriedade de um bem ou serviço por dinheiro.

O aluguel, não tão comum, tratando-se de empresas na bioeconomia, é o pagamento para se utilizar um produto ou serviço por tempo limitado, como a locação de um carro, de um apartamento, de um terreno, de maquinário para indústria, etc. Em geral, o aluguel possui preços definidos.

O licenciamento, comum em indústrias de base tecnológica, é a permissão dada para que outra empresa utilize determinada tecnologia, alguma rota, ou venda algum produto que esteja sob proteção patentária. Em troca desta permissão, a empresa licenciadora, que detém os direitos intelectuais, recebe um pagamento mensal ou um valor pré-determinado por ceder a licença por determinado período ou ainda *royalties* proporcionais aos lucros obtidos por quem está licenciando a tecnologia ou produto.

A empresa também pode também cobrar por serviços prestados, muitas vezes associados à venda de algum produto. Por exemplo, a empresa vende determinado equipamento para uma indústria e realiza, periodicamente, a manutenção deste equipamento, cobrando pela visita, peças de reposição, etc.

Osterwalder (2004) ainda traz, como formas de geração de receita, o empréstimo, no qual a propriedade de um montante financeiro é transferida por determinado período de tempo e,

quando é devolvido, paga-se mais do que foi emprestado; as comissões ou honorários, que são taxas pagas a uma entidade que organizou, facilitou ou performou determinada atividade, por exemplo, a comissão paga a um corretor de imóveis, as taxas extras pagas para comprar ingressos de shows *online*, ao invés de adquiri-los nos pontos de venda fixos, etc.; e a publicidade, que é a atividade de expor, publicamente, por algum veículo midiático (TV, internet, jornais, *outdoors*), algum produto ou serviço, enaltecendo seus benefícios. Estas formas de captura, apesar de muito importantes, são mais comuns considerando outras indústrias, como o mercado financeiro, o mercado de plataformas de e-commerce e o mercado de publicidade e propaganda, logo não serão exploradas na análise realizada neste trabalho.

Por meio desta revisão bibliográfica, foi possível ter uma visão geral da bioeconomia, compreendendo seu caráter emergente e inovador, e sua importância no caminho do desenvolvimento sustentável. Os bioprodutos foram apresentados e suas classificações exploradas, assim como o conceito de modelo de negócio e suas dimensões. O desenvolvimento dos bioprodutos, sejam eles commodities ou especialidades, *drop-in* ou não *drop-in*, intermediários ou finais (formulação ou bem de consumo), e a inserção destes no mercado por meio de diferentes modelos de negócio, formados pela proposição de valor, estruturação e captura de valor, se mostram fundamentais na construção da bioeconomia.

CAPÍTULO 3. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste estudo, foi realizada uma pesquisa exploratória utilizando a metodologia do tipo estudo de caso, a qual é descrita por Yin (2001) como uma investigação empírica de um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real. Em geral, os estudos de caso são uma estratégia de pesquisa muito utilizada quando se colocam questões do tipo "como" e "por que", quando o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos (YIN, 2001).

O estudo de caso é baseado em uma abordagem qualitativa empírica, a qual busca transformar informações em dados que possam criar mecanismos que facilitem o entendimento, mensuração e comparação entre as variáveis analisadas (YIN, 2001). São observados fatos, aos quais são atribuídas causas. Posteriormente, estes são comparados, visando a descobrir a relação de causalidade entre eles e, por fim, trabalha-se a generalização, com base nas relações verificadas (GIL, 1989).

Dentre as vantagens do estudo de caso está a possibilidade de investigação de um fenômeno contemporâneo utilizando diversas fontes de informação. No entanto, é um trabalho qualitativo, o qual está sujeito à interpretação do pesquisador e, conseqüentemente à subjetividade. Sendo assim, principalmente em estudos que utilizam somente um caso como base, a generalização e extrapolação podem muitas vezes não ser adequadas. Apesar das limitações, o estudo de caso mostra-se um método adequado para explorar com profundidade as nuances de fenômenos organizacionais (FREITAS; JABBOUR, 2011).

Para este trabalho, foi realizado um estudo de caso único, visando explorar os modelos de negócio utilizados pela mesma firma para comercializar produtos de naturezas distintas. Nota-se, no entanto que a análise de mais casos poderia permitir uma maior robustez na generalização, formulação ou contestação de teorias (YIN, 2001).

A elaboração desta metodologia se deu nas etapas, apresentadas na Figura 8.

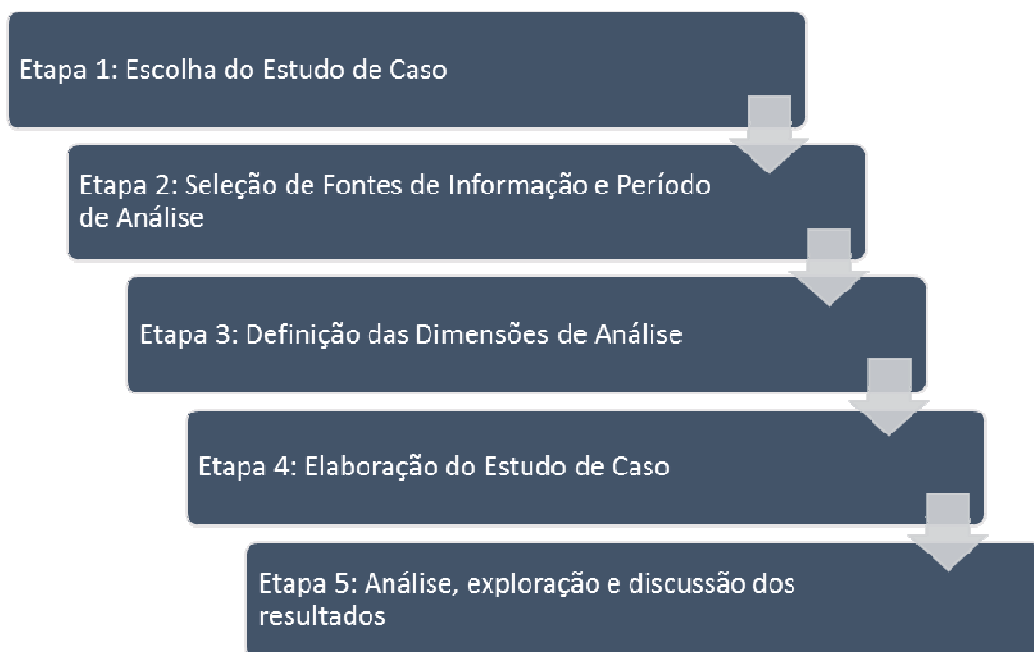


Figura 8 Etapas da metodologia.

Fonte: Elaboração própria.

3.1. Etapa 1: Escolha do estudo de caso

Para selecionar a empresa a ser estudada, foram utilizados os seguintes critérios:

- Empresa inserida na Bioeconomia;
- Empresa com notória trajetória de inovação;
- Empresa em estágio de desenvolvimento mais avançado com produtos já inseridos no mercado, pois não seria possível avaliar os modelos de negócio em uma firma que ainda estivesse em etapas preliminares do desenvolvimento tecnológico.
- Empresa que produzisse uma extensa gama de bioprodutos com diferentes aplicações e mercados de atuação, para que fosse possível a avaliação proposta por este trabalho, ou seja, perceber se pelo fato de ter diferentes produtos a empresa precisa ou pode trabalhar com diferentes modelos de negócio;
- Empresa de capital aberto, para que houvesse maior disponibilidade de informações suficientes para a elaboração de um estudo de caso;

Nesse contexto, a firma escolhida para este estudo foi a Amyris, que atende a todos os critérios acima listados. É uma empresa importante na Bioeconomia, fundada em 2003, de origem americana, porém com instalações no Brasil. Tal importância e sua notória trajetória

de inovação podem ser percebidas pela presença constante, desde 2008, da empresa no ranking das principais empresas da bioeconomia do Biofuels Digest, de um dos principais *websites* especializados em Bioeconomia, figurando no TOP 5 desde 2016⁹. É uma empresa ao longo de sua trajetória atuou em diversos mercados, como o de biocombustíveis, cosméticos, aromas e fragrâncias, nutracêuticos, etc., com produtos distintos, que já estão no mercado. Atendendo ao último requisito, a Amyris é listada desde 2010 na NASDAQ (AMYRIS, 2012), uma das bolsas mais importantes do mundo, especializada em empresas de tecnologia, que também negocia ações da Google e Apple, por exemplo (REIS, 2018).

3.2. Etapa 2: Seleção de fontes de informação e período de análise

Para a coleta de informações sobre a empresa escolhida foram utilizados seus relatórios anuais 10k como principal fonte de dados da empresa. O Form 10-K é um relatório anual requerido pelo U.S. Securities and Exchange Commission (SEC), obrigatório apenas para empresas americanas de capital aberto (SEC, 2011), logo, estão disponíveis apenas os relatórios a partir de 2010, quando a Amyris realizou seu IPO (*Initial Public Offering*). Esse tipo de relatório possui as mais variadas informações sobre a empresa, como histórico, estrutura organizacional, riscos para os investidores, ativos, produtos, informações sobre suas subsidiárias, *joint ventures*, relatórios financeiros auditados, etc. (OROSKI, 2013).

Foram analisados os dados desde a fundação da empresa até o final de 2018, sendo que para o último ano, não foi possível a avaliação do formulário 10-k, pois a empresa não havia entregado o documento a SEC até o final de junho de 2019.

Para obter informações complementares, utilizaram-se, principalmente os *press releases*, que são informativos públicos oficiais divulgados pela própria empresa, e apresentações corporativas, todos disponibilizados no *website* da Amyris. Também se buscou dados em trabalhos e artigos escritos sobre a empresa, como o artigo de Pisano e Wagonfeld (2010) entre outras fontes, como notícias em *websites* especializados em Bioeconomia como o Biofuels Digest, visando, principalmente, a obtenção de informações de anos anteriores a 2010 (antes da abertura do capital da empresa na bolsa de valores), para entender sua origem, como foi o início do desenvolvimento de seus produtos, como era o portfólio, e para

⁹ Originalmente, o ranking do Biofuels Digest era composto pelas 50 empresas mais “quentes” de bioenergia e as 30 mais “quentes” em produtos químicos e matérias renováveis (respectivamente “The Hottest 50 Companies in Bioenergy” e “The Hottest 30 in Renewable Chemicals and Materials”). Em 2016, o Biofuels Digest passou a publicar um único ranking, relativo às 50 empresas mais quentes da bioeconomia avançada (“The Hottest 50 in the Advanced Bioeconomy”) (LANZATECH, 2016).

complementar a pesquisa, em geral. Para estudar as parcerias realizadas e os produtos comercializados, foram exploradas também as informações (formulários 10K, quando disponíveis, apresentações corporativas, fichas técnicas de produtos e *press releases*) disponíveis nos *websites* dos principais parceiros da Amyris (parceiros com os quais desenvolve produtos ou que tenham alguma participação destacada na cadeia de valor, sendo referenciados pela Amyris em seus relatórios).

3.3. Etapa 3: Definição das dimensões de análise

Foi realizada uma revisão bibliográfica contextualizando a bioeconomia, elucidando o conceito de bioprodutos e suas classificações, para assim, definir como classificá-los neste estudo e identificar a diversidade destes, e explorando o conceito de modelos de negócio e suas dimensões, para determinar como estas seriam abordadas neste trabalho.

3.3.1. Classificação dos produtos

Foram definidas três categorias de classificação de produtos, cujos conceitos foram explorados na revisão bibliográfica. Sendo assim, os bioprodutos foram classificados pela:

- 1) Natureza dos produtos: Commodity ou especialidade química;
- 2) Posição na cadeia de valor: Produto intermediário, final (formulação) ou final (bem de consumo);
- 3) Natureza de substituição: *Drop-in* ou não *drop-in*.

No processo de classificação, percebeu-se, para alguns produtos, a dificuldade de encaixá-los como especialidade ou commodity e também como *drop-in* ou não *drop-in*, observando a questão descrita na seção 2.2.1, de que muitas vezes o produto não se encaixa perfeitamente em nenhuma das categorias propostas, visto que há um espectro entre os dois extremos. Essa discussão não será tratada nesta dissertação, no entanto, nota-se um possível tema para trabalhos futuros, pautado na discussão das classificações dos bioprodutos.

3.3.2. Definição de Dimensões do Modelo de Negócio

De acordo com a revisão bibliográfica foram levantadas três dimensões-chave do modelo de negócio para serem estudadas:

- 1) Proposição de Valor;
- 2) Estruturação;
- 3) Captura de Valor.

Segundo Jaworski (2005), o valor é criado em termos de performance ou benefícios. Esta dimensão será explorada utilizando os principais elementos das performances técnica, emocional e estratégica. Com base no exposto por Carus, Eder e Beckmann(2014), foi elaborado o Quadro 2 na qual estão listados os elementos a serem considerados. Ressalta-se que alguns elementos não citados pelos autores, porém também discutidos na revisão bibliográfica, foram incluídos no quadro, sendo assinalados com um asterisco (*).

Quadro 2 Elementos da Proposição de Valor.

Performance Técnica	Performance Emocional	Performance Estratégica
= produto convencional (Igual ao convencional, em termos de desempenho técnico)	Matéria-Prima (MP) renovável	Cliente "inovador"/"pioneiro" (a utilização do bioproduto pode posicionar o cliente como inovador ou pioneiro em sua indústria)
> produto convencional (Melhor que o convencional, em termos de desempenho técnico)	Sustentável	Solução para cadeia de suprimentos
Confere novas propriedades	Redução do uso de recursos fósseis	Cumprimento de Legislação ambiental
Menor toxicidade *	Menos poluente	Redução de Custos
Maior segurança * (produto com menor risco de explosões, menos corrosivo, menos irritante à pelo/olhos, etc.)		
Biodegradável		

Fonte: Elaboração Própria, com base em Carus, Eder e Beckmann (2014).

Na estruturação, foram identificados, como principais componentes as atividades da cadeia de valor, os recursos e competências necessários e os principais parceiros envolvidos. Estes elementos serão explorados de forma a permitir a identificação da posição da empresa na cadeia de valor, de acordo com o produto/aplicação, quais recursos e competências são acessados de forma externa à firma, quais as características do parceiro (setor de atuação e representatividade na indústria), o tipo e o objetivo da parceria.

Através da revisão bibliográfica foi possível elaborar uma cadeia de valor genérica, a qual continha as principais atividades relacionadas à produção e comercialização de um bioproduto. Baseados nestas atividades, foram levantados e listados os recursos e competências necessários para que fossem desempenhadas, conforme exposto no Quadro 3. Observa-se que para a realização de quaisquer atividades listadas no Quadro 3 será necessário o emprego de capital, seja em investimentos, por exemplo em ativos físicos, ou para a manutenção das operações. Logo, visando evitar a repetitividade do termo, este recurso não foi colocado na segunda coluna do quadro, apesar de fundamental para todas as atividades.

Quadro 3 Atividades, Recursos e Competências – Cadeia de valor genérica da bioeconomia.

Atividades	Recursos e Competências
Acesso e tratamento da matéria-prima (MP)	Cultivo Transporte Ativos físicos Tecnologia (para cultivo e tratamento da MP)
Conversão da Biomassa	Ativos Físicos (para processos de <i>upstream</i> e/ou <i>downstream</i>) Mão de obra especializada Tecnologia (micro-organismos geneticamente modificados, tecnologias de fermentação (<i>upstream</i>), conversão (<i>upstream</i> e <i>downstream</i>), processos de separação e purificação (<i>upstream</i> e <i>downstream</i>), formulação de produtos (<i>downstream</i>), etc.).
Processo de Separação/Purificação	
Transformação/ Finalização Química	
Processo de Separação/Purificação (2) (Processo de separação/purificação após a transformação/finalização química)	
Formulação	
Comercialização	Acesso a canais de distribuição Acesso ao mercado final Experiência no segmento Marketing (Competências relacionadas ao marketing)
Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)	Ativos Físicos Mão de obra especializada Tecnologia (a nível laboratorial e escala piloto, para desenvolvimento de processos, produtos, aplicações, estudos de rotas de produção, modificação genética de micro-organismos, etc.) Experiência no Segmento (para desenvolvimento de aplicações e produtos)

Fonte: Elaboração própria.

Para avaliação das formas de captura de valor e da influência da natureza do produto, foram considerados dois tipos de transações *business-to-business* (B2B) ou *business-to-consumer* (B2C) e as seguintes formas de captura de valor, destacando os fluxos de receita mais comuns no tipo de negócio que será analisado:

- Venda de produtos (física ou *online*);
- Prestação de serviços;
- Licenciamento/ Pagamento de Royalties;
- Compartilhamento de valor (participação nos lucros);

3.4. Etapa 4: Elaboração do estudo de caso

As informações levantadas nas fontes identificadas na seção 3.2 foram organizadas em três grandes blocos: Fundação e Investimentos; Infraestrutura e Produtos.

Para apresentação do estudo de caso, o primeiro bloco apresenta a empresa e traça um panorama geral, dissertando sobre sua fundação e como atraiu capital para seus investimentos.

O segundo bloco reúne informações sobre suas instalações, infraestrutura de produção e tecnologia utilizada pela Amyris.

Como o intuito do trabalho é avaliar a relação entre natureza do produto e o modelo de negócio para sua comercialização, o terceiro bloco apresenta, separadamente, os principais produtos do portfólio da empresa no período analisado, expondo os produtos, sua trajetória de desenvolvimento na empresa, ou seja, quando entrou no portfólio, seu desenvolvimento, aplicações, etapas de produção (principais atividade), quais as parcerias realizadas para viabilizar a comercialização do produto, quais as formas de comercialização, etc.

Neste capítulo também foram expostas informações sobre os parceiros com quem a Amyris trabalha, especialmente sobre seu setor de origem e sua representatividade na indústria (por exemplo, se está presente nos rankings de maiores empresas no setor ou se é noticiado como líder em determinado segmento, etc.), e, além disso, também foram expostas informações sobre os produtos de origem fóssil os quais os bioprodutos da Amyris se propõem a substituir.

3.5. Etapa 5: Análise, exploração e discussão dos resultados

Inicialmente, os produtos principais produtos da Amyris foram classificados segundo sua natureza, conforme descrito no item 2.2.1. Essa classificação foi inserida ao longo do capítulo 4, junto à apresentação dos produtos. Em seguida, foram selecionados 5 produtos, de forma que se abrangesse todas as classificações apresentadas (commodity, especialidade, produto intermediário, final (formulação), final (bem de consumo), *drop-in* e não *drop-in*).

Para esta seleção também foi levado em consideração o estágio de avanço na comercialização dos produtos: foram escolhidos os produtos que já estão no mercado, para que houvesse informações suficientes para a análise de todas as dimensões do modelo de negócio.

A seleção deste conjunto de produtos também levou em consideração que algumas classificações fossem comuns entre eles, por exemplo, uma “especialidade final” e uma “especialidade intermediária”, de modo a observar se existem semelhanças nos modelos de negócio dos dois tipos de produtos que são devidas à sua característica de especialidade, e quais as diferenças que são resultado das posições distintas na cadeia de valor.

Procedeu-se a identificação e análise dos elementos que compõem a proposição de valor de cada produto, sendo válido notar que a empresa não explicita esses elementos, logo trata-se de uma interpretação de como a empresa expõe quais os benefícios promovidos pelos seus produtos, ou seja, quais necessidades do cliente o produto satisfaz. Para isso, foi utilizado um

formulário como o da Figura 9. Para fins de exemplo, o formulário e as outras tabelas referidas nesta seção foram expostos já preenchidos.

Para análise da estruturação, foi estudada a cadeia de valor de cada produto, conforme as atividades listadas no Quadro 3. Observou-se quais as principais atividades, qual era a posição da Amyris nas cadeias de valor, buscando entender quais ativos complementares eram desenvolvidos internamente e quais eram acessados por meio de parcerias. Assim, foram separadas as atividades que a Amyris realiza; as que participa, de alguma forma, como por meio de *joint ventures*, acessando alguns recursos e competências e contribuindo com outros; e as atividades cujos ativos complementares são todos acessados via parcerias. Estas últimas também foram analisadas: tipo de parceria, setor de origem do parceiro, histórico de relação das empresas (Como essa relação se desenvolveu? Foi feito um acordo inicial que se expandiu? Inicialmente era uma parceria sem participação acionária e posteriormente o parceiro comprou ações da Amyris, ou mesmo as empresas criaram uma *joint venture*? Ou o acordo era mais amplo e ambicioso, porém devido aos resultados o escopo foi reduzido?), como se estrutura a aliança, o que as empresas buscam uma na outra, etc. No formulário aparece apenas o tipo de parceria, o setor do parceiro e os recursos e competências acessados. A relação entre as empresas é exposta no capítulo 4, e utilizada para embasar a análise, no entanto, tais informações não foram tabeladas ou expostas no formulário.

Por fim, a captura de valor também foi avaliada, focando no modelo de receita, definindo qual o tipo de transação é realizado para capturar valor. Como a estrutura de custos e a precificação não são analisadas, há uma limitação do trabalho em não avaliar se a precificação é condizente com os custos.

De posse dos resultados das análises individuais de cada produto, foi elaborado um quadro com a estrutura do Quadro 4, permitindo a comparação entre os bioprodutos do portfólio da Amyris e a discussão sobre a influência da natureza destes sobre o desenvolvimento de modelos de negócio no contexto da bioeconomia.

Nota-se, conforme levantado no capítulo 2, que não há um consenso sobre o que faz dois modelos de negócio diferentes um do outro. Neste trabalho, estes são considerados modelos cujos esforços de estruturação sejam distintos, com diferentes atividades e/ou recursos e competências necessários, que sejam acessados e gerenciados de formas distintas. No entanto, também serão comparadas a proposição de valor e a captura de valor (modelo de receita), visando identificar os diferentes componentes e suas relações com a natureza do produto.

FORMULÁRIO - CLASSIFICAÇÃO DE PRODUTOS E DEFINIÇÃO DE PROPOSIÇÃO DE VALOR

PRODUTO: X

Classificação - Assinalar uma opção/categoria

Natureza da comercialização	Commodity <input type="checkbox"/>	Especialidade <input type="checkbox"/>
Posição na Cadeia de Valor	Intermediário <input checked="" type="checkbox"/>	Final (Formulação) <input type="checkbox"/> Final (Bem de Consumo) <input checked="" type="checkbox"/>
Natureza da substituição	Drop-in <input type="checkbox"/>	Não Drop-in <input checked="" type="checkbox"/>

Proposição de Valor - Assinalar todos os itens que fizerem parte da proposta de valor

Performance Técnica	Performance Emocional	Performance Estratégica
= produto convencional <input type="checkbox"/>	Matéria-prima renovável <input checked="" type="checkbox"/>	Cliente "inovador"/"pioneiro" <input checked="" type="checkbox"/>
> produto convencional <input type="checkbox"/>	Sustentável <input checked="" type="checkbox"/>	Solução para cadeia de suprimentos <input type="checkbox"/>
Confere novas propriedades <input checked="" type="checkbox"/>	Redução do uso de recursos fósseis <input checked="" type="checkbox"/>	Cumprimento de Legislação ambiental <input type="checkbox"/>
Menor toxicidade <input checked="" type="checkbox"/>	Menos poluente <input checked="" type="checkbox"/>	Redução de Custos <input type="checkbox"/>
Maior segurança <input checked="" type="checkbox"/>		
Biodegradável <input checked="" type="checkbox"/>		

Figura 9 Formulário para Classificação de Produtos e Definição de Proposição de Valor.

Fonte: Elaboração própria.

Quadro 4 Modelo de Negócio.

		Produto X	Produto Y
Classificação do Produto	Natureza da comercialização	Especialidade	Especialidade
	Posição na Cadeia de Valor	Final (formulação)	Intermediário
	Natureza da substituição	<i>Drop-in</i>	<i>Drop-in</i>
Proposição de Valor	Performance Técnica	> produto convencional	= produto convencional
	Performance Emocional	MP renovável	MP Renovável Biodegradável
	Performance Estratégica	Solução para cadeia de suprimentos	Cliente “Inovador”/”Pioneiro”
Estruturação	Atividades-chave (Além de P&D)	1) Acesso e tratamento da matéria-prima 2) Conversão da Biomassa 3) Processo de Separação/purificação 4) Formulação 5) Comercialização	1) Acesso e tratamento da matéria-prima 2) Conversão da Biomassa 3) Processo de Separação/purificação 4) Comercialização
	Posição da Amyris na cadeia de valor	Realiza: Atividades 2 e 3 Participa: - Acessa: Atividades 1, 4, e 5	Realiza: Atividades 2, 3 e 4 Participa: - Acessa: Atividade 1
	Principal(is) setor(es) dos Parceiros	Setor X	Setor Y
	Principal(is) tipo(s) de parceria	Aliança estratégica genérica	Aliança estratégica Genérica Desenvolvimento Conjunto
	Principais recursos/competências acessados por parcerias	Acesso ao mercado final Marketing	Expertise no Mercado
Captura de Valor	Modos	Venda de produtos	Venda de produtos Royalties
	Tipo de Transação	B2B	B2B
	Observação	-	-

Fonte: Elaboração Própria.

CAPÍTULO 4. APRESENTAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

A Amyris é uma empresa de base biotecnológica fundada em 2003, nos Estados Unidos, a qual utiliza sua plataforma tecnológica para criar micro-organismos geneticamente modificados e, assim, produzir moléculas para diversos mercados, através do processo de fermentação de açúcares, em escala comercial.

Seu portfólio inclui diversos produtos, como o farneseno renovável, cujo nome comercial é Biofene, biocombustíveis e ativos cosméticos derivados do farneseno, vitaminas, polímeros, fragrâncias, entre outros produtos que serão explorados mais à frente.

4.1. Fundação e investimentos

Em 2002, um grupo de pesquisadores da Universidade de Berkeley, localizada na Califórnia, desenvolveu uma rota biotecnológica para a produção de artemisinina, princípio ativo para o tratamento da malária (PISANO; WAGONFELD, 2010). Tradicionalmente, esta substância era extraída da planta *Artemisia annua L.*, de origem chinesa, por meio de um processo que pode durar 18 meses (SIMÕES et al., 2017) e exige grandes quantidades do vegetal e processos de *downstream* com custos elevados (GRANDO, 2013).

Devido ao sucesso dos primeiros testes da produção por via biotecnológica da artemisinina, em 2003 os pesquisadores fundaram a Amyris Biotechnologies Inc, buscando desenvolver sua tecnologia.

Já em 2004, firmaram uma parceria com a *Bill and Melinda Gates Foundation*, uma organização americana sem fins lucrativos, recebendo uma doação de 15 milhões de dólares para o desenvolvimento do fármaco para o tratamento da malária (PISANO; WAGONFELD, 2010), cujas licenças foram fornecidas gratuitamente para que a farmacêutica Sanofi-Aventis produzisse artemisinina utilizando a tecnologia da Amyris (AMYRIS, 2016a).

Até o seu IPO, ocorrido em setembro de 2010, a empresa passou a atrair capital de investidores de risco, os quais participaram de séries de investimento, listadas na Tabela 1. Após seu IPO, levantando 79 milhões de dólares (AMYRIS, 2012), a empresa arrecadou grandes quantias com a venda de lotes de ações para fundos de investimento e grandes empresas, como a Total (AMYRIS, 2012), Kuraray (AMYRIS, 2013) e Royal DSM (AMYRIS, 2018a), com as quais estabeleceu parcerias para o desenvolvimento de seus negócios.

Tabela 1 Rodadas de Investimento Pré IPO

Série	Ano	Principais Investidores	Valor (USD)
A	2006	Khosla Ventures e Kleiner Perkins Caufield (Kleiner Perkins)	20.000.000
B	2007	Khosla Ventures, Kleiner Perkins e DAG Ventures	70.000.000
C	2009	Khosla Ventures, Kleiner Perkins e TPG Growth e Votorantim Novos Negócios	41.750.000
D	2010	Tamasek Holdings, P&G, Total, Cosan S.A. e Solliance	133.000.000
TOTAL			264.750.000

Fonte: Elaboração própria com a base em Crunch Base (2018) e Angel.co (2018)

Além da venda de ações, a Amyris também contou com empréstimos e subvenções de órgãos governamentais e privados, tanto americanos quanto brasileiros. Recebeu subsídios do DOE (United States Department of Energy) para pesquisa (AMYRIS, 2013; AMYRIS, 2016a), financiamento e subsídios da DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency), uma agência do Departamento de Defesa americano, responsável pelo desenvolvimento de tecnologias emergentes para uso militar (AMYRIS, 2016a; AMYRIS, 2017a).

A empresa fez empréstimos com a FINEP (AMYRIS, 2013), banco Pine SA/BNDES, tendo participado de duas iniciativas conjuntas da FINEP e do BNDES: o programa PAISS (Plano de Apoio à Inovação dos Setores Sucroenergético e Sucroquímico), que visava o apoio financeiro e fomento a projetos de desenvolvimento, produção e comercialização de novas tecnologias industriais relativas ao processamento da biomassa oriunda da cana-de-açúcar (FINEP, 2014); e o programa PADIQ (Plano de Desenvolvimento e Inovação da Indústria Química), com o objetivo de apoiar projetos que contemplassem o desenvolvimento tecnológico e o investimento na fabricação de produtos químicos (BNDES, 2016). Também foram feitos empréstimos com o Banco Nossa Caixa (Amyris, 2012), Banco ABC Brasil (AMYRIS, 2016a) e Hercules Technology Growth Capital, Inc (AMYRIS, 2015a). Mais recentemente, em 2017, a Amyris fez um novo empréstimo com a parceira Royal DSM (AMYRIS, 2018a), sendo este parte de um acordo maior, que será posteriormente explorado.

Como parte de seus acordos de desenvolvimento, a Amyris também recebe investimentos de seus parceiros para o desenvolvimento de moléculas desde a escala laboratorial até a comercial. Além disso, seu negócio também conta com *joint ventures*, as quais recebem expressivos investimentos dos parceiros.

4.2. Infraestrutura

Parte do capital recebido pela Amyris foi empregada em infraestrutura e tecnologia para o desenvolvimento de micro-organismos para produção de moléculas por meio da fermentação do caldo de cana-de-açúcar ou outras matérias-primas em escala comercial.

A molécula que se deseja produzir é estudada, depois são identificadas as rotas biossintéticas para a sua produção e as modificações genéticas em micro-organismos, de forma que a rota se mostre ativa e a produção da molécula seja detectada (AMYRIS, 2019a).

A plataforma tecnológica da Amyris é utilizada para criação, construção, otimização e *scale up* de processos para a produção de moléculas. O *scale up* que inicialmente demorava em torno de sete anos, atualmente, devido aos investimentos e aprendizado, é realizado em menos de um ano (AMYRIS, 2018a).

O processo de desenvolvimento de micro-organismos e a produção são automatizados, utilizando sistemas inteligentes que atuam com captura de informações e aprendizagem, conforme Figura 10.

De acordo com a empresa, a partir do banco de dados desenvolvido, composto por mais de 120.000 metabólitos e 140.000 reações, é possível realizar 1.000 designs de DNAs em 10 minutos. A empresa nota que este resultado deriva do processo de aprendizado, lembrando que em 2008 conseguia fazer o design de apenas 20 DNAs em cerca de três semanas (AMYRIS, 2019a).

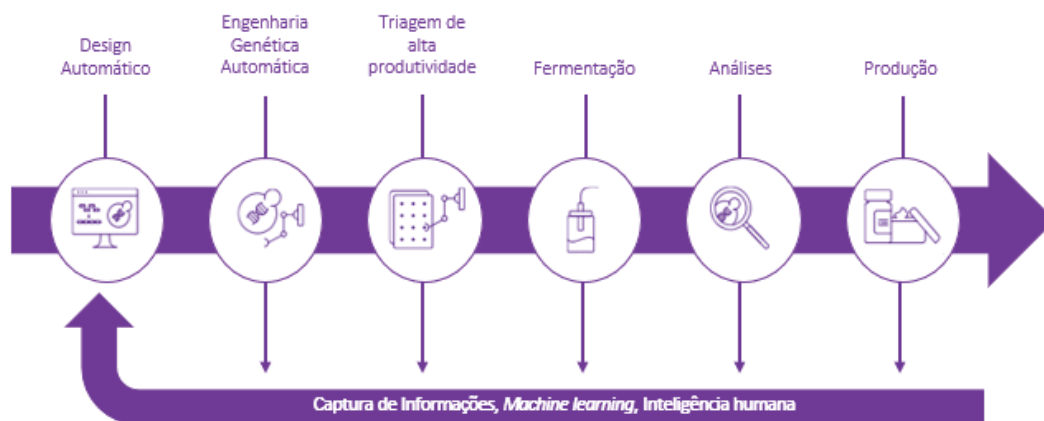


Figura 10 Construção e Testes de Cepas e Processos.

Fonte: Adaptado de Amyris (2018b).

Os designs são, posteriormente, utilizados no processo de modificação genética de micro-organismos. Por mês, aproximadamente, 100.000 micro-organismos são testados quanto ao seu desempenho, pelo processo de triagem automatizada de alta produtividade. A partir destes resultados, os 100 melhores são direcionados à fermentação em escala laboratorial, visando, futuramente, a produção das moléculas em quantidades suficientes para testes, desenvolvimento de aplicações e *scale up* do processo produtivo, a custos que façam sua comercialização economicamente viável (AMYRIS, 2019a). Atualmente, a Amyris possui as instalações apresentadas no Quadro 5 para as atividades de pesquisas, *scale up* e produção.

Quadro 5 Instalações Amyris

Instalação	Local	Capacidade dos Fermentadores	Número de Fermentadores	Capacidade Total
Laboratório	Emeryville, Califórnia – EUA	0,5 - 2 L	Não informado	Não informado
Planta Piloto	Emeryville, Califórnia – EUA	300 L	1	300 L
Planta Piloto	Campinas, São Paulo – Brasil	300 L	1	300 L
Planta de Demonstração	Campinas, São Paulo – Brasil	5.000 L	2	10.000 L
Instalações para <i>Downstream</i>	Leland, Carolina do Norte – EUA	Não informado	Não informado	Não informado

Fonte: Elaboração própria com base em Amyris, 2018a.

Com relação à matéria-prima, escolha importante quando se tratando de produtos na bioeconomia, a Amyris focou na utilização da cana-de-açúcar brasileira, mais especificamente, o caldo de cana-de-açúcar evaporado (estágio antes da cristalização) (FAIRBANKS, 2017), devido a sua característica renovável, baixo custo e relativa estabilidade no preço (AMYRIS, 2018a). É válido notar que a produção da Amyris não depende exclusivamente da disponibilidade desta matéria prima, visto que já foram utilizados outros açúcares em seu processo produtivo, em escala comercial, como beterraba sacarina, melão, açúcar de alta polarização, dextrose de milho, sorgo doce e açúcares celulósicos (AMYRIS, 2018a). Na entressafra da cana, o processo é alimentado com uma mistura de melão com açúcar de alta polarização (VHP), adicionando alguns metais para compor um meio adequado às leveduras. Já o uso dos açúcares obtidos a partir de materiais celulósicos é visto como uma alternativa distante para a redução de custos, mas dentro dos planos no longo prazo da empresa (FAIRBANKS, 2017).

Nota-se que, biocombustíveis produzidos a partir de cana-de-açúcar possuem ciclos de vida maiores que os produzidos a partir da beterraba sacarina e da dextrose de milho, sendo que o produto oriundo da cana-de-açúcar também se destaca quanto à redução das emissões de gases de efeito estufa, à produtividade e ao custo de produção mais barato (MANOCHIO, 2014).

Sendo assim, apesar de ter origem americana, a escolha pela cana-de-açúcar brasileira levou a Amyris para o Brasil, especificamente para o interior do estado de São Paulo. A partir de uma parceria em 2007 com a Crystalsev, segunda maior usina sucroalcooleira do Brasil, surgiu mais adiante uma *joint venture* entre as empresas. A Crystalsev forneceria o caldo de cana-de-açúcar e produziria farneseno em suas instalações, no entanto, em 2009 a JV foi desfeita (AMYRIS, 2011).

A esta altura, a Amyris já havia começado a construção de sua planta de escala comercial em Brotas – SP. Esta planta, chamada Brotas 1, foi construída ao lado da Paraíso Bioenergia (GRANDO, 2013), atual Raízen¹⁰, a qual é uma *joint venture* entre Cosan e Shell empresa sucroalcooleira, que produz também energia renovável, utilizando o bagaço da cana como matéria-prima, e também atua como distribuidora de combustíveis (RAÍZEN, 2019). A parceria com a Paraíso foi iniciada em 2008, com um acordo para obtenção de matéria-prima e utilidades para Brotas 1, o qual continua vigente.

Essa planta foi originalmente construída para produzir em batelada, um produto por vez, em grandes volumes (inicialmente farneseno para produção de biocombustíveis, logo, commodities). Possui seis fermentadores de 200.000L cada, totalizando uma capacidade instalada de 1.200.000L. No entanto, com o tempo, a Amyris focou na produção de especialidades químicas, produzindo diferentes moléculas em menores volumes e, assim, Brotas 1 não atendia mais às necessidades de produção da empresa. Assim, ao final de 2017, a Amyris decidiu vender a planta para a DSM, uma empresa baseada em ciência, com atividades nas áreas de saúde, nutrição e materiais, que adquiriu a subsidiária Amyris Brasil e também obteve a licença para produzir um de seus principais produtos do portfólio da Amyris, o farneseno (AMYRIS, 2018a). A DSM possui experiência na operação de plantas de fermentação de grande escala, e trabalhará para otimizar a performance operacional da planta (DSM, 2017). Essa venda e o licenciamento da tecnologia fizeram parte do acordo que

¹⁰ Em 2013, a Tonon Bioenergia comprou a Paraíso, tornando-se sua única acionista (RESENDE, 2013). Em dezembro de 2015, a Tonon deu entrada em seu processo de recuperação judicial (NOVA CANA, 2017) e, em 2017, vendeu duas de suas unidades para a Raízen, incluindo a usina de Paraíso (RAMOS, 2017).

envolveu o empréstimo citado na seção anterior. Por este motivo, a planta de Brotas 1 não está listada no Quadro 5.

Previamente à venda de Brotas 1, a Amyris já havia iniciado a construção de Brotas 2, uma nova planta que terá a capacidade de produzir concomitantemente até cinco produtos diferentes (AMYRIS, 2018a).

A DSM e a Amyris também firmaram um acordo de prestação de serviços, em que a Amyris prestaria serviços durante seis meses à DSM, para o início da operação de Brotas 1 sob o novo comando, e a DSM, por sua vez, prestaria serviços à Amyris até dezembro de 2021, que é a data prevista para que Brotas 2 esteja totalmente operacional. Até esta data, a DSM irá fornecer alguns produtos que eram produzidos em Brotas 1 pela Amyris, como as moléculas de fragrância. Para o farneseno e seus derivados, o contrato de fornecimento da DSM para a Amyris não tem vigência definida (AMYRIS, 2018a).

Para atender à demanda prevista, além da construção de Brotas 2, a Amyris pretende retomar a construção de uma outra planta, anexa à Usina São Martinho em Pradópolis – SP (AMYRIS, 2018a). A construção desta planta foi iniciada em 2010, quando foi estabelecida uma *joint venture* 50/50 com a Usina São Martinho (AMYRIS, 2011). No entanto, em função do início das operações de Brotas 1, em 2012, e de pendências de conclusão, a construção nas adjacências da Usina São Martinho foi paralisada, e apenas 45% do projeto foi concluído em 2012 (AMYRIS, 2013). Devido à falta de cumprimento das metas contratuais, a JV foi desfeita em dezembro de 2015 (AMYRIS, 2016a), mas a Amyris permaneceu com o contrato de *leasing* do terreno, no qual está a planta inacabada (AMYRIS, 2018a).

Em seu histórico a Amyris também teve acordos para produção contratada. Em 2010, a empresa fez alianças nos Estados Unidos com a Tate & Lyle, que atua no ramo de ingredientes para indústrias alimentícias, de bebidas e outras (TATE&LYLE, 2018) e, no Brasil, com a Biomin Nutrição Animal, no interior do estado de São Paulo (AMYRIS, 2011). Na Europa, foi firmado, em 2011, um acordo com a Antibioticos S.A. (atual ADL Biopharma¹¹), uma empresa espanhola produtora de ativos farmacêuticos (AMYRIS, 2012).

¹¹ A Antibioticos S.A, que em 2014 passou a chamar-se Antibioticos de Leon S.L.U após aquisição pelo fundo de capital de risco Black Toro, em 2017 mudou de nome para ADL Biopharma, atuando em duas frentes: a fabricação de princípios ativos derivados de penicilina e a produção contratada de bioprodutos derivados de processos de fermentação (ILEON, 2017). Em 2018, a ADL Biopharma se tornou uma divisão da ADL Bionatur Solutions, que além da ADL Biopharma, conta com a Bionaturis, uma empresa de base biotecnológica que desenvolve produtos de uso veterinário (EDISON GROUP, 2018).

A produção nestas instalações era realizada com fermentadores que variavam de 100.000L a 240.000L e utilizavam diversos tipos de matéria-prima para produção, além da cana-de-açúcar, como dextrose de milho, beterraba sacarina, melação com açúcar de alta polarização entre outras fontes de açúcares, dependendo da localização da empresa contratada (AMYRIS, 2013). Com a construção de Brotas 1, a Amyris optou por restringir a produção de Biofene ao Brasil, encerrando, em 2013, os acordos com a Tate & Lyle e com a Antibioticos S.A (AMYRIS, 2014a).

Em 2018, a Amyris voltou a contratar a ADL Biopharma para produção de seus produtos. Não foram encontrados detalhes da negociação, apenas que a parceria foi retomada em janeiro de 2018, através de um contrato de dois anos visando à produção de um produto para o mercado de cosméticos, e que foi ampliada para outros produtos em junho do mesmo ano (EDISON GROUP, 2018).

Além do processo de fermentação, para alguns produtos do portfólio da empresa, são necessários mais processos de *downstream*, como destilações adicionais ou finalizações químicas, como no caso em que o Biofene é convertido à esqualano, um ativo cosmético. Para essa conversão, por exemplo, a Amyris tinha uma parceria com a Glycotech, nos Estados Unidos. A Glycotech é uma empresa americana cujo foco são as funções biológicas e aplicações médicas de glicoconjugados¹². O acordo assinado em 2011 vigorou até 2016, quando a Amyris comprou as instalações da Glycotech para realizar por si mesma a finalização do Biofene em produtos cosméticos. Pouco após a compra, as instalações foram transferidas para a JV entre a Amyris e o grupo Nikkol, Aprinnova (AMYRIS, 2018a).

4.3. Produtos

Nesta seção serão expostos os principais produtos da Amyris, tanto os que estão em fase de desenvolvimento, quanto os que já estão no mercado.

4.3.1. Biofene (farneseno de origem renovável)

O atual CEO da Amyris, John Melo, ex-presidente de uma unidade da British Petroleum, foi contratado em 2006 e, devido ao entusiasmo com relação aos biocombustíveis, na época¹³, sugeriu que a empresa focasse seus esforços na produção de diesel e combustíveis de aviação

¹² Glicoconjugados são carboidratos ligados a proteínas, peptídeos, lipídeos e outros sacarídeos por meio de ligações covalentes. Os principais glicoconjugados são as glicoproteínas, glicopeptídeos, peptídeoglicanos e glicolipídeos (US NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE, 2007).

¹³ Segundo Pisano e Wagonfeld (2010), os primeiros investimentos em biocombustíveis nos Estados Unidos ocorreram entre 2000 e 2005, focando, principalmente na produção de etanol.

a partir da tecnologia desenvolvida pela Amyris (PISANO; WAGONFELD, 2010). Assim, começaram os esforços em pesquisa e desenvolvimento do trans- β -farneseno (ou apenas farneseno) renovável, cuja estrutura molecular está apresentada na Figura 11.

Trata-se de um sesquiterpeno, um alceno com 15 átomos de carbono encontrado em pequenas quantidades em insetos, como feromônio; em cascas de maçã verde, sendo parcialmente responsável pelo odor característico; e como componente de óleos essenciais (LEAVELL; MCPHEE; PADDON, 2016). A cadeia possui um sistema de duplas ligações conjugadas, destacadas em laranja na Figura 11, que tornam a molécula passível de modificações químicas, assim como a longa cadeia ramificada.

O farneseno renovável é produzido através da fermentação de açúcares por cepas de leveduras geneticamente modificadas, sendo o caldo de cana-de-açúcar a matéria-prima escolhida pela Amyris (PISANO; WAGONFELD, 2010). O produto da fermentação é obtido como um isômero de alta pureza diretamente do processo de fermentação, e com uma destilação simples (flash) é atingida uma pureza de 98% (LEAVELL; MCPHEE; PADDON, 2016).

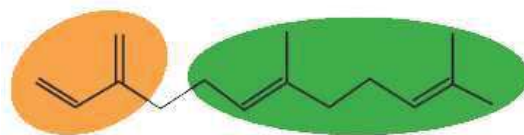


Figura 11 Estrutura Molecular do Farneseno.

Fonte: Hirata et al. (2017).

Não existe substituto fóssil idêntico ao Biofene, sendo, então, classificado como produto não *drop-in*. O produto purificado já possui aplicação comercial, como na indústria de cosméticos e fragrâncias, sendo utilizado como ingrediente de formulações (TULLO, 2011). No entanto, seu principal uso é como intermediário químico, pois quando submetido a processos de transformação química, como hidrogenação, polimerização, entre outros, amplia sua gama de aplicações, sendo assim utilizado, por exemplo, no mercado de combustíveis, polímeros, nutracêuticos, etc. É caracterizado, portanto, como um “bloco de construção”.

Como é vendido por sua especificação, com baixa margem, e para usos gerais, sendo utilizado tanto no mercado de commodities quanto no de especialidades químicas, o Biofene foi classificado neste trabalho como uma commodity.

Para a comercialização do Biofene, foi necessário não só desenvolver a rota biológica de produção, modificar geneticamente os micro-organismos e fazer o *scale up* do processo.

Como se trata de um produto intermediário não *drop-in*, era necessária a adoção do novo hidrocarboneto como um intermediário na indústria. Logo, foi necessário o desenvolvimento de uma árvore de aplicações, como exemplificado por parte dos produtos que serão apresentados nas próximas seções. Araújo (2015) define que o desenvolvimento desta árvore se dá pela criação de inovações à jusante da cadeia de valor: inovações em processos de transformação visando à finalização química do produto/molécula em questão para ser utilizado em diferentes processos/aplicações finais.

Para o desenvolvimento dessas aplicações, a Amyris fez parcerias com empresas de mercados distintos, além de disponibilizar amostras para pedidos *online* de farneseno visando encorajar a inovação e o desenvolvimento de produtos derivados (AMYRIS, 2014a).

Trata-se de um esforço contínuo da empresa em desenvolver, em conjunto com seus parceiros, aplicações para o Biofene. Assim, nota-se uma entrada progressiva do farneseno no mercado: vão crescendo as possibilidades de aplicações e, desta forma, o alcance do produto no mercado. As parcerias são de diversos tipos, desde aquelas que promovem maior envolvimento entre as partes, logo mais complexas, como as *joint ventures* formadas com a Total e com a Cosan, até as parcerias menos estruturadas, mais simples, como acordos de desenvolvimento conjunto, como com a Givaudan e Kuraray.

Conforme exposto na Figura 12, as colaborações permitiram o desenvolvimento de aplicações do Biofene para usos finais em mercados dos mais diversos tipos. Com a Total foram desenvolvidos o diesel de cana e o combustível de aviação; com a Cosan, óleos básicos e lubrificantes; com a P&G, Soliance, Nikkol e Givaudan, aplicações nos mercados de cosméticos; com a Kuraray, produtos para o mercado de polímeros e, mais recentemente, com a Nenter e com a DSM, o Biofene passou a ser utilizado também para a produção de vitaminas.



Figura 12 Produtos Derivados do Biofene e Parceiros.

Fonte: Elaboração própria.

Nas seções a seguir, serão detalhadas as principais aplicações/derivados do Biofene e também os outros produtos do portfólio da Amyris.

4.3.2. Combustíveis (*Diesel de Cana e combustível de aviação*)

Inicialmente, havia grande interesse da Amyris na produção de combustíveis renováveis, e para isso, em 2010 foi estabelecida uma parceria com a Total, uma das maiores empresas de óleo e gás do mundo, a segunda maior empresa de refino da Europa Ocidental, com atuação multinacional e sede na França, atuando nos setores petroquímico e de energia, incluindo atividades desde exploração e refino até vendas e marketing (O PETRÓLEO, 2018).

No ano seguinte, as partes entraram em uma série de acordos, estabelecendo uma colaboração exclusiva para pesquisa e desenvolvimento e formação de uma JV para produção e comercialização de diesel e combustível de aviação (AMYRIS, 2018a), produzidos a partir da hidrogenação total do farneseno. Como estes produtos são produzidos em grandes volumes, segundo especificações, e não exigem modificações ou adaptações dos motores nos meios de transporte nos quais serão utilizados, são classificados como commodities drop-in.

Em 2012 foi formada a Total Amyris BioSolutions (TAB) que detinha direitos exclusivos de desenvolvimento, produção e comercialização de combustíveis derivados de Biofene. A Total recebeu licenças sobre propriedades intelectuais da Amyris para produzir e vender produtos da JV. A Amyris iria realizar processos de fermentação, *downstream* e treinamento para o pessoal da Total, em troca de um pagamento fixo anual, renegociado em 2016 (AMYRIS, 2016a).

Em março de 2016, a Amyris vendeu uma parcela de sua participação na JV, e ficando apenas com 25% da Total Amyris BioSolutions B.V. Com esta venda, a Amyris cedeu para a Total o direito de produção e comercialização de combustíveis de aviação e diesel derivados do farneseno, mediante o pagamento de royalties (AMYRIS, 2016a).

A entrada no mercado de combustíveis envolveu acordos para o fornecimento de diesel com algumas distribuidoras que atuam no Brasil, como com a Shell e a Petrobras Distribuidora S.A. (AMYRIS, 2013)

A empresa também fez parcerias com a Azul e Gol, empresas aéreas brasileiras, realizando, em 2012 e 2013, voos de demonstração comercial do combustível de aviação renovável (AMYRIS, 2014a). Em 2016 foi formada a parceria com a Cathay Pacific, também para voos comerciais regulares entre Toulouse e Paris, com o combustível da JV Total Amyris (AMYRIS, 2016b).

Tanto o diesel quanto o querosene de aviação produzidos com a tecnologia da Amyris foram utilizados pelas empresas parceiras em misturas com os combustíveis fósseis, sem causar alteração em seu desempenho. A frota de ônibus que rodou sob a parceria com a Petrobras Distribuidora S.A. utilizou misturas de 10% de Diesel de Cana™ em ônibus em São Paulo (BIODIESELBR, 2012) e 30% no Rio de Janeiro (FETRANSPOR, 2013); e as companhias aéreas internacionais usam uma mistura de 10% do querosene renovável com o de origem fóssil, sendo este o limite autorizado pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) e aprovado pela ASTM International (ULBRABIO, 2014). O produto da Amyris poderia ser utilizado sozinho (FAIRBANKS, 2017), tendo sido testado pela Fetranspor, que utilizou 100% de Diesel de Cana na frota do BRT, com rendimento estatisticamente igual ao combustível convencional (OLIVEIRA et al, 2015), porém o produto ainda não é economicamente competitivo. Apesar da possibilidade de utilização direta, como os bioprodutos, segundo as legislações, devem ser misturado aos combustíveis convencionais, estes são classificados como produtos finais (formulação).

Atualmente, a Amyris atua no mercado de combustíveis renováveis apenas por meio da JV, assim como no mercado de óleos básicos e lubrificantes, descritos na seção a seguir. Apesar da manutenção das atividades das *joint ventures*, a empresa declara ter saído destes mercados, visando focar em aplicações de menor volume e maiores margens, como nos mercados de cosméticos, nutracêuticos e de fragrâncias (AMYRIS, 2018a). Esta mudança de foco foi tomada durante o ano de 2015, que segundo a empresa foi um período difícil para seus

produtos no mercado de combustíveis, ainda não competitivos (AMYRIS, 2016a). Já no relatório do ano seguinte, foi destacado que a empresa havia mudado, com sucesso, o foco de seus negócios (AMYRIS, 2017a). Em 2017, a empresa declarou ter tido o melhor resultado em receita desde que saiu do mercado de combustíveis (AMYRIS, 2018a).

4.3.3. Óleos básicos e lubrificantes

Os óleos básicos são o principal constituinte dos óleos lubrificantes, os quais são misturas de óleos básicos com aditivos, que, por sua vez, modificam suas propriedades (ação anti-espumante, anti-desgaste, agindo como agentes inibidores de corrosão, detergentes, dispersantes, depressores do ponto de fluidez, modificadores de atrito, etc.) de acordo com a aplicação do produto, incluindo óleos para motores, engrenagens, óleos hidráulicos e óleos para turbinas (AMYRIS, 2013).

O Biofene tem potencial para ser quimicamente modificado para servir como óleo básico, aditivo e/ou lubrificante. Para o desenvolvimento destes produtos, no final de 2010, a Amyris iniciou uma parceria com a Cosan, uma das maiores empresas do Brasil com investimentos em setores como agronegócio, distribuição de combustíveis e de gás natural, lubrificantes e logística (COSAN, 2018).

Em junho de 2011, foi estabelecida, com a Cosan, a *joint venture* Novvi S.A, posteriormente reestruturada Novvi LLC., dividida igualmente entre a Amyris e a Cosan e sendo operada unicamente pela estrutura da JV (AMYRIS, 2018a). A Novvi é uma companhia brasileira criada para o desenvolvimento, produção e comercialização mundial de óleos básicos renováveis feitos a partir do Biofene (NOVVI, 2018). Dentre os diversos acordos para a formação da JV, as partes assinaram um acordo de licenciamento de propriedade intelectual com duração de 20 anos (AMYRIS, 2018a).

Segundo o acordo, a Novvi compraria o Biofene das unidades de produção da Amyris, os converteria em óleos básicos renováveis através de processamento químico, formularia o lubrificante e promoveria a venda e distribuição em âmbito mundial (Amyris, 2012).

Para a produção de óleos básicos derivados do farneseno, a Novvi firmou um contrato de terceirização com a Albemarle Corporation, uma empresa global de especialidades químicas, para produção de óleos básicos em suas instalações nos EUA. Com este acordo, a Albemarle fabrica estes produtos, os quais são comercializados pela Novvi globalmente para formuladores de lubrificantes, sob a marca Nova Spec. Além disso, a Novvi também formula e comercializa seus próprios lubrificantes.

Segundo a Novvi (2018), seus produtos têm propriedades que superam a performance dos óleos hidrocraqueados (Grupo III), performando como polialfaolefinas (PAOs), e sendo a única tecnologia renovável que atinge as especificações do Grupo III para os produtos do segmento de óleos para motores de carros de passeio. Na Tabela 2, são comparadas importantes características dos grupos de óleos básicos com as dos óleos Nova Spec da Novvi.

Compatível com óleo mineral e pacotes de aditivos comuns, os óleos básicos Nova Spec são produtos *drop-in*, utilizando a infraestrutura existente tanto para uso quando descarte dos produtos. Também são compatíveis com a estrutura existente para reciclagem, permitindo que o óleo seja refinado novamente e reutilizado (NOVVI, 2018).

Tabela 2 Comparativo Grupos Óleos Básicos x Nova Spec

Categoria	Tecnologia	Enxofre (%)	Saturados (%)	Índice de Viscosidade (IV)
Grupo I	Rota solvente (óleos minerais parafínicos)	> 0,03	< 90	80-120
Grupo II	Rota de hidrotreatamento (HTT)	< 0,03	> 90	80-120
Grupo III	Rota de hidrocraqueamento (HCC)	< 0,03	> 90	>120
Nova Spec™	Renovável (biotecnologia), derivado de açúcares vegetais	< 0,03	> 99	>120
Grupo IV	Polealfaolefinas (PAOs) - Sintéticos			
Grupo V	Outros óleos que não se encaixam nos Grupos I, II, III e V, como naftênicos, ésteres, silicões, óleos vegetais e os demais sintéticos.			

Fonte: Elaboração própria com base em Novvi (2018) e Rocco (2016)

Segundo o relatório ExxonMobil Base Stocks: 2018 Industry Pulse Report (ExxonMobil, 2018), o qual realizou uma pesquisa com centenas de produtores, formuladores e outros atores-chave da indústria mundial de óleos básicos, a utilização dos lubrificantes de base renovável está crescendo. A parcela dos entrevistados pela Exxon que acreditam em um impacto positivo destes produtos na indústria de óleos básicos é de 87%, e 84% utilizariam o produto no futuro, o que mostra que de fato há espaço no mercado para os produtos da Novvi, sendo que os principais benefícios relatados pelos usuários são a biodegradabilidade, a menor toxicidade e a produção por métodos não agressivos ao meio ambiente.

Como os óleos básicos são utilizados para a produção dos lubrificantes, estão são, respectivamente, produtos finais (formulação) e produtos finais (bem de consumo).

Assim como os combustíveis, os óleos básicos e lubrificantes são produzidos em grandes volumes, devendo seguir especificações (teor de enxofre, saturados, etc.), logo foram classificados como commodities. Nota-se, no entanto, que as diversas formulações que podem ser obtidas através da junção de óleos básicos com aditivos, diferenciam os lubrificantes de cada produtor e direcionam cada tipo de lubrificante à nichos de aplicações, o que confere certo caráter de especialidade a este produto. Os lubrificantes, portanto, não se encaixam perfeitamente como commodities, e havendo certa dificuldade em sua classificação nas categorias propostas, conforme observado na Etapa 3 da metodologia (seção 3.3.1).

Assim como a JV com a Total, a Novvi também sofreu uma reestruturação em 2016. Em julho, o American Refining Group (ARG), que produz ceras, óleos básicos lubrificantes, combustíveis e especialidades químicas nos EUA (AMERICAN REFINING GROUP, 2018), investiu 10 milhões de dólares na *joint venture*, ficando com um total de 33,3% das ações (AMRYIS, 2018). O restante das ações continua sendo igualmente dividido entre a Cosan e a Amyris. A entrada do ARG permite maior acesso ao mercado norte americano, pois oferece mais recursos para a manufatura e melhora a capacidade de fornecimento e distribuição dos produtos naquele país (AMYRIS, 2016c).

Ainda no final do ano de 2016, a Chevron investiu US\$ 1 milhão em participação acionária na Novvi LLC, representando 3% do total das ações, reduzindo igualmente a participação da Amyris, Cosan U.S. e ARG (AMYRIS, 2018a).

Como parte do acordo de venda de Brotas 1, o acordo de suprimento de farneseno para a Novvi foi cedido à DSM (AMYRIS, 2018a). Assim, atualmente, a atuação da Amyris no mercado dos lubrificantes está restrita à sua JV, dividida com os outros três acionistas, grandes *players* da indústria de combustíveis e lubrificantes, sendo os custos e receitas divididos proporcionalmente à participação acionária dos parceiros.

4.3.4. Esqualano, Hemiesqualano e Produtos Biossance

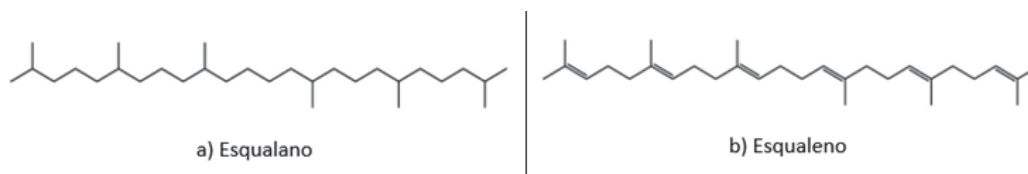
O Biofene também pode ser convertido em produtos direcionados ao mercado de cosméticos, substituindo ingredientes oriundos de fontes não renováveis ou de processos não sustentáveis¹⁴ utilizados nesta indústria.

A primeira parceria neste setor foi com a Procter & Glamble (P&G), em 2010, visando o desenvolvimento conjunto de especialidades químicas derivadas do Biofene. A P&G é uma das maiores empresas multinacionais de bens de consumo, atuando com uma ampla gama de produtos dos segmentos de cuidados pessoais, produtos de beleza, produtos para cuidados do lar, entre outros mercados. Além disto, a Amyris passou a vender o Biofene para a P&G, para a sua utilização direta como ingrediente em algumas formulações, sem que houvesse obrigatoriedade de compra (AMYRIS, 2012).

Também em 2010, a Amyris firmou um acordo com a Soliance¹⁵, para produção, distribuição e marketing do esqualano (AMYRIS, 2012), um ativo cosmético anti-idade, oleoso e emoliente derivado do Biofene. Este composto é naturalmente encontrado no ser humano, nas camadas de gordura da pele, junto ao seu precursor esqualeno (forma instável), e atua prevenindo a perda de hidratação, restaurando a flexibilidade e elasticidade da pele (MCPHEE et al.,2014).

Tradicionalmente, o esqualano é obtido pela hidrogenação catalítica do esqualeno, que por sua vez é tradicionalmente obtido no óleo de fígado de tubarão ou do óleo de oliva, sendo essas as principais fontes disponíveis (BIOSSANCE, 2018). Também é possível a síntese química deste emoliente, a qual, apesar de alta pureza, depende de muitos processos para sua produção, o que o inviabiliza economicamente sua comercialização (MCPHEE et al.,2014).

As estruturas do esqualano (a) e esqualeno (b) estão retratadas na



¹⁴ Segundo o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, [20--]), a produção sustentável é a incorporação, ao longo do ciclo de vida de bens e serviços, das melhores alternativas para minimizar e prevenir impactos ambientais e sociais.

¹⁵ A Soliance é uma empresa francesa produtora de ativos cosméticos, e em 2014, foi vendida para a Givaudan (Givaudan, 2014), outra parceira da Amyris. Com esta aquisição, a Givaudan, uma das maiores empresas de aromas e fragrâncias do mundo, expandiu seu portfólio, englobando o mercado de ativos cosméticos.

Figura 13.

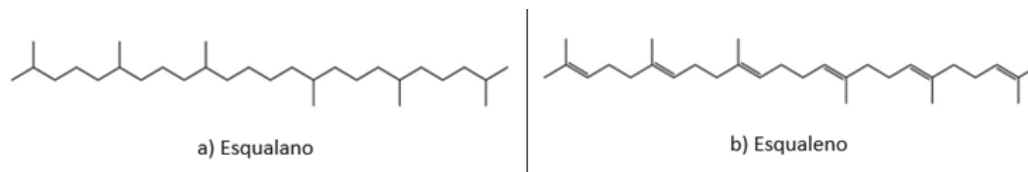


Figura 13 Estrutura Molecular Esqualano (a) e Esqualeno (b).

Fonte: Adaptado de McPhee et al. (2014).

A Amyris produz o cosmético através da dimerização do Biofene, conforme processo apresentado no diagrama da Figura 14.

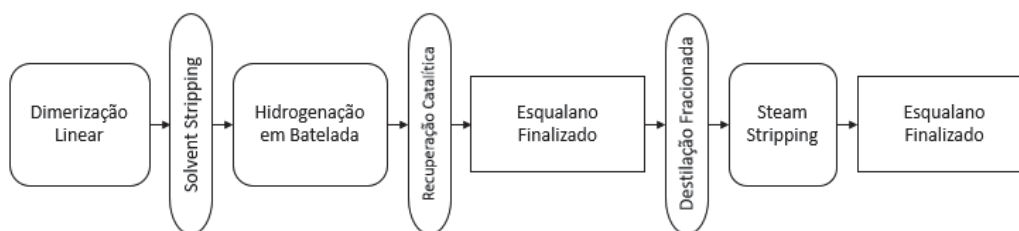


Figura 14 Processo de Produção do Esqualano a Partir do Biofene.

Fonte: Adaptado de McPhee et al. (2014).

A produção de esqualano foi iniciada em 2010 pela Soliance, na França (AMYRIS, 2011), mas após o início das operações de Brotas 1 e a parceria com a Glycotech, em 2011, o contrato foi rescindido e as partes assinaram um novo acordo apenas de distribuição exclusiva (AMYRIS, 2013).

Pelo acordo firmado, a Glycotech ficou responsável pelo desenvolvimento e realização de processos para transformação química do farneseno, e a Amyris pela comercialização dos produtos, além de ter que pagar os custos de fabricação e funcionamento da fábrica para a Glycotech (AMYRIS, 2012). O acordo ficou vigente até 2016, quando foi rescindido pela venda das instalações da Glycotech para a Amyris.

Ainda em 2011, a Amyris firmou um acordo de distribuição exclusiva de esqualano no Japão com a Nikko Chemicals Co Ltd (Grupo Nikkol), havendo obrigação de compra mínima pela Nikko (Amyris, 2013). A Nikko é uma empresa japonesa que iniciou seus negócios na parte

de químicos de interface e coloides, e se expandiu, trabalhando com diversas especialidades químicas, como ativos cosméticos, emulsificantes, estabilizantes, etc.

Posteriormente, por um processo parecido com o do esqualano, a Amyris passou a produzir o hemiesqualeno. Este produto também é direcionado para o mercado de cosméticos e cuidados pessoais, sendo uma alternativa às parafinas e aos silicones derivados de petróleo.

Tanto o esqualano como o hemiesqualano produzidos pela Amyris são produtos que substituem diretamente os produtos convencionais, sendo *drop-in*. Apesar do hemiesqualano ser uma nova molécula, ele traz as mesmas funcionalidades das parafinas e silicones, sendo aplicado na indústria com os mesmos fins e sem alterações à jusante na cadeia de valor.

Estes compostos começaram a ser comercializados pela Amyris sob a marca Neossance®, sendo vendidos, via diversos distribuidores espalhados por todo o mundo, para serem utilizados em formulações de parceiros e clientes, em geral da indústria de cosméticos, como Clarins, Revlon, Loccitane, entre outros (SYNBIO WATCH, [20--]). Sendo assim, são classificados como produtos finais (formulação). Além disto, são produtos vendidos em pequenos volumes, com maiores margens, destinados à aplicações específicas, logo, são especialidades químicas.

Após o acordo com a Nikko, foram feitos outros acordos com grandes distribuidores de produtos cosméticos, como com a Centerchem, em 2012, nos EUA e Canadá (AMYRIS, 2013); com o grupo Safic-Alcan¹⁶, em 2013, na Europa (AMYRIS, 2014a); com a Dowell C&I, para a Coreia (AMYRIS, 2014b) e com a Dinaco, no Brasil (AMYRIS, 2015b).

Tanto o esqualano quanto o hemiesqualeno produzidos pela Amyris possuem o selo ECOCERT-approved¹⁷ e certificação USDA Certified 100% Biobased Products¹⁸ (Aprinova, 2018).

¹⁶ Originalmente, o acordo foi feito com a Laserson, porém no mesmo ano esta foi adquirida pelo grupo Safic-Alcan, o qual é um expressivo distribuidor de especialidades químicas (CHEMAGILITY, 2013) e as partes mantiveram a parceria.

¹⁷ O grupo Ecocert certifica produtos orgânicos e/ou naturais, sendo que para a certificação, o produto deve conter no máximo 5% de ingredientes sintéticos. No caso de cosméticos, para serem aprovados, estes não podem ter matérias-primas que levem à morte ou causem danos aos animais ou materiais minerais que causem danos ao meio ambiente, e os produtos não podem ser testados em animais (ECOCERT, 2012).

¹⁸ A certificação USDA, por sua vez, é feita pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) e comprova que o produto possui matéria-prima de origem renovável, indicando qual seu percentual (BIOPREFERRED, 2019).

Ao final de 2016, como já informado, a Amyris comprou a fábrica da Glycotech para internalizar a finalização química do produto e, posteriormente, em março de 2017, criou uma nova *joint venture* com o grupo Nikkol, a Aprinova, LLC (inicialmente Neossance, LLC), a qual passou a operar a fábrica recém adquirida e realizar as vendas B2B dos produtos Neossance®. Para isso, além da transferência da fábrica, a Amyris concedeu algumas licenças de propriedade intelectual necessárias à fabricação e venda dos produtos (AMYRIS, 2018a).

A partir de 2015, com o lançamento da marca de beleza de propriedade da Amyris, a Biossance, esqualano e o hemiesqualano passaram a fazer parte de produtos cosméticos formulados pela própria empresa (AMYRIS, 2018a). Ambos os produtos são fornecidos pela Aprinova à Amyris (AMYRIS, 2018c), que formula os produtos finais e promove a sua comercialização. A marca vende desde o esqualano puro (Biossance Squalane Oil) até formulações mais elaboradas, utilizando retinol, óleo de rosas, vitamina C, etc. (Biossance, 2018). Sendo assim, os produtos desta linha são classificados como finais (bens de consumo).

Inicialmente, os produtos da Biossance eram comercializados apenas de forma *online* pela Amyris, no *website* da marca. Em 2016, com a expansão da linha de produtos, passaram a ser vendidos nos Estados Unidos pela Home Shopping Network (HSN), uma rede de televisão aberta que conta com vendas por telefone e internet. E no ano seguinte, os produtos passaram a ser vendidos pela Sephora, a maior rede de varejo de produtos de beleza do mundo. As vendas são feitas tanto *online*, quanto em lojas físicas da Sephora nos Estados Unidos, Brasil e Canadá (Amyris, 2018a).

No *website* da marca, biossance.com, a empresa realça o caráter sustentável dos produtos vendidos, além de fornecer informações sobre o esqualano e também sobre os ingredientes utilizados nos produtos Biossance, dos quais foram banidos mais de 2.000 ingredientes que são comprovada ou potencialmente tóxicos para humanos e para o meio ambiente (Biossance, 2018).

4.3.5. *Vitamina E*

Em parceria com a DSM e com a Nenter, uma empresa de biomedicina, a Amyris desenvolveu aplicação do Biofene no mercado de nutracêuticos, utilizando a molécula purificada para produção de vitaminas, de forma mais rápida e com menor custo que a produção convencional.

Em 2016, a Amyris firmou seu primeiro acordo para fornecimento de Biofene no ramo de nutracêuticos com a Nenter & Co., Inc.. Os nutracêuticos são produtos nutricionais (alimentos

ou compostos dos alimentos, como nutrientes) que possuem efeitos terapêuticos, como vitaminas, fibras dietéticas, minerais, antioxidantes como glutathione e selênio, ômega 3, entre outros produtos que proporcionam benefícios médicos e de saúde (MORAES; COLLA, 2006). Segundo o acordo, a Nenter compraria o Biofene da Amyris para produção de vitaminas, havendo uma quantidade mínima estabelecida (AMYRIS, 2018a). Além disso, trimestralmente a parceira pagaria royalties à Amyris, representando uma parte dos lucros com a venda dos produtos produzidos utilizando o Biofene (AMYRIS, 2018a), sendo a vitamina E¹⁹ o primeiro produto resultante desta parceria (AMYRIS, 2017b).

A vitamina E derivada de óleos vegetais é obtida quase exclusivamente do óleo de soja e, devido a sua disponibilidade limitada e preço elevado (maior que 20 dólares por Kg), é utilizada predominantemente em aplicações para humanos (VALENTIN; QI, 2005). Para a suplementação da alimentação animal, é utilizada uma vitamina E sintetizada pela condensação de trimetil-hidroquinona e isofitol, seguida de destilação molecular, produzindo uma forma de alta pureza de alfa-tocoferol, que pode ser acetilado gerando a forma comercializada (DSM, 2018).

Como trata-se da mesma molécula obtida por meio de óleos vegetais ou síntese química, a vitamina E produzida pela Amyris é um produto *drop-in*, sendo direcionado para outras indústrias para formulação de produtos finais, logo, com relação a sua posição na cadeia de valor, é um produto final (formulação).

Com a química baseada no farneseno, o custo de produção desta vitamina torna-se cerca de 40% menor do que as tecnologias utilizadas atualmente, sendo o óleo produzido com pureza de 95%, segundo a Amyris (AMYRIS, 2017d). Além disso, ao contrário da síntese química, não são utilizados na produção os derivados do petróleo.

Além da vitamina E, a Amyris também trabalha em uma rota para produção de vitamina A junto à DSM. Neste caso, a Amyris desenvolverá e produzirá em escala comercial outra molécula que será utilizada pela DSM para a fabricação de vitamina A (AMYRIS, 2017c). Apesar de citado no relatório de 2017, não há mais informações disponíveis sobre o desenvolvimento deste produto.

¹⁹ A vitamina E é uma mistura de duas classes de compostos, os tocoferóis e tocotrienóis, havendo quatro tipos de cada um deles (alfa, beta, gama e delta), sendo o alfa-tocoferol a forma de vitamina E mais predominante e ativa nos tecidos animais e humanos (OGBONNA, 2009).

Em 2017, a Amyris firmou diversos acordos com a DSM. Foram assinados contratos de colaboração e licenciamento, visando o desenvolvimento e comercialização de três moléculas, que seriam produzidas pela Amyris e vendidas pela DSM, que financiaria as pesquisas.

A DSM investiu na Amyris, comprando suas ações e, ao final do ano de 2017, conforme previamente citado, a Amyris vendeu a subsidiária brasileira à DSM assim como sua planta de Brotas 1 por 58 milhões de dólares, cedendo também, mediante o pagamento de royalties, alguns contratos de fornecimento de Biofene, incluindo o da Nenter, citado anteriormente, e licenças de propriedade intelectual, incluindo o direito para a produção de farneseno para ser utilizado nos mercados de vitamina E, lubrificantes e aromas e fragrâncias (AMYRIS, 2018a).

Em 2018, a Amyris iniciou uma nova parceria neste ramo comercial (AMYRIS, 2018e), com a Yifan Pharmaceutical, uma das maiores farmacêuticas chinesas, que produz ativos farmacêuticos, como antibióticos, nutracêuticos, como vitamina B, e ainda alguns polímeros como o succinato de polibutileno (FORBES,2018). A princípio a Yifan selecionou algumas moléculas para que a Amyris desenvolvesse o processo produtivo, fizesse o *scale up* e produzisse em escala comercial. Segundo as empresas, a combinação da tecnologia da Amyris e a posição da Yifan no mercado chinês fariam possível a comercialização do primeiro produto em até 3 anos (AMYRIS, 2018e). Para os produtos em desenvolvimento sob esta parceria, não foram revelados mais detalhes.

4.3.6. *Liquid Farnesene Rubber (LFR)*

Também foram desenvolvidas aplicações para o Biofene no mercado de polímeros, pois o sistema de ligação dupla conjugada permite a polimerização da molécula, enquanto sua longa cadeia ramificada traz oportunidades para o desenvolvimento de materiais com menores viscosidades e reatividade, diferentemente dos monômeros derivados do petróleo, como o butadieno e o isopreno (HIRATA et al., 2017).

Para desenvolver as aplicações de sua tecnologia neste mercado, uma das parcerias realizadas pela Amyris se deu em 2011, com a Kuraray, empresa japonesa com atuação global na produção de especialidades químicas, fibras e resinas. A parceria visava o uso exclusivo de Biofene pela Kuraray na manufatura e comercialização de produtos químicos e polímeros. Segundo o acordo, as partes desenvolveriam polímeros derivados do Biofene, de modo a substituir derivados fósseis na produção de polímeros de alto desempenho (AMYRIS, 2013).

Com o sucesso das primeiras pesquisas, que levaram ao desenvolvimento da borracha de farneseno líquido (LFR), este contrato foi ampliado e sucessivamente renovado, aumentando

o escopo do desenvolvimento, visando o uso de Biofene na produção de LFR e em outras aplicações de farneseno em elastômeros. Para isto a Kuraray tornou-se acionista na empresa pagando, também, 4 milhões de dólares à Amyris (AMYRIS, 2016).

A LFR é uma forma polimerizada do farneseno com alta pureza e baixa viscosidade. Este produto representa uma expansão da linha de borrachas líquidas produzidas pela Kuraray, que inclui produtos baseados em isopreno, butadieno e estireno.

Essas borrachas líquidas são utilizadas como plastificantes reativos (HIRATA et al, 2017). Os plastificantes tradicionais são os óleos minerais, vegetais ou plastificantes sintéticos (como ésteres ftálicos), que buscam deixar a borracha mais maleável, facilitando seu processamento, reduzindo custos de produção e auxiliando na definição de propriedades físicas da borracha final, como alongamento, flexibilidade, condutividade elétrica, etc. (SOUZA, 2011). Em relação aos plastificantes tradicionais, as borrachas líquidas possuem a vantagem de co-vulcanizarem com a borracha sólida, o que evita problemas comuns de volatilidade e vazamento dos plastificantes tradicionais (HIRATA et al., 2017).

Conjuntamente, as partes desenvolveram tanto a tecnologia para purificar o farneseno ao nível de pureza necessário à polimerização como também para a síntese da LFR, e foi iniciada a venda de LFR para produtores de pneus, como a Sumitomo Rubber Industries, que adotou o produto na formulação de seus pneus de inverno (KURARAY, 2017). Segundo a Kuraray, as empresas continuam desenvolvendo aplicações para o produto, além de seu uso na fabricação de pneus.

Devido a sua baixa viscosidade, ainda menor que a da borracha líquida de isopreno, quando usado como aditivo, a LFR permite que a borracha mantenha boa flexibilidade mesmo em baixas temperaturas, melhorando também a performance dos pneus de inverno no gelo. Sua estrutura também auxilia no processo de vulcanização, permitindo uma reação completa do produto com a borracha. Assim, diferentemente dos produtos oleosos, que migram para fora do pneu com o tempo, o LFR permanece, mantendo a performance do pneu por mais tempo (KURARAY, 2018). Trata-se portanto, de uma especialidade química não *drop-in*, que traz novas funcionalidades quando utilizada na produção de pneus. Logo, com relação a posição na cadeia de valor, é um produto final (formulação).

A Amyris também desenvolveu outras aplicações para o Biofene com parceiros do mercado de polímeros como a utilização na produção de polietileno tereftalato (PET), com a M&G Polímeros (AMYRIS, 2012) e o copolímero hidrogenado estireno-farneseno (AMYRIS,

2016). Além disso, produziu também um solvente derivado do farneseno, chamado Myralene™, com propriedades similares ao d-limoneno, o qual começou a ser comercializado em 2015 para aplicações industriais, principalmente para a indústria de serviços automobilísticos (AMYRIS, 2016a). Para estes produtos, no entanto, não há informações disponíveis que sejam suficientes para serem utilizadas para o desenvolvimento desta pesquisa.

4.3.7. Isopreno

Ainda na indústria química, a Amyris persegue o desenvolvimento de isopreno renovável a partir da cana-de-açúcar.

Assim como o farneseno, o isopreno, cuja estrutura molecular está na

Figura 15, é um monômero utilizado principalmente na fabricação de borracha e produzido por meio do craqueamento da nafta petroquímica (CHANDRAN; KEALEY; REEVES, 2011).

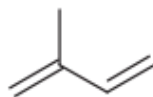


Figura 15 Estrutura Molecular do Isopreno.

Fonte: Chandran, Kealey e Reeves (2011).

A maior parte do isopreno é utilizada como poli-isopreno, o qual possui estrutura e propriedades similares à borracha natural, motivo pelo qual é utilizado na fabricação de pneus. A segunda maior aplicação é a produção do copolímero estireno-isopreno-estireno (SIS), utilizado como borracha termoplástica e adesivos de colagem térmica ou adesivos sensíveis à pressão, sendo também utilizado na fabricação de borracha butílica e do copolímero isobutileno-isopreno. Algumas companhias, como Kuraray, Nissan Chemical, Takasago e Rhodia utilizam o isopreno como intermediário na produção de especialidades químicas (FAÍSCA; PING, 2013).

Considerando o alto volume de produção do isopreno, seu uso geral, sem diferenciação, este foi classificado como uma commodity. Além disso, por ser a mesma molécula que a obtida pelo craqueamento da nafta petroquímica, com as mesmas aplicações, é um produto *drop-in*, que, por estar sujeito à transformações químicas, também é classificado como intermediário químico.

Para a produção de isopreno, a Amyris iniciou, em 2011, uma aliança com a Michelin, uma das principais produtoras de pneus no mundo. Pelo acordo, as partes colaborariam no desenvolvimento, produção e comercialização mundial de isopreno, especialmente para o desenvolvimento de pneus. Ainda nos termos do contrato, a Michelin pagou 5 milhões de dólares para o início das atividades e ficou estabelecido que ambas as companhias dividiriam os custos e recursos técnicos, sendo que tanto a Michelin como a Amyris poderiam vender o produto (Amyris, 2012). Em 2014, o contrato foi modificado e passou a incluir a petroquímica Braskem na colaboração para desenvolver a tecnologia para produção e possível comercialização de isopreno renovável (AMYRIS, 2016a). A Braskem é de origem brasileira, possuindo unidades também no México, Estados Unidos e Alemanha, sendo a maior produtora de resinas termoplásticas nas Américas (BRASKEM, 2019).

Além da parceria Amyris-Michelin-Braskem, há outras alianças com empresas que detêm expertise em biotecnologia e com grandes *players* do segmento de borrachas e pneus para o desenvolvimento de rotas biotecnológicas para a produção do isopreno, como Ajinomoto-Bridgestone e DuPont²⁰-Goodyear. Outras *start-ups* de biotecnologia como GlycosBio, Aemetis e LanzaTech também estariam trabalhando neste sentido (Faísca e Ping, 2013). No entanto, não foram encontradas, ainda, evidências de produção a nível industrial do isopreno renovável pela Amyris.

4.3.8. *Fragrâncias*

Outras moléculas produzidas pela Amyris não derivadas do Biofene são as de fragrância, Patchoulol e Ambrox, também terpenos.

A comercialização destas moléculas é resultado de uma parceria, iniciada em 2011, da Amyris com a suíça Firmenich, uma das três maiores empresas do mundo no segmento de fragrâncias.

A princípio, foi firmado um acordo para que a Firmenich financiasse o desenvolvimento conjunto e produção em escala comercial pela Amyris de um primeiro ingrediente (molécula utilizada em formulação), que seria vendido à Firmenich, a qual teria direito exclusivo de comercialização deste no mercado internacional de fragrâncias, dividindo o lucro com a Amyris. Além disso, já estava previsto o co-financiamento de um segundo ingrediente, nos mesmos moldes do primeiro (AMYRIS, 2012). A Amyris providenciaria mão de obra, propriedade intelectual e tecnologia e a Firmenich contribuiria com a finalização no

²⁰ Em 2011, a DuPont adquiriu a Danisco e sua unidade Genecor, adicionando sua expertise em sua nova DuPont Biosciences (Biofuels Digest, 2015).

downstream e acesso ao mercado. Assim, as patentes de P&D e engenharia de micro-organismos ficariam de posse da Amyris, e as de formulação e conversão química seriam da Firmenich (AMYRIS, 2016a).

Com o avanço da relação entre as empresas, em 2013 foi firmado um novo acordo para o desenvolvimento e comercialização de múltiplos ingredientes, que contava com um financiamento de 10 milhões de dólares por ano, por parte da Firmenich (AMYRIS, 2017a).

Um pré-requisito para produzir uma fragrância por vias biotecnológicas é descobrir a estrutura da molécula e os genes que codificam as enzimas responsáveis por esta biossíntese (DEGUERRY et al., 2006). Com a síntese em mãos, inicia-se a engenharia do micro-organismo e otimizações do processo (LEAVELL; MCPHEE; PADDON, 2016).

Com a parceria na pesquisa, a Amyris fez o *scale up* do processo e iniciou, em 2014, a produção em larga escala de sua primeira molécula de fragrância, Patchoulol, comercializada como Clearwood™ pela Firmenich (ETC GROUP, 2016). Esta molécula é o principal constituinte do óleo essencial de Patchouli, o qual também possui outros sesquiterpenos em menor quantidade. Sem esses outros componentes, o Patchoulol da Amyris é uma versão mais leve, sem notas de terra, borracha e couro (LEFFINGWELL; LEFFINGWELL, 2015), e pode ser usado como o óleo de Patchouli ou ainda como um novo ingrediente, em maiores dosagens (FIRMENICH, 2018). Este óleo é um importante elemento no mercado de fragrâncias, sendo utilizado em perfumes, sabonetes e produtos cosméticos (DEGUERRY et al., 2006). Sendo assim, e considerando seu baixo volume, maior margem, este produto pode ser classificado como uma especialidade química, *drop-in*, e, com relação à posição na cadeia de valor, um produto final (formulação).

Tradicionalmente, é extraído das folhas de *Pogostemon clabin* (patchouli), que crescem em clima tropical, especialmente na Indonésia, cuja produção atende grande parte do mercado. No entanto, a cultura destas plantas não pode ser realizada no mesmo solo durante muito tempo, havendo necessidade de mudança de local a cada 5 anos. Além disso, a confiabilidade de suprimento é um problema para esta cadeia produtiva. Em seu relatório “Reflecting on Sustainability 2013” (Firmenich, 2013), a Firmenich destaca problemas ocorridos em 2010, quando uma erupção vulcânica em Java, uma das maiores fontes do óleo de Patchouli, destruiu uma parte significativa das plantações, o que aumentou drasticamente os preços no mercado. Também destaca a susceptibilidade das plantas de Patchouli a diversos tipos de doenças, o que afeta o rendimento e qualidade do óleo. Devido a estes problemas, a empresa

se motivou em buscar a produção de Patchoulol por vias biotecnológicas (ETC GROUP, 2016), o que se mostrou a forma mais barata do mundo para produção da fragrância (CHATSKO, 2014).

Em 2015, a Amyris começou a produção de Esclareol (Sclareol Bio™), precursor do Ambrox, a segunda molécula de fragrância, comercializada pela Firmenich como Ambrox® Super. O esclareol é um diterpeno utilizado para a síntese de moléculas de fragrância como o Ambrox, por meio de uma rota sintética criada para ser uma alternativa ao âmbar cinza (ambergris), um fixador ceroso de alto valor, obtido da secreção biliar da cachalote (SCHALK et al., 2012). Os pesquisadores da Firmenich descobriram que o Ambrox era um dos principais constituintes do ambergris, desvendaram sua estrutura e desenvolveram sua síntese química pelo esclareol (LEFFINGWELL; LEFFINGWELL, 2015).

Atualmente, a principal fonte de esclareol são as flores de uma espécie botânica chamada de *Salvia sclarea* (SCHALK et al., 2012). O óleo é obtido desta planta por um processo de destilação a vapor e o esclareol é extraído com auxílio de um solvente a base de hidrocarbonetos e separado via extração com metanol. Posteriormente, o esclareol é convertido em ambrox (LEFFINGWELL; LEFFINGWELL, 2015).

O rendimento da extração do óleo de sálvia é variável (ETC GROUP, 2016), e uma segunda fonte de esclareol aumentaria o volume de fornecimento e poderia estabilizar o preço deste ingrediente (SCHALK et al., 2012). Logo, assim como feito com o óleo de patchouli, as partes desenvolveram a tecnologia para produção de esclareol utilizando a biotecnologia.

Além dos investimentos, a Firmenich também paga pelas moléculas produzidas pela Amyris e divide com a empresa os lucros com a comercialização das moléculas de fragrâncias (CHATSKO, 2014).

Neste mercado, visando o desenvolvimento de diferentes moléculas de fragrâncias, a Amyris possui alianças de estrutura semelhante à da Firmenich com outras das dez maiores empresas deste setor, como Givaudan, International Flavors and Fragrances (IFF) e Takasago.

4.3.9. *Bisabolol*

Com a Givaudan, além de atuar no mercado de aromas e fragrâncias desde 2011, quando fizeram seu primeiro acordo, a Amyris também trabalha no mercado de cosméticos, sob um novo contrato firmado em 2016 (AMYRIS, 2016f). Sob os termos deste contrato, a Amyris irá produzir em escala comercial os ativos (moléculas para serem utilizadas como ingredientes

nas formulações de cosméticos) definidos pela Givaudan, que fará a comercialização destes ingredientes com exclusividade.

Como parte deste, a Givaudan e a Amyris desenvolveram uma rota biotecnológica para produção do (-)- α -bisabolol, comercializado pela Givaudan como BisaboLife™. Este ativo é utilizado na formulação de cremes para peles sensíveis, loções calmantes (pós-barba, pós-sol, pós depilatório, etc.), shampoos, sabonetes, cremes depilatórios, etc. (GIVAUDAN, 2017).

Assim como as moléculas de fragrância, trata-se de especialidade química, *drop-in*, substituindo o Bisabolol obtido convencionalmente, e, com relação à posição na cadeia de valor, é um produto final (formulação).

O Bisabolol ou levomenol é um sesquiterpeno atualmente obtido por destilação a vapor do óleo essencial da Candeia brasileira (*Eremanthus erythropappus*), árvore selvagem que cresce principalmente no estado brasileiro de Minas Gerais. Como quantidades economicamente viáveis de óleos só podem ser extraídas de árvores com mais de 10 anos de idade, esta exploração implica em problemas ambientais como o desflorestamento e redução da biodiversidade. O cultivo de árvores de candeia direcionado para produção industrial apresenta-se como uma possível solução, porém seriam necessários pelo menos 10 anos para o crescimento das árvores, que para atender ao mercado de (-)- α -bisabolol ocupariam cerca de mil hectares (ALBERTTI et al.,2018).

O (-)- α -bisabolol também pode ser quimicamente sintetizado, no entanto, ou não é tão ativo quanto o óleo natural ou sua produção torna-se economicamente inviável devido aos diversos estágios de purificação necessários, ambos os motivos devidos à formação dos outros isômeros (+)- α -bisabolol e (\pm)- ϵ -bisabolol, além de subprodutos indesejáveis (HAN et al.,2016).

Assim, o processo da Amyris apresenta uma alternativa aos processos já existentes de produção do (-)- α -bisabolol, tendo o produto de origem biológica 97% de pureza, alta biodegradabilidade, produzido 100% de carbono de fontes sustentáveis e sendo, em termos de uso de solos, 200 vezes mais produtivo que os processos convencionais (GIVAUDAN, 2018).

4.3.10. *Reb M (Adoçante)*

Em 2018, a Amyris lançou um novo produto: a molécula *Rebaudiosideo M*, ou apenas Reb M, um adoçante natural. Esta molécula é encontrada nas plantas de estêvia (*Stevia rebaudiana* Bertoni), sendo a parte mais doce da planta (250 vezes mais doce que o açúcar comum),

apesar de não conter calorias (WOO, 2018). No entanto, sua extração é difícil, logo, a maioria dos adoçantes a base de estévia contém muitas impurezas, o que causa um amargor residual. Segundo a empresa, seu adoçante é produzido com 95% de pureza, uma das maiores do mercado (AMYRIS, 2019b). Além do gosto amargo do produto tradicional, o processo de produção por extração, utiliza produtos petroquímicos e xarope de frutose de milho, o que não ocorre com a produção por meio da fermentação (AMYRIS, 2019b).

O extrato de estévia possui diversos glicosídeos de esteviol, sendo o mais abundante o esteviosídeo, seguido de rebaudiosídeos A (Reb A), rebaudiosídeo C (Reb C), e dulcosídeo A (SOUFI *et al*, 2015). Também estão presentes, em menor concentração, outros rebaudiosídeos, como D, E, F e ainda o M, adicionado à lista em 2016 (WOO, 2018).

A maioria dos adoçantes a base de estévia possuem, predominantemente, o Reb A, e menores percentuais dos outros rebaudiosídeos. Como recuperação e purificação de rebaudiosídeos presentes nas folhas de estévia em menores concentrações são trabalhosas e ineficientes, algumas empresas estão buscando outros métodos para desenvolver adoçantes a base destes compostos, especialmente Reb D e Reb M (MIKKELSEN ET AL, 2018).

A Amyris, assim como a DSM, que neste caso atua como sua competidora, desenvolveu uma rota de produção de Reb M por meio da fermentação, no entanto não há mais informações disponíveis sobre o processo de produção do adoçante. Segundo a empresa, seu diferencial com relação ao produto da DSM é a pureza da molécula, devido à eficiência dos micro-organismos utilizados na fermentação (WATSON, 2018).

O primeiro contrato de fornecimento e distribuição do produto da Amyris foi com o ASR Group, o maior grupo de refino de açúcar do mundo, com atuação internacional e com portfólio de marcas conhecidas como C&H Sugar nos EUA e Tate&Lyle no Reino Unido (AMYRIS, 2018f). O ASR, além de possuir relação com grandes *players* da indústria de alimentos, também possui 35% do mercado de adoçantes de mesa (WATSON, 2018). O acordo garante suprimento do adoçante ao ASR por 3 anos, e o grupo pode comprar até 80% da produção da Amyris para comercialização na América do Norte (AMYRIS, 2018g).

Já na América do Sul, a Amyris fechou parceria com a Camil Alimentos, uma das maiores empresas de alimentos da América do Sul, dona de grandes marcas como União (açúcar), Camil (arroz, feijão) e Coqueiro (sardinha) (CAMIL, 2019). A Camil terá exclusividade na comercialização na região, e utilizará o produto da Amyris como uma extensão da linha União Zero Açúcar (AMYRIS, 2018h).

Com a entrada no mercado de adoçantes, a Amyris expandiu sua parceria com a Givaudan. A parceira está desenvolvendo o adoçante de mesa a base de Reb M para ser promovido e comercializado pela Camil na América Latina. O desenvolvimento do produto, pesquisa de mercado e os planos de marketing e distribuição já começaram e o lançamento pela marca é previsto para 2019 (AMYRIS, 2018g).

O produto da Amyris trata-se, portanto, de um substituto direto dos outros adoçantes a base de estévia, logo uma especialidade química *drop-in*. No entanto, apesar de ainda não haver muitas informações disponíveis acerca do uso do produto, nota-se a possível necessidade de alteração na dosagem do produto, tanto no uso em indústrias, na versão produto final (formulação), quanto pelos usuários do adoçante de mesa (bem de consumo), o que reforça novamente a questão abordada na seção 3.3.1, que por vezes o produto não se encaixa perfeitamente nas categorias propostas (nesse caso, como *drop-in* ou não *drop-in*).

4.4. Classificação dos Produtos

Neste capítulo, foi exposta a história da Amyris, contemplando seus principais produtos. Ao longo do texto, as classificações destes produtos com relação a sua natureza de comercialização, posição na cadeia de valor e natureza de substituição foram apresentadas. Por fim, estas classificações foram sumarizadas no Quadro 6.

Como são muitos produtos que por vezes possuem natureza similar ou fazem parte de uma mesma cadeia produtiva, a fim de evitar que este estudo ficasse repetitivo, e fosse possível realizar a análise proposta, permitindo o mapeamento dos modelos de negócio, foram escolhidos cinco bioprodutos que já estivessem no mercado e que possuíssem naturezas distintas, contemplando todas as classificações apresentadas, ou seja, commodity, especialidade, produto intermediário, final (formulação), final (bem de consumo), *drop-in* e não *drop-in*).

Foram selecionados, portanto, o Biofene; Óleos Básicos Nova Spec; fragrâncias; LFR e Biossance Squalane Oil, parte da linha Biossance. Tais produtos foram destacados no Quadro 6.

Quadro 6 Classificação da Natureza dos Produtos.

Produto(s)	Descrição	Natureza da comercialização	Posição na Cadeia de Valor	Natureza da substituição
Biofene	"Bloco de construção", produzido através da fermentação de açúcares.	Commodity	Intermediário	Não Drop-in
Diesel de Cana e Combustível de Aviação	Combustíveis derivados do Biofene.	Commodity	Final (formulação)	<i>Drop-in</i>
Óleos Básicos Nova Spec	Óleo Básico, principal constituinte do lubrificante, derivado do Biofene	Commodity	Final (Formulação)	<i>Drop-in</i>
Lubrificantes	Óleos lubrificantes finalizados derivados do Biofene.	Commodity	Final (bem de consumo)	<i>Drop-in</i>
Esqualano e Hemiesqualano	Produtos cosméticos derivados do Biofene. Esqualano aplicável como emoliente e o hemiesqualano alternativa aos silicones.	Especialidade	Final (formulação)	<i>Drop-in</i>
Biossance Squalane Oil	Produto cosmético formulado utilizando esqualano derivado do Biofene.	Especialidade	Final (bem de consumo)	<i>Drop-in</i>
Vitamina E	Vitamina E derivada do Biofene.	Especialidade	Final (formulação)	<i>Drop-in</i>
Liquid Farnesene Rubber (LFR)	Aditivo para fabricação de pneus de inverno	Especialidade	Final (formulação)	Não Drop-in
Isopreno	Monômero utilizado principalmente na fabricação de pneus	Commodity	Intermediário	<i>Drop-in</i>
Fragrâncias	Moléculas de fragrâncias	Especialidade	Final (formulação)	<i>Drop-in</i>
Bisabolol	Molécula de ativo cosmético calmante	Especialidade	Final (formulação)	<i>Drop-in</i>
Reb M - Ingrediente para Indústria	Adoçante natural	Especialidade	Final (formulação)	<i>Drop-in</i>
Reb M - Versão de Mesa	Adoçante natural	Especialidade	Final (bem de consumo)	<i>Drop-in</i>

Fonte: Elaboração própria.

CAPÍTULO 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os produtos apresentados no capítulo 4 foram analisados, com foco nos cinco produtos selecionados, cujos modelos de negócio foram mapeados considerando os elementos da proposição de valor, estruturação e captura de valor (modelo de receita), para a análise e discussão de cada uma destas dimensões. Apesar deste foco, a observação dos outros produtos apresentados reforçou alguns dos pontos levantados, contribuindo com as reflexões e lições aprendidas com o estudo.

5.1. Proposição de valor

A proposição de valor foi avaliada por meio dos benefícios entregues pelo bioproduto com relação à performance técnica, emocional e estratégica. Sendo assim, para que fosse possível a análise e comparação desta dimensão do modelo de negócio, os itens das proposições de valor dos cinco produtos selecionados foram agrupados no Quadro 7.

Com relação à influência da natureza do produto no desenvolvimento da proposição de valor, esta dimensão se mostrou mais impactada pela natureza de substituição do produto e pela posição do produto na cadeia de valor.

Na performance técnica, para os produtos *drop-in*, é explorado o fato de que estes produtos são iguais ou melhores do que os produtos convencionais, em termos de desempenho, se encaixando facilmente nas cadeias produtivas já existentes, consequentemente reduzindo os custos de mudança para o cliente. Já a proposta de valor dos produtos não *drop-in* ressalta as novas propriedades que o produto traz com as diferentes possibilidades de aplicações. Por exemplo, para o farneseno, produto não *drop-in*, é enfatizado seu caráter de bloco de construção, suas propriedades físico-químicas e reatividade, que permitem sua utilização em diversos mercados. Para o LFR são ressaltadas as características únicas que a aplicação do produto apresenta, como a reatividade singular no processo de vulcanização, promovendo a baixa migração do produto para a superfície do pneu. Já para os óleos básicos, esqualano e vitamina E, são acentuadas as performances equiparáveis ou superiores aos produtos convencionais, e a compatibilidade dos produtos com a infraestrutura existente na indústria.

Quadro 7 Comparação de Modelos de Negócio - Proposição de Valor.

Produto Natureza de Comercialização Posição na Cadeia de Valor Natureza de Substituição	Performance Técnica	Performance Emocional	Performance Estratégica
Biofene Commodity Intermediário Não <i>drop-in</i>	Confere novas propriedades Menor toxicidade Maior segurança	Matéria-prima renovável Sustentável Redução do uso de recursos fósseis	Cliente "inovador"/"pioneiro"
Óleo Básico Commodity Final (Formulação) <i>Drop-in</i>	= produto convencional > produto convencional Menor toxicidade Biodegradável ⁽¹⁾	Matéria-prima renovável Sustentável Redução do uso de recursos fósseis Menos poluente	Cliente "inovador"/"pioneiro" Solução para a cadeia de suprimentos Cumprimento de Legislação Ambiental
LFR Especialidade Final (formulação) Não <i>Drop-in</i>	Confere novas propriedades Menor Toxicidade	Matéria-prima renovável Sustentável Redução do uso de recursos fósseis	Cliente "inovador"/"pioneiro" Solução para cadeia de suprimentos
Biossance Squalane Oil Especialidade Final (bem de consumo) <i>Drop-in</i>	= produto convencional > produto convencional Menor toxicidade Biodegradável	Matéria-prima Renovável Sustentável Redução do Uso de Recursos Fósseis	-
Fragrâncias Especialidade Final (formulação) <i>Drop-in</i>	= produto convencional Menor toxicidade Biodegradável ⁽²⁾	Matéria-prima Renovável Sustentável Redução do Uso de Recursos Fósseis	Cliente "inovador"/"pioneiro" Solução para a cadeia de suprimentos Redução de Custos

(1) Maior biodegradabilidade, comparado com óleos básicos tradicionais derivados de petróleo.

(2) Informação disponível apenas para o produto Clearwood™ (Patchoulol).

Fonte: Elaboração própria.

Comparando um bioproduto com produtos convencionais de diferentes origens, observou-se que dependendo de qual alternativa convencional é utilizada como referência, o bioproduto pode ser melhor ou superior, em relação à performance. Por exemplo, o esqualano da Amyris possui performance comparável ao esqualano proveniente do tubarão, e quando comparado ao obtido a partir do óleo de oliva, o produto Biossance se mostra superior, sendo um produto de melhor qualidade, pois suas impurezas são conhecidas, sendo isômeros de 30 átomos de carbono do esqualano, enquanto as impurezas do produto convencional variam de acordo com o fornecedor, e abrangem diversas substâncias como subprodutos do processamento das azeitonas, como ceras, ácidos graxos, entre outros (MCPHEE et al.,2014).

Com relação aos outros itens explorados da performance técnica, não foram encontradas diferenças atribuíveis às naturezas dos produtos. Em geral, são produtos menos tóxicos, por vezes com característica biodegradável (ou com maior grau de biodegradabilidade que o produto convencional).

No que se refere à performance emocional, verifica-se que não há diferenças significativas entre os bioprodutos do portfólio da Amyris. Como são feitos a partir da fermentação de biomassa, todos eles usam matéria-prima renovável, exploram o caráter sustentável do processo produtivo e a redução do uso de recursos fósseis, conforme exposto no Quadro 7. Apesar disso, nota-se a importância da exploração desta subdimensão da proposta de valor para agregar valor ao produto comercializado, incentivando o cliente a pagar pelo produto ofertado pela sua percepção de contribuição com a preservação do meio ambiente e a sustentabilidade ao comprar um produto de base renovável. Principalmente para os produtos *drop-in* que se equiparam aos de origem convencional em relação ao desempenho técnico, essa exploração se faz muito importante para a diferenciação do produto no mercado. Inclusive, considerando também que para os *drop-in* há menores custos de mudança, os benefícios da performance emocional podem ajudar não só a decisão do cliente pela compra do produto, mas também a decisão por mantê-lo mesmo se houver uma queda nos preços da alternativa convencional.

Foi possível observar também que a proposta de valorização do produto tende a ser diferente devido a sua posição na cadeia de valor. Produtos intermediários ou finais para formulação serão comercializados para empresas. Já produtos finais (bem de consumo) chegarão ao consumidor final. Visto que, para uma empresa, são valorizados atributos que talvez não interessem ao consumidor e vice-versa, os produtos tendem a oferecer benefícios distintos.

Os benefícios da performance estratégica, como a redução de custos da empresa, a facilitação do cumprimento de legislações ambientais, ou auxílio para posicionar a empresa no mercado como uma companhia inovadora, não são aplicáveis a um produto vendido em uma loja de produtos de beleza, por exemplo. Sendo assim, a exploração da performance estratégica é característica de produtos intermediários ou finais destinados à formulação.

No caso do óleo Nova Spec, o bioproduto também se apresenta como uma solução para a cadeia de suprimentos, pois não é dependente de petróleo, assim como o LFR, os biocombustíveis e o isopreno. Este benefício também aparece na análise da proposta de valor das fragrâncias que, ao contrário das moléculas produzidas do modo convencional, não são dependentes de plantas cuja colheita pode ser prejudicada por alterações climáticas, pragas, etc. Como foi um benefício observado para produtos de diferentes naturezas, não foi possível associar este item da proposta estratégica à natureza de produto.

É válido notar que apesar de trazer a não dependência do petróleo como um benefício, segundo a própria Amyris (2018a), o custo de produção e a disponibilidade de seus produtos podem ser afetados pela volatilidade de preço e disponibilidade da cana-de-açúcar, que no Brasil são definidos pelo Conselho dos Produtores de Cana, Açúcar e Alcool e também podem sofrer influência de fatores climáticos. Esse risco é evidenciado na seção de fatores de risco dos relatórios 10K da Amyris, que também explica este pode ser amenizado pela possibilidade de utilizar outras fontes de matéria-prima, como beterraba sacarina, dextrose de milho e sorgo doce.

Outro ponto notável na performance estratégica é o benefício de redução de custos, apresentado pelo uso das moléculas de fragrância da Amyris e também notado para a vitamina E. Apesar de não ser um item da proposta de valor claramente vinculado à natureza do produto, este é um ponto interessante para ser discutido no caso dos bioprodutos.

Muitos produtos provindos de fontes renováveis se apresentam com um preço mais elevado do que o produto convencional, sendo essa parcela “extra” conhecida como “*Green Premium Price*”(Carus et al., 2018). Como discutido no capítulo 2, apesar das ressalvas em relação à aceitação ou tempo pelo qual deveriam ser aplicados esses preços mais altos, muitos compradores estão de fato dispostos a pagá-lo. No entanto, esta condição cria alguns problemas. Por exemplo, para produtos *drop-in*, como voltar para o produto convencional é algo relativamente simples, caso o preço do produto de origem fóssil reduza, a disparidade entre o preço dos dois produtos pode levar o comprador a retornar ao produto de origem

fóssil. No caso das commodities, como óleos básicos, lubrificantes e combustíveis, é exatamente esta disparidade entre os preços que dificulta o crescimento da parcela de mercado dos bioprodutos. Sendo assim, seria interessante trazer para o mercado um produto que, além de ser de origem renovável, trazer benefícios para o meio ambiente e ter bom desempenho, também traga redução dos custos.

Nota-se que, devido às características de intermediário não *drop-in*, no processo de identificação da proposta de valor do Biofene, houve certa dificuldade de selecionar os componentes das performances técnica, emocional e estratégica, pois muitos dos benefícios estão ligados ao produto final obtido a partir do farneseno. Por exemplo, o Biofene utilizado para a produção de vitaminas permite a redução do custo de fabricação, quando comparado ao produto convencional. No entanto, este benefício não é entregue no caso da utilização do farneseno para produção de combustíveis (nas bases de custos atuais). Ou seja, a proposição de valor do produto intermediário não *drop-in* poderá variar de acordo com sua aplicação. Consequentemente, conclui-se que para avaliar um produto desta natureza, é preciso olhar não só para o produto em si, mas também para os produtos finais produzidos a partir deste.

5.1.1. *Considerações sobre a proposição de valor*






Em geral, não foram observadas muitas diferenças entre as proposições de valor dos produtos analisados, que fossem atribuíveis às diferentes naturezas do produto, principalmente com relação à performance emocional, que se apresentou basicamente a mesma. Na performance estratégica, foi verificada a influência da posição do produto na cadeia de valor, visto que a exploração dos benefícios são aplicáveis apenas aos produtos intermediários e finais (formulação), pois as empresas tendem a valorizar atributos que podem não ser valorizados pelos consumidores finais. Já na performance técnica, foi observada a diferença entre as proposições de valor dos produtos *drop-in* e não *drop-in*, com relação ao desempenho técnico dos produtos.

No entanto, ressalta-se que, como foram analisados os produtos apenas de uma empresa, talvez isto tenha impedido a observação de maior diversidade nos elementos da proposição de valor e, consequentemente, na associação destes à natureza do produto.

5.2. **Estruturação**

Visando a análise da estruturação, as cadeias de valor dos produtos selecionados foram esquematizadas na Figura 16. Para atividades que não existem na cadeia de valor do produto

analisado, foi utilizada a sigla N.A. (não se aplica). Já as atividades que a Amyris realiza sozinha, possuem o logo da Amyris e as que participa por meio de *joint ventures*, possuem o logo da JV com a sigla embaixo. Já para as atividades cujos recursos e competências são acessados por meio de alianças estratégicas, foram indicados os tipos de aliança realizados.

Produto Natureza de Comercialização Posição na Cadeia de Valor Natureza de Substituição	Upstream			Downstream			
	Pesquisa e Desenvolvimento						
	Acesso e Tratamento da Matéria Prima	Conversão da Biomassa	Separação e Purificação	Processos de Transformação/ Finalização Química	Separação e Purificação (2)	Formulação	Comercialização
Biofene Commodity Intermediário Não <i>drop-in</i>	Aliança Estratégica Genérica	amyris Licenciamento	amyris	N.A.*	N.A.*	N.A.*	amyris
Óleo Básico Commodity Final (Formulação) <i>Drop-in</i>	Aliança Estratégica Genérica	amyris Licenciamento	amyris Licenciamento	 JV	 JV	N.A.*	 JV
LFR Especialidade Final (formulação) Não <i>Drop-in</i>	Aliança Estratégica Genérica	amyris	amyris	Desenvolvimento Conjunto	Desenvolvimento Conjunto	N.A.*	Desenvolvimento Conjunto
Biossance Squalane Oil Especialidade Final (bem de consumo) <i>Drop-in</i>	Aliança Estratégica Genérica	amyris	amyris	 JV	 JV	amyris	amyris Aliança Est. Genérica
Fragrâncias Especialidade Final (formulação) <i>Drop-in</i>	Aliança Estratégica Genérica	amyris	amyris	Desenvolvimento Conjunto	Desenvolvimento Conjunto	N.A.*	Desenvolvimento Conjunto

* N.A. = Não se aplica. Atividade não faz parte da cadeia de valor do produto.

Figura 16 Cadeias de Valor - Produtos Seleccionados.

Fonte: Elaboração própria.

Analisando as atividades-chave de cada produto na Figura 16 (exceto P&D, que é uma atividade que acompanha toda a cadeia de valor, para todos os bioprodutos), é possível notar que a posição do produto na cadeia de valor influencia o número de atividades-chave necessárias para que seja possível sua comercialização: quanto mais à jusante, mais atividades a serem realizadas. Para o Biofene, produto intermediário, tem-se 4 atividades necessárias para a produção da molécula (há três atividades da cadeia de valor genérica que não são aplicáveis); para as fragrâncias, óleos básicos e LFR, produtos finais para formulação, há mais um passo de finalização química e a purificação do produto, totalizando 6 atividades. Para o produto final (bem de consumo) são 7 atividades, pois é necessária a formulação do produto a ser comercializado.

Conseqüentemente, há uma tendência de que quanto mais à jusante esteja o produto, mais recursos e competências ligados ao *downstream* são necessários. Com isso, a operação exige mais esforços de gerenciamento de recursos, investimentos, desenvolvimento de competências, etc., o que leva à formação das diferentes parcerias, visando facilitar o desenvolvimento dos bioprodutos e sua comercialização.

No caso da Amyris, para os diferentes processos de finalização e inserção dos produtos em mercados distintos, seriam necessários investimentos em equipamentos específicos, necessários para a finalização das moléculas produzidas pela fermentação em cada um dos produtos, além de mão de obra especializada, tecnologia para cada um desses processos; conhecimento de mercado; canais de distribuição; gerenciamento de contratos de fornecimento de cada um dos consumidores dos produtos intermediários e finais (formulação); relacionamento direto com estes consumidores, desenvolvimento de competências de marketing entre empresas, etc. Por meio das alianças formadas, a Amyris acessa esses ativos complementares sem realizar investimentos específicos, agregando o mínimo de complexidade ao gerenciamento do negócio, focando, na maior parte dos casos, nas atividades de *upstream*, desenvolvendo micro-organismos geneticamente modificados para obtenção dos produtos de fermentação, realizando o *scale up* do processo e produzindo os bioprodutos em escala comercial para posterior finalização química.

O foco nestas atividades, permitiu que a Amyris otimizasse seu processo de desenvolvimento de produtos ao longo do tempo e passasse a produzir não só o Biofene e seus derivados, mas também outras moléculas produzidas pela fermentação da biomassa, sendo possível a atuação em mercados distintos sem o investimento em ativos específicos.

Nota-se também que estas parcerias são realizadas, na maioria dos casos, com grandes players de suas respectivas indústrias, o que traz credibilidade ao produto na Amyris, que se beneficia com a marca do parceiro, já conhecida.

Para a maioria dos produtos estudados, exceto para commodities, a forma de realização das atividades de *upstream* (em azul na Figura 16), ou seja, o acesso e tratamento da matéria-prima, e a conversão da biomassa, separação e purificação, é a mesma. Como todos seus produtos são produzidos a partir da fermentação do caldo de cana-de-açúcar, este é um ponto de sinergia entre todas as cadeias produtivas, conseqüentemente, entre os modelos de negócio da companhia. Dessa forma, a Amyris trabalha a relação com um principal fornecedor de matéria-prima para todos os seus produtos, reduzindo custos e otimizando o gerenciamento de sua operação.

A Amyris possui uma aliança estratégica genérica com a Raízen para o acesso à matéria-prima tratada. Historicamente, a empresa realizou *joint ventures* para obtenção da matéria-prima. No entanto, essas parcerias não foram adiante, estabelecendo-se a aliança estratégica genérica como a solução encontrada pela Amyris para esta atividade. A solução encontrada pela empresa para a atividade, foi a construção de sua planta ao lado do fornecedor, o que facilita, principalmente, em termos logísticos o acesso à matéria-prima. Assim, por meio da parceria com a Raízen, são acessados os recursos e competências necessários a atividade.

A natureza de comercialização é, dentre as classificações de produto observadas, a única que influenciou a estruturação para realização das atividades de *upstream* das cadeias de valor, especialmente devido aos grandes volumes, característicos da comercialização de commodities. Isso pode ser verificado, por exemplo, pelo caso da venda da planta de Brotas 1 para a DSM, apresentado na seção 4.2. Como a planta havia sido construída para produzir grandes volumes de uma única commodity, sua estrutura não atendia mais às necessidades de Amyris para produção de pequenos volumes de diferentes moléculas, caracterizadas como especialidades químicas, sendo necessária uma alteração na estrutura de produção da empresa.

Conforme pode ser observado na Figura 16, apenas para os produtos classificados como commodities, há parcerias nas atividades de conversão da biomassa e purificação e separação do produto. A produção farneseno destinado à produção de óleos básicos e lubrificantes, commodities, foi licenciada para a DSM, que também poderá destinar o intermediário ao mercado de vitaminas, que é um negócio de grande interesse da parceira, que possui uma divisão específica destes produtos, adquirida da Roche, em 2003 (DSM, 2016). Nota-se,

também, que a *joint venture* com a Total também possui a licença para produção de Biofene para o mercado de combustível, mediante pagamento de *royalties*. Dessa forma, a companhia foca na produção de especialidades e explora o potencial financeiro de sua molécula no mercado de commodities por meio dos royalties, tanto da Total quanto da DSM, sem destinar parte da capacidade produtiva de Brotas II à produção de Biofene para esse mercado.

Já no *downstream* (*atividades em verde na Figura 16*), foi possível observar não só a influência da natureza de comercialização, mas também, os desafios que a natureza de substituição e que a posição da cadeia de valor trazem à estruturação do modelo de negócio.

Para um produto não *drop-in*, tem-se a necessidade do desenvolvimento de aplicações ou de adaptações nas cadeias valor. Para o Biofene, nota-se um intenso e contínuo esforço em pesquisa e desenvolvimento de aplicações junto aos parceiros. Processos são desenvolvidos, especificamente de *downstream*, visando a transformação da molécula, especialmente por ser não só um produto não *drop-in*, mas também por ser um intermediário químico; novas rotas de produção para os novos produtos são criadas; relacionamentos com os clientes/parceiros são estreitados.

Não obstante, para o LFR não foi observada uma dinâmica tão grande de desenvolvimento de aplicações como a do Biofene, apesar desta ser uma atividade realizada por meio da parceria com a Kuraray. Provavelmente isto ocorre pelo fato do LFR ser não só não *drop-in*, mas também uma especialidade química, logo, com aplicações mais específicas em nichos de mercado, e também por ser um produto final para formulação, o que já o limita mais quanto ao desenvolvimento de aplicações do que um intermediário químico como o Biofene.

No entanto, a natureza de substituição de um produto, não parece afetar, por si, o tipo de aliança a ser formada. Para a criação da árvore de aplicações do Biofene, por exemplo, há diferentes tipos de parcerias, como *joint ventures*, como Novvi e com a Total, e parcerias de desenvolvimento conjunto, como a Kuraray e com a Nenter e DSM. A natureza de comercialização e a posição na cadeia de valor do produto desenvolvido a partir do Biofene que parecem ter maior influência sobre o tipo de parceria realizada, envolvendo diferentes atividades e requerendo recursos e competências distintos. Logo, assim como notado para a proposição de valor, é necessário avaliar não só o intermediário não *drop-in*, mas sim a natureza de suas aplicações, especialmente o caráter de commodity x especialidade e final (formulação) x final (bem de consumo).

Por exemplo, para inserir uma commodity de base renovável no mercado, observa-se a necessidade de maiores investimentos. Atualmente, apesar de haver demanda e espaço para os óleos básicos de base renovável, o alto investimento é o principal obstáculo para a produção de volumes suficientes de produto a um preço competitivo. Para uma maior adoção dos produtos, é necessária a construção de instalações com grande capacidade de produção, de modo que seja possível atingir economias de escala e seja possível atender ao mercado (INFINEUM, 2015). Soma-se a isto, o fato das commodities terem sua competição baseada em custo e de fazerem parte de mercados robustos, consolidados, com grandes players que já dominam o cenário mundial.

Desta forma, para a comercialização de commodities, a Amyris optou, a princípio, pelas *joint ventures* 50/50, reduzindo sua participação ao longo do tempo pela estratégia de focar nas especialidades.

No caso da Novvi, a formação de uma JV com uma empresa que já possui experiência na manufatura de produtos de base renovável e também com lubrificantes, além de reduzir o investimento inicial por parte da Amyris, facilita o processo de comercialização dos óleos básicos derivados do Biofene neste mercado de gigantes com atuação mundial. A inclusão de novas empresas do mercado à *joint venture* (American Refining Group e Chevron) agrega ainda mais a esse processo, visto que, por meio da JV, há maior facilidade de acesso ao *know-how* para realização dos testes de especificações do produto, maior acesso a tecnologias das diferentes empresas, além da ampliação da rede de relacionamentos, por meio da exploração dos contatos e estrutura de distribuição dos parceiros. Além disso, a JV é uma forma da Amyris ampliar a participação da empresa na cadeia de valor, chegando até o consumidor final, aproveitando também a reputação dos parceiros no mercado, que traz credibilidade à nova entidade.

Já nas cadeias de valor observadas para as especialidades, a Amyris realiza parcerias mais diversificadas, visando acessar os diferentes ativos complementares necessários à comercialização de cada um desses produtos nos diferentes mercados.

Conforme exposto na Figura 16, para o LFR e para as fragrâncias, as atividades de *downstream* são realizadas por meio de desenvolvimento conjunto. No caso da Kuraray, ainda há a participação acionária. Esse modelo também é observado para o Bisabolol e também era o caso da Vitamina E, em parceria com a Nenter, antes da cessão do contrato de fornecimento de Biofene para a DSM.

Por meio deste tipo de parceria, para cada produto, a Amyris acessa todos os recursos necessários às atividades de *downstream* e, além disso, se beneficia do conhecimento dos parceiros para a seleção de produtos a serem desenvolvidos. O parceiro, por sua vez, acessa a expertise da Amyris em processos biotecnológicos e seus ativos para o desenvolvimento da rota de produção via fermentação, *scale up*, e produção em escala comercial do produto.

Já a comercialização do Biossance Squalane Oil, também uma especialidade, envolve outros tipos de parcerias, como alianças estratégicas genéricas e uma *joint venture*.

Após a produção do farneseno, o produto é convertido à esqualano pela JV com a Nikkol, a Aprinnova. Dessa forma, diferentemente das outras especialidades, a Amyris participa, indiretamente, do processo de *downstream*. A JV mostra-se, portanto, não ser apenas uma forma de lidar com os grandes investimentos e barreiras de entrada dos mercados de commodities, mas também de participar de outras atividades da cadeia de valor, promovendo uma maior integração do processo e proximidade da Amyris às atividades-chave do negócio.

O restante das atividades necessárias à comercialização do Biossance Squalane Oil é realizado pela Amyris: o produto final é formulado e, junto aos outros produtos da linha Biossance, é vendido no *website* da marca. Além disso, é vendido pela Sephora, por meio de uma parceria que foi classificada como uma aliança estratégica genérica.

A Sephora é a maior varejista especializada em beleza no mundo. Sendo vendidos por uma empresa deste porte, os produtos Biossance ganham visibilidade, mais canais de distribuição e acessam mais facilmente o mercado, conquistando mais clientes, por hora limitados aos EUA, Canadá e Brasil. Além disso, a Biossance associa sua marca à Sephora, que comercializa os cosméticos das maiores marcas mundiais, como Channel, M.A.C, Clarins, entre outras, o que traz uma confiança para o consumidor final. Outro ponto interessante nesta parceria é a possibilidade de, futuramente, a Sephora se tornar uma ponte entre a Amyris e as outras grandes marcas de cosméticos, que podem vir a se tornar clientes e/ou parceiros da Amyris, consumindo os produtos da empresa destinados à formulações.

O esqualano destinado à formulações nas indústrias é produzido da mesma forma que o Biossance, havendo sinergias (exploração dos mesmos ativos complementares e parcerias) nas cadeias de valor dos produtos. No entanto, a partir da diferenciação entre o produto final (formulação) e o produto Biossance, final (bem de consumo), esforços distintos de

estruturação são observados, mostrando os efeitos da posição do produto no desenvolvimento da cadeia de valor.

A distribuição do produto final (formulação) é feita por meio de distribuidores globais, que permitem que a Amyris acesse a indústria de cosméticos a nível mundial, fornecendo seu produto para grandes marcas. Já o produto final (bem de consumo) é vendido em uma localização mais restrita, nos EUA e Brasil, pela própria Amyris e pela Sephora, conforme citado acima.

Para este produto final (bem de consumo), observam-se pontos que não aparecem para os outros. Há um grande esforço em marketing, tanto na apresentação do próprio produto, como na embalagem, quanto na propaganda, principalmente a digital (*website* da marca, *e-mail*, *Instagram*²¹ em inglês e em português, este último visando o público do Brasil.).

Além das diferenças no marketing, a comercialização do produto também é singular, em relação aos outros produtos do portfólio: observa-se a estrutura de e-commerce, atendendo os mercados do Brasil, EUA e Canadá, tanto da própria empresa quanto do *website* Sephora. Essa abordagem digital também é característica da venda de um produto final (bem de consumo), que assim atinge com maior facilidade o consumidor final, principalmente a geração mais nova, a qual está conectada a todo momento e que tem interesse pela proposta de valor dos produtos da Amyris.

5.2.1. *Considerações sobre a estruturação*

A natureza de comercialização afeta toda a cadeia de valor, desde as atividades de *upstream* ao *downstream*, principalmente por causa dos grandes volumes das commodities, que necessitam de ativos específicos associados a altos investimentos, e à necessidade de exploração da economia de escala e escopo, para redução de custos e aumento da competitividade do produto. Esses fatores levaram à formação de parcerias menos numerosas, mais complexas e permanentes, como as *joint ventures*. A comercialização das diferentes especialidades, por sua vez, é realizada por meio de parcerias diversas, como alianças de desenvolvimento conjunto, alianças estratégicas genéticas, sendo que algumas envolvem o direito à participação acionária, e ainda a JV no mercado de cosméticos.

A posição na cadeia de valor influencia o número de atividades requeridas para a comercialização do produto. Logo, quão mais à jusante da cadeia de valor, mais recursos

²¹ *Instagram* é uma rede social *online* de compartilhamento de fotos e vídeos entre seus usuários.

necessários e, conseqüentemente, maior tendência à realização de alianças estratégicas. Especialmente para o produto final (bem de consumo), observou-se a necessidade do acesso e desenvolvimento interno de competências ligadas à propaganda, o que não foi notado para os produtos que são comercializados para empresas. Este tipo de produto também possui diferentes formas de comercialização, como a venda online e no varejo, o que exige competências distintas da comercialização direta as para indústrias.

Já a natureza de substituição implica principalmente na necessidade do desenvolvimento de aplicações para a inserção do produto no mercado, incentivando a formação de parcerias, como foi observado com o caso do Biofene. A natureza *drop-in* implica em menos desafios de estruturação do que a não *drop-in*. No entanto, os produtos devem ser mais competitivos em custo ou terem propostas de valor que contemplem benefícios ligados à performance técnica, emocional e estratégica que motivem o comprador a realizar a troca do produto convencional para o produto de origem renovável, e manter sua utilização.

5.3. Captura de valor

Os componentes da captura de valor analisados para cada produto selecionado foram organizados no Quadro 8.

Na seção anterior, foi destacada a necessidade de uma parceria mais estruturada e complexa para a comercialização de commodities, o que resultou em *joint ventures* da Amyris com outras empresas para atuação nos mercados de óleos básicos, lubrificantes e biocombustíveis. Conseqüentemente, nesses mercados, a Amyris captura valor por meio da participação dos lucros nesta JV.

A empresa também recebe royalties da produção de farneseno destinado ao mercado de commodities, devido ao licenciamento da tecnologia tanto para a Total como para a DSM. Previamente à venda de Brotas 1, a Amyris ainda capturava valor pela venda do Biofene à Novvi, no entanto a Amyris não exerce mais esta atividade para os produtos de maior volume, sendo este modo de captura observado apenas para as especialidades.

Quadro 8 Comparação de Modelos de Negócio - Captura de Valor.

Classificação	Biofene	Óleos Básicos Nova Spec	LFR	Biossance Squalane Oil	Fragrâncias
Natureza da comercialização	Commodity	Commodity	Especialidade	Especialidade	Especialidade
Posição na Cadeia de Valor	Intermediário	Final (formulação)	Final (formulação)	Final (bem de consumo)	Final (formulação)
Natureza da substituição	Não <i>drop-in</i>	<i>Drop-in</i>	Não <i>drop-in</i>	<i>Drop-in</i>	<i>Drop-in</i>
Subdimensão Captura de Valor	Biofene	Óleos Básicos Nova Spec	LFR	Biossance Squalane Oil	Fragrâncias
Modos	Venda Direta Royalties (licenciamento farneseno + royalties dos produtos produzidos a partir da molécula)	Participação no lucros (JV)	Venda de produtos Royalties	Venda para Varejo Venda <i>Online</i>	Venda de Produtos Royalties
Tipo de Transação	B2B	B2B	B2B	B2C e B2B2C	B2B

Fonte: Elaboração própria.

Já no caso das especialidades químicas comercializadas através de alianças de desenvolvimento conjunto, como é o caso do LFR, moléculas de fragrância e bisabolol, a Amyris captura valor com a venda da molécula para os parceiros e também com royalties recebidos pelas vendas dos produtos produzidos com estas moléculas. Além disso, os parceiros realizam um investimento inicial para o desenvolvimento e *scale up* do processo produtivo pela Amyris, dividindo os riscos associados ao desenvolvimento do produto.

Por essa ótica, o caráter de commodity ou especialidade influencia indiretamente a captura de valor. A influência direta da natureza de substituição nesta dimensão do modelo de negócio é observada pela necessidade de redução de custos para a comercialização de commodities, visto que a competição de produtos desta natureza é baseada no preço de venda. Logo, é necessária a exploração das economias de escala e escopo, para conseguir, de forma lucrativa, inserir uma commodity a um preço competitivo no mercado.

Notou-se também a influência direta da posição do produto na cadeia de valor na arquitetura dos rendimentos, visto que produtos intermediários e finais (formulação) terão transações B2B, que ocorrem para a maioria dos produtos produzidos pela Amyris, de forma distinta das transações observadas para um produto final (bem de consumo), como Biossance Squalane Oil, que tem transações B2C ou ainda B2B2C (*business-to-business-to-consumer*, ou seja, há um intermediário entre o consumidor final e o produtor, respectivamente os varejistas e a Amyris).

Analisando o Biossance Squalane Oil foram observadas duas formas de captura de valor não existentes para os outros produtos: a venda *online* e a venda para um varejista, a Sephora. Neste ponto, observa-se um dilema da venda de um produto final (bem de consumo): vender por meio de estrutura própria, neste caso, por meio do *website*, ou via varejistas. Por um lado, vender por si só permite maiores preços, já que os varejistas normalmente compram por um preço consideravelmente abaixo do que é fornecido ao mercado. No entanto, há necessidade de manutenção do *website*, contratação de pessoal, estabelecimento de canais de entrega dos produtos, etc., logo o lucro não é necessariamente maior. Já a venda via revendedores, apesar de gerar menos receita por unidade, pode possibilitar a venda de maiores volumes, visto a estrutura de lojas e canais de distribuição destes agentes, e também uma associação da marca do produto à marca do varejista. Com as duas frentes, a Amyris provavelmente busca um equilíbrio entre esses dois modos de comercialização.

5.3.1. *Considerações sobre a captura de valor*

A forma de captura de valor é impactada pela estruturação do modelo de negócio. Consequentemente, as implicações que a natureza do produto tem para a estruturação, especialmente em relação aos tipos de parcerias realizadas, se refletem nesta dimensão. Além disso, a posição do produto na cadeia de valor acarreta diferentes possibilidades de fluxo de receita. Esta dimensão também é afetada pela necessidade de produção a baixo custo, o que é importante para deixar o produto mais competitivo, especialmente para as commodities *drop-in*, para que estas consigam ser inseridas e se mantenham no mercado.

5.4. **Considerações do capítulo**

Com a análise das dimensões dos modelos de negócio utilizados pela Amyris para a comercialização de seus bioprodutos, foi possível observar a influência conjunta das naturezas de substituição, comercialização, e da posição do produto no desenvolvimento de modelos de negócio pela companhia, conforme explorado ao longo deste capítulo.

Além das observações acerca da influência da natureza do produto nas dimensões dos modelos de negócio, foi possível perceber estas se influenciam mutuamente, de forma sistêmica. Foi possível observar os impactos da estruturação do modelo de negócio na captura de valor e a necessidade de exploração da proposição de valor, especialmente das performances emocional e estratégica, visando auxiliar na justificativa do preço *premium* de alguns bioprodutos, impactando a captura de valor. Dessa forma, percebe-se que apesar de ser possível segregar as dimensões do modelo de negócio, analisando-as separadamente, é necessário entendê-lo como um todo, como a lógica que a empresa utiliza para fazer negócio.

Considerando as mudanças que a companhia tem feito em suas operações e estratégia, reduzindo sua participação nas JV utilizadas para a comercialização de commodities e focando na produção de especialidades, é possível observar esta lógica para a Amyris. A proposição de valor se baseia em ofertar produtos de origem renovável, em sua maioria *drop-in*, que possuem performance técnica equiparável ou superior ao produto convencional, explorando os benefícios ambientais na performance emocional e também diferentes benefícios da performance estratégica, dependendo do produto. Para a maioria dos produtos, o modo pelo qual as atividades de *upstream* são realizadas é o mesmo, sendo a exceção observada para as commodities. A Amyris acessa a matéria-prima tratada por meio da parceria com a Raízen e realiza as atividades de conversão da biomassa, separação e purificação do produto obtido do processo de fermentação.

Considerando que modelos de negócio se diferenciam devido à esforços de estruturação distintos, com diferentes atividades e/ou recursos e competências necessários, foi observada a utilização de alguns modelos de negócio pela Amyris. Para a comercialização de commodities, a Amyris acessa os ativos complementares por meio de *joint ventures*, capturando valor pela participação nos lucros da JV e também com os royalties do licenciamento da tecnologia para produção de farneseno para ser utilizado neste mercado; As parcerias de desenvolvimento conjunto, são exploradas na comercialização de especialidades químicas e produtos finais destinados à formulação, com ganhos advindos tanto da venda de produtos quanto da participação nos lucros obtidos com os produtos comercializados pela parceira, que também realiza investimentos iniciais e contribui com as pesquisas, dividindo os riscos de desenvolvimento dos produtos; Especificamente para a comercialização dos cosméticos derivados do farneseno, a Amyris possui a *joint venture* com a Nikkol, produzindo o esqualano e hemiesqualano. Estes produtos podem seguir cadeias distintas. Ou são comercializados para indústrias de cosméticos por meio de distribuidores globais, como produtos finais (formulação); Ou os produtos são utilizados pela própria Amyris na formulação de produtos Biossance, como o Biossance Squalane Oil, vendidos pelo *website* da marca ou pelos varejistas.

Dessa forma, a Amyris consegue operar em diversos mercados, com fluxos de receita diversos, e mesmo tendo sua expertise voltada para P&D e atividades de *upstream*, não fica restrita a esta parte da cadeia de valor, chegando até o consumidor final.

CAPÍTULO 6. CONCLUSÃO

Dentro do contexto da bioeconomia, este trabalho buscou discutir a influência da natureza do produto no desenvolvimento de modelos de negócio. Através de um estudo de caso, explorando os principais produtos comercializados pela empresa Amyris, foi possível identificar elementos das três dimensões do modelo de negócio (estruturação, proposição e captura de valor) e explorar sua relação com as diferentes naturezas de comercialização, substituição e posição na cadeia de valor dos bioprodutos estudados.

Percebe-se que as diferentes naturezas dos bioprodutos influenciam o desenvolvimento do modelo de negócio em todos os seus aspectos, sendo as diferenças mais marcantes observadas na dimensão estruturação, pelas distintas formas de parcerias firmadas, tamanhos de cadeias de valor e ativos complementares necessários à realização das atividades-chave.

Como a Amyris não dispõe de todos os recursos e competências necessários ao desenvolvimento e comercialização dos bioprodutos, as alianças estratégicas se mostram fundamentais para o desenvolvimento de seus negócios, impactando também as formas de captura de valor. As parcerias fazem com que seja possível a atuação da empresa de base biotecnológica em diversos mercados, reduzindo a necessidade de investimentos específicos, permitindo que a empresa concentre seus recursos em suas principais atividades, nas quais aprimora suas competências. Além do acesso aos ativos complementares necessários à produção e comercialização, incluindo capital, as parceiras também se mostraram extremamente importantes pela ponte que fazem entre a empresa de base tecnológica e os diferentes mercados, auxiliando a empresa a direcionar o *pipeline* de produtos, e possibilitando que novos bioprodutos sejam inseridos no mercado forma acelerada.

Foi observado um esforço para o desenvolvimento de aplicações do produto não *drop-in*, especialmente no caso do Biofene, por ser também um intermediário químico. Além disso, após a busca para classificar sua natureza de comercialização e entender a proposição de valor deste produto e os esforços de estruturação, é possível inferir que para analisar um produto intermediário é necessário avaliar também suas aplicações, enxergando as cadeias de valor que se desdobram a partir da cadeia do produto intermediário. Principalmente se tratando de um intermediário não *drop-in*, essas cadeias podem inserir novos atores ao contexto bioeconomia, contribuindo para seu dinamismo e processo de construção.

Apesar de serem esperados menores desafios para a estruturação dos modelos de negócio dos produtos *drop-in*, por estes se encaixarem nas cadeias produtivas já existentes, também foi observada a necessidade da realização de alianças estratégicas para viabilizar a comercialização desses produtos, especialmente para acesso aos recursos de *downstream* impactando tanto na estruturação quanto na captura de valor, sendo essas alianças também influenciadas pela posição do produto na cadeia de valor.

Além disso, devido à competição direta com os produtos convencionais, e tendo em vista que o preço *premium* pode não ser aceito por todos os atores (sejam eles empresas ou consumidores finais), e que por muitos destes é considerado algo que deve ser temporário, notou-se a necessidade da exploração dos elementos da performance emocional e estratégica da proposta de valor, tanto para inserção quanto manutenção dos produtos *drop-in* no mercado, ressaltando, para produtos intermediários ou finais (formulação), destinados a empresas, os benefícios da performance estratégica.

O estudo de caso da Amyris também indicou a necessidade de utilização de modelos de negócio diferentes para a comercialização de commodities e especialidades, principalmente devido aos altos investimentos necessários associados a produção de grandes volumes de produtos vendidos com baixa margem, característicos das commodities, e a possibilidade de explorar diversos nichos de mercado com as especialidades, que exigem ativos complementares e competências específicas no *downstream*. Essa necessidade pode ser, portanto, um grande desafio para a construção e crescimento das biorrefinarias, importantes unidades produtoras no contexto da bioeconomia, que trabalham exatamente com o a produção concomitante de produtos destas duas naturezas.

Diante o exposto, entende-se que é necessário o desenvolvimento de modelos de negócio que enderecem simultaneamente os desafios que são apresentados pelo conjunto de naturezas de cada produto, auxiliando o desenvolvimento de uma economia baseada em recursos renováveis

Na bioeconomia, além da natureza do produto, outros fatores podem afetar o desenvolvimento dos modelos de negócio, dentre eles as outras dimensões da bioeconomia (matérias-primas e tecnologias), o cenário macroeconômico, os mercados para os quais os produtos serão direcionados, e as próprias decisões estratégicas da empresa. Entender os modelos de negócio de empresas inseridas nesse contexto, e como eles foram desenvolvidos ou modificados ao

longo do tempo, traz lições para os futuros movimentos da própria empresa ou mesmo de outras entidades nesse ambiente.

Apesar de diferentes produtos terem sido avaliados neste trabalho, todos os produtos são de uma mesma empresa, a Amyris, logo são modelos de negócio desenvolvidos de acordo com as decisões estratégicas de uma única companhia, o que limita a extrapolação dos resultados para todo o contingente de empresas envolvidas na bioeconomia.

Além disso, como são produtos recentes no mercado e, em sua maioria, comercializados entre indústrias, as informações a respeito destes são limitadas, sendo utilizados como principais fontes os Formulários 10K e os *websites* das empresas que comercializam o produto. Sendo assim, as informações podem ser tendenciosas, e para buscar ao máximo informações menos viesadas, também foram utilizados artigos que avaliavam os bioprodutos frente aos produtos convencionais. Ademais, como tratou-se de um estudo de caso com abordagem qualitativa, as informações estão sujeitas à interpretação do pesquisador.

Para este trabalho foram desenvolvidos, baseados na revisão bibliográfica, quadros de análise para a avaliação dos modelos de negócio utilizados para a comercialização de produtos no contexto da bioeconomia. Sendo assim, seria interessante replicá-los para avaliação do portfólio de produtos de outras empresas, buscando chegar a um framework de análise de modelos de negócio utilizados para a comercialização de bioprodutos. Outra linha de pesquisa interessante é a da classificação de bioprodutos, especialmente em questão da natureza de substituição, visto que, conforme indicado na metodologia deste trabalho, foi observado que os produtos, em geral, não se encaixam na dualidade *drop-in* e não *drop-in*, havendo um espectro entre os extremos. Além disso, o estudo da temática da complexidade envolvida na utilização de múltiplos modelos de negócio ainda é recente e pouco desenvolvido. Assim, tendo em vista a possibilidade da utilização de um portfólio de modelos de negócio por companhias que fazem parte do desenvolvimento e construção da bioeconomia, especialmente considerando as biorrefinarias, trata-se de outra linha de pesquisa de possível exploração para futuros trabalhos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHAM, S. Will business model innovation replace strategic analysis?. **Strategy & Leadership**, v. 41, n. 2, p. 31 – 38, 2013.

ADAMOWICZ, M. Bio-economy as a concept of development strategies in the European Union. **Journal Of International Business Research And Marketing**, [s.l.], v. 2, n. 4, p.7-12, 2017.

AFUAH, A; TUCCI, C. **Internet business models and strategies: Text and cases**. Nova York: McGraw-Hill. 2001.

ALBERTTI, L. et al. Identification of the Bisabolol Synthase in the Endangered Candeia Tree (Eremanthus erythropappus (DC) McLeisch). **Frontiers in Plant Science**, v. 9, 2018.

AMERICA REFINING GROUP. **Refinery History**.2018. Disponível em:<<https://www.amref.com/Refinery/Refinery-History.aspx>>. Acesso em dezembro de 2018.

AMYRIS. **Amyris technology roadmap & product pipeline**. 2019a. Disponível em:<<http://investors.amyris.com/static-files/82e7ddc7-6b06-428b-8590-13452de24532>>. Acesso em maio de 2019.

AMYRIS. **About the sweetener molecule**. 2019b. Disponível em:<<https://amyris.com/about-the-reb-m-molecule/>>. Acesso em maio de 2019.

AMYRIS. **Amyris Annual report pursuant to section 13 or 15 (d) of the securities exchange act on 1934, for the fiscal year ended December 31, 2017**. 2018a. Disponível em:<<http://investors.amyris.com/financial-information/annual-reports>>. Acesso em dezembro de 2018.

AMYRIS. **Corporate Presentation**. 2018b. Disponível em:<<http://investors.amyris.com/static-files/9c0203b4-8051-4ccc-b4bf-137e7484965c>>. Acesso em dezembro de 2018.

AMYRIS. **Press Release**. 2018c. Disponível em: <<http://investors.amyris.com/news-releases/news-release-details/amyris-provides-update-leland-nc-production-facility>>. Acesso em janeiro de 2019.

AMYRIS. **Press Release**. 2018d. Disponível em: <<http://investors.amyris.com/2018-06-27-Amyris-Expands-Production-Contract-with-ADL-BioPharma-Due-to-Demand-Growth>>. Acesso em janeiro de 2019.

AMYRIS. **Press Release**. 2018e. Disponível em: <<http://investors.amyris.com/2018-09-27-Amyris-Enters-into-Extensive-Collaboration-Agreement-with-Leading-Chinese-Pharmaceutical-Company-Yifan-Pharmaceutical-Co-Ltd>>. Acesso em janeiro de 2019.

AMYRIS. **Press Release**. 2018f. Disponível em: <<http://investors.amyris.com/2018-10-03-Amyris-Signs-First-Major-Supply-and-Distribution-Agreement-for-its-New-Zero-Calorie>>.

Sweetener-with-ASR-Group-the-Worlds-Largest-Cane-Sugar-Refiner>. Acesso em janeiro de 2019.

AMYRIS. **Press Release**. 2018g. Disponível em: <<http://investors.amyris.com/2018-12-04-Amyris-Celebrates-Launch-of-New-Zero-Calorie-Naturally-Derived-Sweetener>>. Acesso em janeiro de 2019.

AMYRIS. **Press Release**. 2018h. Disponível em: <<http://investors.amyris.com/2018-12-03-Amyris-Partners-with-Camil-Alimentos-to-Deliver-Zero-Calorie-Sweetener-Made-from-Sugarcane-to-Brazilian-Consumers>>. Acesso em janeiro de 2019.

AMYRIS. **Amyris Annual report pursuant to section 13 or 15 (d) of the securities exchange act on 1934, for the fiscal year ended December 31, 2016**. 2017a. Disponível em: <<http://investors.amyris.com/financial-information/annual-reports>>. Acesso em dezembro de 2018.

AMYRIS. **Press Release**. 2017b. Disponível em: <<http://investors.amyris.com/news-releases/news-release-details/amyris-track-double-revenue-vitamin-e-partnership-nenter>>. Acesso em dezembro de 2018.

AMYRIS. **Press Release**. 2017c. Disponível em: <<http://investors.amyris.com/news-releases/news-release-details/amyris-enters-second-major-product-development-and-production>>. Acesso em dezembro de 2018.

AMYRIS. **Biotech Summit 2017 & Investor Day Presentation**. 2017d. Disponível em: <<http://investors.amyris.com/static-files/98f0d000-ccc1-46b5-9d59-95fcd6c7a522>>. Acesso em dezembro de 2018.

AMYRIS. **Amyris Annual report pursuant to section 13 or 15 (d) of the securities exchange act on 1934, for the fiscal year ended December 31, 2015**. 2016a. Disponível em: <<http://investors.amyris.com/financial-information/annual-reports>>. Acesso em dezembro de 2018.

AMYRIS. **Press Release**. 2016b. Disponível em: <<http://investors.amyris.com/news-releases/news-release-details/amyris-fuels-first-delivery-new-airbus-a350-900-airplane-cathay>>. Acesso em dezembro de 2018.

AMYRIS. **Press Release**. 2016c. Disponível em: <<http://investors.amyris.com/releasedetail.cfm?ReleaseID=980104>>. Acesso em dezembro de 2018.

AMYRIS. **Press Release**. 2016d. Disponível em: <<http://investors.amyris.com/releasedetail.cfm?ReleaseID=1004160>>. Acesso em dezembro de 2018.

AMYRIS. **Press Release**. 2016e. Disponível em: <<http://investors.amyris.com/news-releases/news-release-details/amyris-signs-multi-year-collaboration-extension-kuraray>>. Acesso em dezembro de 2018.

AMYRIS. **Press Release**. 2016f. Disponível em: <<http://investors.amyris.com/news-releases/news-release-details/amyris-announces-long-term-multi-million-dollar-collaboration>>. Acesso em dezembro de 2018.

AMYRIS. **Amyris Annual report pursuant to section 13 or 15 (d) of the securities exchange act on 1934, for the fiscal year ended December 31, 2014**. 2015a. Disponível em: <<http://investors.amyris.com/financial-information/annual-reports>>. Acesso em dezembro de 2018.

AMYRIS. **Press Release**. 2015b. Disponível em: <<http://investors.amyris.com/releasedetail.cfm?releaseid=919542>>. Acesso em dezembro de 2018.

AMYRIS. **Amyris Annual report pursuant to section 13 or 15 (d) of the securities exchange act on 1934, for the fiscal year ended December 31, 2013**. 2014a. Disponível em: <<http://investors.amyris.com/financial-information/annual-reports>>. Acesso em dezembro de 2018.

AMYRIS. **Press Release**. 2014b. Disponível em: <<http://investors.amyris.com/news-releases/news-release-details/amyris-continues-expand-sales-squalane-asia>>. Acesso em dezembro de 2018.

AMYRIS. **Amyris Annual report pursuant to section 13 or 15 (d) of the securities exchange act on 1934, for the fiscal year ended December 31, 2011**. 2012. Disponível em: <<http://investors.amyris.com/financial-information/annual-reports>>. Acesso em dezembro de 2018.

AMYRIS. **Amyris Annual report pursuant to section 13 or 15 (d) of the securities exchange act on 1934, for the fiscal year ended December 31, 2010**. 2011. Disponível em: <<http://investors.amyris.com/financial-information/annual-reports>>. Acesso em dezembro de 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. **Resolução ANP N° 669, de 17.2.2017**. 2017. Disponível em: <<http://www.sindicatos-es.com.br/wp-content/uploads/2017/03/RESOLU%C3%87%C3%83O-ANP-N%C2%BA-669.pdf>>. Acesso em dezembro de 2018.

ANGEL.CO. **Amyris Biotechnologies**. 2018. Disponível em: <<https://angel.co/amyris-biotechnologies>>. Acesso em dezembro de 2018.

APRINNOVA. 2018. Disponível em: <<https://aprinnova.com>>. Acesso em dezembro de 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE BIOINOVAÇÃO. **Bioeconomia: uma revolução que une empresas e meio ambiente**. 2018. Disponível em: <<http://www.abbi.org.br/pt/noticia/bioeconomia-uma-revolucao-que-une-empresas-e-meio-ambiente/>>. Acesso em março de 2019.

AVERSA, P.; HAEFLIGER, S.; REZA, D.G. Building a Winning Business Model Portfolio. **MIT Sloan Management Review**, v.58 n.4, p. 49-54, 2017.

BAIN&COMPANY; GAS ENERGY. **Potencial de diversificação da indústria química brasileira: Relatório 4: Químicos com base em fontes renováveis**. Rio de Janeiro, 2014. 118p. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/produ%20tos/download/aep_fep/chamada_publica_FEPprospec0311_Quimicos_Relat4_Quimicos_de_renovaveis.pdf>. Acesso em março de 2018.

BARNEY, J. **Gaining and sustaining competitive advantage**. Addison-Wesley. p. 284-313, 1996.

BENSON-REA, M.; BRODIE, R.; SIMA, H. The plurality of co-existing business models: Investigating the complexity of value drivers. **Industrial Marketing Management**, [s.l.], v. 42, n. 5, p.717-729, 2013.

BIODIESELBR. **Diesel de cana: assobiar e chupar cana**. Disponível em: <<https://www.biodieselbr.com/revista/030/diesel-de-cana>>. Acesso em maio de 2019.

BIOFUELS DIGEST. **DuPont industrial biosciences: Biofuels Digest's 2015 5-minute guide**. 2015. Disponível em: <<http://www.biofuelsdigest.com/bdigest/2015/04/19/dupont-industrial-biosciences-biofuels-digests-2015-5-minute-guide/>>. Acesso em dezembro de 2018.

BIOPREFERRED. **What is biopreferred?** Disponível em: <<https://www.biopreferred.gov/BioPreferred/faces/pages/AboutBioPreferred.xhtml>>. Acesso em maio de 2019.

BIOSSANCE. 2018. Disponível em: <<https://biossance.com>>. Acesso em dezembro de 2018.

BIOTECH INNOVATION ORGANIZATION. **The biobased economy: Measuring growth and impacts**. 2017. Disponível em: <https://www.bio.org/sites/default/files/Biobased_Economy_Measuring_Impact.pdf>. Acesso em março de 2018.

BNDES. **Plano de Desenvolvimento e Inovação da Indústria Química – PADIQ**. 2016. Disponível em: <<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/plano-inova-empresa/padiq>>. Acesso em maio de 2019.

BOMTEMPO, J. V. **Os dilemas dos produtos na bioeconomia**. Blog Infopetro. 2013. Disponível em: <<https://infopetro.wordpress.com/2013/08/26/o-futuro-dos-biocombustiveis-xviii-os-dilemas-dos-produtos-na-bioeconomia/>>. Acesso em 1 março de 2018.

BOMTEMPO, J.V. **Estudo de sistema produtivo química**. Brasília: Instituto Euvaldo Lodi. Núcleo Central. 2018. (Indústria 2027: riscos e oportunidades para o Brasil diante de inovações disruptivas). Disponível em: <http://www.ie.ufrj.br/images/nota_tecnica_-_quimica_c8b3b.pdf>. Acesso em março de 2019.

BOMTEMPO, J. V.; ALVES, F. Innovation dynamics in the biobased industry. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, v. 1, n. 1, p. 19, 2014.

BOZELL, J.; PETERSEN, G. Technology development for the production of biobased products from biorefinery carbohydrates—the US Department of Energy’s “Top 10” revisited. **Green Chemistry**, v. 12, n. 4, p. 539, 2010.

BRANDENBURGER, A. M., NALEBUFF, B. J. The right game: Use of game theory to shape strategy, **Harvard Business Review**, 57-81. 1995.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Produção Sustentável**. [20--]. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/producao-e-consumo-sustentavel/conceitos/producao-sustentavel.html>>. Acesso em maio 2019.

BRASKEM. **Plástico Verde da Braskem completa cinco anos e conquista espaço no mercado mundial**. 2015. Disponível em: <<https://www.braskem.com.br/detalhe-noticia/plastico-verde-da-braskem-completa-cinco-anos-e-conquista-espaco-no-mercado-mundial>>. Acesso em abril de 2019.

BRASKEM. **Perfil**. 2019. Disponível em: <<https://www.braskem.com.br/perfil>>. Acesso em maio de 2019.

BREMMER, B; PLONSKER, L. **Bio-based Lubricants: A market opportunity study update**. 2008. Disponível em: <<https://soynewuses.org/wp-content/uploads/pdf/BioBasedLubricantsMarketStudy.pdf>>. Acesso em janeiro de 2019.

BUSINESS WIRE. **Amyris partners with Givaudan to develop key fragrance ingredient from Biofene**. 2011. Disponível em: <<https://www.businesswire.com/news/home/20110224005520/en/Amyris-Partners-Givaudan-Develop-Key-Fragrance-Ingredient>>. Acesso em junho de 2019.

CAMARA, M.R.G.; SANTOS, M.P. **A evolução da indústria química no Brasil: Análise do desempenho do Polo Petroquímico de Triunfo**. Semina: Ci. Soc./Hum. Londrina, v. 19/20, n. 3, p. 35-49. 1999.

CAMIL. **Sobre a Camil Alimentos**. 2019. Disponível em: <<http://camilalimentos.com.br/#historia>>. Acesso em junho de 2019.

CARUS, M. et al. **Detailed evaluation of Green Premium prices for bio-based products along the value chain**. 2018. Disponível em: <http://bio-based.eu/publication-search/?wpv_post_search=greenpremium>. Acesso em dezembro de 2018.

CARUS, M. et al. **Bio-based drop-in, smart drop-in and dedicated chemicals** Nova-Institute for Ecology and Innovation. 2017. Disponível em: <https://www.roadtobio.eu/uploads/news/2017_October/RoadToBio_Drop-in_paper.pdf>. Acesso em abril de 2019.

CARUS, M.; EDER, A.; BECKMANN, J. **Nova paper #3: Green premium prices along the value chain of bio-based products.** 2014. Disponível em: <http://bio-based.eu/publication-search/?wpv_post_search=greenpremium>. Acesso em março de 2018.

CASADESUS-MASANELL, R.; TARZIJAN, J. When one business model isn't enough. **Harvard Business Review**, 2012. Disponível em: <<https://hbr.org/2012/01/when-one-business-model-isnt-enough>>. Acesso em março de 2018.

CAVALHEIRO, C. **Lubrificantes biodegradáveis.** 2015. Disponível em: <https://www.klueber.com/br/pt/novidades_detail/3677/>. Acesso em julho de 2019.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Plano de ação em ciência, tecnologia e inovação em bioeconomia.** Brasília, DF. 2018. Disponível em: <http://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/ciencia/SEPED/Arquivos/PlanosDeAcao/PACTI_BIOECONOMIA_web.pdf>. Acesso em fevereiro de 2019.

CHAN, H.; HE, H.; WANG, W. Green marketing and its impact on supply chain management in industrial markets. **Industrial marketing management**, v. 41, n. 4, p. 557-562, 2012.

CHANDRAN, S.; KEALEY, J.; REEVES, C. Microbial production of isoprenoids. **Process biochemistry**, v. 46, n. 9, p. 1703-1710, 2011.

CHATSKO, M. **Amyris is giving the "hippie perfume molecule" a synthetic biology makeover.** The Motley Fool. Disponível em: <<https://www.fool.com/investing/general/2014/04/24/amyris-is-giving-the-hippie-perfume-molecule-a-syn.aspx>>. Acesso em dezembro de 2018.

CHEMAGILITY. **Safic-Alcan acquires French specialty ingredients distributor, Laserson SA.** 2013. Disponível em: <<http://www.chemagility.com/distributor-news/chemical-distributor-news-detail.asp?newsid=239>>. Acesso em dezembro de 2018.

CHESBROUGH, H. **Open innovation. The new imperative for creating and profiting from technology.** Boston: Harvard Business School Press. Cap. 4, p 63-91, 2003.

COHN, C. **Differences in selling B2B vs. B2C.** Forbes. 2016. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/chuckcohn/2015/06/16/differences-in-selling-b2b-vs-b2c/#14efa84c4fb2>>. Acesso em dezembro de 2018.

COSAN. **Quem Somos.** 2018. Disponível em: <<http://www.cosan.com.br/pt-br/cosan/quem-somos>>. Acesso em dezembro de 2018.

CRUNCHBASE. **Amyris Biotechnologies.** 2018. Disponível em: <<https://www.crunchbase.com/organization/amyris-biotechnologies#section-funding-rounds>>. Acesso em dezembro de 2018.

DAMMER, L. et al. **Market developments of and opportunities for bio-based products and chemicals.** Nova-Institute for Ecology and Innovation. 2013. Disponível em: <https://www.eumonitor.nl/9353000/1/j4nvg5kjg27kof_j9vvik7m1c3gyxp/vjken6y2ivvo/f=/blg338557.pdf>. Acesso em maio de 2019.

DANNEELS, E. The dynamics of product innovation and firm competences. **Strategic Management Journal**, v. 23, n. 12, p.1095-1121, 2002.

DANSEREAU, L. et al. Methodology for biorefinery portfolio assessment using supply-chain fundamentals of bioproducts. **Biofuels, Bioproducts and Biorefining**, v. 8, n. 5, p. 716-727, 2014.

DE ASSIS, C. et al. Risk management consideration in the bioeconomy. **Biofuels, Bioproducts and Biorefining**, v. 11, n. 3, p. 549-566, 2017.

DEGUERRY, F. et al. The diverse sesquiterpene profile of patchouli, *Pogotemon clabin*, is correlated with a limited number of sesquiterpene synthases. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 454, p. 123-136, 2006.

DEMIL, B.; LECOCQ, X. Business Model Evolution: In Search of Dynamic Consistency. **Long Range Planning**, v. 43, n. 2, p. 227-246. 2010.

DENG, B. L. **Catching-Up tecnológico: Políticas de upgrade industrial na república popular da China**. 2019. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Economia Política Internacional, Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

DOGANOVA, L.; EYQUEM-RENAULT, M. What do business models do?: Innovation devices in technology entrepreneurship. **Research Policy**, v. 38, n. 10, p. 1559-1570, 2009.

DSM. **Vitamina E**. 2018. Disponível em: <https://www.dsm.com/markets/anh/en_US/Compendium/companion_animals/vitamin_E.html>. Acesso em dezembro de 2018.

DSM. **Press Release**. 2017. Disponível em: <<https://www.dsm.com/corporate/media/informationcenter-news/2017/11/51-17-dsm-expands-strategic-alliance-with-amyris-and-acquires-brazilian-production-facility-from-amyris.html>>. Acesso em junho de 2019.

DSM. **História**. 2016. Disponível em: <https://www.dsm.com/countrysites/latam/pt_BR/about/our-company/dsm-history-timeline.html#>. Acesso em julho de 2019.

ECOCERT. **Referencial Ecocert: Cosméticos Naturais e Orgânicos**. 2012. Disponível em: <<http://www.brazil.ecocert.com/system/files/Referencial-Cosmeticos-Naturais-e-Organicos-Ecocert/index.pdf>>. Acesso em maio de 2019.

EDISON GROUP. **ADL Bionatur Solutions: Value added biotech manufacturing**. 2018. Disponível em: <<https://www.edisongroup.com/publication/value-added-biotech-manufacturing/22970/>>. Acesso em junho de 2019.

EISEN, M.; OTTMAN, J. **Demystifying biobased products key to marketing success**. Sustainable Brands. Disponível em <

http://www.sustainablebrands.com/news_and_views/green_chemistry/demystifying-biobased-products-key-marketing-success>. Acesso em março de 2018.

EL-ASSAD, A. et al. **Technologies, products, and economic viability of a sugarcane biorefinery in Brazil**, In Chemicals and fuels from bio-based building blocks (eds F. Cavani, S. Albonetti, F. Basile and A. Gandini), Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, Germany. 2016.

ETC Group. Syntetic Biology, Biodiversity and Farmers. 2016. Disponível em: <http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/files/etc_synbiocasestudies_2016.pdf>. Acesso em dezembro de 2018.

EXXONMOBIL. **ExxonMobil Base Stocks. 2018 Industry Pulse Report**. 2018. Disponível em: <<https://www.exxonmobil.com/en/basestocks/news-insights-and-resources/industry-insights/2018-industry-pulse-report>>. Acesso em janeiro de 2019.

FAIRBANKS, M. **Biotechnologia: micro-organismos selecionados abrem rotas mais sustentáveis para a indústria química**. 2017. Disponível em: <<https://www.quimica.com.br/biotechnologia-micro-organismos-selecionados-abrem-rotas-mais-sustentaveis-para-industria-quimica/4/>>. Acesso em janeiro de 2019.

FAÍSCA, N.; PING, C. **Isoprene e bioisoprene**. Report Abstract. Nexant's ChemSystems Process Evaluation/Research Planning. 2013.

FETRANSPOR. **Monitoramento dos testes de uso de diesel de cana em frota de ônibus urbano no Município do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Fetranspor - Federação das Empresas de Transportes de Passageiros do Estado do Rio de Janeiro. 2013. Disponível em: <<https://www.fetranspor.com.br/biblioteca>>. Acesso em maio de 2019.

FINEP. **PAISS**, 2014. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/apoio-e-financiamento-externa/programas-e-linhas/programas-inova/paiss>>. Acesso em maio de 2019.

FIRMENICH. **Clearwood**. 2018. Disponível em: <https://www.firmenich.com/uploads/files/ingredients/marketing-sheet/perfumery/CLEARWOOD_970953.pdf?788a563>. Acesso em dezembro de 2018.

FIRMENICH. **Sustainability 2014**. 2013. Disponível em: <https://www.firmenich.com/uploads/files/Firmenich_sustainability_report_2014.pdf>. Acesso em janeiro de 2019.

FIRMENICH. **Reflecting on Sustainability 2013**. 2013. Disponível em: <https://www.firmenich.com/uploads/files/sustainability_reports/Firmenich_Sustainability_Report_2013.pdf>. Acesso em janeiro de 2019.

FORBES. **Yifan Pharmaceutical**. 2019. Disponível em: <<https://www.forbes.com/companies/yifan-pharmaceutical/#5349f5635e43>>. Acesso em junho de 2019.

GAEDICKE, J. **The business model in context of business strategy**. 78 f. Dissertação – Technical University Berlin. Berlin. 2012.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 200 p.,2008.

GIVAUDAN. **Press Release**. 2014. Disponível em: <<https://www.givaudan.com/media/media-releases/2014/givaudan-completes-acquisition-soliance>>. Acesso em dezembro de 2018.

GIVAUDAN. **Bisabolife™**. 2018. Disponível em:<<https://www.givaudan.com/fragrances/active-beauty/products/bisabolife%E2%84%A2>>. Acesso em dezembro de 2018.

GLASCHKE, M; MODER, M, SCHMITZ, C. **What to do when a specialty-chemical business gets commoditized. McKinsey&Company. 2017**. Disponível em: <<https://www.mckinsey.com/industries/chemicals/our-insights/what-to-do-when-a-specialty-chemical-business-gets-commoditized>>. Acesso em abril de 2019.

GRANDO, Rafaela. **Startups e modelos de negócio em bioeconomia: As trajetórias de Amyris e Solazyme**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Brasil. 2013.

GRANT, R.; BADEN-FULLER, C. A Knowledge Accessing Theory of Strategic Alliances. **Journal of Management Studies**, v. 41, n. 1, p. 61-84, 2004.

HACKLIN, F.; BJÖRKDAHL, J.; WALLIN, M. W. Strategies for business model innovation: How firms reel in migrating value. **Long Range Planning**, v. 51, n. 1, p.82-110, 2018.

HAN, G. et al. Fermentative production and direct extraction of (–)- α -bisabolol in metabolically engineered *Escherichia coli*. **Microbial Cell Factories**, v. 15, n. 1, 2016.

HIRATA, K. et al. Bio-based liquid rubber for tire application. **RubberWorld**, v.256, n.6, p. 51-55, 2017.

IFF. **IFF and Amyris Advance Innovative Collaboration to Develop Ingredients for the Flavors and Fragrances Market**. 2014. Disponível em: <<https://ir.iff.com/news-releases/news-release-details/iff-and-amyris-advance-innovative-collaboration-develop>>. Acesso em junho de 2019.

ILEON. **La histórica Antibióticos de León cambia de nombre y pasa a llamase ADL Biopharma**. 2017. Disponível em:< <https://www.ileon.com/actualidad/078830/la-historica-antibioticos-de-leon-cambia-de-nombre-y-pasa-a-llamase-adl-biopharma>>. Acesso em junho de 2019.

INFINEUM. **Growing green base stocks: high quality bio base oils find new growth markets**. 2015. Disponível em:<<https://www.infineuminsight.com/articles/base-stocks/growinsg-green-base-stocks/>>. Acesso em janeiro de 2019.

JAWORSKI, J. **Creating and capturing value from industrial bio-based products and processes, bio-based value cycles and business models for sustainable growth and development**. 2005. Disponível em:

<[http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=DSTI/STP/BIO\(2005\)43&docLanguage=En](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=DSTI/STP/BIO(2005)43&docLanguage=En)>. Acesso em março de 2018.

JESPERSEN, M. et al. **Biobased products from idea to market: 15 EU success stories**. Berlin: Ecologic Institute. 2018. Disponível em: <<https://www.ecologic.eu/sites/files/publication/2018/3513-bio-based-products-15-success-stories.pdf>>. Acesso em maio de 2019.

JOIA, L.; FERREIRA, S. **Modelo de negócios: constructo real ou metáfora de estratégia?** Cad. EBAPE.BR [online], v.3, n.4, p.01-18, 2005.

KLINE, CH. Maximizing profits in chemicals. **Chemtech**, v. 6, n. 2, p. 110-117, 1976.

KURARAY. **Liquid farneseno rubber**. 2018. Disponível em: <<https://www.elastomer.kuraray.com/klr/liquid-farnesene-rubber/>>. Acesso em dezembro de 2018.

KURARAY. **Press Release**. 2017. Disponível em: <<http://www.kuraray.com/release/2017/170220.html>>. Acesso em dezembro de 2018.

LANZETECH. **LanzaTech Voted #2 in Biofuels Digest Hot 50 Companies in Advanced Bioeconomy**. 2016. Disponível em: <<https://www.lanzatech.com/2016/02/22/lanzatech-voted-2-biofuels-digest-hot-50-companies-advanced-bioeconomy/>>. Acesso em junho de 2019.

LEAVELL, M.; MCPHEE, D.; PADDON, C. Developing fermentative terpenoid production for commercial usage. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 37, p. 114-119, 2016.

LEFFINGWEEL, J.; LEFFINGWEEL, D. Biotechnology – Conquests and Challenges in Flavors & Fragrances. **Leffingwell Reports**, v.7, n.2, p. 1-11, 2015.

MAGRETTA, J. **Understanding Michael Porter: The essential guide to competition and strategy**. Boston: Harvard Business, 2012.

MAGRETTA, J. Why business models matter?. **Harvard Business Review**, v. 80, n. 5, p. 86-92, 2002.

MANOCHIO, Carolina. **Produção de Bioetanol de cana-de-açúcar, milho e beterraba: uma comparação dos indicadores tecnológicos, ambientais e econômicos**. 2014. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação), Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Alfenas– Campus de Poços de Caldas, Minas Gerais, 2014.

MARCONDES, D. **Bioeconomia: uma revolução que une empresas e meio ambiente. Agência Envolver de Jornalismo**. 2018. Disponível em: <<http://envolverde.cartacapital.com.br/bioeconomia-uma-revolucao-que-une-empresas-e-meio-ambiente/>>. Acesso em fevereiro de 2019.

MCGAHAN, G. et al. **Joint venture and strategic alliances – Examining the key to success**. PWC. 2016. Disponível em:

<<https://www.pwc.com/us/en/deals/publications/assets/pwc-deals-joint-ventures-strategic-alliances.pdf>>. Acesso em dezembro de 2018.

MCPHEE, D. The development of catalytic processes from terpenes to chemicals. **Catalytic process development for renewable materials**, p.51-79, 26, 2013.

MCPHEE, D. et al. Deriving renewable squalane from sugarcane. **Cosmetics & Toiletries Magazine**, v. 129, n.6, 2014.

MEEUSEN, M; PEUCKERT, J; QUITZOW, R. **Deliverable N° 9.2 Acceptance factors for bio-based products and related information systems**. Berlin: Open-bio, 2015. (Work Package 9: Social Acceptance).

MIKKELSEN et al. **Methods for improved production of rebaudioside d and rebaudioside m**. Depositante: EVOLVA S.A. US 9,957, 540 B2. Depósito: 6 fev. 2014. Concessão: 1 mai. 2018. Disponível em: <<https://patentimages.storage.googleapis.com/6d/4c/81/0368894f4ab8d7/US9957540.pdf>>. Acesso em junho de 2019.

MOHAN, R.; BALAKRISSHNAN, S. **Working with multiple business models: a case study of HMS**. Dissertação (Mestrado em Gestão Industrial e Inovação) – Halmstad University, Halmstad, Suécia. 2018.

MORAES, F.P.; COLLA, L. M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: Definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v.3, n.3, p. 99-112, 2006.

MOURADIAN, N. **The Dieline Awards 2018 Outstanding Achievements: Biossance**. The Dieline. 2018. Disponível em: <<https://beta.thedieline.com/blog/2018/4/24/the-dieline-awards-2018-outstanding-achievements-biossance>>. Acesso em janeiro de 2019.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Biobased Industrial Products: Research and Commercialization Priorities**. Washington, DC: The National Academies Press, 162 p. 2000.

NETO, A.; IIZUKA, T.; PADILHA, A. Competências essenciais e estratégias competitivas de empresas multinacionais brasileiras líderes em cadeia de valor global. **Gestão & Planejamento**, v. 16, n. 2, p. 165-184, 2015.

NOVA CANA. **Aplicações e usos do etanol**. Disponível em: <<https://www.novacana.com/etanol/aplicacoes>>. Acesso em maio de 2019

NOVA CANA. **Com plano de recuperação judicial aprovado, Tonon coloca à venda duas usinas**. 2017. Disponível em: <<https://www.novacana.com/n/industria/financeiro/plano-recuperacao-judicial-aprovado-tonon-venda-duas-usinas-060417>>. Acesso em maio de 2019.

NOVVI. **About Novvi**. 2018. Disponível em: <<https://novvi.com/about/>>. Acesso em dezembro de 2018.

NOVVI. **Nova Spec Base Oils**. 2017. Disponível em: <<http://novvi.com/wp-content/uploads/2017/01/Novvi-NovaSpec-Base-Oils-2017.pdf>>. Acesso em dezembro de 2018.

O PETRÓLEO. **As maiores empresas de petróleo e gás do mundo em 2018**. 2018. Disponível em: <<https://www.opetroleo.com.br/as-maiores-empresas-de-petroleo-e-gas-do-mundo-em-2018/>>. Acesso em maio de 2019.

OECD. **Biobased chemicals and bioplastics: Finding the right policy balance**, OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No. 17, OECD Publishing, Paris. 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1787/5jxwwfjx0djf-en>>. Acesso em março de 2018.

OECD. **The Bioeconomy to 2030: Designing a policy agenda. Main findings and policy conclusions**. 2009. Disponível em: <<http://www.oecd.org/futures/long-termtechnologicalsocietalchallenges/42837897.pdf>>. Acesso em março de 2018.

OGBONNA, J. Microbiological production of tocopherols: current state and prospects. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 84, n. 2, p. 217-225, 2009.

OLIVA FILHO, S. **Visão da Petrobras sobre o Mercado Nacional de Óleos Lubrificantes Básicos**. In: 3o CONGRESSO SIMEPETRO, 2010. [s.l]: Petrobrás, 2010. p. 1 - 16. Disponível em: <http://www.simepetro.com.br/wp-content/uploads/Mercado-oleos-basicos_Congresso-Simepetro.pdf>. Acesso em junho de 2019.

OLIVEIRA, B.C. **Complexidade em Biorrefinarias**. 2016. 125 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **World Population Prospects: The 2017 Revision, Key Findings and Advance Tables**. Disponível em: <https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2017_KeyFindings.pdf>. Acesso em fevereiro de 2019.

OROSKI, F. **Modelos de Negócio e Transição de Sistemas Tecnológicos: o caso dos bioplásticos**. 2013. 195 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

OROSKI, F.; ALVES, F.; BOMTEMPO, J.V. Bioplastics tipping point: drop-in or non-drop-in?. **Journal of Business Chemistry**. v. 11, n. 1. p. 43-50, 2014.

OROSKI, F.; ALVES, F.; BOMTEMPO, J.V. **Acesso às competências complementares na estruturação de modelos de negócios inovadores: uma exploração em bioplásticos**. [20--]

OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y. **Business model generation - inovação em modelos de negócios: um manual para visionários, inovadores e revolucionários**. Tradução. Rio de Janeiro, RJ: Alta Books, 2011.

OSTERWALDER, A. **The business model ontology: A proposition in design approach**. Tese de Doutorado. Université de Lausanne. Suíça. 2004.

PEREIRA, F. S.; SILVA, M. F. **Panorama setorial 2015-2018: Indústria química.** Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (Brasil). Perspectivas do investimento 2015-2018 e panoramas setoriais. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, p. 109-11, 2014. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/14377/1/Industria%20quimica_P_BD.pdf>. Acesso em 1 março de 2018.

PISANO, G. WAGONFELD, A. **Amyris Biotechnologies: Commercializing biofuel.** Harvard Business School. EUA. 2010.

POLLAK, P. **Fine Chemicals: The Industry and the business.** Nova Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2007.

POPA, V. I. **Biomass for fuels and biomaterials.** In Popa, VI; Volf, I. (eds). Biomass as renewable raw material to obtain bioproducts of high-tech value, 1-37.2018.

PORTER, M. **Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance.** 1^a Ed. Nova York: The Free Press. 1985.

RAIZEN. **Sobre a Raízen.** 2019. Disponível em: <<https://www.raizen.com.br/sobre-a-raizen>>. Acesso em maio de 2019.

RAMOS, C. **Raízen conclui aquisição de usinas da Tonon.** 2017. Disponível: <<https://www.valor.com.br/agro/5114974/raizen-conclui-aquisicao-de-usinas-da-tonon>>. Acesso em maio de 2019.

REIS, T. **Como funciona a NASDAQ, a bolsa especializada em empresas de tecnologia.** 2018. Disponível em: <<https://www.sunoresearch.com.br/artigos/nasdaq/>>. Acesso em junho de 2019.

RESENDE, T. **Cade aprova compra da usina Paraíso pela Tonon Bioenergia.** 2013. Disponível em: <<https://www.valor.com.br/empresas/3081952/cade-aprova-compra-da-usina-paraíso-pela-tonon-bioenergia>>. Acesso em maio de 2019.

ROCCO, C. et al. **Relatório Técnico N° 2/2016/SBQ/CPT – DF. Panorama dos Óleos Básicos no Brasil Projeto: Revisão das Portarias ANP N° 129/99 e N° 130/99.**2016. Disponível em: <<http://www.simepetro.com.br/wp-content/uploads/ANP-RELATORIO-TECNICO-2-2016-SBQ-CPT-DF-PANORAMA-DOS-OLEOS-BASICOS-NO-BRASIL.pdf>>. Acesso em dezembro de 2018.

SCHALK, M. et al. Toward a biosynthetic route to sclareol and amber odorants. **Journal of the American Chemical Society**, v. 134, n. 46, p. 18900-18903, 2012.

SCHILLING, M. **Strategic management of technological innovation.** 4^a Ed. Nova York: McGraw-Hill. 2006.

SCHWARZ, J.; TERRENGHI, N.; LEGNER, C. **From one to many business models: uncovering characteristics of business model portfolios.** Research Papers. 25th European Conference on Information Systems (ECIS), Guimarães, Portugal. 2017.

SIMÕES, C. et al. **Farmacognosia: do produto natural ao medicamento**. Porto Alegre: Artmed. 2017.

SNIHUR, Y.; TARZIJAN, J. Managing complexity in a multi-business-model organization. **Long Range Planning**, v. 51, n. 1, p. 50-63, 2018.

SPECIALCHEM. **Amyris & Takasago launch new fragrance developed from Amyris technology**. 2014. Disponível em: <<https://cosmetics.specialchem.com/news/product-news/amyris-and-takasago-launch-new-fragrance-developed-from-amyris-technology-000182420>>. Acesso em junho de 2019.

STAFANOVIC, I., MILOSEVIC, D. On conceptual differentiation and integration of strategy and business model. **Zb. rad. Ekon. fak. Rij**, v. 30, n. 1, p. 141-161, 2012

SYNBIO WATCH. **Squalane/hemisqualane by Amyris**. [20--]. Disponível em: <<http://database.synbiowatch.org/node/445>>. Acesso em maio de 2019

TAKASAGO. **Amyris teams up with Takasago for new fragrance materials**. 2014. Disponível em: <https://www.takasago.com/en/business/aromachemicals/2014/0729_0026.html>. Acesso em junho de 2019.

TARAN, Y.; BOER, H.; LINDGREN, P. A Business Model Innovation Typology. **Decision Sciences**, v. 46, n. 2, p.301-331, 2015.

TEECE, D. J. Business models and dynamic capabilities. **Long Range Planning**, v. 51, p. 40-4, 2018.

TEECE, D. J. Business Models, business strategy and innovation. **Long Range Planning**, v. 43, n. 2-3, p. 172-194, 2010.

TEECE, D. J. Profiting from technological innovation. **Research Police**, v. 15, n. 6, p. 285-305, 1986.

TEIXEIRA, L. V. **Estratégias em indústrias emergentes: Um estudo de empresas petroquímicas e startups na bioeconomia**. 2016. 88 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

THIMMANAGARI, M.; GUELPH, I.; TODD, J. **Introduction to bioproducts**. 2010. Disponível em: <<http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/10-013w.htm>>. Acesso em 1 março de 2018.

TSAGARAKI, E. et al. **D2.1 Bio-based products and applications potential**. 2017. Disponível em: <www.bioways.eu/download.php?f=150&l=en&key=441a4e6a27f83a8e828b802c37adc6e1>. Acesso em março de 2018.

TULLO, A. **Amyris hits the market**. Chemical & Engineering News, v.89, n.49, p. 26-28, 2011.

U.S. NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE. Glycoconjugates. Disponível em: <<https://meshb.nlm.nih.gov/record/ui?name=Glycoconjugates>>. Acesso em agosto de 2019

U.S. SECURITIES AND EXCHANGE COMMISSION – SEC. **How to read a 10-k**. 2011. Disponível em: <<https://www.sec.gov/fast-answers/answersreada10k.htm>>. Acesso em junho de 2019.

UBRABIO. **Bioquerosene produzido no Brasil pronto para uso em voos comerciais**. 2014. Disponível em: <<https://ubrablo.com.br/2014/06/16/bioquerosene-produzido-no-brasil-pronto-para-uso-em-voos-comerciais/>>. Acesso em maio de 2019.

VALENTIN, H.; QI, Q. Biotechnological production and application of vitamin E: current state and prospects. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 68, n. 4, p. 436-444, 2005.

VAN DER HOEK, J.; DE FOUIJ, H.; STRUKER, A. Wastewater as a resource: Strategies to recover resources from Amsterdam's wastewater. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 113, p. 53-64, 2016.

VAZ JUNIOR, S. (Ed.). **Biorrefinarias: Cenários e perspectivas**. Brasília: Embrapa Agroenergia, 2011. 176 p.

WATSON. **Amyris bids for 30% slice of stevia market by 2022 with new Reb M sweetener: 'On a quality basis, it's a superior product. It simply tastes better'**. 2018. Disponível em: <<https://www.foodnavigator-usa.com/Article/2018/12/03/Amyris-bids-for-30-slice-of-stevia-sweetener-market-by-2022-with-Reb-M>>. Acesso em junho de 2019.

WIRTZ, B. et al. Business models: Origin, development and future research perspectives. **Long Range Planning**, v. 49, n. 1, p. 36-54, 2016.

WOO, A. **Alto contenido de azúcar y etiquetado limpio: respuestas y soluciones sostenibles basadas em stevia**. In: Food Tech Talks, 2018. [s.l]: So Pure Stevia. p. 1 - 37. Disponível em: <<http://www.enfasis.com/FTS/2018/Presentaciones/Talks-1-Stevia-Alex-Woo.pdf>>. Acesso em junho de 2019.

YIN, R. K. **Estudo de caso – Planejamento e métodos**. 2ª Ed. Porto Alegre: Bookman. 2001.

ZOOT, C.; AMIT, R.; MASSA, L. The business model: Recent developments and future research. **Journal of Management**, v. 37, n.4, p. 1019-1042, 2011.

APÊNDICE A – FORMULÁRIOS DE CLASSIFICAÇÃO DO PRODUTO E DEFINIÇÃO DE PROPOSTA DE VALOR

FORMULÁRIO - CLASSIFICAÇÃO DE PRODUTOS E DEFINIÇÃO DE PROPOSIÇÃO DE VALOR

PRODUTO: Biofene

Classificação - Assinalar uma opção/categoria		
Natureza da comercialização	Commodity <input checked="" type="checkbox"/>	Especialidade <input type="checkbox"/>
Posição na Cadeia de Valor	Intermediário <input checked="" type="checkbox"/>	Final (Formulação) <input type="checkbox"/> Final (Bem de Consumo) <input type="checkbox"/>
Natureza da substituição	Drop-in <input type="checkbox"/>	Não Drop-in <input checked="" type="checkbox"/>

Proposição de Valor - Assinalar todos os itens que fizerem parte da proposta de valor		
Performance Técnica	Performance Emocional	Performance Estratégica
= produto convencional <input type="checkbox"/>	Matéria-prima renovável <input checked="" type="checkbox"/>	Cliente "inovador"/"pioneiro" <input checked="" type="checkbox"/>
> produto convencional <input type="checkbox"/>	Sustentável <input checked="" type="checkbox"/>	Solução para cadeia de suprimentos <input type="checkbox"/>
Confere novas propriedades <input checked="" type="checkbox"/>	Redução do uso de recursos fósseis <input checked="" type="checkbox"/>	Cumprimento de Legislação ambiental <input type="checkbox"/>
Menor toxicidade <input type="checkbox"/>	Menos poluente <input type="checkbox"/>	Redução de Custos <input type="checkbox"/>
Maior segurança <input checked="" type="checkbox"/>		
Biodegradável <input type="checkbox"/>		

FORMULÁRIO - CLASSIFICAÇÃO DE PRODUTOS E DEFINIÇÃO DE PROPOSIÇÃO DE VALOR

PRODUTO: Óleos Básicos

Classificação - Assinalar uma opção/categoria		
Natureza da comercialização	Commodity <input checked="" type="checkbox"/>	Especialidade <input type="checkbox"/>
Posição na Cadeia de Valor	Intermediário <input type="checkbox"/>	Final (Formulação) <input checked="" type="checkbox"/> Final (Bem de Consumo) <input type="checkbox"/>
Natureza da substituição	Drop-in <input checked="" type="checkbox"/>	Não Drop-in <input type="checkbox"/>

Proposição de Valor - Assinalar todos os itens que fizerem parte da proposta de valor		
Performance Técnica	Performance Emocional	Performance Estratégica
= produto convencional <input checked="" type="checkbox"/>	Matéria-prima renovável <input checked="" type="checkbox"/>	Cliente "inovador"/"pioneiro" <input checked="" type="checkbox"/>
> produto convencional <input checked="" type="checkbox"/>	Sustentável <input checked="" type="checkbox"/>	Solução para cadeia de suprimentos <input checked="" type="checkbox"/>
Confere novas propriedades <input type="checkbox"/>	Redução do uso de recursos fósseis <input checked="" type="checkbox"/>	Cumprimento de Legislação ambiental <input checked="" type="checkbox"/>
Menor toxicidade <input checked="" type="checkbox"/>	Menos poluente <input checked="" type="checkbox"/>	Redução de Custos <input type="checkbox"/>
Maior segurança <input type="checkbox"/>		
Biodegradável <input checked="" type="checkbox"/>		

FORMULÁRIO - CLASSIFICAÇÃO DE PRODUTOS E DEFINIÇÃO DE PROPOSIÇÃO DE VALOR

PRODUTO: Líquid Farnesene Rubber (LFR)

Classificação - Assinalar uma opção/categoria		
Natureza da comercialização	Commodity <input type="checkbox"/>	Especialidade <input checked="" type="checkbox"/>
Posição na Cadeia de Valor	Intermediário <input type="checkbox"/>	Final (Formulação) <input checked="" type="checkbox"/> Final (Bem de Consumo) <input type="checkbox"/>
Natureza da substituição	Drop-in <input type="checkbox"/>	Não Drop-in <input checked="" type="checkbox"/>

Proposição de Valor - Assinalar todos os itens que fizerem parte da proposta de valor		
Performance Técnica	Performance Emocional	Performance Estratégica
= produto convencional <input type="checkbox"/>	Matéria-prima renovável <input checked="" type="checkbox"/>	Cliente "inovador"/"pioneiro" <input checked="" type="checkbox"/>
> produto convencional <input type="checkbox"/>	Sustentável <input checked="" type="checkbox"/>	Solução para cadeia de suprimentos <input type="checkbox"/>
Confere novas propriedades <input checked="" type="checkbox"/>	Redução do uso de recursos fósseis <input checked="" type="checkbox"/>	Cumprimento de Legislação ambiental <input type="checkbox"/>
Menor toxicidade <input checked="" type="checkbox"/>	Menos poluente <input type="checkbox"/>	Redução de Custos <input type="checkbox"/>
Maior segurança <input type="checkbox"/>		
Biodegradável <input type="checkbox"/>		

FORMULÁRIO - CLASSIFICAÇÃO DE PRODUTOS E DEFINIÇÃO DE PROPOSIÇÃO DE VALOR

PRODUTO: Biossance Squalane Oil

Classificação - Assinalar uma opção/categoria		
Natureza da comercialização	Commodity <input type="checkbox"/>	Especialidade <input checked="" type="checkbox"/>
Posição na Cadeia de Valor	Intermediário <input type="checkbox"/>	Final (Formulação) <input type="checkbox"/> Final (Bem de Consumo) <input checked="" type="checkbox"/>
Natureza da substituição	Drop-in <input checked="" type="checkbox"/>	Não Drop-in <input type="checkbox"/>

Proposição de Valor - Assinalar todos os itens que fizerem parte da proposta de valor		
Performance Técnica	Performance Emocional	Performance Estratégica
= produto convencional <input checked="" type="checkbox"/>	Matéria-prima renovável <input checked="" type="checkbox"/>	Cliente "inovador"/"pioneiro" <input type="checkbox"/>
> produto convencional <input checked="" type="checkbox"/>	Sustentável <input checked="" type="checkbox"/>	Solução para cadeia de suprimentos <input type="checkbox"/>
Confere novas propriedades <input type="checkbox"/>	Redução do uso de recursos fósseis <input checked="" type="checkbox"/>	Cumprimento de Legislação ambiental <input type="checkbox"/>
Menor toxicidade <input checked="" type="checkbox"/>	Menos poluente <input type="checkbox"/>	Redução de Custos <input type="checkbox"/>
Maior segurança <input type="checkbox"/>		
Biodegradável <input checked="" type="checkbox"/>		

FORMULÁRIO - CLASSIFICAÇÃO DE PRODUTOS E DEFINIÇÃO DE PROPOSIÇÃO DE VALOR

PRODUTO: Fragrâncias

Classificação - Assinalar uma opção/categoria		
Natureza da comercialização	Commodity <input type="checkbox"/>	Especialidade <input checked="" type="checkbox"/>
Posição na Cadeia de Valor	Intermediário <input type="checkbox"/>	Final (Formulação) <input checked="" type="checkbox"/> Final (Bem de Consumo) <input type="checkbox"/>
Natureza da substituição	Drop-in <input checked="" type="checkbox"/>	Não Drop-in <input type="checkbox"/>

Proposição de Valor - Assinalar todos os itens que fizerem parte da proposta de valor		
Performance Técnica	Performance Emocional	Performance Estratégica
= produto convencional <input checked="" type="checkbox"/>	Matéria-prima renovável <input checked="" type="checkbox"/>	Cliente "inovador"/"pioneiro" <input checked="" type="checkbox"/>
> produto convencional <input type="checkbox"/>	Sustentável <input checked="" type="checkbox"/>	Solução para cadeia de suprimentos <input checked="" type="checkbox"/>
Confere novas propriedades <input type="checkbox"/>	Redução do uso de recursos fósseis <input checked="" type="checkbox"/>	Cumprimento de Legislação ambiental <input type="checkbox"/>
Menor toxicidade <input checked="" type="checkbox"/>	Menos poluente <input type="checkbox"/>	Redução de Custos <input checked="" type="checkbox"/>
Maior segurança <input type="checkbox"/>		
Biodegradável <input checked="" type="checkbox"/>		

APÊNDICE B – COMPARAÇÃO DA DIMENSÃO ESTRUTURAÇÃO DO MODELO DE NEGÓCIO

Quadro B-1 - Comparação dos Modelos de Negócio - Estruturação

Classificação	Biofene	Óleos Básicos Nova Spec	LFR	Biossance Squalane Oil	Fragrância
Natureza da comercialização	Commodity	Commodity	Especialidade	Especialidade	Especialidade
Posição na Cadeia de Valor	Intermediário	Final (formulação)	Final (formulação)	Final (bem de consumo)	Final (formulação)
Natureza da substituição	Não <i>drop-in</i>	<i>Drop-in</i>	Não <i>drop-in</i>	<i>Drop-in</i>	<i>Drop-in</i>
Subdimensão Estruturação	Biofene	Óleos Básicos Nova Spec	LFR	Biossance Squalane Oil	Fragrâncias
Atividades-chave (além de P&D)	1) Acesso e tratamento da MP 2) Conversão da biomassa 3) Processo de separação/purificação 4) Comercialização	1) Acesso e tratamento da MP 2) Conversão da biomassa 3) Processo de separação/purificação 4) Transformação/finalização química 5) Processo de separação/purificação (2) 6) Comercialização	1) Acesso e tratamento da MP 2) Conversão da biomassa 3) Processo de separação/purificação 4) Transformação/finalização química 5) Processo de separação/purificação (2) 6) Comercialização	1) Acesso e tratamento da MP 2) Conversão da biomassa 3) Processo de separação/purificação 4) Transformação/finalização química 5) Processo de separação/purificação (2) 6) Formulação 7) Comercialização	1) Acesso e tratamento da MP 2) Conversão da biomassa 3) Processo de separação/purificação 4) Transformação/finalização química 5) Processo de separação/purificação (2) 6) Comercialização
Posição Amyris na Cadeia de Valor	Realiza: 2, 3 e 4 Acessa: 1, 2, 3 e 4	Participa (JV): 4,5 e 6 Acessa: 1, 2, 3	Realiza: 2 e 3 Acessa: 1, 4, 5 e 6	Realiza: 2, 3, 6, 7 Participa (JV): 4, 5 Acessa: 1, 7	Realiza: 2 e 3 Acessa: 1, 4, 5 e 6
Principal(is) setor(es) dos Parceiros	Energético (MP) Saúde, Nutrição e Materiais Diversos (Para desenvolvimento de aplicações)	Energético (MP) Saúde, Nutrição e Materiais Químico Energético	Energético (MP) Químico	Energético (MP) Químico Cosméticos - Varejo	Energético (MP) Aromas e Fragrâncias

(continua)

Subdimensão Estruturação	Biofene	Óleos Básicos Nova Spec	LFR	Biossance Squalane Oil	Fragrâncias
Principal(is) tipo(s) de parceria(s)	Aliança estratégica genérica	Aliança estratégica genérica	Aliança estratégica genérica	Aliança estratégica genérica	Aliança estratégica genérica
	Licenciamento	<i>Joint Venture</i>	Desenvolvimento conjunto	<i>Joint Venture</i>	Desenvolvimento conjunto
	Aliança estrat. Com part. acionária	Licenciamento	Aliança estrat. Com part. acionária		
	Desenvolvimento Conjunto / <i>Joint Venture</i> (Para desenvolvimento de aplicações)				
Principal(is) recurso(s)/competência(s) acessado(s) por parcerias	Recursos e competências relacionados ao acesso e tratamento da MP; Ativos físicos (<i>upstream</i>) Tecnologia (<i>upstream</i>); Experiência no segmento.	Recursos e competências relacionados ao acesso e tratamento da MP; Ativos físicos (<i>upstream e downstream</i>); Tecnologia (para processos de <i>upstream e downstream</i>); Experiência no segmento; Acesso ao mercado final; Canais de distribuição; Marketing.	Recursos e competências relacionados ao acesso e tratamento da MP; Ativos físicos (<i>downstream</i>); Tecnologia (para processos de <i>downstream</i>); Experiência no segmento; Canais de distribuição; Marketing.	Recursos e competências relacionados ao acesso e tratamento da MP; Ativos físicos (<i>downstream</i>); Acesso a canais de distribuição; Acesso ao mercado final; Experiência no segmento; Canais de distribuição; Marketing.	Recursos e competências relacionados ao acesso e tratamento da MP; Ativos físicos (<i>downstream</i>); Tecnologia (para processos de <i>downstream</i>); Experiência no segmento; Canais de distribuição; Marketing.

(conclusão)

Fonte: Elaboração própria

APÊNDICE C - ARTIGO PARA SUBMISSÃO (REQUISITO DO PROGRAMA EPQB PARA DEFESA DA DISSERTAÇÃO)

The Nature of Bioproducts and the Structuring of Business Models:

A Case Study in the Context of Bioeconomy

Paula Amorim de Lima*, Flávia Chaves Alves, Fábio de Almeida Oroski
Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, 21941-909, RJ, Brasil

Abstract

The main challenges and opportunities of the emerging bioeconomy are presented in four key dimensions: raw material, conversion technologies, products and business models. Since these dimensions are constantly changing and coevolving, the objective of this paper is to discuss, through a single case study, considering several products of a biotechnological company's portfolio, how the nature of the bioproduct (commodity or specialty; intermediate or final; drop-in or non-drop-in) can influence the structuring dimension of business models developed by a company. Bioproducts which are not direct substitutes of fossil-based products (non-drop-in) require access to new resources and competencies, influencing structuring due to the need to develop new applications. Products classified as commodities are produced in large volumes, with high investments, and compete based on cost, which leads to less numerous and more complex alliances. For the commercialization of chemical specialties, there is a greater diversity in the competencies required to perform key activities and in the types of strategic alliances, especially in the downstream of the value chain. This also occurs with final products, since the closer the product is to the final consumed, the greater the number of activities to be performed. The different natures of bioproducts therefore entail several challenges related to their production and commercialization. Thus, it is necessary to develop and experiment business models that address these challenges and allow the insertion and growth of bioproducts in the market, in an innovative and uncertain environment.

Keywords

Business Models; Bioproducts; Bioeconomy

1. Introduction

The bioeconomy emerges as a new economic paradigm to provide solutions to some of actual and future global challenges that arise from demographic and climate changes. The population growth coupled with urbanization process, aging population, rising average per capita income and other factors, increase the demand for food, energy, water, etc., increasing, therefore, the pressure on natural resources (Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2018). In this context, biomass and other renewable resources are used to replace fossil energy with bioenergy and biofuels and to produce a variety of products such as bio-based chemicals, polymers and other materials, enzymes, animal feed, new food supplements, etc. (Carus and Dammer, 2018).

*Corresponding author. Rua Xavier da Silveira, nº90, apto 602. Copacabana, Rio de Janeiro, 22061-011, RJ, Brazil.
E-mail address: paula.amorimdelima@gmail.com

The bioeconomy is an emerging phenomenon, thus its development implies addressing many opportunities and challenges, which may be grouped into four dimensions, namely raw materials, conversion technologies, bioproducts and business models (Bomtempo and Alves, 2014).

The raw material dimension involves, besides logistical aspects, efforts regarding agricultural technology and biomass treatment for its future submission to conversion processes (Bomtempo and Alves, 2014). The second dimension involves the conversion technologies that encompass chemical and biochemical processes that make possible the use of renewable resources as raw materials for the production of bioproducts, which form the third dimension.

The production and use of bioproducts are prerogatives for the sustainable development, since one of their purposes is to reduce the dependence on finite fossil resources, contributing to the reduction of greenhouse gas emissions (Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2018). These products may have different natures, that is, considering their commercial nature, they can be commodities or chemical specialties; their replacement nature may be drop-in or non-drop-in, and ultimately, considering their position in the value chain, they may be intermediate or final bioproducts.

To commercialize these products the firm needs to propose, develop and implement business models, which are the fourth dimension of the bioeconomy. They should define the bio-product's value proposition, that is, what will be delivered to the client (product definition, what needs it meets or what opportunities it creates, etc.); the business model structure, i.e., how this product will be manufactured and delivered to the final consumer (the main activities of the value chain, required resources and competences, strategic alliances, etc.); and the ways of value capture, which translate how the firm will benefit from creating and delivering value to the customer (Osterwalder, 2004). Depending on the type of the product, one expects the development of distinct business models, since the challenges presented by the products of different natures will be varied, especially in terms of resources and competences required for its commercialization.

If analyzed individually, these dimensions have their own specific challenges and innovation processes. Nevertheless, they co-evolve in the formation of this new economy, influencing each other. As the bioeconomy is still under development, evolving in an environment of innovation, full of uncertainties and without defined competition standards, the players must deal with many challenges and exploit opportunities that arise in the field of raw materials, technologies and bioproducts that consequently lead to more possibilities of business model configurations (Bomtempo, 2018).

Studies on the bioeconomy have grown more than ten times in the last ten years²², meanwhile not much is discussed about its dimensions and the challenges that they bring to the process of the construction of the bioeconomy. Thus, seeking to contribute with the discussion about the dimensions of the bioeconomy, this work aims to analyze the influence of the nature of the

²² Result of a research made in Scopus (online abstract and citation database of peer-reviewed literature) with the keywords "bioeconomy", "bio-based economy" and "bio-based economy" in title, abstract or keywords.

bioproducts in the structuring dimension of business models developed by an innovative organization. Through a single case study, this article will discuss the challenges for the development of the value chain and value network that arise due to the different natures of commercialization, substitution and position of the bioproducts in the value chain.

The remainder of this paper is organized as follows: the next section (section 2) presents a literature review about bioeconomy, bioproducts and business models. Then the methodology is briefly described. In Section 4 the results are presented and discussed. Concluding remarks are then presented in Section 5.

2. Literature review

This section firstly discusses a little more about bioeconomy, then presents the concept and classification of the bioproducts, and finally explores the concept and dimensions of business models.

2.1. Bioeconomy

There is no defined universal concept for the bioeconomy, but it can be described as the economy based on the sustainable production of products, which are derived wholly or partially from renewable sources. The European Commission (2012), for example, defines that the bioeconomy encompasses the production of renewable biological resources and the conversion of these resources and waste streams into value added products, such as food, feed, bio-based products and bioenergy. Thus, the bioeconomy embraces distinct value chains from agriculture through the manufacture of consumer goods, which many times are alternatives to fossil-based products. Therefore, it brings environmental and economic benefits, creating opportunities and employments in many areas such as agriculture, biorefining, biofuels industry, renewable chemical and bio-based polymer production, pharmaceutical, enzymes, nutritional ingredients, flavor and fragrances industries and others (Biotech Innovation Organization, 2017).

The bioeconomy is an emergent phenomenon, still in construction and without defined industry structures, which leads to an environment with high level of uncertainty, innovation and experimentation. In this transition process, the complexities associated with the bioeconomy permeate from the geopolitical dynamics and market conditions to innovations related to raw material and process technologies (De Assis et al., 2017). Therefore, with so many markets, possibilities of raw materials to be used, technologies, products and applications to be developed and/ or exploited, the dynamics of innovation and the need for experimentation are remarkable in the bioeconomy.

Considering this emergent, innovative and dynamic nature of the bioeconomy and its four dimensions (raw materials, conversion technologies, bioproducts and business models), few is found about these dimensions and their relationship with each other. This paper aims to contribute in filling this gap, exploring two of the four dimensions: bioproducts and business models.

2.2. Bioproducts

The bioproducts are products wholly or partially derived from biomass (Thimmanagari et al., 2010), which may have undergone chemical and/ or biochemical processes (Popa, 2018). El-Assad et al. (2016), classify these products between commodity or specialty; final or

intermediate; drop-in or non-drop-in. This way, there are classes, respectively, based on the nature of the commercialization, substitution and the position in the value chain.

2.2.1. Nature of commercialization

Kline (1976) classifies the chemical products in four categories: true commodities, pseudo commodities, fine chemicals and specialty chemicals, which vary in degree of differentiation and production volume, as shown with the examples presented in Fig. 1. Although this classification was created for chemical products, it applies for the bioproducts.

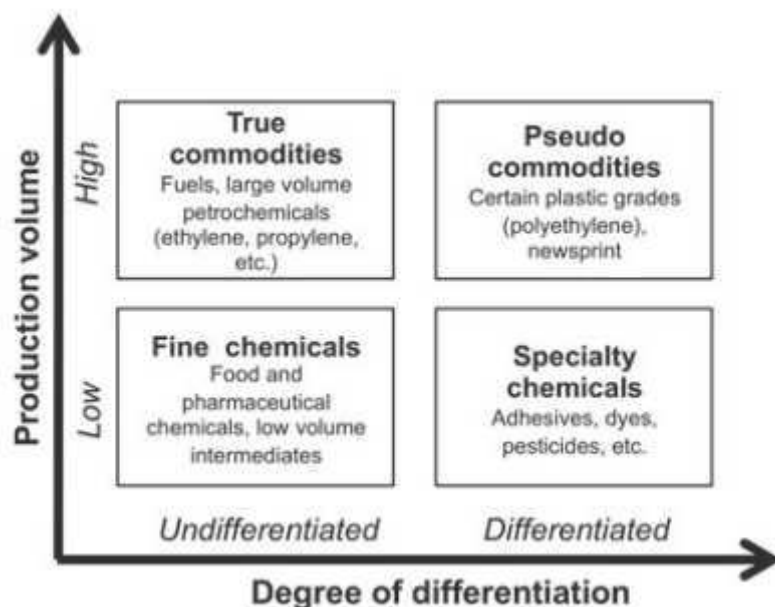


Fig 1 Chemicals classification and examples

Source: Dansereau et al., 2014

Dansereau et al. (2014) define true commodities as large-volume and standardized products, which are sold according to their composition specifications, such as purity, and can be used in a variety of applications. Pseudo commodities are large-volume products too and can be applied in many industries, like commodities. Nevertheless, they have a higher degree of differentiation and are sold according to their performance. In this work, the difference between commodities and pseudo commodities will not be taken into consideration. Large-volume standardized products with general applications will be considered “commodities”. For these products, the competition factor is the lowest price, which is the result of expressive scale economies and the search for cheaper raw materials (Bomtempo, 2018), i.e., result of lower production costs. They are produced in unities that generally have a high level of specification, produce few products and have a continuous process so that the efficiency is maximized (Dansereau et al., 2014).

On the other side, specialties and fine chemicals are low-volume products, with more added value, which are used in specific applications, in niche markets, which are, in general, smaller and more specialized than the commodities market (Dansereau et al., 2014). Their difference

is that fine chemicals are not differentiated products and are sold according to specifications and specialties chemical are pretty much the contrary. As established for commodities and pseudo commodities, this work will not consider this fact for classification matters. Nonetheless, it is important to note that commodity and specialty classifications are two extremes and that there are indeed products that do not fully fit into one of these two categories.

2.2.2. Nature of substitution

The bioproducts may compete in the market as direct substitutes products, that is, they can be drop-in. The drop-ins are used in the same applications and markets of its fossil alternative, consequently without affecting the downstream value chain. The term was initially used for biofuels whose specifications allowed it to be commercialized in the market with existing infrastructure and without relevant investments in specific downstream assets (Oroski, Alves and Bomtempo, 2014).

Drop-in products do not require adaptations of the distribution infrastructure, they are used in the same equipment without changes and in the same way the products are already used. Thus, they are more easily adopted by the market, if they have a competitive price. The green polyethylene, renewable aviation kerosene, renewable n-butanol and renewable isoprene are just a few examples of drop-in bio-based products.

Unlike drop-in products, known in the market, non-drop-in are new, alternative products that come in substitution to those commonly used. They can also be already existing molecules but directed to new markets and applications. Examples of non-drop-in bioproducts are the PLA (polylactic acid), levulinic acid, renewable farnesene, among others.

Many of these products require the development of new applications and derivative products, the modification of value chains, the inclusion of new actors, modification or inclusion of complementary assets²³, and adoption of the product by final consumers (Bomtempo, 2013). These actions are usually carried out through partners, which are strategic for the development of the product itself and for the resolution of important gaps in the development and improvement of new applications (Oroski, Alves and Bomtempo, 2014).

2.2.3. Position in the value chain

Another way to classify bioproducts is with respect to their position in the value chain. In this case, the bioproduct may be classified as intermediate or final.

Intermediate products are molecules that will still undergo chemical modifications. They can be used in a range of applications, sometimes not yet developed. In this case, for the product diffusion is necessary the development of new applications tree (Bomtempo, 2013), which can be done in partnership with other players.

Final products are those that do not require chemical modifications. They are either consumer goods or will be used in formulations by other industries (Bomtempo, 2013). In the case of

²³ Teece (1986) define complementary assets as the necessary resources and skills, in addition to the central technological know-how, to enable an innovation, including manufacturing, distribution, complementary technologies, marketing, etc.

final products destined for formulations in other industries, the development of cooperation relationships with strategic end users (who ultimately uses the product) may be of extreme importance for the adoption of this product by the industries.

Taking into consideration the possible natures of a product, distinct challenges are expected for the commercialization of products of different natures. Thus, companies use different business models to deal with these challenges and insert their product into the market.

2.3. Business models

Despite being widely used since the boom of dot com companies (e-commerce companies), in the 2000s, there is no consensus on the definition of business model (Wirtz et al., 2016). Several authors such Afuah and Tucci (2001), Magretta (2002), Chesbrough (2003), Osterwalder (2004), Osterwalder and Pigneur (2011) and Teece (2010; 2018) provide different definitions for the term.

In this paper, business models will be considered as the way an enterprise creates and delivers value to its clients, profiting from the created value (Teece, 2010). Thus, three major dimensions will be considered for the business model: value proposition, structuring and value capture. These dimensions, in a way, include all the elements defined by Osterwalder and Pigneur (2011) as the components of a business model, namely, value proposition; customer segment; channels (distribution, communication and sales); customer relationships; key resources; key activities; key partnerships; cost structure and revenue stream.

Considering the innovative and uncertain environment of the Bioeconomy, due to the lack of definition of competitive patterns, there is a need to experiment different configurations of these three dimensions, promoting changes over time, seeking the insertion and dissemination of the product in the market. Besides experimentation it is sometimes necessary to use different business models (Mohan and Balakrishnan, 2018). These business models portfolios have different subsystems with a varied number of activities and partners, and the level of interdependence between them also varies. In addition, there is also the possibility of these models complement each other, sharing resources and capabilities among themselves, i.e., it is possible that the models have synergy (Snihur and Tarzijan, 2018).

The literature does not define what makes two business models different from each other. In this paper, different business models are considered those whose structuring efforts are different, with different activities and/or needed resources and competences, which are accessed and managed in different ways. Consequently, this work will focus on the analysis of the structuring dimension, although the other dimensions are also influenced by the different natures of the products. Despite this, the other dimensions will be briefly explained in the following section.

2.3.1. Value Proposition and Value Capture

Although these two dimensions are not the focus of this paper, it is important to understand what they mean for the business model.

The value proposition defines the product, establishing which needs it will satisfy or which opportunities it will create for the consumer (Chesbrough, 2003). Products and services are

valued due to their performance or benefits (Jaworski, 2005), and specifically for bioproducts, Carus, Eder and Beckmann (2014) define three types of performances (or benefits) that may be offered: the technical, the emotional and the strategic. The first one is about properties which are relevant in terms of processing, waste management or specific applications, such as chemical and rheological properties. The emotional performance of the product is based on the possibility of assigning a value to the product just due to the perception of its green nature by the customer. And the strategic performance of the product expresses the possibility of positioning the company in the market as green, innovative company and as a forerunner. In terms of supply chain, it brings diversification and solutions.

In general terms, the value proposition is what is offered to the customer and, consequently, what will make the customer willing to pay for the product or service.

In addition to creating value, it is necessary that the company appropriates it, converting it into profit (Chesbrough, 2003). Thus, the dimension of the business model is the value capture, which deals with the appropriation of part of the value created and delivered to the client, in a manner consistent with the value proposition and structuring initially proposed by the firm, being this dimension influenced by the other two (value proposition and structuring) (Osterwalder, 2004).

This dimension covers all the financial aspects, thus, to be able to capture value, the cost structure must be evaluated, as well as pricing and revenue streams possibilities.

2.3.2. Structuring

The structuring dimension of a business model revolves around the value chain, which consists of a set of activities necessary to produce a good or service (Porter, 1985), from access to raw material, through all stages of production and marketing, and its value network formed by relationships with suppliers, customers, partners, etc.

Value chain activities can be grouped into two categories: upstream and downstream. In this work, it is considered that the upstream includes activities related to raw material and primary processing, which gives rise to chemical intermediates or molecules that will be used in formulations; the downstream, includes the transformation of intermediaries into final products, the formulation process and marketing activities.

By separating the main upstream and downstream activities, it is possible to identify where value creation occurs with greater intensity (Kaplinsky and Morris, 2001, as cited in Neto, Izuka and Padilha, 2015), that is, which key activities and resources add the most value. In addition, it is possible to identify in which of the categories the company positions itself and how it does so.

In order to carry out these activities, required resources and competencies must be developed or accessed (Osterwalder, 2004). The resources and competencies beyond the central technological know-how are called complementary assets (Teece, 1986). Both established companies involved in a business in emerging industries, such as the bioeconomy, and technology-based start-ups, in general, do not have all the resources and skills necessary for the creation and delivery of value, resorting to strategic alliances, which sometimes, in addition to allowing access to complementary assets, also enable the development of a

learning process. In this way, there is an accumulation of knowledge and perhaps, later, the company may develop these competencies internally.

These partnerships can occur in several ways, from the most structured type (more complex and with a higher degree of commitment) such as joint ventures (JV), to the simplest, such as sales agreements, in which each company maintains its autonomy while exploring an opportunity to develop a process more efficiently, expanding into a new market, etc. (McGahan et al., 2016). Depending on the type of collaboration, this can still involve the division of R&D costs and risks, combining skills and resources, allowing the transfer of knowledge between firms and the joint creation of knowledge (Schilling, 2006).

Schilling (2006) highlights five types of strategic alliances: joint venture, which is the creation, by the partners, of an independent entity, in which they invest; licensing, which occurs when the rights to use a particular technology are assigned to the partner, usually in exchange of royalties; outsourcing, which is when the firm hires another agent to perform a certain activity; joint development, which in general deals with the development of products and applications in advanced research projects; and, finally, generic strategic alliances, which are partnerships that do not fit into the aforementioned categories, such as commercial agreements with end users, agreements for access to financial capital or raw materials.

It is important to highlight that in this work, strategic alliances and partnerships will be considered the same thing.

3. Methodology

To develop this work, an exploratory research was conducted using the methodology of the case study, which is described by Yin (2001) as an empirical investigation of a contemporary phenomenon within its context of real life. Among the advantages of the case study is the possibility of investigating a contemporary phenomenon using several sources of information. However, it is a qualitative work, which is subject to the interpretation of the researcher and, consequently, to subjectivity.

For this work, a unique case study was carried out, with Amyris, an important company in bioeconomy, constantly cited in the ranking of the main companies in the bioeconomy by Biofuels Digest, being chosen as the target of the analysis. Amyris was founded in 2003, in the United States, and it also has facilities in Brazil. It is a company that operates in several markets, such as biofuels, cosmetics, flavors and fragrances, nutraceuticals, etc., with different products, which are already commercialized.

The Forms 10-K²⁴ from 2010, when Amyris conducted its IPO (Initial Public Offering), to 2017 were used as the main source of data of the company. This type of report has the most varied information about the company, such as history, organizational structure, risks to investors, assets, products, information about its subsidiaries, joint ventures, audited financial reports, etc. (Oroski, 2013). In addition, information available on the Amyris' and its partners'

²⁴ Annual report required by the U.S. Securities and Exchange Commission (SEC), mandatory for US public companies (SEC, 2011). All Amyris' 10-K Forms are available at <https://investors.amyris.com/annual-reports>.

websites, as well as articles about the company, news on websites specialized in bioeconomy, etc. were used.

Five bioproducts from the company's portfolio, which were already in the commercialization phase, were selected, and the structuring of the business models used by the firm to commercialize them were analyzed. To this end, the characteristics of each product (production scale, applications, alternative products, etc.), its trajectory development in the company, production stages (main activities), main partners involved (which companies, from which sectors, partner representativeness in the sector) and forms of commercialization (direct sales, online, via distributors, licensing), etc. were surveyed.

The products were classified into commodities or chemical specialties; drop-in or non-drop-in; and intermediate, final (formulation) or final (consumer good).

For the analysis of the structuring dimension, a generic bioeconomy value chain was developed. It sets out the main activities related to the production and commercialization of a bio-product, highlighting which activities would be characteristic of upstream and downstream. This value chain is illustrated in Fig. 2. The resources and competencies needed to perform each of the activities, like physical assets, different types of technology and know-how, skilled workforce, access to distribution channels and to the final market, experience in the segment, marketing competencies, etc., were surveyed.

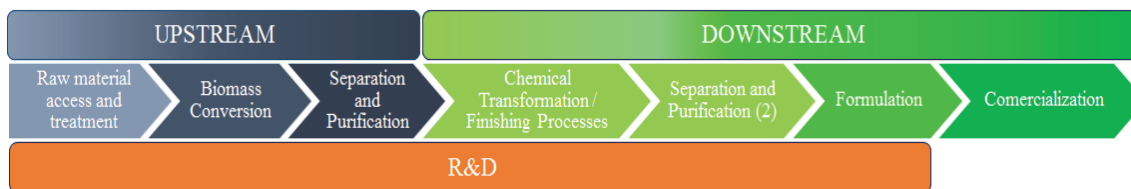


Fig 2 Generic bioeconomy value chain

Aiming to understand how the nature of a product affects the structuring dimension of a business model, for each product the value chain was mapped, observing which were the main activities and needed complementary assets, which activities were performed by Amyris, in which it participated in some way, as through joint ventures, and in which all the complementary assets were accessed through strategic alliances, that were also evaluated.

4. Empirical findings and discussion

4.1. Company Overview

Amyris is a biotechnology-based company founded in 2003 in the United States, with activities in Brazil. The company uses fermentation process with genetically modified microorganisms to produce molecules for various markets on a commercial scale. Its portfolio includes several products, such as renewable farnesene, whose commercial name is Biofene, biofuels and cosmetic actives derived from farnesene, vitamins, polymers, fragrances, among other products.

The company was founded by a group of researchers from the University of Berkeley, California, who developed a biotechnological route to produce artemisinin, an active ingredient for the treatment of malaria (Pisano and Wagonfeld, 2010). Amyris received grants

from Bill & Melinda Gates Foundation for the development, and the company licensed the technology, in a royalty-free basis, for Sanofi-Aventis to produce the drug. From knowledge developed, Amyris focused its efforts to adapt the technology to produce renewable farnesene (Amyris, 2013), a hydrocarbon without fossil-based substitutes in the industry, found only in small quantities in nature (Leavell, McPhee and Paddon, 2016).

Besides Bill & Melinda Gates Foundation grants, the company attracted venture capital, conducted its IPO (Initial Public Offering) in 2010, and also made loans and received grants from government and private agencies, both American and Brazilian, such as DOE (United States Department of Energy) (Amyris, 2013; Amyris, 2016a), Hercules Technology Growth Capital, Inc (Amyris, 2015), FINEP and BNDES (Amyris, 2013). As part of its joint development agreements, Amyris also receives investments from its partners for the development of molecules from laboratory to commercial scale. In addition, its Joint Ventures receive significant investments from partners.

Amyris selected Brazilian sugarcane, specifically sugarcane juice, as the main raw material for its fermentation process. Thus, it built its first plant for commercial scale production in Brotas - SP, Brazil. This plant was called Brotas 1 and was built next to Paraíso Bioenergia, currently Raízen, which supplies the treated raw material for the fermentation processes. Prior to the construction of Brotas 1, Amyris had contract manufacturing agreements with some partners (Amyris, 2013), but these contracts were terminated.

Amyris would initially produce farnesene for use in the fuel market. It would begin with the production of diesel, and later, aviation fuels. These applications were developed through a joint venture with Total, one of the largest oil and gas companies in the world. However, due to the building block character of farnesene, Amyris also began to explore the production of lubricants, in a joint venture with Cosan, and opportunities in specialty chemicals markets. One of these opportunities was the development of squalane, a cosmetic active derived from farnesene. Subsequently, many times through partnerships, Amyris developed other applications for the building block and, in addition, adapted the fermentation and genetic engineering technologies to produce new molecules, not derived from farnesene. The first of them was Patchoulol, a fragrance developed in partnership with the one of the top three largest players in the flavors and fragrances market, Firmenich. It is important to note that many of the developed molecules were not chosen by Amyris, but selected by a partner of the market, that found part of the R&D and with whom Amyris has both sales and value share agreements.

Over the years, Amyris has distanced itself from the commodities market, participating only through its joint ventures and also reducing its ownership stake in the companies. Amyris then focused on the specialty chemicals market, with diverse low-volume and higher margins products. In accordance with this strategy, at the end of 2017, Amyris sold its commercial scale plant to DSM. Brotas 1 had been built to produce one commodity at a time, in large volumes (biofuels). Therefore, it was inefficient to produce different low volume specialties. Besides the selling, Amyris also licensed the technology to produce farnesene for use in lubricants, fragrances and vitamins markets, assigning some of its supply contracts to DSM.

This shift in the company's strategy, changing from commodities market to specialties, as well as the different partnerships made over time, demonstrate the possibility of experimentation

and changes in an emerging industry. Despite having started its trajectory in the commodities market, the company follows its path with joint development alliances, exploring several specialty chemical markets, expanding the applicability of its technology.

Prior to the sale of Brotas 1, Amyris had already begun the construction of Brotas 2, a new plant that will have the capacity to produce up to five products. In Brotas 2, Amyris will manufacture farnesene for production of chemical specialties and the other molecules of the company's portfolio.

Considering this portfolio, five products of different natures were selected for analysis of the structuring dimension of the business model used by the company to sell them: Biofene (renewable farnesene), Nova Spec base oils, Liquid Farnesene Rubber (LFR), Squalane Oil Biossance and Patchoulol (fragrance). It is important to notice that the company has other products on its portfolio, such as vitamin E, lubricants, other fragrances, Bisabolol (cosmetic active) and Reb-M (sweetener).

Table 1 presents a brief description of the selected products and their classifications with respect to their commercialization nature, position in the value chain and substitution nature.

Table 1 Amyris' Bioproducts Classification

Product	Biofene (Farnesene)	Base Oil Nova Spec	Biossance Squalane Oil	Liquid Farnesene Rubber (LFR)	Patchoulol
Description	New building block, with potential for various applications	Base Oil, main lubricant constituent, derived from farnesene	Cosmetic products formulated using squalane (cosmetic active) derived from farnesene	Liquid rubber obtained by the polymerization of farnesene. Currently used in winter tires.	Fragrance (not derived from farnesene)
Commercialization Nature	Commodity	Commodity	Specialty	Specialty	Specialty
Value Chain Position	Intermediate	Final (Formulation)	Final (consumer good)	Final (Formulation)	Final (Formulation)
Substitution Nature	Non-drop-in	Drop-in	Drop-in	Non-Drop-in	Drop-in

4.2. Biofene (farnesene)

Biofene is the farnesene produced by Amyris from the fermentation of sugarcane juice. It is a new molecule, without industrially used fossil substitutes, that can be submitted to several chemical processes, modifying its structure and generating new molecules, requiring the development of applications to enter the market.

Amyris' collaborations with major industry players have made it possible to develop Biofene applications for end uses in a wide variety of markets. With Total, diesel and aviation fuel were developed; with Cosan, base oils and lubricants; with P&G, Soliance, Nikkol and Givaudan, applications in the cosmetics markets; with Kuraray, products for the polymer

market, and more recently with Nenter and DSM, Biofene has also been used to produce vitamins.

There is an intense and continuous effort in the research and development of applications, characteristic of the non-drop-in product. Processes are developed, especially downstream, aimed at transforming the molecule, especially because it is not only a non-droop-in, but also a chemical intermediate; production routes for the new products are created; customer/partner relationships are strengthened (in addition to assisting in the development itself, the partner also bring insights from the markets). This way, farnesene is gradually entering the market: the possibilities of application grow and, consequently, expands the market outreach of the product.

Analyzing the Biofene value chain, in addition to the research and development, the following key activities were identified: access and treatment of raw material, biomass conversion, separation/purification process and commercialization.

As Amyris produces all its products through fermentation of sugarcane juice, followed by other processes, the access to the treated raw material is a point of synergy between all its business models, both for farnesene derived molecules or not, since the partnership with Raízen provides the biomass needed to produce all molecules. Historically, Amyris had entered into joint ventures to obtain raw materials. However, these joint ventures did not go ahead, establishing the generic strategic alliance as the best solution to access the raw material. The reasons were not disclosed by the company, however it is plausible that the integration of this activity to the scope of Amyris' responsibilities, even if by a JV, has brought a greater complexity to the business, which may have been difficult to deal with and resulted in the end of the partnerships. The solution found by the company for this activity was the construction of the plant next to the sugar mill, which facilitates the access to the raw material, without adding scope to Amyris.

With respect to biomass conversion and intermediate product commercialization, Amyris centralized these activities at its own production facilities. The technology developed by Amyris for biomass fermentation already produces a high-purity product, which through a flash distillation process already reaches 98% purity (Leavell, McPhee and Paddon, 2016).

Brotas 1 would have the capacity to produce a great volume of farnesene, which could be used for various applications. However, to produce commodities, Amyris initially licensed the technology for production of farnesene so that Total, through the JV with Amyris, would also produce the building block for the diesel and kerosene aviation markets. More recently, it licensed the technology to DSM so that it could produce farnesene to be use in the lubricants market, which includes base oils, also commodities. DSM will pay royalties for Amyris for the license. For commodities, the volume is therefore a great challenge, since it is necessary to produce large volumes to exploit economies of scale and consequently reduce costs, which would bring greater competitiveness to products in the market.

For the chemical specialties derived from farnesene, the volume of Brotas 1 could attend the demand, however, with time, the company started to manufacture not only products derived from farnesene, but also other molecules. Nonetheless, Brotas 1 did not have the structure to produce several products simultaneously, since it had been built to produce one commodity (farnesene for the fuel market) at a time. Thus, the company, in accordance with its decision

to focus on the specialty chemicals market, which proved to be more profitable for the company in the short/medium term, has sold Brotas 1 to DSM, and is building another plant, Brotas 2, aiming at the simultaneous production of farnesene to be destined to the specialty market and other specialty chemicals molecules.

This change reinforces both the influence of the commercialization nature and the need to adapt the business model in an emerging industry. Amyris, like many other companies, believed in a great opportunity in the renewable fuels market, however, the path to profit in this market proved to be longer than the opportunities that emerged in the specialty chemicals market and that were seized by the company.

Due to the non-drop-in and intermediary nature of farnesene, there was an urge to establish strategic alliances for the development of its applications. However, it was observed that the types of partnerships are diverse and are not directly influenced by the nature of Biofene, but by the nature of the products produced from it.

4.3. Base Oils Nova Spec

One of these products is base oil. Base oils are the main constituent of lubricants, which are a blend of base oil and additives. Conventionally, they are obtained through petroleum refining or chemically synthesized (polyalphaolefins).

The base oil derived from farnesene is a final product (formulation) drop-in, being used in the same way as base oils of fossil origin of group III (hydrocracked) and synthetic ones. The lubricants produced with this oil have the same use of common lubricants, being compatible with traditional additive packages and not being necessary changes in equipment. In addition, they bring environmental benefits by being biodegradable, reducing the emission of polluting gases, and they are less toxic. Due to its large volume of trade and sales by specification, it is considered a commodity.

The drop-in character of the product allows its insertion in an already established chain, which is an advantage in relation to market development, and a disadvantage, because the competition is based on the cost of the product and on the willingness of consumers to pay a slightly (or not so slightly) more expensive price for a bio-based product, which is biodegradable, etc.

For the development of base oils from Biofene, Amyris and Cosan, a large company that has activities in the lubricants market, have created a 50%/50% joint venture, called Novvi, with costs and revenues divided equally between the parties. Later, with the company's withdrawal from the commodities market, other large companies in the industry, namely, the American Refining Group and Chevron, bought part of the JV, reducing Amyris' shareholding to less than 33.3%.

For being a final product (formulation) more steps were added in the Biofene value chain. Initially, Amyris supplied Biofene to Novvi, which had an outsourcing contract with Albemarle to transform Biofene into base oils, which were sold by Novvi to lubricant producers and used by Novvi itself for lubricant formulation. That is, considering all the activities in the value chain, Amyris acted alone only in the production of the chemical intermediate. Resources for downstream activities were either accessed by outsourcing or Amyris participated through the joint venture. With the transfer of the Biofene supply contract to DSM, Amyris participates in the base oil chain only through the JV.

Currently, although there is demand and space for renewable base oils, high investment is the main obstacle to producing enough volumes of product at a competitive price. Thus, Amyris sought, through the joint venture, investments to enable the marketing of base oils and also the expertise of partners in the lubricant market, not only for the formulation of the final product, but also to have access to the market, already robust and solid. In addition, Novvi is associated with the partner's brand, that is already recognized in the market, which, consequently, helps in the process of product adoption by lubricant producers.

4.4. Liquid Farnesene Rubber (LFR)

Another application of Biofene is Liquid Farnesene Rubber (LFR), which is a chemical specialty, commercialized in low volume, as an additive to produce tires, bringing new properties.

For the development of this application, Amyris has partnered with Kuraray, which has in its product portfolio a line of liquid rubbers. The parties have developed a new purification process for Biofene, bringing it to a degree of purity that allows polymerization. Thus, Amyris produces a high purity Biofene, sells it to Kuraray, which makes the polymerization step, producing LFR and marketing it in the polymer market, for now, specifically to produce winter tires. In addition to paying for Biofene, Kuraray made an initial investment in product development and purchased Amyris shares. Furthermore, the parties have a value share agreement, whereby part of Kuraray's profits from the sale of the LFR is passed on to Amyris.

Despite being used as liquid butadiene rubber (LBR) as an additive in the production of tires, therefore, not requiring changes in equipment and processes, LFR does not have the same properties as LBR, providing new characteristics when used in the rubber vulcanization process. The LFR is inserted in the market, then, not as a direct substitute for the LBR, but as an extension of Kuraray's liquid rubber line and, for now, only one application of the product has been disclosed: use in winter tires. It is understood that as a non-drop-in product, it is necessary to continue the development of its applications, so that the adoption of the product in the elastomer market grows. Amyris and Kuraray continue to seek the development of such applications through the joint development alliance, which comprises not only LFR, but also other farnesene applications in the polymer market. One of the reasons for the smaller number of applications of the LFR compared with Biofene may be the chemical specialty character of LFR, which, therefore, has specific applications, and because it is a final product for formulation, which already limits it more, in terms of applications, than a chemical intermediate.

4.5. Biossance Squalane Oil

Another product, also produced from Biofene, is squalane, a cosmetic emollient agent traditionally obtained from shark liver oil or olive oil. It is a chemical specialty used in the cosmetics market, produced in low volumes, with high added value, and the Amyris version can be used exactly like conventional versions, being a drop-in product.

Amyris sells squalane as a final product for formulations, used by the cosmetics industry. Moreover, it also has its own cosmetic line of formulated products, Biossance. Through this brand, Amyris sells the Biossance Squalane Oil, containing 100% squalane, a final product (consumer good).

The Biofene produced by Amyris is finished to squalane by Aprinova, a joint venture with the Nikkol group. Previously, this was done by a third party, Glycotech, but Amyris bought the partner's facilities and assigned them to the JV, participating to some extent in this value chain activity. As the use of Biofene derivatives in the cosmetic market has grown, the formation of the JV may have been a way for Amyris to be closer to the key activities of this business, since the products are not only distributed worldwide to cosmetic industries, through third parties, to be used in formulations, but are also purchased by Amyris itself, which uses them in the formulation of Biossance products.

The Squalane Oil Biossance is sold by Amyris itself through the brand's website, and in partnership with Sephora, the world's largest cosmetics retailer, both online and in physical stores. Biossance products sales are restricted to the United States, Canada and Brazil, in contrast to the final product for industry formulations, which has worldwide reach.

The example of the squalane allows perceiving the possibility of synergy between the business models, since until the production of the squalane destined to the industries, the same assets and partnerships are explored. However, as of the differentiation between the final product (formulation) and the final product (consumer goods) different efforts of structuring are observed.

For the commercialization of the final product (formulation), Amyris outsourced the activity, being the products distributed worldwide by third parties. For the final product (consumer good), the company invested in different skills for commercialization: there is a greater effort of the company in marketing and advertising, not noticed for the other products, which are either intermediaries or final products for formulations. The brand has worked on its products packaging, made of sugarcane paper, and also has an Instagram²⁵ in English and Portuguese, the latter aimed at the public in Brazil. The Instagram promote Biossance, exalting the sustainable, safe, effective and vegan character of the product. The website also has a visual appeal, emphasizing the same characteristics of the product. The cosmetics market is a big market, with many players and alternative products, with the same purpose of the squalane, so the competition is fierce, and the advertising is a way to attract the final consumers. The option of selling the product through resellers, especially Sephora, is a way to give greater visibility to the brand's products, in addition to increasing the distribution channels and, consequently, facilitating market access and increasing the number of users of the product.

4.6. Patchoulol (Fragrance)

Amyris also produces fragrance molecules, which, unlike the other products analyzed in the previous sections, are not derived from farnesene.

The advances the company had made with the production of farnesene enabled, somehow, the commercial production of molecules not derived from farnesene, which began in 2014. The production of farnesene allowed learning, cost reduction and efficiency increase both at the laboratory level and in the process scale up, allowing the development of microbial strains capable of producing other molecules.

²⁵Instagram is a social networking service built around sharing photos and videos.

The first of these molecules was Patchoulol, marketed as Clearwood™ by Firmenich. This molecule is the main constituent of Patchouli essential oil, traditionally extracted from Indonesian plants, whose culture is expected to change place every 5 years. In addition, there are supply problems caused by the climate, which led to the biotechnological production of Patchoulol (ETC GROUP, 2016).

The development of this product was made through a joint development alliance with Firmenich, one of the three largest fragrance companies in the world. As in the case of the LFR, which is also a final (formulation) chemical specialty, Firmenich paid an initial investment to Amyris for the development of the production process on an industrial scale, purchases the molecules from Amyris and also share the profits from the sales of the product with Amyris.

Just as the case of LFR, considering the key activities of the value chain, Amyris performs alone only the process of biomass conversion, separation and purification of the fermentation product. Firmenich identifies the target molecules and, together, the parties develop the production process, which is scaled up by Amyris. The biotechnology company is then responsible for engineering the microorganisms and producing the molecules on an industrial scale. The finalization and commercialization are up to Firmenich, which puts trade name and associates its brand to the product, inserting it on the fragrances international market.

Being one of the largest companies in the sector, Firmenich has great access to the market and, in this way, facilitates not only the insertion of the product, but also brings the needs of the market to Amyris, already selecting the ingredients to be produced. Firmenich, in turn, draws on Amyris' biotechnology expertise and assets to produce the molecule by fermentation processes.

As it is a drop-in product, it is not necessary to develop applications, since the product will fit like the conventional Patchoulol, obtained by extraction. On the other hand, it is necessary to convince customers to switch to the bio-based product. At this point, the function of the partner's brand and its influence and reach on the market are fundamental. In addition, it is important to highlight the benefits of the product produced by biotechnological ways, which, for this case, are the lower cost, the solution/alternative for the supply chain, the biodegradable character, the non-use of solvents for extraction, etc.

4.7. Relations between the nature of the product and the structuring dimension

Considering the structuring of the business models of the products studied, it is possible to see that the commercialization nature brings challenges that are mainly due to the production volume, to the competitiveness factor and the characteristics of the sector. For commodities, there is a need for greater investments aimed at large-scale production of a bioproduct. In addition, there should be a great effort to reduce the cost of production, since as the product is standardized, and the competitiveness factor is the lower selling price, and therefore the lower cost of production. Besides that, in general, there are few companies that control the market, being the entrance barriers high. Thus, one way to enter the market is through joint ventures with established companies, as Amyris did with Cosan. The partner's market access skills are explored and the large investments and risks inherent to the business are divided. Investments of this magnitude would hardly be made via strategic alliances without greater commitment from the parties. In a JV each company owns a part of the new entity, sharing costs and

revenues, contributing with its technologies, intellectual property, distribution channels and relations with regulators, suppliers and with the final market. Especially for commodities, Amyris has access to both upstream and downstream resources, again because of the need to produce large volumes and exploit economies of scale and scope.

In the case of specialties, excluding access to raw materials, Amyris has access to resources and skills linked only to downstream activities and research and development, which will also depend on the position of the product in the value chain, notably whether it is a final product (formulation) or a final product (consumer good). Through joint development partnerships, Amyris accessed the partner's market knowledge, understanding the market needs and thus developing applications for Biofene and also producing other molecules, obtained from the fermentation process, such as Patchoulol. In addition, such partnerships allow access to various markets through the partner's distribution channels and relationships with end users. For the case in which there is no joint development partnership, which is the cosmetics one, the company counts with the joint venture with Nikkol for Biofene chemical finishing, with third parties for the product distribution to the industries and yet with an alliance with Sephora for the resale of the Biossance products, which shows a greater diversity on the kinds of alliance used for chemical specialties.

Regarding the drop-in or non-drop-in nature, it is clear the need for strategic alliances to develop applications for the non-drop-in product, especially when this is a chemical intermediate, such as Biofene. It was necessary to build several value chains from this molecule to enter the market. Processes were developed for purification and polymerization, such as the production of LFR, dimerization, to produce squalane, hydrogenation, for base oils, etc. The possibilities that the development of a non-drop-in intermediate product brings are, therefore, very important for the development of the bioeconomy, since, if exploited, they can generate new value chains, contributing to its growth.

For the drop-in products, such as Patchouli and the squalane used on cosmetic formulations, it was noticed, as expected, their use on the already existing value chains, being the partnerships of great value to define the product to be developed, to access and distribute the product on the market. Besides that, to associate the drop-in product to the partner's brand is a way to bring visibility to the product. Moreover, it is necessary to have a great value proposition to generate on the client the wiliness of changing the conventional product for the bio-based one and maintain its use, since the changing costs to go back to the fossil product are not usually a problem for the drop-ins.

The position of the product in the value chain influences the number of key activities required to enable it to be commercialized: the further downstream, the more activities to be carried out. As the company does not have all the necessary complementary assets, it is natural that many of these resources are accessed through partnerships, such as the resources needed for chemical finalization and products distribution. Especially for the final product (consumer goods), there is a need of accessing complementary assets related to marketing and advertising skills that were not necessary for the other products, in addition to the development of an e-commerce structure for the online sale of cosmetics, which are also sold in physical stores by a partner.

Considering the changes that the company has been making in its operations and strategy, it is possible to see a logic in the way Amyris does business. For most of the products studied, the

way in which upstream activities were carried out, i.e., access and treatment of raw materials, biomass conversion, product separation and purification, was the same. The exception is commodity market, where the company participates only through joint ventures, also receiving royalties from the production of farnesene licensed for use in the high-volume markets. In general, Amyris accesses the treated raw material through a partnership with Raízen and performs the rest of the upstream activities, which are directly linked to the fermentation process. Working only with fermentation products is already a synergy between the business models, as Amyris can focus on this core competency of developing genetically modified microorganisms to obtain fermentation products, scaling up the process and manufacturing the fermentation products on an industrial scale for further chemical finalization. Most times, the partners of joint development alliances, which are among the largest players of their sectors, select the product, pay both for the process development and for the purchase of the molecule, and still share the profits obtained through the sale of the final product with Amyris. And for downstream activities, complementary assets are accessed through the same joint development alliance, outsourcing or generic strategic alliances.

5. Conclusion

Analyzing the Amyris' case, this study allowed the observation of the influence of the nature of the product on structuring dimension of business models in the context of the bioeconomy, with both the nature of commercialization and substitution and the position of the product in the value chain having a joint influence on the challenges imposed.

In the uncertain and innovative environment of the bioeconomy, it is important to see these challenges and develop, in a process of experimentation and adaptation, a business model that addresses them and makes the company competitive in the market. In this context, the importance of the distinct types of strategic alliances is highlighted.

In addition to the main objective of this article, it was also possible to observe the synergy between the different business models, which, according to (Snihur and Tarzijan, 2018), reduces the complexity and risks inherent to the operation with various business models. Furthermore, by analyzing Amyris' trajectory, it is possible to realize the need for adaptation over time in the emerging industry. The opportunities that arise with the development of the bioeconomy should be explored by companies, which, to this end, modify their business models, incorporating products, markets, developing new technologies, making new alliances, accessing resources and competences in different ways, etc. More studies on the evolution of the strategy of companies that have developed in the bioeconomy would be of great academic interest. This study also suggests that the relation of the other dimensions of the business model (value proposition and value capture) and the products nature also deserves to be in-depth studied.

Finally, it is important to notice that this work is based on a single case study with limited generalization of the results. In addition, as it is inherent to case studies, this is a qualitative evaluation of the available information, which makes the results partly susceptible to the author's interpretation. Thus, for future work, it would be interesting if the product portfolio of other companies included in the bioeconomy dynamics were analyzed in relation to the structuring dimension of the business model and the results compared with those of this study.

References

AFUAH, A; TUCCI, C. (2001). Internet business models and strategies: Text and cases. Nova York: McGraw-Hill.

AMYRIS. (2013). Amyris Annual report pursuant to section 13 or 15 (d) of the securities exchange act on 1934, for the fiscal year ended December 31, 2012. <http://investors.amyris.com/financial-information/annual-reports>. (Accessed December 2018).

AMYRIS. (2015). Amyris Annual report pursuant to section 13 or 15 (d) of the securities exchange act on 1934, for the fiscal year ended December 31, 2014. <http://investors.amyris.com/financial-information/annual-reports>. (Accessed December 2018).

AMYRIS. (2016). Amyris Annual report pursuant to section 13 or 15 (d) of the securities exchange act on 1934, for the fiscal year ended December 31, 2015. <http://investors.amyris.com/financial-information/annual-reports>. (Accessed December 2018).

BIOTECH INNOVATION ORGANIZATION. (2017). The biobased economy: Measuring growth and impacts. https://www.bio.org/sites/default/files/Biobased_Economy_Measuring_Impact.pdf. (Accessed March 2018).

BOMTEMPO, J. V. (2013) Os dilemas dos produtos na bioeconomia (Product dilemmas in the bioeconomy). Blog Infopetro. <https://infopetro.wordpress.com/2013/08/26/o-futuro-dos-biocombustiveis-xviii-os-dilemas-dos-produtos-na-bioeconomia/>. (Accessed March 2018).

BOMTEMPO, J. V.; ALVES, F. (2014) Innovation dynamics in the biobased industry. Chemical and Biological Technologies in Agriculture, 1, 1, 19-2014.

BOMTEMPO, J.V. (2018). Estudo de sistema produtivo química (Study of chemical production system). In Indústria 2027: riscos e oportunidades para o Brasil diante de inovações disruptivas (Industry 2027: risks and opportunities for Brazil, facing disruptive innovations). Brasília: Instituto Euvaldo Lodi. Núcleo Central. 2018. http://www.ie.ufrj.br/images/nota_tecnica_-_quimica_c8b3b.pdf. (Accessed March 2018).

CARUS, M.; DAMMER, L. 2018. Nova paper #9: The “Circular Bioeconomy” – Concepts, Opportunities and Limitations. http://bio-based.eu/publication-search/?wpv_post_search=greenpremium. (Accessed June 2019).

CARUS, M.; EDER, A.; BECKMANN, J. (2014). Nova paper #3: Green Premium prices along the value chain of bio-based products. 2014. http://bio-based.eu/publication-search/?wpv_post_search=greenpremium. (Accessed March 2018).

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. 2018. Plano de ação em ciência, tecnologia e inovação em bioeconomia (Plan of action in science, technology and innovation in bioeconomy). http://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/ciencia/SEPED/Arquivos/PlanosDeAcao/PACTI_BIOECONOMIA_web.pdf. (Accessed February 2019).

CHESBROUGH, H. (2003). Open innovation. The new imperative for creating and profiting from technology. Boston: Harvard Business School Press. Cap. 4, p 63-91, 2003.

CHESBROUGH, H. Open innovation. The new imperative for creating and profiting from technology. Boston: Harvard Business School Press.

DANSEREAU, L. et al. (2014). Methodology for biorefinery portfolio assessment using supply-chain fundamentals of bioproducts. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 8, 5, 716-727.

DE ASSIS, C. et al. (2017) Risk management consideration in the bioeconomy. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 11, 3, 549-566.

ETC GROUP. (2016). Synthetic Biology, Biodiversity and Farmers. http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/files/etc_synbiocasestudies_2016.pdf. (Accessed December 2018).

EL-ASSAD, A. et al. (2016). Technologies, products, and economic viability of a sugarcane biorefinery in Brazil, In Cavani, S. et al (eds), *Chemicals and fuels from bio-based building blocks*, Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.

EUROPEAN COMMISSION 2012. (2012). Innovating for sustainable growth: A bioeconomy for Europe. Publications Office of the European Union, Luxembourg. https://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/ec_bioeconomy_strategy_2018.pdf. (Accessed July 2019).

JAWORSKI, J. (2005). Creating and capturing value from industrial bio-based products and processes, bio-based value cycles and business models for sustainable growth and development. [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=DSTI/STP/BIO\(2005\)43&docLanguage=En](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=DSTI/STP/BIO(2005)43&docLanguage=En). (Accessed March 2018).

KLINE, C.H. (1976). Maximizing profits in chemicals. *Chemtech*, 6, 2, 110-117.

LEAVELL, M.; MCPHEE, D.; PADDON, C. (2016). Developing fermentative terpenoid production for commercial usage. *Current Opinion in Biotechnology*, 37, 114-119.

MAGRETTA, J. (2002). Why business models matter?. *Harvard Business Review*, 80, 5, 86-92.

MCGAHAN, G. et al. (2016) Joint venture and strategic alliances – Examining the key to success. PWC. 2016. Disponível em: <https://www.pwc.com/us/en/deals/publications/assets/pwc-deals-joint-ventures-strategic-alliances.pdf>. (Accessed December 2018).

MOHAN, R.; BALAKRISHNAN, S. (2018). Working with multiple business models: a case study of HMS. Master Thesis, Halmstad University, Halmstad, Sweden.

NETO, A.; IIZUKA, T.; PADILHA, A. (2015) Competências essenciais e estratégias competitivas de empresas multinacionais brasileiras líderes em cadeia de valor global (Essential skills and competitive strategies of leading Brazilian multinational companies in the global value chain). *Gestão & Planejamento*, 16, 2, 165-184.

OROSKI, F. (2013). Modelos de Negócio e Transição de Sistemas Tecnológicos: o caso dos bioplásticos (Business Models and Technological Systems Transition: the case of bioplastics).

2013. 195 f. PhD Thesis, Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil.

OROSKI, F.; ALVES, F.; BOMTEMPO, J.V. (2014). Bioplastics tipping point: drop-in or non-drop-in?. *Journal of Business Chemistry*, 11, 1, 43-50.

OSTERWALDER, A. (2004). The business model ontology: A proposition in design approach. PhD Thesis, Université de Lausanne, Sweden.

OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y. (2011). Business model generation - inovação em modelos de negócios: um manual para visionários, inovadores e revolucionários. (Business model generation - innovation in business models: a manual for visionaries, innovators and revolutionaries). Translation. Rio de Janeiro: Alta Books.

PISANO, G. WAGONFELD, A. (2010). Amyris Biotechnologies: Commercializing Biofuel. Harvard Business School. EUA.

POPA, V. I. (2018). Biomass for fuels and biomaterials. In Popa, VI; Volf, I. (eds). Biomass as renewable raw material to obtain bioproducts of high-tech value, 1-37.

PORTER, M. (1985). Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance. 1st Ed. Nova York: The Free Press.

SCHILLING, M. (2016). Strategic management of technological innovation. 4a Ed. Nova York: McGraw-Hill. 2006.

SNIHUR, Y.; TARZI JAN, J. (2018). Managing complexity in a multi-business-model organization. *Long Range Planning*, 51, 1, 50-63.

TEECE, D. J. (2018). Business models and dynamic capabilities. *Long Range Planning*, 51, 40-4, 2018.

TEECE, D. J. (2010). Business Models, business strategy and innovation. *Long Range Planning*, 43, 2-3, 172-194.

TEECE, D. J. (1986). Profiting from technological innovation. *Research Police*, 15, 6, 285-305, 1986.

THIMMANAGARI, M.; GUELPH, I.; TODD, J. (2010). Introduction to bioproducts. <http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/10-013w.htm>. (Accessed March 2018).

WIRTZ, B. et al. (2016). Business models: Origin, development and future research perspectives. *Long Range Planning*, 49, 1, 36-54.

YIN, R. K. (2001). Estudo de caso – Planejamento e métodos (Case Study - Planning and Methods). Translation. 2a Ed. Porto Alegre: Bookman.