



Melissa Casacchi Antunes

Economia circular no Brasil: barreiras e oportunidades para o negócio de recuperação e reciclagem do óleo de cozinha residual

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana e Ambiental da PUC-Rio como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Urbana e Ambiental.

Orientador: Prof. Tácio Mauro Pereira de Campos

Co-orientador: Prof. Marcos Cohen

Rio de Janeiro
Agosto de 2019



Melissa Casacchi Antunes

Economia circular no Brasil: barreiras e oportunidades para o negócio de recuperação e reciclagem do óleo de cozinha residual

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo.

Prof. Tácio Mauro Pereira de Campos

Orientador

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – PUC-Rio

Prof. Marcos Cohen

Co-orientador

Departamento de Administração – PUC-Rio

Prof.^a Ana Cristina Malheiros Goncalves Carvalho

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – PUC-Rio

Prof.^a Victoria Emilia Neves Santos

SENAI CETIQT

Rio de Janeiro, 30 de agosto de 2019.

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, da autora e do orientador.

Melissa Casacchi Antunes

Graduou-se em Engenharia Civil na UEM - Universidade Estadual de Maringá, no Estado do Paraná em 2001. Possui Especialização em Gestão pela Qualidade Total e Sistemas de Gestão. Ao longo da carreira profissional atuou como engenheira civil nas áreas de habitação e saneamento básico, e como consultora de Sistemas de Gestão e Gestão de Projetos nas indústrias de siderurgia, de telecomunicação e de petróleo e gás. Atualmente, é engenheira responsável da empresa Casacchi Construções e Empreendimentos LTDA e assessora técnica no Núcleo Interdisciplinar de Meio Ambiente da PUC-Rio.

Ficha Catalográfica

Antunes, Melissa Casacchi

Economia circular no Brasil: barreiras e oportunidades para o negócio de recuperação e reciclagem do óleo de cozinha residual / Melissa Casacchi Antunes ; orientador: Tácio Mauro Pereira de Campos ; co-orientador: Marcos Cohen. – 2019.
180 f. : il. color. ; 30 cm

Dissertação (mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental, 2019.
Inclui bibliografia

1. Engenharia Civil e Ambiental - Teses. 2. Engenharia Urbana e Ambiental - Teses. 3. Economia circular. 4. Desenvolvimento urbano sustentável. 5. Resíduos sólidos. 6. Óleo de cozinha residual. 7. Reciclagem. I. Campos, Tácio Mauro Pereira de. II. Cohen, Marcos. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental. IV. Título.

CDD: 624

Para Maria Clara e Pedro.

Agradecimentos

A minha filha Maria Clara por ter despertado em mim o verdadeiro sentido da existência, por ter tolerado minha ausência e, com a ingenuidade que lhe cabe a idade, ter compreendido e admirado minha dedicação e empenho em busca de conhecimento.

Ao meu marido Pedro, pela paciência, pelo incentivo, companheirismo e pela brilhante atuação como pai.

A minha mãe por sempre me encorajar diante de novos desafios, por acreditar que a educação é o caminho para a transformação dos seres humanos e, pelo exemplo, diário, de como cuidar do planeta terra e dos seres que nele habitam.

Agradeço a Vera que, nos meus momentos de ausência, acolheu, supriu e, com muito amor, exerceu seu papel de vovó.

Ao meu pai Jair, e aos meus irmãos, Marcel e Junior.

A Liz, que me guiou ao encontro da mãe natureza.

Aos amigos Monir e Márcio por avalizarem minhas competências para realização deste mestrado.

Aos colegas de mestrado por ensinarem com suas experiências profissionais e pessoais.

Ao meu orientador, Professor Tácio, por acreditar no meu trabalho e na minha capacidade de atuar na área de ensino.

Ao meu co-orientador, Professor Marcos Cohen, por conduzir, pressionar e me direcionar no caminho da pesquisa.

Aos colegas do Núcleo Interdisciplinar de Meio Ambiente da PUC-Rio – NIMA, pela convivência, pela troca de experiências e pelas orientações.

Aos colegas da Campanha Rio se Move e Recicla Óleo de Cozinha, especialmente ao Isaias e a Paula, que não mediram esforços para fornecer informações e compartilhar suas experiências.

Resumo

Antunes, Melissa Casacchi; Campos, Tácio Mauro Pereira de (Orientador); Cohen, Marcos (Co-Orientador). **Economia Circular no Brasil: barreiras e oportunidade para o negócio de recuperação e reciclagem do óleo de cozinha residual**. Rio de Janeiro, 2019. 180p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A Economia Circular (EC) é apontada como um mecanismo para o desenvolvimento sustentável, e um caminho para mitigar a problemática da geração de resíduos. Na EC o resíduo é recurso em uma nova cadeia produtiva; na prática, isto ocorre por meio do negócio de Recuperação e Reciclagem (RR). No Brasil, o debate sobre EC ainda é exíguo e são poucos os estudos acadêmicos publicados. Com objetivo de identificar as barreiras e as oportunidades para implantar um negócio de RR, à luz da EC, foi realizado um estudo de caso na cadeia de reaproveitamento do óleo de cozinha residual (OCR). Os métodos utilizados na pesquisa qualitativa foram: revisão bibliográfica, análise documental, entrevistas e observação participativa. Observou-se que a RR do OCR ocorre por meio de uma rede circular, composta por diversos agentes, com interesses e estratégias individuais que não incluem o ciclo de vida do produto. Os agentes intermediários, atuantes na logística reversa, são motivados por questões socioeconômicas. As barreiras se manifestam em seis segmentos: sociocultural, organizacional, tecnológico, de mercado, econômico e regulatório; são coincidentes com o quadro teórico, contudo estão associadas às condições socioeconômicas locais e à maturidade da indústria para EC. As oportunidades na EC convergem para o desenvolvimento sustentável. Esta pesquisa sugere que a responsabilidade estendida do produtor e o incentivo à aquisição de recurso secundário são estratégias primordiais para fechar o ciclo de vida do produto; contribui também com informações para tomada de decisão no setor de RR.

Palavras-chave

Economia circular; desenvolvimento urbano sustentável; resíduos sólidos; óleo de cozinha residual; reciclagem.

Extended Abstract

Antunes, Melissa Casacchi; Campos, Tácio Mauro Pereira de (Advisor); Cohen, Marcos (Co-Advisor). **Circular Economy in Brasil: barriers and drivers to the recovery and recycling business of waste cooking oil**. Rio de Janeiro, 2019. 180p. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Urbana e Ambiental. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Introduction

Circular Economy (CE) has been pointed as a mechanism to reach sustainable development, also an answer to solid waste challenges. Under CE concept waste is resource in a new supply chain. Recovery and Recycling (RR) is one of the CE business model to turn waste into value. Therefore, CE represents a strategic path for the field of Urban Solid Waste Management. It is expected to bring innovation to this sector and foster large change in waste treatment practices in order to closing the loop. In Brazil, the debate about CE is still in the early stages and there are limited academic studies launched.

In order to identify barriers and drivers to implement the CE business model of Recovery and Recycling in Brazil, a singular case study was conducted in the waste cooking oil (WCO) recovery supply chain. Moreover, considering the differences between common recycling practices in the local context and CE RR business model, it is needed to set the studied WCO recycling supply chain into the framework of the CE recovery and recycling business model.

Methodology

The research project was divided in four stages: exploration, literature review, data collection and analyses of information and conclusion. Besides the distinctive position of each stage, they have continuous interaction among them (GERHARDT e SILVEIRA, 2009).

For the empirical investigation, the exploratory research applied a single-case study in the recovery chain of waste cooking oil. The qualitative research methods included academic literature review, electronic research, research desk, informal interviews, semi-structured interview and observation.

The main sources of literature research were the scientific platform ScienceDirect and Google Scholar. The key words varied according to the reference subject: circular economy, waste management or waste cooking oil recovery chain.

References

The selected CE business model to guide the empirical investigation is the one proposed for Lacy e Rutqvist (2015). In this model waste is resource in a new supply chain, in other words in other production. The appropriate type of RR business model is the Open Loop it means the waste will be introduced in a production chain different from the original product. According to the authors, some of the advantages of this business model are optimization of virgin material consumption, reduction of waste management and compliance costs, enhancement of revenue from selling waste - which was previously considered unwanted outputs - and decrease of environmental impact for virgin material demand and energy.

The flow of activities in the theoretical RR business model five stages: product use, recovery channel, reprocessing, trading and other production. Also, there is the description of value recovery. It consists of selling recycled materials or parts and recovered energy.

The theoretical framework of CE barriers and drivers is based on researches conducted by Kirchher et al. (2018) and Tura et al. (2019) in the context of European Union; also, in the base of Ellen Macarthur Foundation Report (2015b). The barriers were analysed in order to eliminate redundancies, merge categories and logically organize in the sense of RR business model path. The final barriers group is composed by six categories: sociocultural, organizational, technological, market, economics, regulatory. In which there are thirty-one types of barriers. The drivers for CE are also based on the research of Tura et al. (2019) and are placed in seven categories: social, economics, institutional, supply chain, organizational, environmental and technological and informational. The breakdown of barriers and drivers is placed in the discussion section.

Case Study

The object case study is the campaign “Rio se Move e Recicla Óleo de Cozinha”. It is a socio-environmental campaign of Rio de Janeiro Archdiocese in partnership with Dom Elder Câmara Network for solidarity-based economy. The campaign was designed to be a real action in benefit of the environment and to promote employment and income to individuals in situations of vulnerability.

The case study was select because the campaign has the purpose of expanding their business in order to provide reprocessing waste cooking oil to the biodiesel industry or established their own biodiesel plant.

The campaign objective is recovery WCO from faithful Catholic Church members to sell to reprocessing industry. The churches have the function of delivery point. It receives an infrastructure to store the WCO until the collection. The faithful committed to the campaign assign a symbolic agreement with the environment and won an individual bottle to store the WCO at home. The reverse logistic takes advantage of the consumer journey for religious purposes.

The campaign has a short team. They are responsible for prospecting interested churches, training church staff, awareness faithful, collecting, store and trading WCO. There is no logistic system and the infrastructure is limited. The information about volume collected and sold is controlled and reported. According to the solidarity-based economy, the campaign revenues are shared as follows: 50% to delivery point, 25% to logistic costs, 15% to management costs and 10% to the campaign fund.

According to campaign organizers, the main barriers for the business are arising funds to expand - in terms of infrastructure - and to maintain operational activities. Also, overcome the informality and illegality present in the waste recovery sector and handling with the uncertainty in the WCO market.

Discussion

The vegetal oil is a circular material that can be introduced in several others supply chains as industries of resins, inks, animal food, cleaning products and biodiesel. In this study, it was found the presence of the cleaning products (specifically soap) and biodiesel industries.

Under CE concept, the ideal WCO RR business model is running by one agent who is responsible for Product Life Cycle. In the case study, it was observed that the campaign “Rio Se Move e Recicla Óleo de Cozinha” is one of the four

agents inside WCO loop. They reach the closed loop but it happens by a Circular Network. As illustrated in the Figure 1a, there are three types of networks built to recovery and recycling WCO and one single business. It includes five agents: delivery points, recovery organizations, recovery and recycling companies, other productions industries (cleaning products and biodiesel) and soap industry.

Furthermore, in this circular network become needed trading points along the chain. In one hand, it reduces the waste value recovery, but in another hand, it shares incomes among agents. The diagram in the Figure 1b shows the typical circular network for WCO recovery and recycling business. Additionally, it was not identify in the reverse logistics the obliged presence of producer responsibility or new production waste demand as a driver to waste recovery.

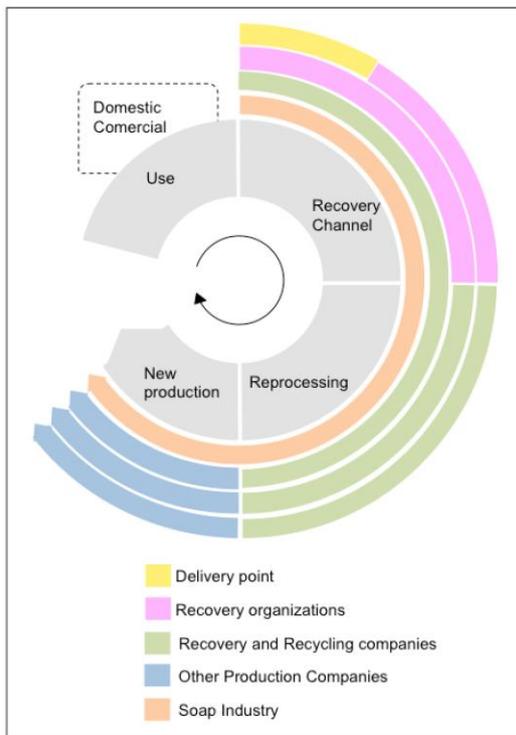


Figure 1a. Circular Network
Source: author

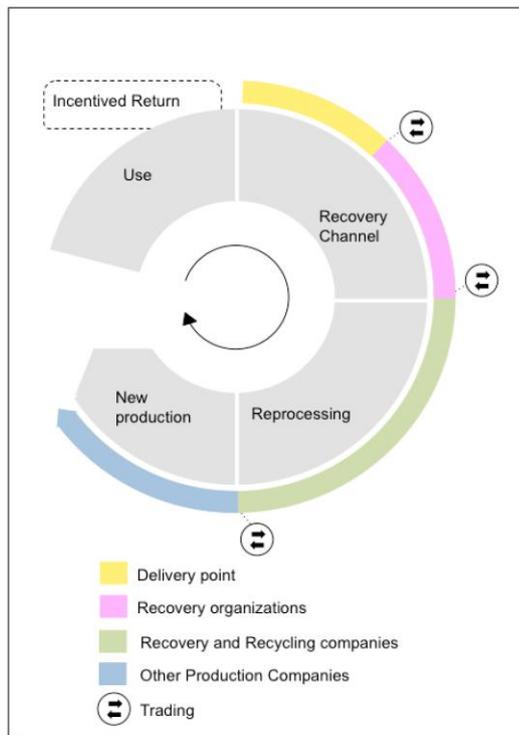


Figure 1b. RR Business Model
Source: author

The theoretical barriers to the CE were observed considering specifically the RR business model and local socioeconomic conditions. The group of identified barriers in the RR of WCO is comprised for nineteen barriers in six categories (Figure 2).

Sociocultural barriers are similar those in the theoretical framework. They are related to the consumer’s behaviour. It represents how much society are awareness about use and waste disposal. Organizational barriers, which are related to companies and organizations culture, are the most influenced by local

conditions. The local culture about CE is still in debate and it is not present in the studied industry. Conversely, informality in organizations and companies and lack of an industry association focused on the product life cycle represent organizational barrier in the local context. In addition, in the Regulatory area, the influence of regional aspects results in barriers as infringement of current laws.

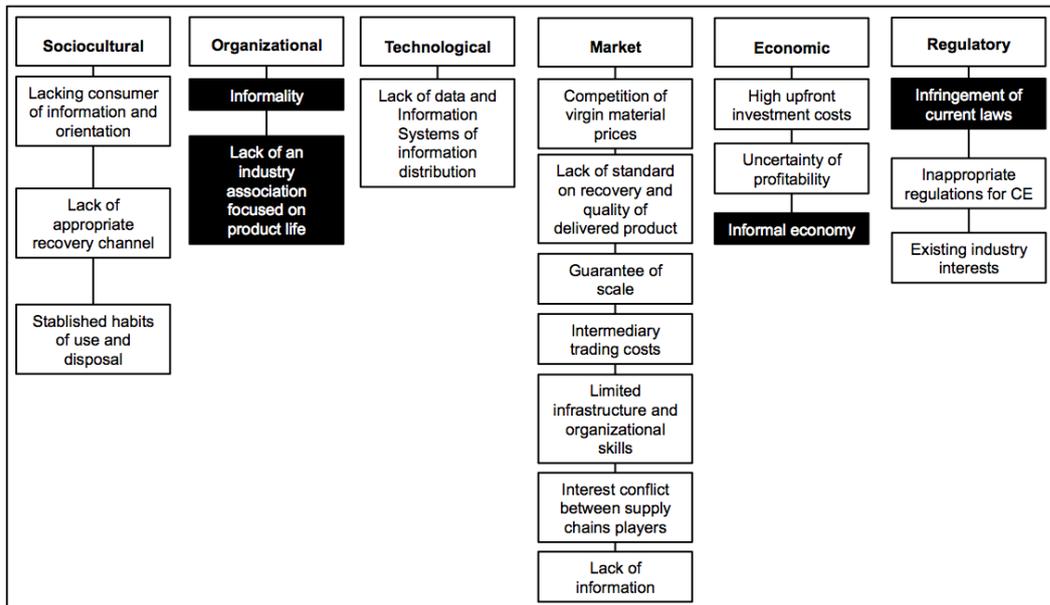


Figure 2. Barriers to the RR business of WCO
Source: author

Technological barriers observed in the case study are not linked to circular design project as highlighted in the literature. They are associated with information technology. Market barriers are the most relevant and similar to the theoretical framework. They denoted the competitiveness between virgin material and secondary resource, scale guarantee, quality of delivered product and costs of intermediary transactions. In the economic scope, it was seen analogous barriers to the ones pointed in the literature. However, informal economy occurs in the case study.

The drivers to the CE mentioned in the literature are observed in the case study. The exception are the ones associated to the European Union perspective for example directing laws and EU regulations and standard development for solid recovered fuels (Figure 3).

Conclusion

This research shows that recovery and recycling business model should take into account socio-economic local conditions. In the case study, as example,

there is no single RR circular business but a circular network that is composed by several actors with individual interests and strategies that not comprise closing the loop. The recovery stage, or the reverse logistic in the business flow, is still pushing by socio-economic reasons. Once it is measured, the CE social benefits would be enhance.

Category	Drivers
Economic	Cost savings
	Potential to create value from waste and production side streams
	Potential for new service business development
Supply Chain	Increasing the transparency of the supply chain
	Increased availability of knowledge and technological resources through collaboration
Institutional	Directing laws and EU regulations create a demand for new solutions
	ISO -standard development for solid recovered fuels
Social	Increasing awareness of sustainability needs
	Increased external demand for sustainability
	Societal development projects e.g. industry roadmaps supporting sustainable development
Tehnological and Informational	Emerging process technologies support CE business
	Enhanced information sharing and management technologies support the creation of new services, increase transparency and enable more efficient process
Organizational	CE innovations foster a sustainable company brand
	Changed organizational structure, strategy and culture to support CE
	Development of skills and capabilities for CE
	Flexible decision making and product/service development models
Enviornmental	Global trend to minimize negative environmental impacts
	Resource scarcity (fossil fuels, waste material)

Figure 3. Drivers to the RR business of WCO
Source: Tura et al. (2019)

Additionally, the research suggests that extended producer responsibility is essential in the RR business. Directives to recovery channel and recycling industry are established in the product development. Furthermore, it is required public polices to encourage secondary raw material market.

Besides the limitation of the single case study method, this research arises relevant contributions to the academic and business discussion about CE in the local context. Future works may attempt a multiple case study research, observation of a particular barrier and explore RR business model in another sector.

Keywords

Circular economy; urban sustainable development; solid waste; recycling; waste cooking oil;

Sumário

1. Introdução	21
1.1. Objetivos	24
2. Metodologia	25
3. Revisão bibliográfica	29
3.1. Economia circular	29
3.1.1. Conceito	33
3.1.2. Modelos de negócio da economia circular	41
3.1.3. Proposta de valor	46
3.1.4. Modelos circulares	52
3.1.5. Negócio de recuperação e reciclagem	59
3.1.6. Barreiras para implementação	63
3.1.7. Oportunidades para implementação	70
3.2. Resíduos sólidos urbanos	72
3.2.1. Panorama de resíduos sólidos urbanos no Brasil	80
3.3. Óleo de cozinha residual	86
3.3.1. Produção e consumo do óleo vegetal alimentar	88
3.3.2. Legislação brasileira	90
3.3.3. Cadeia reversa	92
3.3.4. Reprocessamento e nova produção	95
3.3.5. Produção de biodiesel no Brasil	97
3.3.6. Exemplos de recuperação e reciclagem de OCR no Brasil	103
3.3.7. Contexto internacional de recuperação e reciclagem do OCR	117
4. Estudo de caso	126
4.1. Contexto	127
4.2. Consumo	129
4.3. Canal de recuperação	131
4.4. Reprocessamento e nova produção	136
4.5. Comercialização	138
4.6. Expansão do negócio	140
5. Discussão	141
5.1. Modelo de negócio de recuperação e reciclagem do OCR	141
5.2. Barreiras	150
5.3. Oportunidades	164
6. Conclusão	166
7. Referências bibliográficas	170

Lista de figuras

Figura 1 - Metodologia de pesquisa	26
Figura 2 - Fluxo da economia linear	30
Figura 3 - Sistema de produção linear versus circular	31
Figura 4 - Conceito do ciclo fechado	36
Figura 5 - Diagrama Butterfly	39
Figura 6 - Adaptação do modelo Canvas para sustentabilidade	44
Figura 7 - Intersecção conceitual dos modelos de negócio	44
Figura 8 - Ciclos de criação de valor	49
Figura 9 - Tipos de negócio da economia circular	54
Figura 10 - Fluxo dos modelos de negócio da EC	58
Figura 11 - Modelo de ciclo fechado	60
Figura 12 - Modelo de ciclo aberto	61
Figura 13 - Modelo operação LIXO ZERO	61
Figura 14 - Composição de resíduos sólidos urbanos global	74
Figura 15 - Composição de RSU	75
Figura 16 - Disposição final de RSU	75
Figura 17 - Hierarquia de resíduos	78
Figura 18 - Percentual de resíduos coletados no Brasil	82
Figura 19 - Composição gravimétrica de RSU no Brasil	83
Figura 20 - Produção e demanda de soja no Brasil	89
Figura 21 - Cadeia reversa segundo Pitta Junior et al.	93
Figura 22 - Cadeia reversa segundo Zucatto et al.	94
Figura 23 - Cadeia reversa segundo Thode Filho et al.	95
Figura 24 - Produção de biodiesel e percentuais de mistura	99
Figura 25 - Prognóstico da produção de biodiesel no Brasil	100
Figura 26 - Localização das usinas produtoras de biodiesel.	101
Figura 27 - Programa Soya Recicla e Projeto Junto Óleo	105
Figura 28 - Programa Ação Renove o meio ambiente LIZA	106
Figura 29 - Ciclo de reciclagem da Bioservice	109
Figura 30 - Fluxo de reciclagem do óleo da GIGLIO	110
Figura 31 - Orientação para descarte da Óleo Verde	111
Figura 32 - Panfleto digital do projeto ECOSABÃO	117
Figura 33 - Cadeia circular da produção de biodiesel	117
Figura 34 - Matéria-prima para o biodiesel na Coréia do Sul	118

Figura 35 - Proposta de negócio da EWABA	120
Figura 36 - Ciclo virtuoso da Olleco	121
Figura 37 - Fluxo da reciclagem da Munzer	122
Figura 38 - Fluxo da PRIO Top Level	123
Figura 39 - Campanha educacional e PEV da PRIO Top Level	124
Figura 40 - Painel da GREENEA	125
Figura 41 - Cadastramento de participantes do campanha	131
Figura 42 - Kit campanha para o PEV	132
Figura 43 - Preço do óleo residual	138
Figura 44 - Agentes do ciclo de reciclagem do OCR	146
Figura 45 - Ciclo de recuperação e reciclagem do OCR	149
Figura 46 - Barreiras para implementação do negócio de recuperação e reciclagem do OCR	163

Lista de tabelas

Tabela 1 - RSU no Brasil	83
Tabela 2 - Disposição final de RSU em 2008	85
Tabela 3 - Destinação final de RSU em 2017	86
Tabela 4 - Volume de óleo coletado (litros)	135

Lista de quadros

Quadro 1 - Blocos construtivos do modelo de negócio da EC	45
Quadro 2 - Estrutura ReSOLVE	51
Quadro 3 - Aplicação dos princípios da EC nos elementos do negócio	52
Quadro 4 - Barreiras para EC segundo EMF	64
Quadro 5 - Barreiras para EC segundo Kirchher et al.	65
Quadro 6 - Barreiras para EC segundo Tura et al.	67
Quadro 7 – Barreiras consolidadas	69
Quadro 8 - Oportunidades segundo Tura et al.	71
Quadro 9 - Barreiras para implementação da EC	151

Lista de Siglas e Termos Técnicos

Abiove – Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

ANP – Agência Nacional de Petróleo

Anvisa – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

Aprobio – Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil

COM – *European Commission*

EC – Economia Circular

EL – Economia Linear

EMF – *Ellen MacArthur Foundation*

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto

GEE – Gases de Efeito Estufa

GRSU – Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBCs – *Intermediate Bulk Container*

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDH – Índice de Desenvolvimento Humano

IMEA – Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária

IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change*

ISWA – *International Solid Waste Association*

LR – Logística Reversa

NR – Norma Brasileira

OCR – Óleo de Cozinha Residual

PEV – Ponto de Entrega Voluntária

PGRS – Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

PIB – Produto Interno Bruto

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SDGs – *Sustainable Development Goals*

SGRSU – Sistema de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos

Ubrabio – União Brasileira do Biodiesel e Bioqueresene

UCO – *Used Cooking Oil*

UE – União Europeia

WRAP – *The Waste and Resource Action Programme*

WtE – *Waste to Energy*

Nas cidades a vida é mais pequena

*Que aqui na minha casa no cimo deste outeiro.
Na cidade as grandes casas fecham a vista à chave,
Escondem o horizonte, empurram o nosso olhar para longe de
todo o céu,
Tornam-nos pequenos porque nos tiram o que os nossos olhos
nos podem dar,
E tornam-nos pobres porque a nossa única riqueza é ver.*

Fernando Pessoa, *Poesia completa de Alberto Caeiro*

1. Introdução

Em decorrência de um modelo econômico linear de produção e de consumo, a crescente geração de resíduos sólidos urbanos no mundo representa um dos problemas potenciais da sociedade contemporânea. Este padrão de desenvolvimento causa danos ao meio ambiente e ameaça a disponibilidade de recursos naturais para as futuras gerações. Uma solução proposta para mitigar os impactos deste arquétipo, e garantir o desenvolvimento sustentável, é o sistema industrial da Economia Circular (EC) (EMF, 2013; LACY e RUTQVIST, 2015; SILVA et al., 2017).

Estima-se que, em 2012, a geração global de resíduos sólidos urbanos (RSU) era, aproximadamente, 1,3 bilhões de toneladas por ano (HOORNWEG e BHADA-TATA, 2012). Segundo a International Solid Waste Association - ISWA¹, a geração de resíduos por ano aumentou, e alcançou os níveis de, aproximadamente, 1,9 bilhões de toneladas em 2018. Conjectura-se ainda que, observados os prognósticos de crescimento da população mundial e, a tendência de migração para as áreas urbanas, nas próximas décadas, a geração de resíduos per capita no mundo continue aumentando.

O tratamento dos RSU gerados pela população, usualmente, é de responsabilidade do poder público, sua operação é complexa e onerosa; envolve atividades de diversas naturezas, como gestão, logística e implementação de tecnologias ambientais de baixo carbono para tratamento de resíduos e, ainda, é uma cadeia que envolve inúmeros atores. Segundo Guerrero et al. (2013), um Sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos (SGRSU) eficiente, com foco no desenvolvimento sustentável, não é baseado somente em soluções tecnológicas para tratamento dos resíduos, mas também, em respostas de caráter ambiental, sociocultural, legal, institucional e econômico (GUERRERO et al., 2013).

Dentro deste contexto, tem se constituído um cenário de mudança na gestão de RSU para agregar iniciativas que priorizem a prevenção, a reciclagem e

¹ Fonte: Waste Atlas. Disponível em: <http://www.atlas.d-waste.com/>. Acesso em: 03 de fevereiro de 2019.

a valorização de resíduos, no sentido de reaproveitar os recursos naturais que compõem materiais considerados resíduos, e transformá-los em insumos para novas cadeias produtivas (SILVA et al., 2017). Logo, o conceito da EC tem sido utilizado para incorporar estratégias de recuperação e reciclagem no setor de resíduos e, conseqüentemente, trazer resultados sistêmicos no caminho do desenvolvimento sustentável.

A EC visa dissociar o crescimento econômico da dependência da extração e consumo de recursos naturais como, combustíveis fósseis, metais e minerais. O conceito surgiu como uma alternativa para substituir o padrão vigente da economia linear, no qual o desenvolvimento global se baseia na extração, transformação e descarte de materiais. Os princípios da EC estão pautados na preservação do capital natural, otimização de recursos e redução de externalidade negativa. Os modelos de negócio são orientados para inovação, design e tecnologias digitais e, recuperação e reciclagem de materiais. A geração de valor se apoia em estratégias do ciclo de vida do produto: na extensão da vida útil do produtos, no reuso, no reaproveitamento e na reciclagem (EMF, 2015c).

O sistema circular ganhou notoriedade global quando, em 2012, o Fórum Econômico Mundial inseriu em sua agenda estratégica a EC como alternativa para reconciliar o desenvolvimento econômico com os limites planetários (EMF, 2013). Em dezembro de 2015, a Comissão da União Europeia (COM), também com finalidade de apoiar um crescimento econômico sustentável, lançou o “Circular Economy Package: Closing the Loop” (Pacote para Economia Circular: Fechando o Ciclo). O pacote consiste em um Plano de Ação com medidas e metas concretas para estimular a transição para EC. As ações abrangem todas as etapas do ciclo de vida do produto, desde a produção e o consumo até a gestão de resíduos, o que inclui o mercado de recurso secundário e a revisão da legislação (COM, 2015).

Estudos acadêmicos realizados em países da União Europeia, “berço contemporâneo” da implementação da EC, têm demonstrado que a implementação da EC é um caminho viável para o desenvolvimento sustentável (GEISSDOERFER et al., 2017); seus benefícios podem ser percebidos no meio ambiente, na esfera social e, na dimensão econômica, por exemplo, pela redução do custo com matéria-prima e pelo equilíbrio da volatilidade do mercado.

Contudo, mesmo com os benefícios reconhecidos da EC, o progresso na implementação na sua implementação é lento em virtude de uma série de obstáculos que devem ser superados.

A aplicação prática da EC no setor de resíduos ocorre por meio dos negócios de recuperação e reciclagem de materiais, ou seja, na obtenção do resíduo para transformação em recurso. Entretanto, este negócio só se concretiza se o produto tiver ciclo de vida fechado, ou seja, se seu resíduo for viável como matéria-prima em uma nova cadeia produtiva, ou na mesma cadeia. Logo, a proposta da EC é introduzir um modelo de negócio circular: Recuperação e Reciclagem, como um caminho para redesenhar o setor de resíduos e valorizar os recursos naturais.

No Brasil, as discussões sobre EC são recentes e as publicações a cerca do tema ainda são escassas. Os estudos científicos também são raros, contudo, alguns avanços tem ocorrido em termos de acordos de cooperação científica para estimular a pesquisa sobre o tema²³. O foco principal do debate sobre EC no Brasil é a disseminação do conceito e a sensibilização da indústria para adotar o conceito de circularidade.

Dentro deste contexto, no qual o conceito da EC é apresentado como um mecanismo para introduzir inovação na gestão de resíduos sólidos urbanos, como o setor de resíduos, e a indústria da reciclagem no Brasil, estariam preparados para acompanhar a transição da Economia Linear para a Economia Circular? Quais as barreiras e oportunidades para a indústria de reciclagem no Brasil adotar o modelo negócio de recuperação e reciclagem à luz da Economia Circular?

A pesquisa exploratória qualitativa realizada neste trabalho tem o objetivo de identificar as barreiras e as oportunidades para implementação de um negócio de recuperação e reciclagem no Brasil à luz dos conceitos da Economia Circular a fim de prover ao mercado nacional e a investidores estrangeiros informações que

² Em Setembro de 2016 a Universidade do Estado de São Paulo –USP por meio da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) celebrou contrato com a Ellen MacArthur Foundation (EMF) e passou a fazer parte de um grupo internacional de universidades que estimulam pesquisa sobre o tema (Fonte: <https://jornal.usp.br/universidade/economia-circular-sera-nova-area-de-pesquisa-e-ensino-na-usp/> . Acesso em: Maio de 2017.

³ A Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, no Parque Tecnológico, também em Maio de 2016, lançou o Núcleo de Economia Circular – NEC.

colaborem na tomada de decisão e, também, contribuir no direcionamento de elaboração de políticas públicas que superem as barreiras para este negócio, e incentivem a preservação e recuperação de recursos naturais no Brasil.

Para compreensão do tema foi admitido como objeto de estudo a cadeia de recuperação e reciclagem do óleo de cozinha residual (OCR). O óleo vegetal alimentar, produto comestível que origina um resíduo orgânico, é potencialmente circular; pós-consumo, pode ser transformado em matéria-prima para diversas cadeias produtivas como, produção de resinas, tintas, sabão e biodiesel. No Brasil, estima-se que, somente 2,5% do óleo vegetal alimentar comercializado seja recuperado e reciclado.

1.1. Objetivos

Este trabalho tem como objetivo geral identificar as barreiras e as oportunidades para implementação do negócio de recuperação e reciclagem, do óleo de cozinha residual no Brasil, nos moldes da Economia Circular.

Os objetivos específicos são:

- Descrever o conceito, os princípios, os modelos de negócio, as barreiras e as oportunidades para implementação da EC.
- Revisar a literatura da gestão de resíduos sólidos urbanos com enfoque na recuperação e reciclagem de materiais.
- Revisar a literatura sobre a cadeia de aproveitamento do OCR no Brasil.
- Validar o modelo de negócio da EC adequado ao objeto de estudo: recuperação e reciclagem do OCR.
- Avaliar as barreiras para implementação da EC.
- Investigar a presença das barreiras e das oportunidades para implementação da EC no negócio de recuperação e reciclagem do OCR.

2. Metodologia

A pesquisa exploratória tem abordagem qualitativa. O alcance do objetivo da pesquisa: identificar as barreiras e as oportunidades para o negócio de recuperação e reciclagem do óleo de cozinha residual no Brasil conforme conceito da EC, gera conhecimento sobre o tema e possibilita o desenvolvimento de soluções para aspectos específicos do negócio, caracterizando assim, a natureza aplicada da pesquisa.

O projeto de pesquisa foi dividido em quatro etapas: exploração do tema, revisão bibliográfica, coleta de dados e análise de informações e conclusão, conforme mostra o esquema da Figura 1. Embora as etapas estejam dispostas de forma distintas, estas têm interação constante entre si (GERHARDT e SILVEIRA, 2009).

A realização da pesquisa contou com os seguintes procedimentos: pesquisa bibliográfica, pesquisa documental e pesquisa eletrônica. Também, para fins de investigação empírica, foi realizado um estudo de caso no qual houve coleta de dados com aplicação das técnicas de análise documental, observação simples, entrevista informal e entrevista semiestruturada.

As principais bases de dados utilizadas para levantamento da literatura científica foram a ScienceDirect, repositório internacional de pesquisas científicas operado pela editora anglo-holandesa Elsevier; e o Google acadêmico. As buscas nos bancos de dados foram orientadas por palavras-chave distintas relacionadas a cada um dos temas elegidos para compreensão do fenômeno, na perspectiva teórica: economia circular, resíduos sólidos urbanos e reciclagem do óleo de cozinha residual.

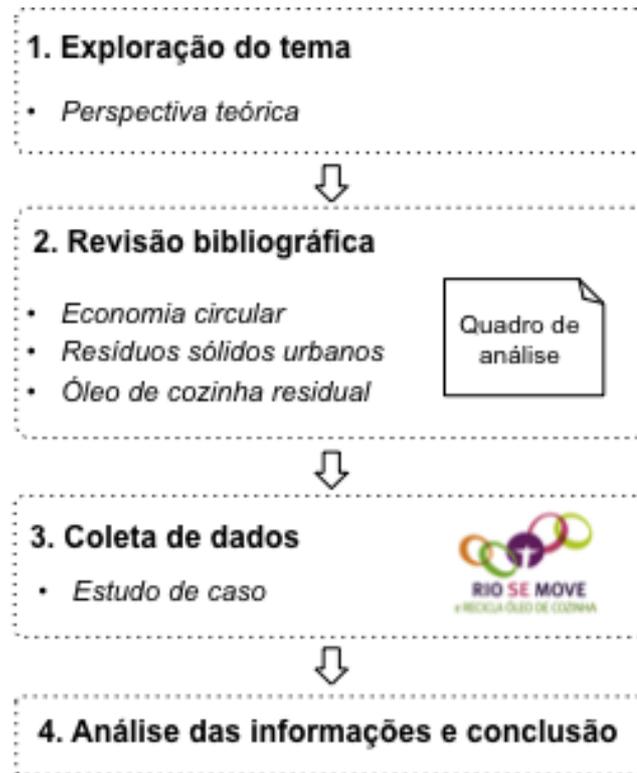


Figura 1 - Metodologia de pesquisa
Fonte: própria.

Na revisão bibliográfica sobre a EC, devido a escassez de literatura nacional sobre o tema, o *Scencedirect* foi a principal base de dados utilizada, sendo o *Journal of Cleaner Production* o periódico com maior número de publicações utilizadas. As palavras-chave que guiaram a pesquisa foram: *circular economy*, *circular business models*, *circular economy barriers*. Outros documentos de fontes diversas foram utilizados para a compreensão dos aspectos de mercado, e regulatórios, sobre o tema, como os relatórios da Fundação Ellen Macarthur e as diretivas da União Europeia.

Considerando que o modelo de negócio da EC admitido para estudo, recuperação e reciclagem, envolve o setor de resíduos sólidos urbanos, para compreensão do tema em perspectiva local e global, foi realizada uma revisão da literatura sobre a gestão de resíduos sólidos urbanos no contexto global e no Brasil. Esta mesma lógica foi utilizada para a literatura que aborda a reciclagem do óleo de cozinha residual uma vez que, a demanda global pelo biodiesel, interfere nos aspectos que influenciam o aproveitamento do OCR em território nacional. Os exemplos de negócios de recuperação e reciclagem de OCR que

foram utilizados no estudo, tanto exemplos nacionais como estrangeiros, foram elegidos por fazerem parte de associações das indústrias do setor.

Também foram utilizados na pesquisa outros documentos de fontes diversas; por exemplo, relatórios do The World Bank, do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE; diretivas da União Europeia, leis e resoluções nacionais e, estatísticas das bases de dados da Agência Nacional de Petróleo e Gás Natural – ANP, do Ministério de Minas e Energia - MME e, da Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais - ABIOVE. Além disto, informações obtidas por meio de pesquisa eletrônica, websites e homepages, foram utilizadas para exemplificar os atores e os tipos de negócio de recuperação e reciclagem de OCR, tanto no Brasil como no exterior.

Em função da complexidade, da amplitude e da importância de considerar o conjunto de aspectos onde ocorre o fenômeno a ser estudado, a investigação empírica foi realizada a partir de um estudo de caso único. O método qualitativo foi escolhido por admitir o conhecimento do objeto dentro do contexto real, contemporâneo, sem interferências ou controle dos fatores que influenciam o fenômeno, ou seja, neste caso, as atividades da organização em estudo (YIN, 2001). Após a definição da unidade de estudo de caso e do desenvolvimento da teoria, foram instituídos os fundamentos lógicos para orientar a coleta e análise de dados do estudo de caso único.

O estudo de caso foi realizado na Campanha Rio se Move e Recicla Óleo de Cozinha, coordenado pela Arquidiocese do Rio de Janeiro em parceria com a Rede Dom Elder Câmara de Economia Solidária; esta organização atua na coleta e comercialização de óleo de cozinha residual e tem interesse em expandir suas atividades para se consolidar como um negócio de recuperação e reciclagem de óleo de cozinha residual; com expectativas de comercialização do óleo para indústria do biodiesel.

Neste contexto, a campanha de coleta e reciclagem se caracteriza como uma iniciativa que planeja se transformar em um negócio circular e, portanto, revela de forma única a manifestação das barreiras para implementação de um negócio circular de recuperação e reciclagem. Além disto, exprime os fatores que motivam a criação deste tipo de negócio.

A observação do estudo de caso iniciou em novembro de 2017 quando a equipe do projeto buscou a PUC-Rio, em virtude de um acordo de cooperação para troca de conhecimento, para expor as dificuldades do setor e solicitar cooperação para desenvolver um plano de negócio para expansão do projeto com vistas a instalar uma planta de pré-tratamento de óleo residual para suprir a indústria de biodiesel.

Assim, entre novembro de 2017 e fevereiro de 2019, foram realizadas entrevistas informais, acompanhamento das atividades da campanha, análises de documentos, tais como: material de campanha do projeto, relatórios de desempenho e, planilhas de controle de recuperação e comercialização do OCR. Para finalizar a pesquisa, foi realizada uma entrevista semiestruturada com responsável pela concepção e operação da campanha.

Dentre as atividades que foram acompanhadas estão: visitas às empresas parte da cadeia de recuperação e reciclagem do OCR como, pontos de entrega voluntária e empresas receptoras do óleo de cozinha residual. Além disto, foi realizada uma visita à uma empresa de recuperação e beneficiamento do óleo para produção de sabão com dois objetivos: conhecer as instalações de uma planta de beneficiamento de OCR e, avaliar as vantagens comerciais para incluir a empresa como fonte receptora do OCR da campanha. Adicionalmente, foi realizada uma entrevista informal com um responsável por uma usina de biodiesel; para obtenção de informações a cerca da produção do biodiesel a partir do OCR e, uma reunião com uma empresa interessada em importar o OCR para produção de derivados na União Europeia.

Os dados obtidos no estudo de caso foram analisados por meio de triangulação das várias fontes de evidências buscando a convergência para análise do fenômeno. A descrição do caso foi realizada a partir de uma matriz de categorização com base na estratégica analítica das proposições teóricas que orientaram o estudo de caso; ou seja, as etapas do modelo de negócio de recuperação e reciclagem da EC propostas por Lacy e Rutqvist (2015). A discussão dos resultados foi fundamentada na triangulação das informações obtidas na pesquisa bibliográfica e na análise dos dados coletadas na investigação empírica.

3. Revisão bibliográfica

3.1. Economia circular

A forma como as atividades humanas tem impactado o meio ambiente e, conseqüentemente, ameaçado sua própria capacidade de subsistência tem gerado intensa discussão sobre a relação do homem com o planeta que habita. O modelo de desenvolvimento econômico vigente, combinado ao prognóstico do crescimento da população global, denotam o risco iminente de escassez de recursos para atender as necessidades da geração presente e da futura. Associado a isto, a revolução tecnológica propiciou a visualização deste cenário em escala global fato que incitou reflexões sobre a sustentabilidade do modelo existente, sobre seus limites e suas vulnerabilidades.

Em 1972, a publicação “Os Limites do Crescimento”⁴ evidenciou de forma analítica a relação de causa e consequência do crescimento populacional e da economia de materiais; demonstrou que o desenvolvimento econômico no próximo século seria fortemente influenciado pela restrição ecológica global, em termos de recursos e emissões, em virtude do aumento da demanda por recursos naturais e por energia para atender as necessidades da humanidade.

Diante da constatação dos limites planetários, o documento que foi apresentado no Clube de Roma⁵, convocou todos à profunda reflexão no sentido de avançar na pró-atividade, inovação tecnológica e nas mudanças sociais e culturais para promover transformações constitucionais que evitassem o aumento da pegada ecológica da humanidade (MEADOWS et al., 2004).

Para além dos movimentos ambientalistas que também emergiram na década de 60 com o propósito de indicar que o modelo de desenvolvimento vigente é insustentável, o documento científico de Meadows foi um marco para a

⁴ O Relatório *The limits to growth* foi elaborado entre 1970 e 1972 no Massachusetts Institute of Technology (MIT) por uma série de pesquisadores liderados por Dennis Meadows. O relatório buscava responder questões sobre a eficácia das políticas para garantir um futuro sustentável para a humanidade e quais deveriam ser as ações do homem para promover esta suficiência. A pesquisa foi subsidiada pela Fundação Volkswagen da Alemanha (Meadows et al., 2004).

⁵ O Clube de Roma é um grupo internacional, não governamental, que foi fundado em 1968 com objetivo de tratar de assuntos relacionados ao uso indiscriminado dos recursos naturais em termos mundiais. O grupo é composto por diplomatas, cientistas, educadores, humanistas, economistas e altos funcionários governamentais de diversas nações.

o início do debate sobre a sustentabilidade e sobre novas formas de negócio que substituíssem o sistema linear de produção por um sistema que preservasse o capital natural.

O sistema linear de produção pode ser definido como aquele que converte recurso em resíduo via processo de produção. Nesta concepção, o recurso natural é transformado em produto e, após o consumo, o material residual é descartado no meio ambiente. Segundo a Fundação Ellen MacArthur (2013), o modelo industrial linear, ou Economia Linear (EL), é um sistema produtivo que se caracteriza pelas etapas de extração (*take*) – transformação (*make*) – descarte (*dispose*). Henry (2016) ilustra este modelo linear que culmina em resíduo (Figura 2).



Figura 2 - Fluxo da economia linear
Fonte: Henry (2016).

“Empresas extraem materiais, usam energia para fabricar um produto, vendem o produto a um consumidor final que, em seguida, o descarta quando não funciona mais ou já não serve ao propósito do usuário” (EMF, 2013, pg. 06). A crítica ao modelo linear de produção e consumo da EMF é fundamentada no prognóstico da limitação de capital natural – escassez de recursos e emissões de gases de efeito estufa (GEE), e no declínio econômico global que, sujeito a variação e imprevisibilidade da oferta de recursos, reage com a volatilização de preços e desestabilização de comércio (HENRY, 2016).

Logo, dentro do contexto do desenvolvimento sustentável, a crítica à EL se fundamenta na primazia dos interesses deste modelo nos resultados econômicos e na ausência de atenção às questões ecológicas ou sociais. Além disto, o sistema linear é considerado um mecanismo industrial com baixa influência em políticas públicas socioambientais (SUAVÉ et al., 2017).

Diante desta problemática, insurgem novos modelos de desenvolvimento como alternativas para garantir a sustentabilidade planetária. Estes modelos

buscam a relação equilibrada do homem com a natureza em sua condição simbiótica; tratam de formas de usar o capital natural para atender a demanda do homem contemporâneo ao mesmo tempo em que preserva o seu habitat.

Uma alternativa proposta para substituição do modelo linear vigente é a Economia Circular (EC). Nesta, o bem de consumo, no final de sua vida útil, é reintroduzido como recurso em nova cadeia produtiva, fechando o ciclo de vida do produto e minimizando a geração de resíduo. Esta lógica industrial reaproveita elementos primários e componentes obsoletos substituindo o recurso primário pelo secundário; transforma elementos anteriormente considerados resíduos em matéria produtiva (STAHEL, 2016).

A Figura 3 demonstra a diferença do fluxo de produção da EL e da EC:

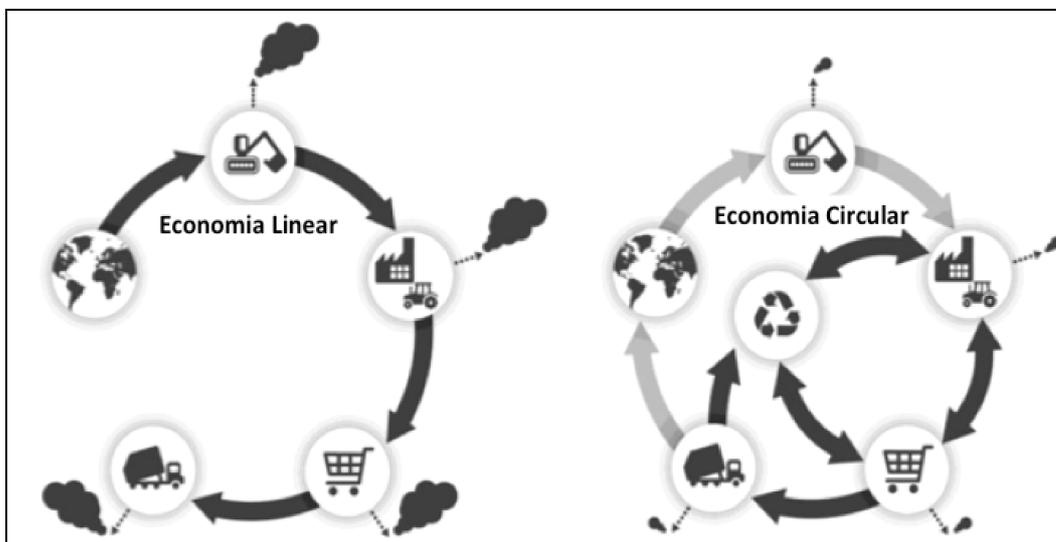


Figura 3 - Sistema de produção linear versus circular
Fonte: Suavé et al. (2017)

Na EC o sistema aberto de produção e consumo é substituído por um sistema fechado, no qual ocorre o reuso do recurso e a conservação de energia (URBINATI et al., 2017). O ciclo fechado, “*closed loop*”, previne a disposição final de materiais em aterro sanitário e evita a contaminação do meio ambiente em todas as etapas de produção e consumo (SUAVÉ et al., 2017). Admite também, a presunção da restauração de danos já causados em função da analogia dos ciclos do produto com os ciclos naturais e, por meio da redução de resíduos em todo o ciclo de vida do produto (MURRAY et al., 2017; EMF, 2013).

A EC busca dissociar o crescimento econômico do consumo de recursos naturais finitos – combustíveis fósseis, metais e minerais. Na perspectiva de

negócio, a transição da EL para o modelo circular pode representar uma oportunidade para reorganizar formas de produção e consumo repensando a relação entre mercado, consumidor e recursos finitos. Isto pode acontecer por meio de inovação em gestão e operação, desenvolvimento de novas tecnologias e concepção e implementação de novos modelos de negócio (LACY & RUTQVIST, 2015).

Economia circular e o desenvolvimento sustentável

O debate sobre a EC esta crescendo e esta tem emergindo como um novo “paradigma socioeconômico” que orienta para inovação e modos sustentáveis de produção e consumo (MERLI et al., 2018, p. 722). O tema despertou interesse da comunidade científica e isto é demonstrado com o aumento significativo de artigos sobre o conceito e sua implementação na última década (GEISSDOERFER et al., 2017). Também tem conquistado espaço no mundo dos negócios; o que se evidencia pelo número de indústrias que estão adotando o sistema de produção de ciclo fechado motivadas pelo valor potencial agregado, por incentivo governamental e pela expectativa de redução de custo (PRENDEVILLE et al., 2014).

A EC também se tornou atrativa em função de sua contribuição para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável ⁶ – *Sustainable Development Goals* (SDGs) na medida em que o sistema industrial proposto na EC apresenta medidas práticas para combater os danos ambientais e preservar os recursos naturais. Logo, a adoção de um modelo de negócio inovador, no qual as dimensões econômica, social e ambiental permeiem toda a cadeia de valor do produto se caracteriza como um promissor mecanismo a favor da sustentabilidade (SUAVÉ et al., 2017; MANNINEN et al., 2018; MERLI et al., 2018;).

Diante disto, a EC tem entrado na agenda global para o desenvolvimento sustentável e muitos grupos econômicos estão adotando estratégias circulares em seus sistemas de produção (NIERO e HAUSCHILD, 2017). Esta transição

⁶ Os objetivos de desenvolvimento sustentável, conhecidos como 17 Objetivos Globais, são uma chamada de ação global proposta pela ONU para acabar com a pobreza, proteger o planeta e assegurar que todas as pessoas tenham direito a paz e prosperidade. (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>)

envolve agentes econômicos, como empresas e consumidores, autoridades locais, regionais e nacionais, além de organizações da sociedade civil. Dentre as iniciativas para instigar esta transição está o ambicioso Pacote para Economia Circular proposto, em 2015, pela União Europeia; juntamente com o plano de ação “Fechar o ciclo: plano de ação da UE para Economia Circular”. A intenção da iniciativa é garantir padrões sustentáveis de produção e consumo na União Europeia.

“A transição para uma economia mais circular, em que produto, material e recurso se mantém na economia o máximo de tempo possível e, a produção de resíduo se reduz ao mínimo, é um contributo fundamental para o esforço da UE no sentido de desenvolver uma economia sustentável, hipocarbónica, eficiente em termos de recursos e competitiva. Essa transição é a oportunidade para transformarmos a nossa economia e criarmos vantagens competitivas, novas e sustentáveis, para a Europa” (COM, 2015, p. 2).

O plano de ação da EC consiste em um conjunto de ações segmentadas conforme as etapas do ciclo de vida do produto. As iniciativas recobrem a cadeia produtiva, da produção ao consumo, somando a etapa subsequente do gerenciamento de resíduo e o incentivo para comércio do material residual, ora considerado, matéria-prima secundária. Um conjunto de políticas, legislações e normas orientam a implementação do plano em escala local; um fundo de investimento da União Europeia também foi criado para fomentar pesquisa e inovação e financiar projetos relacionados ao tema (COM, 2017).

Embora o discurso em torno da EC seja novo e incerto quanto resultados concretos, a EC é um modelo que tem mobilizado a indústria e o consumidor que estão, diante das tendências culturais, comprometidos com as preocupações socioambientais; Sobretudo, o sistema industrial circular se caracteriza como mecanismo para o desenvolvimento sustentável e ganha evidência na medida em que, para alcançar resultados reais nesta direção, propõe metodologias, práticas operacionais e modelos de negócio consistentes para sua implementação.

3.1.1. Conceito

O conceito da EC é baseado em uma coletânea de ideias que derivam de diversas escolas do pensamento. Recentemente, a EC se tornou um dos temas

mais discutidos em debates públicos sobre sustentabilidade e inovação em estratégia industrial por ser uma alternativa para substituir o modelo linear dominante, de extrair - produzir - utilizar – descartar, por um modelo econômico de ciclo fechado de materiais, no qual a relação entre recurso e resíduo é aprimorada. Segundo Su et al. (2013), o sistema “*closed-loop*” – ciclo fechado - surgiu a partir da análise da relação entre sistemas econômicos e naturais.

A EC é descrita como um ciclo de extração e transformação de recursos, distribuição, uso e recuperação de bens e materiais (STAHEL, 2016). Recursos primários são extraídos do meio ambiente e transformados em produtos e serviços. Posteriormente, são distribuídos para comercialização no varejo e chegam ao consumir final, por quem são consumidos ou utilizados. “A partir deste ponto a EC propõe fechar o ciclo por meio da recuperação dos bens” (SANDOVAL et al. 2018, p. 609).

Segundo a Fundação Ellen MacArthur (EMF), o modelo sistêmico da EC responde ao desafio global da limitação de recursos, gera emprego, preserva o crescimento econômico e reduz impacto ambiental. Substitui o conceito de “fim da vida” através da restauração; enfatiza o uso de energias renováveis, suprime o uso de materiais tóxicos que inviabilizam o reuso e elimina resíduo a partir da inovação em design, produção e novos modelos de negócio ” (EMF, 2013, p.7). O conceito da EC proposto pela EMF tem sido frequentemente utilizado para difundir a ideia.

“Uma economia circular é restaurativa e regenerativa por princípio. Seu objetivo é manter produtos, componentes e materiais em seu mais alto nível de utilidade e valor o tempo todo, distinguindo entre ciclos técnicos e biológicos. Esse novo modelo econômico busca, em última instância, dissociar o desenvolvimento econômico global do consumo de recursos finitos” (EMF, 2015b, p. 2).

De acordo com Murray et al. (2017), a palavra restaurativa tem um significado muito importante na concepção do conceito. Em uma avaliação mais detalhada da EC e de seus fundamentos, o restaurativo não se limita a uma abordagem de prevenção ou redução de dano ambiental, ele incorpora o significado de reparação de dano na etapa de design do produto, comprometendo a indústria a pensar, integralmente, o ciclo de vida dos produtos.

Embora o conceito da EC tenha sido apresentado recentemente de forma mais coesiva, o mesmo tem sua origem fundamentada em diversos autores e não pode ser atribuído a nenhum especificamente. Para a EMF as principais escolas do pensamento que influenciam a EC são: design regenerativo, economia do desempenho, a filosofia “*cradle-to-cradle*”, do berço ao berço, a biomimética, a ecologia industrial, permacultura e a abordagem dos sistemas de “*Blue Economy*” (EMF, 2015b, p. 2).

Os pesquisadores Ghisellini et al. (2016), com objetivo de entender as características e perspectivas da EC através do prisma da ciência, efetuaram uma extensa revisão da literatura sobre o tema com propósito de identificar suas bases teóricas. A partir da observação, concluíram que as raízes principais da EC estão pautadas na Economia Ecológica, na Economia Ambiental e na Ecologia Industrial.

Na concepção de Stahel (2016) a EC é baseada em ciclos, como o ciclo natural da água e dos nutrientes, nos quais elementos residuais de alguma etapa do ciclo se tornam recurso em um novo ciclo. Logo, um sistema industrial orientado para fechar o ciclo do produto, garante que o produto no final de sua vida útil seja transformado em recurso primário para um novo fim; sem a ocorrência de parcela de resíduo. Para isto, o sistema deve empregar mecanismos de reuso, reparo, reaproveitamento e reciclagem (Figura 4).

O ciclo fechado natural do planeta mantém muitas moléculas e átomos em movimento, cultivando seu estado natural ou se regenerando para readaptação em sistemas subsequentes. O ciclo da água é o exemplo mais comum utilizado para demonstrar este processo; a água evapora dos oceanos formando as nuvens de chuva, cai no solo, corre para os rios e se acumulam novamente nos oceanos (MURRAY et al., 2017). Assim como o ciclo da água, existem diversos ciclos naturais que denotam a propriedade regenerativa de alguns elementos e sua capacidade de reintrodução em uma outra cadeia, assumindo uma nova função.

Ainda que a EC seja baseada no conceito do ciclo fechado, esta propõe “uma abordagem nova e mais abrangente (URBINATI et al., 2017, p. 487); incorpora aspectos de “crescimento econômico, comportamento do consumidor, uso de energia renovável e a noção de restauração e reposição de recursos” (PRENDEVILLE et al., 2014, p. 3). Logo, a EC se distancia da visão limitada de

uma economia da reciclagem para um panorama mais amplo, que deseja a eficiência no uso de materiais, eficiência energética, gerenciamento da terra e proteção do solo e gestão de recursos hídricos (SUE et al., 2013).

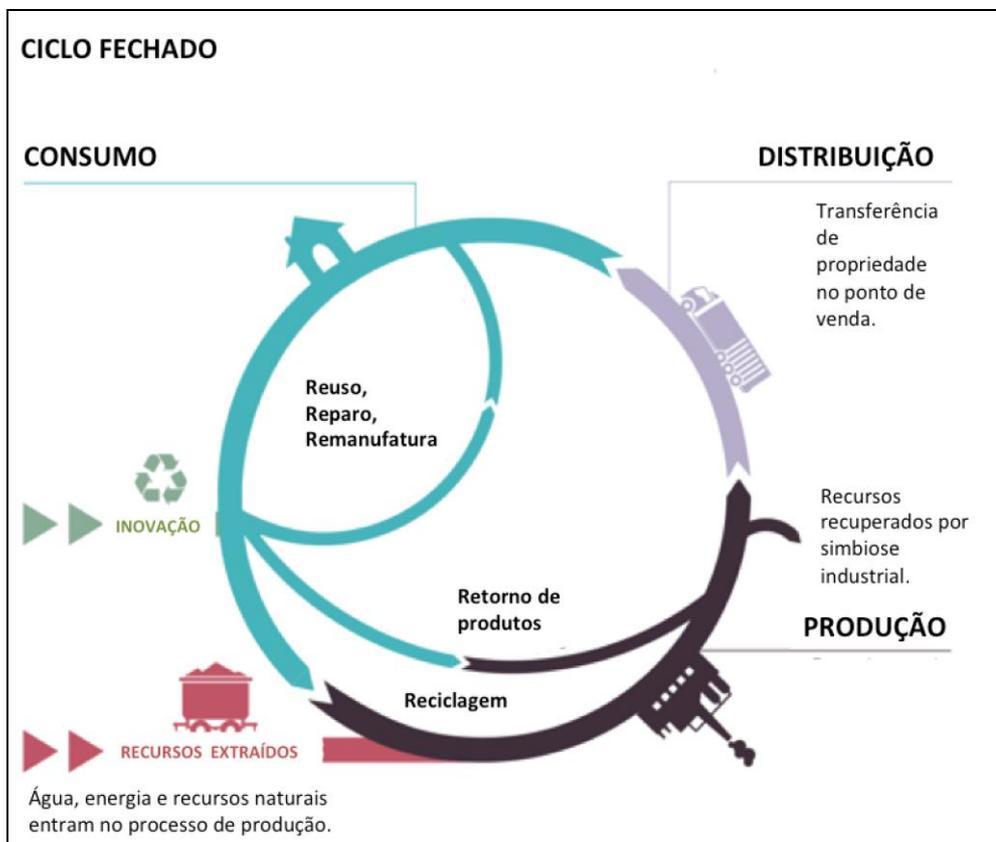


Figura 4 - Conceito do ciclo fechado
Fonte: Stahel (2016)

Para EMF (2015c) a EC está baseada em três princípios que englobam ciclos técnicos e biológicos dos materiais, gestão dos recursos renováveis e finitos, eficiência do sistema e redução dos impactos externos, são eles:

i) “Preservar e aprimorar o capital natural controlando estoques ^[1] finitos e equilibrando os fluxos de recursos renováveis”⁷.

ii) “Otimizar o rendimento de recursos fazendo circular produtos, componentes e materiais no mais alto nível de utilidade o tempo todo, tanto ^[1] no ciclo técnico quanto no biológico”⁸

⁷ Este princípio estimula o uso de tecnologias para entrega virtual de serviços e produtos. No caso do uso de recursos, optar por recursos renováveis ou de melhor desempenho.

⁸ Projetar para a reuso, remanufatura ou reciclagem. Garantir a permanência dos materiais em utilização; optar por modelos de negócio de circuitos menores nos quais os ciclos sejam maximizados.

iii) “Estimular a efetividade do sistema revelando e excluindo as externalidades negativas desde o princípio”⁹.

Ainda para fundamentar os princípios admitidos pela EMF, a organização expõe características fundamentais da EC para elucidar os objetivos do sistema industrial (EMF, 2015c, p. 8):

- Perdas são excluídas desde o princípio: no sistema produtivo circular o resíduo é excluído na etapa de projeto do produto.
- Resiliência pela diversidade: equilibrar negócios de vários portes, de alta escala ou pouco, com eficiência e inovação.
- Energias renováveis movem a economia: Priorizar os ciclos com baixo consumo de energia e utilizar fontes renováveis de baixo impacto.
- Pensamento sistêmico: Priorizar a otimização e eficiência entre os elementos do sistema, avaliando as interferências e consequências entre as conexões.
- Preços ou outros mecanismos de feedback devem refletir os custos reais: Os custos totais na EC refletem os custos reais, ou seja, nesta composição está adicionado os custos das externalidades.

Embora a fundamentação da EMF para a EC seja importante na discussão atual sobre o tema, a comunidade científica adverte que o embasamento para o conceito é popularizado por um grupo oriundo do mercado de negócio e se mantém superficial e passível de análise crítica. Grupos de acadêmicos observam também que a autonomia do tema no contexto científico está relacionado com sua intersecção com modelos que buscam sustentabilidade e deve ser avaliado sob a perspectiva do desenvolvimento sustentável em suas três dimensões: econômica, social e ambiental (KORHONEN et al., 2018).

Sandoval et al. (2018), pesquisadores que realizaram uma extensa revisão da literatura sobre EC com objetivo de prover um consenso científico sobre tema, no artigo “*Towards a consensus on the circular economy*”, identificaram quatro

⁹Este princípio envolve estancar os impactos isso inclui a redução de danos a sistemas e áreas como alimentos, mobilidade, habitação, educação, saúde e entretenimento, e a gestão de externalidades, como uso da terra, ar, água e poluição sonora e da liberação de substâncias tóxicas.

elementos principais que devem estar incluídos na definição da EC, são eles (SANDOVAL et al., 2018, p. 613):

- i) recirculação de recursos e energia, a minimização da demanda de recursos e a recuperação de valor dos resíduos,
- ii) abordagem em vários níveis,
- iii) importância da EC para alcançar o desenvolvimento sustentável e,
- iv) a estreita relação entre a EC e a maneira como a sociedade inova.

Além disto, com objetivo de obter um consenso entre comunidade científica, organizações de negócio e dirigentes políticos, a pesquisa de Sandoval et al. (2018) contribuiu com a apresentação de um conceito da EC, que busca conjugar todos os seus elementos principais:

“Definimos a EC como um sistema econômico que representa uma mudança de paradigma, que relaciona sociedade e natureza com objetivo de prevenir o esgotamento dos recursos, fechar os ciclos de energia e materiais, e facilitar o desenvolvimento sustentável por meio da implementação no nível micro (empresas e consumidores), meso (integração de agentes econômicos em simbiose) e macro (cidades, regiões e governantes). Para obter este modelo circular é preciso inovação ambiental cíclica e regenerativa na forma como a sociedade legisla, produz e consome” (SANDOVAL et al., 2018, p. 613).

Ciclos técnicos e biológicos

A criação de valor no modelo de negócio circular é pautada no ciclo de vida do produto, na inovação pelo design, no desenvolvimento de materiais regenerativos e no aumento da vida útil do produto. Esses elementos agregam maior ou menor valor conforme sua capacidade de garantir o retorno dos materiais a novos processos produtivos sem que tenham que ser submetidos a processo industrial de alto impacto, ou seja, priorizando processos de baixa interferência nas seguintes ordens de priorização: manutenção, reuso, remanufatura e reciclagem.

Diante disto, com objetivo de demonstrar vantagens e oportunidades de utilizar esta lógica em um negócio, a EMF (2013) desenhou um diagrama, conhecido como “Butterfly”, que apresenta o fluxo de materiais e aponta os processos que possibilitam o retorno do material para um determinado estágio de

produção. Também denotam que quanto mais curto o trajeto para retorno do material, maior o valor agregado. O diagrama é dividido entre ciclo técnico e ciclo de nutriente biológico, e está apresentado na Figura 5.

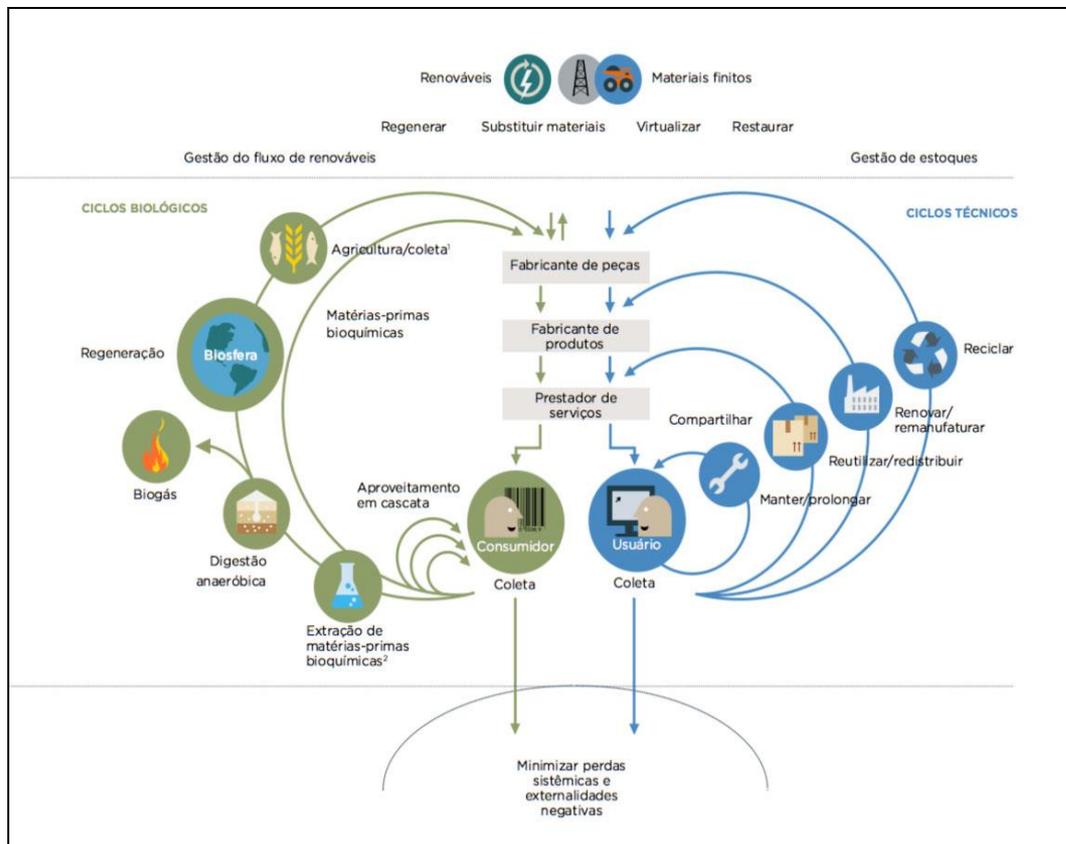


Figura 5 - Diagrama Butterfly
Fonte: EMF (2015c)

O ciclo técnico trata a gestão do estoque de materiais finitos e o design regenerativo; permite que materiais não consumidos e, portanto, passíveis de restauração, permaneçam em fluxo produtivo o maior tempo possível. O ciclo biológico compreende o fluxo de materiais renováveis, admitindo consumo. Nutrientes renováveis (biológicos) são, em sua maior parte, regenerados em processos biológicos de conversão.

Esses circuitos são baseados em sistemas vivos, priorizam a otimização dos ciclos e a eficiência do uso de recursos (MURRAY et al., 2017); envolve o cuidadoso gerenciamento do fluxo de materiais e torna evidente a distinção entre consumo e uso – nutrientes biológicos e técnicos. A funcionalidade do modelo implica em um eficiente serviço de logística reversa além de, responsabilizar o

produtor por todo ciclo de vida do produto comprometendo-o com a inovação e desenvolvimento de modelos de negócio que substituam produto por serviço (EMF, 2013).

A distinção gráfica dos ciclos dos materiais permite a identificação de cada etapa que envolve o processo de produção cíclico, tanto isoladamente quanto conjuntamente. O diagrama construído pela EMF é referência na divulgação do tema da EC por representar, de forma simbólica, a complexidade do processo químico e biológico que evidenciam o fechamento dos ciclos.

Níveis de atuação

A EC tem sido implementada em três níveis de atuação: nível empresarial, complexos e relações entre indústrias e em demarcações geopolíticas como regiões e cidades. O nível das empresas, chamado de “*single enterprise*”, que se caracteriza pela adoção de práticas de produção limpa, inovação no design de produto e otimização de processos dentro das organizações ou das indústrias; O “*inter-firm*”, nível que trata do agrupamento de indústrias na esfera da cadeia de suprimento, envolve simbiose industrial¹⁰ e pode ser exemplificado pelos dos eco parque industriais e, o “*entire cities and municipalities*”, nível que infere na atuação nas cidades e municípios, envolve questões como a inovação e eficiência no gerenciamento de resíduo urbano e incentivo à ecologia industrial¹¹ (et al., 2015, p. 372).

Alguns estudos reafirmam esta categorização para o fenômeno da implementação da EC e reforçam a segmentação dos três níveis sistêmicos da

¹⁰ A Simbiose Industrial é uma prática da Ecologia Industrial que promove o intercâmbio de materiais entre vários sistemas produtivos de maneira que, o que é considerado resíduo de um processo produtivo para uma dada indústria, seja considerado matéria-prima em outra. Seu objetivo é econômico, contudo suas principais consequências beneficiam o meio ambiente e a sociedade (Torre-Marin et al., 2009). Este conceito admite que indústrias com processos tradicionalmente separados se agreguem geograficamente para ganhar vantagem competitiva por meio da troca física de materiais, energia, água e subprodutos, alavancando as possibilidades de sinergia de seus processos (Preston, 2012).

¹¹ A Ecologia Industrial é a área que busca que os sistemas indústrias tenham comportamento similar aos ecossistemas naturais de modelo cíclico; é uma abordagem que integra a indústria com o meio ambiente; que trata as interações e inter-relações física, química e biológica dentro dos sistemas industriais e, ao mesmo tempo, aborda a relação entre seus elos. O conceito é dinâmico e contempla aspectos econômicos, ambientais e sociais para atender a sustentabilidade e, por isto, é mais amplo que a Simbiose Industrial (Torre-Marin et al., 2009).

seguinte forma (GHISELLINI et al., 2016, SANDOVAL et al., 2018; MERLI et al., 2018):

- Micro: nível empresarial ou corporativo no qual o foco é o desenvolvimento do ambiente industrial sendo este orientado para eficiência no uso dos recursos, gerenciamento de resíduos e design de produto; envolve a implementação de programa de gestão ambiental, a preocupação das companhias com a imagem em relação a responsabilidade socioambiental e a capacidade de influenciar o comportamento do consumidor.
- Meso: discute a experiência industrial e a cadeia de suprimento; organiza geograficamente aglomerados de empresas, eco parques industriais que beneficiam a economia regional além do enfoque ambiental coletivo.
- Macro: nível que envolve o desenvolvimento de cidades ou regiões sustentáveis; trata do meio urbano e da cultura local; promove a transformação da sociedade para um comportamento de consumo consciente e envolve a mudança da dinâmica social e o desenvolvimento de políticas públicas e legislações.

Em vistas dos níveis de implementação da EC fica aparente a participação da sociedade em todos eles. Esta constatação demonstra que, para exequibilidade da EC, é necessário que sejam promovidas mudanças sistêmicas nos padrões atuais de produção, consumo e gestão. No nível micro e meso, para implementação dos princípios da EC, deve-se considerar as necessidades individuais do consumidor, das empresas e dos aglomerados industriais, enquanto que, no nível macro, deve haver o envolvimento dos legisladores e dirigente para outorgar circularidade na escala territorial (MERLI et al., 2018).

3.1.2. Modelos de negócio da economia circular

O modelo de negócio representa a forma como a empresa gera, entrega e captura valor (OSTERWALDER e PIGNEUR, 2010); é a descrição formal do negócio que torna possível construir blocos de atividades para melhorar a

proposta de valor de um negócio de acordo com suas características individuais; serve como instrumento para concepção de um iniciativa, ajuda a identificar os objetivos do negócio e as formas de geração de valor; orienta também na conceptualização dos aspetos de viabilização do negócio como, qual produto ou serviço será ofertado, para quem será ofertado, quem irá consumir, como será produzido, quais recursos serão necessários e como serão geridos os recursos financeiros. Além disto, possibilita definir uma estratégia para inovação que é fundamental para aumentar a competitividade (SEBRAE, 2013).

Uma das estruturas mais utilizadas para conceituar o modelo de negócio de uma empresa é o “Business Model Canvas”, proposto por Alexander Osterwalder. A estrutura traz uma compreensão da proposta de valor através de uma visão sistêmica e de um modelo integrado; ajuda na identificação dos blocos de atividades e no estudo da viabilidade financeira. Esta estratégia observa nove blocos de construção de valor conforme citado abaixo (OSTERWALDER e PIGNEUR, 2010):

- (1) Segmento de cliente que uma organização atende.
- (2) Proposta de valor para atender a demanda do cliente e satisfazer sua necessidade.
- (3) Canais que uma organização utiliza para buscar e reter seu cliente.
- (4) Relacionamento que a organização estabelece com o cliente.
- (5) Fluxo de receitas resultado da proposta de valor oferecida para o cliente.
- (6) Recursos chave que são o capital necessário para entregar valor ao cliente e gerar receita.
- (7) Atividades chave as quais são executadas para entregar valor ao cliente e gerar receita.
- (8) Parcerias chave que representam a rede de apoio ao negócio, fornecedores, funcionários e instituições parceiras.
- (9) Estrutura de custo na qual consta o dispêndio total para operar o negócio.

O modelo de negócio Canvas tem sido usado para esboçar negócios novos, ou já existentes, nos quais a proposta de valor intrínseca é focada em estabilidade de mercado e retorno financeiro. Logo, não incorpora valores requeridos para negócios sustentáveis e circulares nos quais pressupõe-se a existência do equilíbrio entre valor econômico, ambiental e social.

Boons e Ludeke-Freund (2013) consideram que os modelos de negócio sustentáveis se “diferenciam dos convencionais na medida em que a proposta de valor quantifica a dimensão ecológica e a social; os atores da cadeia de suprimentos se responsabilizam não só por seus negócios, mas também pelos demais envolvidos; o relacionamento com o cliente estimula o consumo consciente e o comprometimento com a indústria e; a estrutura financeira assegura a distribuição de custos e benefícios entre todos os atores e contabilizam impactos socioambientais” (BOONS e LUDEKE-FREUND, 2013, pg. 13).

Uma organização com modelo de negócio sustentável deve expressar seu compromisso com questões sociais, ambientais e econômicas em seus objetivos, em sua missão, visão e, em seus resultados. Também, para incorporar estas dimensões na prática, devem reunir indicadores relacionados à sustentabilidade nos sistemas de gestão com objetivo de aferir o desempenho nesta área. Logo, para conceptualizar uma estrutura que reflita um modelo de negócio sustentável é preciso acrescentar sustentabilidade nos objetivos centrais da organização e das demais instituições parceiras no negócio (BOCKEN, 2015).

Dentro deste contexto, Bocken et al. (2014) adicionaram no modelo de negócio Canvas elementos para proposta de valor que representem a dimensão social e ambiental. Na Figura 6, os componentes Pessoas e Planeta são inseridos na estrutura que se aplica ao modelo de negócio sustentável. O elemento pessoas busca estabelecer o impacto positivo da organização nos interesses comuns da sociedade e, o elemento planeta, o impacto positivo para o meio ambiente.

Diferentes categorias, arquétipos ou estratégias genéricas são elencadas para descrever os modelos de negócios sustentáveis; contudo, cada tipo tem características distintas que o qualifica e o enquadra, não obrigatoriamente, como um modelo de negócio sustentável, mas como uma subcategoria deste (Figura 7); assim ocorre com o modelo de negócio circular no qual, diante de situações

contraditórias¹², prioriza a eficiência no uso dos recursos para fechar os ciclos (GEISSDOERFER et al., 2018).

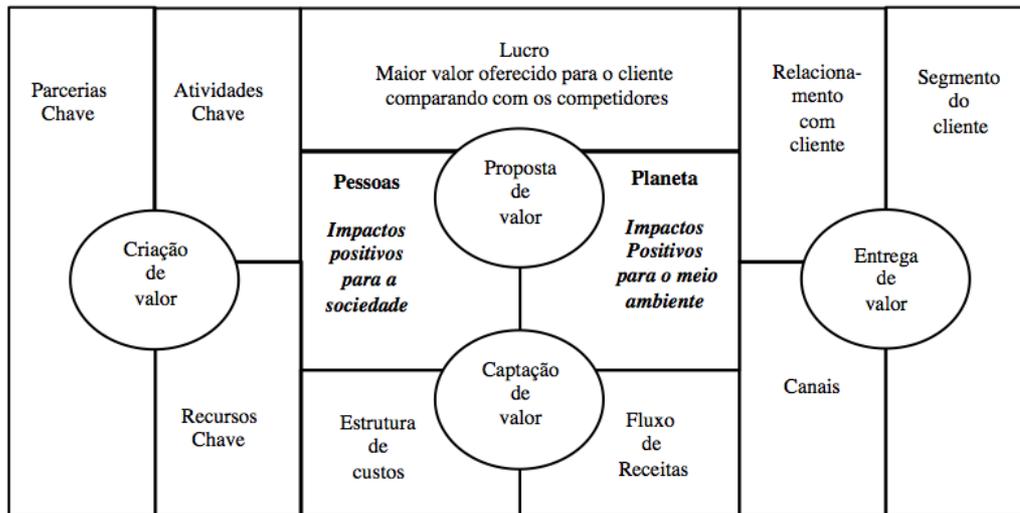


Figura 6 - Adaptação do modelo Canvas para sustentabilidade
Fonte: BOCKEN et al. (2015)

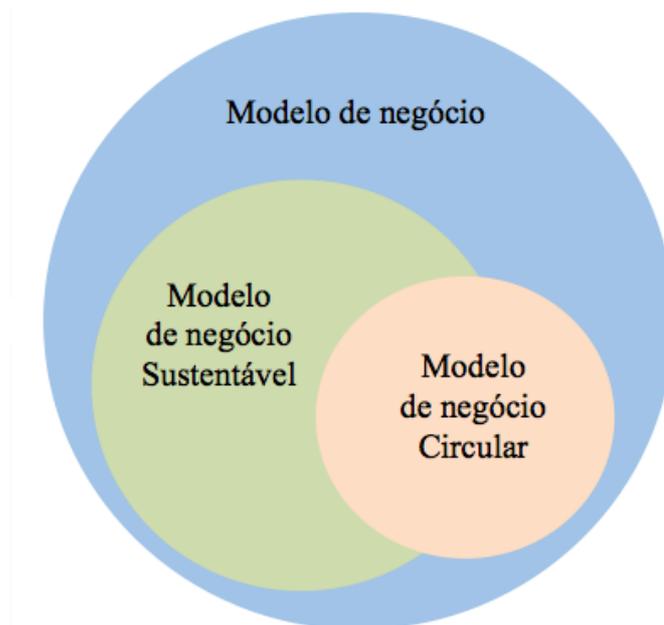


Figura 7 - Intersecção conceitual dos modelos de negócio
Fonte: Geissdoerfer et al. (2018)

¹² Situações contraditórias ocorrem quando um elemento de valor agregado, de outra natureza, se sobrepõe a elementos da sustentabilidade; como, quando ganhos com inovação tecnológica, ora desenvolvida para fechar o ciclo, excedem os benefícios ambientais ou, quando, certas condições de trabalho geram impactos negativos.

Diante deste contexto, Lewandowski (2016) identificou elementos para a estrutura de um modelo de negócio circular com objetivo de adequar a estrutura “Canvas Business Model” à luz da EC. Diferentemente de um ajuste para atender as dimensões da sustentabilidade, a estrutura proposta pelo pesquisador contém os nove blocos construtivos do Modelo Canvas, e dois blocos adicionais: Logística Reversa (sistema de retorno) e Fatores de Adesão. Os blocos construtivos e suas propostas de valor estão apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 - Blocos construtivos do modelo de negócio da EC

Blocos construtivos	Proposta de valor para Economia Circular
Parceiros	Cooperação entre parceiros para gerar vantagens na cadeia de suprimentos, apoio em pesquisa, desenvolvimento de produto, marketing, logística, transações financeiras, processos produtivos e gerenciamento.
Atividades	Atividades direcionadas para aumentar desempenho, aprimorar o design de produto, trocar de tecnologia, remanufaturar e reciclar.
Recursos	Geração de valor por meio da escolha adequada do recurso, privilegiando materiais cíclicos, capital natural regenerativo ou restaurativo.
Proposição de valor	Oferta de produto ou serviço de acordo com a necessidade do cliente, reduzindo inconveniência e adicionando benefício. Produtos circulares requerem extensão da vida útil, capacidade de reuso, manufatura e reciclagem além de transformação de produtos físicos em entregas virtuais.
Segmento do cliente	
Relacionamento com cliente	Produção sob demanda e prática de logística reversa.
Canais	Capacidade de vender, entregar e se comunicar virtualmente.
Estrutura de custos	Geração de valor a partir da mudança organizacional, da escolha de materiais, do consumo de energia e do comportamento de pessoal.
Fluxo de Receitas	Geração de receita pro serviço ou produto, <i>leasing</i> , aluguel ou por coleta de materiais pós-consumo.
Logística Reversa (Sistema "take-back")	Logística reversa incluindo estruturação de canais e relacionamento com o cliente.
Fatores de adesão	Gerenciamento de fatores internos e externos que afetam a adaptação dos modelos circulares. Fatores internos como capacitação e motivação de pessoal e cultura organizacional. Fatores externos como desenvolvimento tecnológico, políticas regulamentações, fator sociocultural e econômico.

Fonte: Adaptado de LEWANDOWSKI (2016)

Os elementos que incorporam a estrutura Canvas na visão de Lewandowski denotam os princípios e desafios da EC; o elemento Logística Reversa representa o princípio fundamental da EC, a eficiência no uso dos recursos naturais; o elemento Fatores de Adesão, sinaliza os desafios dos modelos de negócio inovadores em lidar com aspectos culturais, de quebra de paradigmas, tanto nas organizações quanto na sociedade.

Lewandowski (2016) adverte que, embora a identificação dos blocos construtivos tenha sido feita via um vasto estudo de publicações científicas sobre o tema, alguns elementos observados em sua pesquisa foram verificados em atividades de negócio circulares e outros, são diretrizes para adequação ao modelo de negócio circular. Logo, não esclarecem como estas diretrizes podem ser colocadas em prática.

O modelo de negócio orientado para sustentabilidade requer uma visão mais holística e uma nova configuração dos elementos de valor para promover equilíbrio entre os valores econômico, ambiental e social (BOCKEN et al. 2013). Isto também ocorre com o modelo de negócio para a EC. Embora seus princípios estejam firmados na eficiência do uso de materiais e na preservação do capital natural, a estrutura deste modelo de negócio se origina em conceitos já pré-estabelecidos, se conjuga com a premissa da proposta de valor de negócios sustentáveis, mas, tem suas próprias características para criar, propor, criar e captar valor.

3.1.3. Proposta de valor

O sistema industrial da EC em sido um impulsionador para a criação de novos modelos de negócio nos quais os princípios da EC estão refletidos nos elementos de proposição de valor (MANNINEN et al., 2018). Seu princípio de geração de valor é correspondente à extensão do ciclo do material e é determinado por fatores como capacidade de ampliar o aproveitamento de recursos por meio de reuso, reaproveitamento ou reciclagem e pela otimização da cadeia de suprimento. A criação de valor na EC é composta por quatro estratégias (EMF, 2013; URBINATI et al., 2017):

(i) Extensão da vida útil do produto: o produto é desenvolvido para ter qualidade, durabilidade e vida longa, contudo isto reduz o consumo. Portanto, o modelo de negócio precisa se reordenar para compensar o custo elevado deste produto e compensar esta perda de receita. Isto pode ocorrer, por exemplo, por meio da substituição da prática de venda por sistema de *leasing* ou também, agregando valor com a inclusão de serviço.

(ii) Reuso e redistribuição: o produto sustentável é reutilizável ou reaproveitável; preserva o valor agregado na medida em que reutiliza os componentes, com custo controlado, no mesmo produto.

(iii) Reaproveitamento: a aplicação de parte, ou do produto em sua integralidade, para um novo uso.

(iv) Reciclagem: a prática mais comum do negócio da EC. Nesta, os materiais no final da vida útil do produto são transformados, por meio de um processo industrial, e reintroduzidos em um novo ciclo produtivo.

O sistema circular enfatiza a eficiência no gerenciamento dos recursos naturais por meio da retenção destes, o maior tempo possível, na economia. O alto valor agregado está no tempo de permanência deste material no mercado e na redução de resíduo. Entretanto, o diferencial da EC está na capacidade de fechar o ciclo, ou seja, aumentar o valor agregado quanto “maior for a velocidade e frequência” com que o produto retorna à economia (URBINATI et al., 2017, p. 489).

De acordo com Ellen MacArthur Foundation (2013) as estratégias e oportunidades de geração de valor para os negócios da EC podem ser demonstrados por meio de quatro modelos de ciclo fechado que explicitam as variáveis, velocidade e frequência, na geração de valor, são eles (EMF, 2013, 2015;):

- Os “círculos internos” inferem que quanto menor for a interferência industrial e logística para o aproveitamento de um material, maior o valor agregado (Figura 8a); ou seja, dar preferência ao reuso de um produto mantendo suas propriedades originais sem necessidade de gasto de energia, emissão de gases ou geração de resíduos por seu aproveitamento. Reintroduzir um produto

desta forma na economia é uma opção mais vantajosa do que a reciclar ou remanufaturar.

- Os “círculos mais longos” tem potencial de agregar valor pela maximização do valor dos recursos, ou seja, aumentar a vida útil do produto ou incluir este no maior número de ciclos possíveis, por meio de reciclagem ou remanufatura (Figura 8b). Este modelo de ciclo longo de aproveitamento tem foco no beneficiamento de recurso natural já utilizado, colaborando com a preservação ambiental, redução de emissão de GEE e da demanda de energia para desenvolver um novo produto.
- O “uso de materiais em cascata” e da “substituição de partes” é uma alternativa de geração de valor por custos marginais (Figura 8c). Esta consiste na aplicação de um material que compõem um produto que está no final sua vida útil na manufatura de produto com outra finalidade. A criação de valor esta condicionada a substituição da matéria primária pela secundária.

O uso de “substâncias não-tóxicas e segregáveis” permitem o aproveitamento de materiais que, em situação contrária, não poderiam ser reutilizados por risco de contaminação (Figura 8d). Alguns produtos têm elementos químicos de difícil extração que inviabilizam a separação das frações de material que podem ser valorizadas. Logo, este ciclo está associado ao desenvolvimento de produto que permita o reaproveitamento de todos os seus elementos e, que possam agregar valor sendo reintroduzidos em ciclos menores, longos ou uso em cascata.

Korhonen et al. (2018), pesquisadores que avaliaram o conceito e as limitações do paradigma industrial da EC, afirmam que a representação dos ciclos de valor proposto pela EMF está em sintonia com a percepção que o mercado tem da EC, isto é, que os ganhos ocorrem na medida em que se consegue manter um recurso na cadeia produtiva, com baixa interferência industrial, baixo consumo de energia, pelo maior tempo possível. Contudo, destacam que após os ciclos menores a opção mais utilizada para gerar valor é a recuperação energética de fontes residuais.

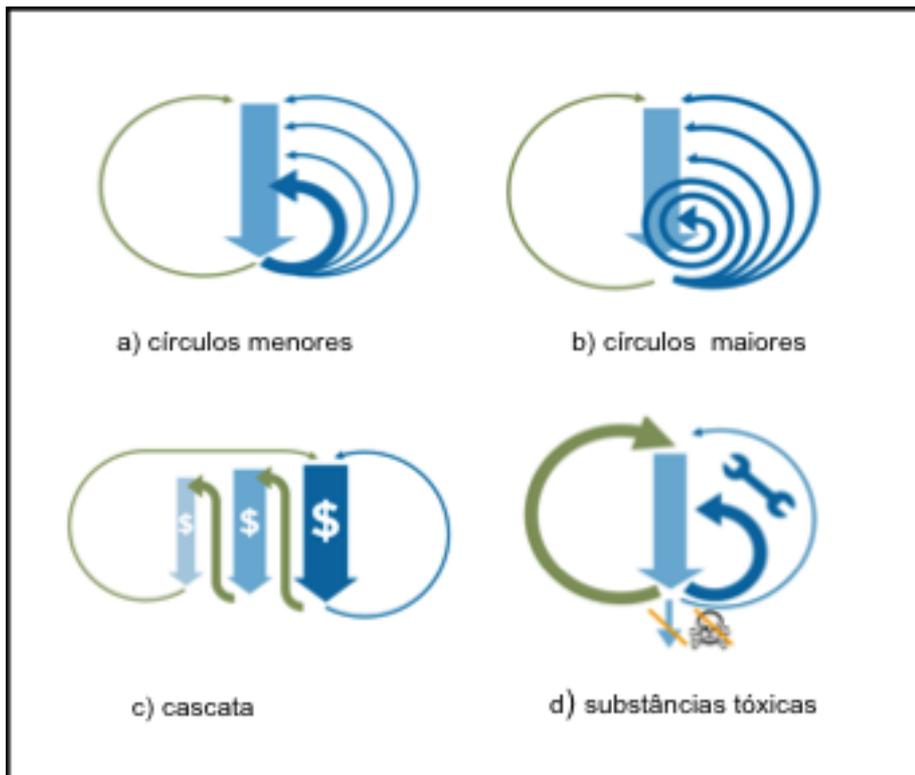


Figura 8 - Ciclos de criação de valor
Fonte: EMF (2015c)

Outra contribuição para compreensão da proposta de valor da EC foi feita por Bocken et al. (2016). Os autores apresentaram no artigo “*Product design and business model strategies for a circular economy*” uma visão da proposta de valor na perspectiva da implementação da EC através do design de produto. Também para os autores, o valor está condicionado á lógica do ciclo dos materiais e da capacidade ou da velocidade para fechar o ciclo. Contudo, observam os ciclos dos materiais como estratégias de implementação da EC que trazem consigo valor agregado. No artigo citado acima, os autores indicam duas estratégias para os modelos de negócio circular:

- Desacelerar o ciclo dos materiais: desenvolver bens duráveis e prolongar a vida útil do produto.
- Fechar o ciclo dos recursos: reciclar, implementar logística reversa na produção e no pós-consumo.

Segundo Bocken et al. (2016), a estratégia de implementação que visa desacelerar o ciclo dos materiais está associada a durabilidade do produto e a capacidade de reintrodução de materiais em outros ciclos produtivos. Já a

estratégia para fechar o ciclo de vida do produto está relacionada a obter valor a partir do reaproveitamento do resíduo.

Na perspectiva de mercado, Peter Lacy e Jakob Rutqvist (2015), especialistas em estratégia de negócio sustentável, também concordam com a ideia de que a criação de valor para EC consiste em manter recursos em ciclos produtivos na economia o maior tempo possível. “Para os negócios, isto significa transformar resíduo em riqueza”; não trata do resíduo somente em sua forma material de desperdício do capital natural, mas também do desperdício de vida útil, de capacidade, de energia e de outros recursos envolvidos na produção de bens descartáveis (LACY & RUTQVIST, 2015, p. xvii).

Para além das estratégias e oportunidades de geração de valor associadas à otimização do uso de recursos naturais, a Ellen MacArthur Foundation (2015a), em uma visão mais ampla da EC, apresenta seis linhas de ação concretas para traduzir, na prática, como as empresas podem incorporar os princípios da EC nos negócios (Quadro 2). A estrutura de oportunidades chamada ReSOLVE é constituída pelos seguintes verbos de ação: “Regenerate” - Regenerar, “Share” - Compartilhar, “Optimize” - Otimizar, “Loop” - Ciclar, “Virtualize” – Virtualizar e “Exchange” – Trocar (EMF, 2015b).

As ações elencadas na ReSOLVE representam, cada uma, uma oportunidade de negócio que envolve inovação tecnológica e adaptação cultural. As iniciativas podem ser vistas como estratégia de negócio e se conjugadas, podem potencializar a proposição de valor. As linhas de atuação podem ser aplicáveis em diversos setores visando crescimento e lucro (EMF, 2015b).

O quadro de ações ReSOLVE, elaborado pela EMF, tem sido utilizado para direcionar alguns estudos sobre a EC em função de ser uma abordagem que transcreve em ações os princípios da EC (MANNINEN et al., 2018; PRENDEVILLE et al., 2014). Diante disto, Lewandowski (2016), pesquisador que propôs novos elementos de valor na estrutura “Canvas Business Model” à luz da EC, identificou que, em geral, os modelos de negócio circulares estão relacionados com outros paradigmas, tais como “sustentabilidade, ecologia industrial, produção limpa e economia de ciclo-fechado, contudo, todos convergem nos conceitos da EC e podem ser refletidos através da estrutura ReSOLVE” (LEWANDOWSKI, 2016, pg. 23)

Quadro 2 - Estrutura ReSOLVE

Ações	Características
Regenerar	<ul style="list-style-type: none"> • Mudar para fontes de energia e materiais renováveis. • Recuperar, reter e restaurar a saúde dos ecossistemas. • Desenvolver recursos biológicos recuperados à biosfera.
Compartilhar	<ul style="list-style-type: none"> • Compartilhar ativos (ex.: automóveis, salas, eletrodomésticos). • Reutilizar produtos de segunda mão. • Prolongar a vida dos produtos por meio de manutenção, projeto que vise durabilidade e possibilidade de atualização.
Otimizar	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar o desempenho dos produtos. • Remover resíduos da produção e da cadeia de suprimento. • Alavancar big data, automação, sensoriamento e direção remota.
Ciclar	<ul style="list-style-type: none"> • Remanufaturar produtos ou componentes. • Reciclar materiais. • Usar digestão anaeróbia. • Extrair substâncias bioquímicas dos resíduos orgânicos.
Virtualizar	<ul style="list-style-type: none"> • Desmaterializar diretamente (ex.: livros, CDs, DVDs). • Desmaterializar indiretamente (ex.: compras on-line).
Trocar	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir materiais não renováveis antigos por outros mais avançados. • Aplicar novas tecnologias. • Optar por novos produtos/serviços.

Fonte: Adaptado de EMF (2015b)

O Quadro 3 mostra a identificação da aplicação dos princípios da EC, retratados na estrutura ReSOLVE, nos nove elementos do modelo de negócio Canvas e nas duas áreas adicionais propostas por Lewandowski (vide Quadro 1).

Segundo Lewandowski, o elemento de criação de valor “Fatores de adesão” é o único que se aplica às seis ações proposta por EMF. Isto denota que, mudanças na cultura organizacional e impacto de fatores externos à empresa, são fundamentais para viabilizar a implementação de qualquer negócio com princípios circulares e, conseqüentemente, para geração de valor no negócio.

Quadro 3 - Aplicação dos princípios da EC nos elementos do negócio

Blocos construtivos	Regenerar	Compartilhar	Otimizar	Ciclar	Virtualizar	Trocar
Parceiros		x		x		
Atividades	x		x	x	x	
Recursos	x		x	x	x	
Proposição de valor						
Segmento do cliente		x		x	x	
Relacionamento com cliente						
Canais					x	
Estrutura de custos	x		x	x		x
Fluxo de Receitas		x		x		
Logística Reversa (Sistema "take-back")				x		
Fatores de adesão	x	x	x	x	x	x

Fonte: Adaptado de Lewandowski (2016)

3.1.4. Modelos circulares

“O sucesso da implementação do sistema industrial da EC está pautado em orientação política apropriada e em novos modelos de negócio apoiados na revolução da tecnologia da informação” (EMF, 2015b, pg. 5).

Esses modelos de negócio citados pela EMF são fundamentados nos princípios da preservação de recurso natural e na modificação da lógica atual de consumo. São novos arquétipos que, por meio da utilização de conceitos regenerativos no desenvolvimento de um produto, alteram a padrão convencional de consumo, no qual o ato de consumir está vinculado à obtenção de um bem material, para um modelo no qual o valor do bem está condicionado ao valor do serviço agregado ou na capacidade do bem de se regenerar.

Na visão dos autores do livro “Waste do Wealth: The Circular Economy advantage”, Peter Lacy e Jacob Rutqvist (2015), os modelos de negócio da EC são

firmados em estratégias disruptivas que contribuem para a preservação do planeta e para lucratividade das empresas. Os autores abordam os negócios da EC da seguinte forma:

“O negócio fundamentado na EC permite que o consumidor ganhe o máximo com seu produto; favorece a troca entre consumidores; oferece serviços que monetizem o produto pós-consumo; entrega solução conveniente para a logística reversa e, vende serviço em vez de bens materiais” (LACY & RUTQVIST, 2015, p. xviii).

Para a implementação desta forma de negócio, na qual altera-se a percepção de valor do produto ou serviço, as empresas precisam conhecer com profundidade como seus produtos são usados, o que o consumidor realmente espera e, quais são as formas eficazes de se relacionar com seu cliente. Também, devem estar aptos a utilizar tecnologias digitais para viabilizar esta interação com o cliente e garantir a eficiência produtiva (LACY & RUTQVIST, 2015).

Para Bocken et al. (2016), os modelos de negócio da EC se dividem em dois segmentos; o primeiro, negócios que prolongam a vida útil dos materiais; e o segundo, negócios que fecham o ciclo dos materiais. Os modelos de negócio do primeiro são:

- Despenho e Acesso: entrega de uma funcionalidade, de capacidade ou solução para atender o cliente em vez de entregar um bem material.
- Extensão do valor do produto: beneficiamento do valor residual do produto por reaproveitamento por meio da devolução do produto pelo próprio consumidor ou por coleta realizada por outra organização.
- Longa Vida e Suficiência (consumo consciente): produto projetado para ter durabilidade, alta qualidade, serviço agregado; é justificado por seu alto custo.

Os modelos de negócio para fechar o ciclo são:

- Extensão do valor do recurso: aproveitamento dos recursos para transformação em outras formas de valor.
- Simbiose Industrial: utilização de resíduo de um processo produtivo como matéria-prima em novo processo se beneficiando de arranjos geográficos para polos industriais, ou seja, proximidade entre as indústrias.

O “The Waste and Resources Action Programme” – WRAP¹³ também apresenta tipos de negócio para EC que se fundamentam em princípios do uso eficiente de recursos naturais, são eles: extensão da vida útil do produto, preservação de recursos e prevenção de resíduos. A organização apresenta um mapa com 14 modelos de negócio inovadores divididos em cinco blocos conforme apresenta a Figura 14.

Os negócios que compreendem o segmento de negócio de Sistema de Serviço são:

- Sistema Produto-Serviço: modelo baseado na entrega de soluções completas e integradas para bens e serviços. Este modelo é baseado na ideia de que os usuários não precisam ou querem ser proprietários de um produto, mas sim, precisam da funcionalidade que o produto oferece. Podem acontecer através de contratos de prestação de serviço e fornecimento de equipamentos temporário. Um exemplo deste modelo no Brasil é a operadora de TV por assinatura, a qual fornece os equipamentos necessários para operar o sistema (modem e controle remoto) no início do contrato, oferece serviço de manutenção e, recolhe os equipamentos no encerramento do contrato.

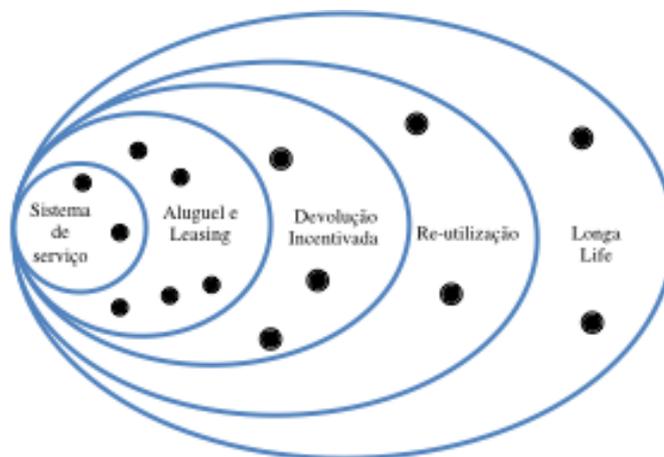


Figura 9 - Tipos de negócio da economia circular
Fonte: WRAP (2018)

¹³ WRAP é uma organização não governamental, sem fins lucrativos, localizada na Inglaterra com atuação em todo Reino Unido. O programa foi fundado no ano 2000 com objetivo de promover o gerenciamento sustentável de resíduos. Atualmente, trabalha em parceria com o governo, indústrias, comunidades, influenciadores e indivíduos, para promover ações que resultem em impactos ambientais e econômicos positivos. O trabalho do programa é pautado em Pesquisa e Evidência, Acordos voluntários, Campanhas para consumidores, Parcerias de trabalho com a indústria e Subsídio e apoio financeiro. O grupo tem atuação relevante no Reino Unido no sentido de atender as legislações da UE na transição para a EC. Fonte: <http://www.wrap.org.uk/>

- Serviço desmaterializado: consistem em prover um serviço que ofereça os benefícios de um produto sem a existência do produto em meio físico. Por exemplo, as plataformas digitais que oferecem música, como Spotify e Deezer; o consumidor paga por um contrato mensal para obter músicas diversas sem ter que comprar discos, CDs ou outro meio físico onde estariam, anteriormente, disponibilizadas estas músicas.

Os negócios do segmento Aluguel ou *Leasing* são comumente encontrados nos modelos de negócio tradicionais, contudo, estão sendo aprimorados e por conseguinte, refletem com mais clareza a proposta de valor da EC. Estes tipos englobam:

- Aluguel e *leasing*: aluguel convencional ou de curto prazo, como por exemplo aluguel de imóvel por temporada, *leasing* de longo prazo com serviço de manutenção agregado e, *leasing* de equipamentos de telecomunicação.
- Consumo colaborativo: modelo “Peer-to-peer” no qual existe a conformação de redes de um determinado segmento ou empresa para facilitar a locação de produtos entre os membros. Para viabilizar locação de equipamento com custo reduzido. No caso de indústrias, essa prática beneficia tanto o proprietário de equipamentos, que pode estar com o equipamento ocioso em um determinado período de tempo, como o locatário, que tem custo operacional reduzido e não dispense de capital para adquirir o bem. Outro modo de praticar o consumo colaborativo é na base de troca de produto entre proprietários, por um período de tempo determinado, sem custo na transação.

Os negócios do bloco Devolução Incentivada, que tem objetivo de recuperar o produto para garantir o uso eficiente dos recursos, são:

- Devolução ou reuso incentivado: esse modelo incentiva o consumidor a devolver o produto pós-consumo estimulado por incentivos como, recompra ou abatimento de custo na compra de um outro produto. Os produtos recuperados são reutilizados ou remanufaturados. Um exemplo atual deste modelo é a produtora de eletroeletrônicos Apple que, oferece redução do valor de compra de um novo equipamento quando, em troca, é oferecido um equipamento antigo.

- Coleta (Logística Reversa): os materiais pós-consumo são coletados pelo produtor ou por prestadores de serviço e, são encaminhados para um processo industrial de reaproveitamento.

Os tipos de negócio que aventam o Reuso de produto são definidos como:

- Gestão de ativos: o modelo orienta para uma abordagem sustentável na gestão dos ativos de uma empresa; enfoca garantir a eficiência na logística interna de recuperação, reutilização, remanufatura e revenda dos resíduos do processo produtivo reduzindo assim a demanda de recursos naturais no mercado externo.
- Redução do consumo: estimular o uso de utensílios ou dispositivos próprios para prestar serviço. Por exemplo, o empregador que estimula, por meio de uma ajuda de custo, seu empregado a comprar um computador pessoal para utilizá-lo no trabalho.

Por fim, o quinto segmento de modelo de negócio da EC proposto pela WRAP é o Long life, contém os seguintes tipos:

- Long life: modelo no qual os produtos são desenhados para terem vida útil estendida e maior durabilidade.
- Produção sob-encomenda: para reduzir estoque e desperdício os produtos são produzidos sob demanda do consumidor.

Os modelos de negócio identificados pelo WRAP foram delineados para colaborar e orientar empreendedores na concepção de novos negócios. Esses modelos são considerados inovadores, alternativos e vislumbram um mercado que não depende da venda de produto em escala para permanecer no mercado.

Lacy e Jacob Rutqvist (2015) apresentam em “Waste to Wealth” modelos de negócio para EC similares aos acima citados, contudo trazem a visão da cadeia de valor que facilita o entendimento destes novos nichos. A proposta dos especialistas em negócios sustentáveis é baseada em experiências de mercado e na participação no processo de transformação das organizações que querem atender à demanda de consumo consciente da sociedade contemporânea.

Os modelos apresentados pelos autores foram identificados a partir de uma análise abrangendo mais de cento e vinte empresas que tem negócios que atendem os princípios da EC, ou seja, objetivam eficiência no uso de recursos; são eles:

- Cadeia de suprimentos circular (*circular supply-chain*) – modelo que substitui recurso não renovável por recurso de fonte renovável; considera o uso de material reciclável ou biodegradável que pode ser usado em sucessivos ciclos; promove a redução de custo e aumenta a previsibilidade e controle do recurso necessário para produção.
- Recuperação e reciclagem (*recovery & recycling*) - negócio no qual o resíduo vindo do processo produtivo ou do pós-consumo é empregado para um outro fim. A recuperação do material, ora considerado resíduo, é obtida por meio da implementação de cadeia reversa e, a reciclagem é realizada com o uso de tecnologia adequada.
- Extensão da vida útil do produto (*product life-extension*) – modelo de negócio que conjuga serviço de manutenção e reparo para aumentar a vida útil do produto; isso envolve estreitar a relação com o cliente estabelecendo canal de relacionamento personalizado.
- Plataforma colaborativa (*sharing platform*) – negócio que, por meio de tecnologia digital, estabelece canais de relacionamento entre indivíduos e empresas para disponibilizar um bem privado para troca, compartilhamento, permuta ou empréstimo, utilizando assim, o tempo ocioso de um produto ou equipamento.
- Sistema Produto-Serviço (*product as a service*) – modelo baseado na entrega de soluções completas e integradas para bens e serviços, nos mesmo moldes do modelo descrito anteriormente, proposto pela WRAP.

Para os autores, a cadeia de valor que ajuda a analisar as atividades específicas através das quais as empresas criam valor e vantagem competitiva, está pautada nas seguintes atividades: desenvolvimento do produto, suprimentos, produção, marketing e venda, uso do produto e disposição final. No esquema apresentado na Figura 10, na qual é demonstrada a relação cíclica entre esses modelos de negócio, é apontado também o potencial de eficiência do uso do

recurso na medida em que os materiais são introduzidos em novos ciclos, com maior ou menor velocidade.

Ainda segundo Lacy e Rutqvist (2015), a escolha do modelo de negócio e de uma estratégia são os primeiros passos para o sucesso de um empreendimento e, existem “alguns passos que contribuem para esta escolha tais quais, entender como os recursos são utilizados, onde e que tipo de energia é aplicada em cada etapa da produção e, como o consumidor usa e descarta o recurso que faz parte do produto”. Estudos para avaliar estes tópicos podem ser feitos com base “em ferramentas de Avaliação do Ciclo de Vida do Produto ou Análise da Cadeia de Valor” (LACY & RUTQVIST, 2015, p. 118).

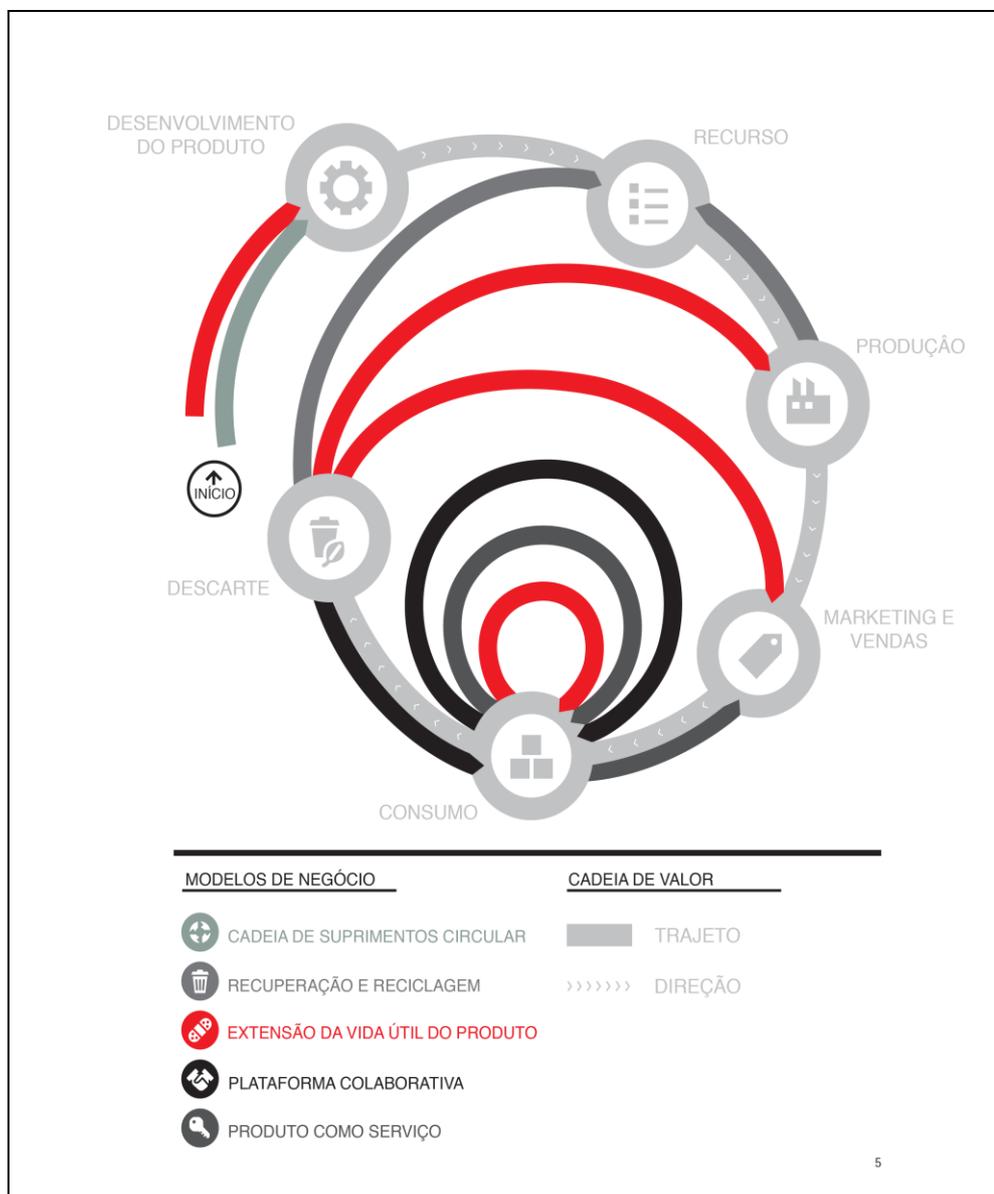


Figura 10 - Fluxo dos modelos de negócio da EC
Fonte: Lacy & Rutqvist (2015)

3.1.5. Negócio de recuperação e reciclagem

A valorização do resíduo é condição irrefutável para a EC uma vez que, dentro do conceito, o resíduo é extinto do processo produtivo e do pós-consumo e passa a ter valor como recurso em um novo ciclo produtivo, fechando assim, o ciclo de vida de um produto e agregando valor ao mesmo. Esta lógica, além de otimizar o uso dos recursos primários, reduz custo de conformidade e de gestão de resíduo; aumenta receita com a venda de material indesejado, reduz impacto ambiental, fortalece a relação com o cliente e cria estruturas que facilitam e recompensam o descarte do produto; conscientiza sobre o ciclo de vida do produto e reduz o custo da matéria-prima (LACY & RUTQVIST, 2015).

O modelo de negócio de recuperação e reciclagem proposto para EC, em alguma proporção, não é novo ou desconhecido; por meio de práticas similares à deste negócio a sociedade atual de consumo, e geração exacerbada de resíduos, tem tentado gerenciar seus resíduos. Contudo, a proposta deste modelo na EC vai além da aplicação de legislação e práticas de gestão de resíduos que preconizam retirar resíduo do aterro sanitário e encaminhar para reciclagem. Na EC este modelo estabelece que elementos residuais sejam pensados para maximizar lucro na medida em que agregam valor à produção e a venda do produto (LACY & RUTQVIST, 2015)

Para Bocken et al. (2016), o beneficiamento do valor residual e o reaproveitamento do recurso se enquadram no modelo de negócio de Extensão do Valor do Produto e, de Extensão do Valor do Recurso. Nestes modelos, por meio de devolução ou coleta, resíduos são transformados em outros produtos ou materiais. Também para a WRAP (2018), a valorização do resíduo está associada aos modelos de negócio do segmento de Devolução Incentivada, ou seja, devolução voluntária do produto ou operação de logística reversa.

Lacy e Rutqvist (2015) trazem uma visão mais abrangente do negócio de recuperação e reciclagem para a EC e condicionam o sucesso deste tipo de negócio à uma série de atividades que, correlacionadas entre si, influenciam o objetivo final; desenham o fluxo do modelo do negócio com as seguintes etapas: consumo do produto, canais de recuperação, reprocessamento, comercialização e

novo ciclo de produção. Ainda, apontam neste modelo três variações de negócio: Ciclo fechado, Ciclo aberto e Operação Lixo Zero.

No ciclo fechado (Figura 11), o material residual é utilizado para a produção do bem de origem. No modelo de ciclo aberto (Figura 12), após reprocessamento, o material é utilizado na produção de um outro produto e, nas operações lixo zero (Figura 13), o resíduo recuperado internamente em uma indústria é utilizado no seu próprio processo produtivo ou negociado como insumo para outro fim.

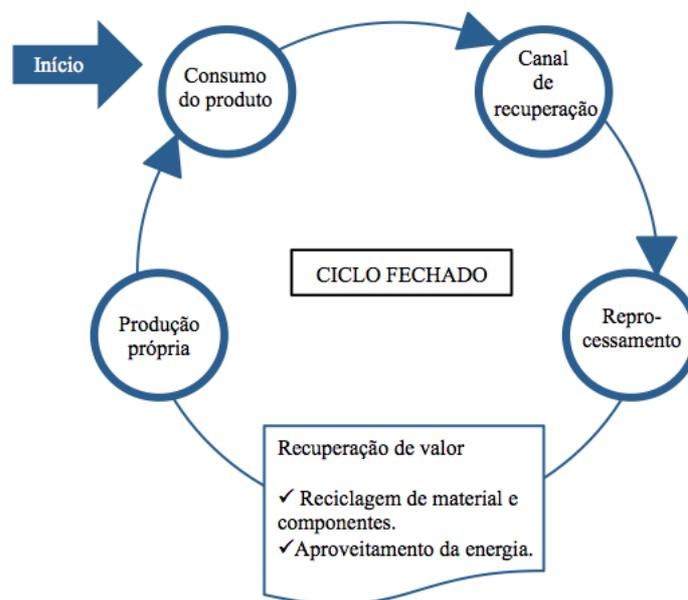


Figura 11 - Modelo de ciclo fechado
Fonte: Adaptado de Lacy e Rutqvist (2015)

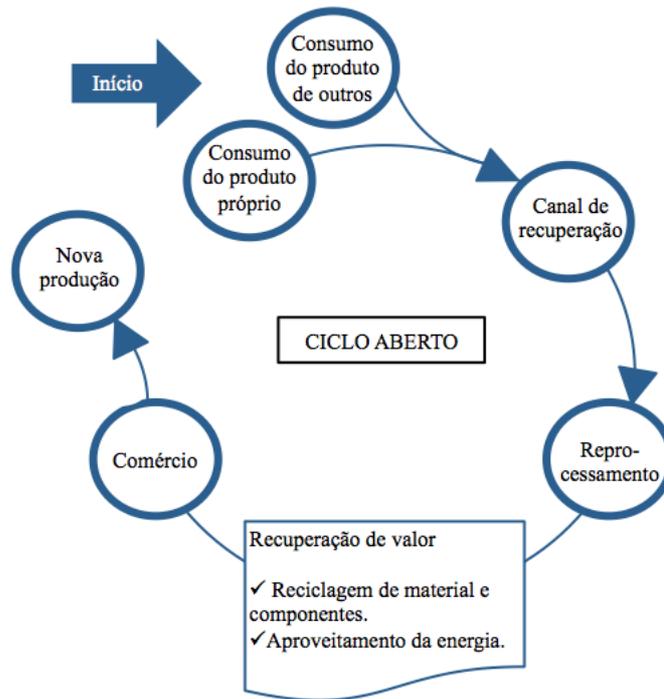


Figura 12 - Modelo de ciclo aberto
Fonte: Adaptado de Lacy e Rutqvist (2015)

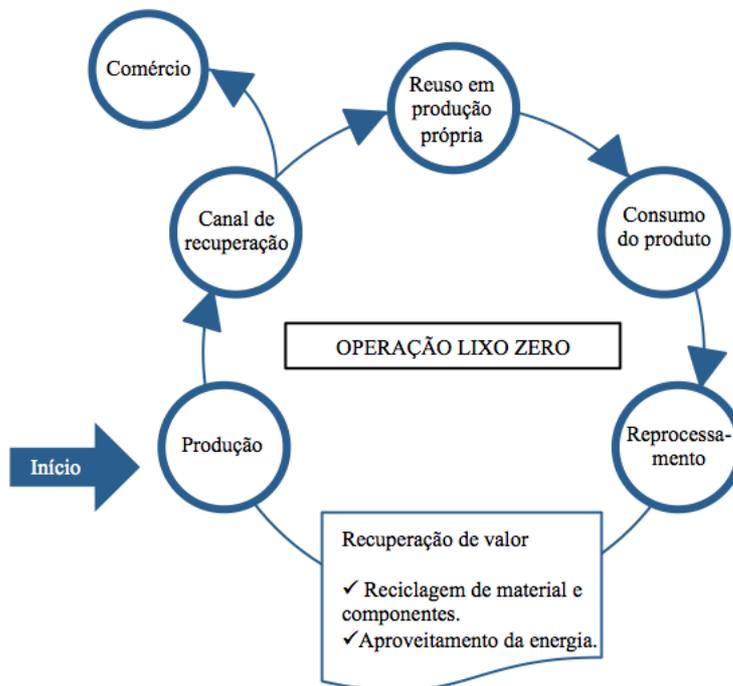


Figura 13 - Modelo operação LIXO ZERO
Fonte: Adaptado de Lacy e Rutqvist (2015)

Um exemplo de recuperação e reciclagem de ciclo aberto no Brasil é o programa nacional Reciclanip¹⁴ que atua na coleta e destinação para reciclagem de pneus inservíveis. O programa, que envolve todos os elos da cadeia de produção de pneus, tem a missão de ser um negócio com autonomia operacional e financeira. Para assegurar a viabilidade do negócio, as estratégias passam por apoiar pesquisa sobre o ciclo de vida do produto e desenvolvimento de tecnologias de reciclagem, promover conscientização ambiental da população para o descarte correto, estruturar a cadeia de coleta e destinação adequada (logística reversa). Os pneus são reaproveitados como combustível para indústria de cimento, na fabricação de solados de sapato, em dutos pluviais, pisos de quadra poliesportiva, entre outras finalidades.

Os modelos de negócio de recuperação e reciclagem esbarram em duas dificuldades principais: a competição com o custo de outros recursos disponíveis para a cadeia predecessora e o custo da operação dos sistemas de recuperação do material residual, ou seja, o custo da logística reversa. No que tange a competitividade com recursos provenientes de outras fontes, principalmente primária, soma-se o desafio de manter a qualidade e as propriedades do material residual para garantir a comercialidade e, conseqüentemente, a reintrodução deste material em um novo ciclo produtivo sem que seja necessário submetê-lo a um processo industrial de alto impacto ambiental ou custo elevado (LACY & RUTQVIST, 2015).

Outro aspecto relevante deste modelo de negócio é sua influência no setor de gestão de resíduo. Nos locais onde o negócio já está sendo disseminado, como nos países da União Europeia, as políticas de gerenciamento de resíduos tem adotado estratégias de prevenção e gestão sustentável de materiais. Logo, este modelo de negócio já encontra um nicho de atuação existente que precisa se remodelar, incorporar uma visão completa do ciclo de vida do produto, para aprimorar os sistemas produtivos de valorização de resíduo (SILVA et al. 2017).

¹⁴ A Reciclanip foi criada em março de 2007 pelos fabricantes de pneus novos Bridgestone, Goodyear, Michelin e Pirelli e, em 2010, a Continental juntou-se à entidade. O programa foi concebido para atender a regulamentação do setor de pneus e, é considerado uma das maiores iniciativas da indústria brasileira na área de responsabilidade pós-consumo. A indústria de pneumáticos enxerga o negócio como uma forma de demonstrar a responsabilidade da mesma com as questões socioambientais e com o desenvolvimento sustentável. Fonte: <http://www.reciclanip.org.br/>. Acesso em: janeiro de 2019.

3.1.6. Barreiras para implementação

Ainda que a EC esteja sendo alteada como uma alternativa para o desenvolvimento sustentável, na prática ainda é pouco vista; isto tem sido atribuído há algumas barreiras que podem ser encontradas para implementação de modelos de negócios circulares. Segundo a Fundação Ellen MacArthur, revolução tecnológica, alteração do comportamento do consumidor e novos modelos de negócio, são elementos que deveriam facilitar a implementação da EC mas que, em algumas situações são encontrados como barreiras. Já as barreiras condizentes com o cenário atual seriam as relacionadas à estrutura de mercado e medidas regulatórias.

Diante disto, a Fundação realizou uma pesquisa com empresas europeias, de eixos específicos de negócio, para identificar quais seriam estas barreiras. Como resultado, o relatório “*Delivering the circular economy: a toolkit for policy makers*” (2015b), documento elaborado para orientar políticas públicas, expõem barreiras para implementação da EC de natureza econômica, mercadológica, regulatória e social. O Quadro 4 exhibe com detalhamento as barreiras expostas no relatório.

A Fundação buscou ponderar a interferência de cada tipo de barreira para implementação da EC; avaliou a influência destas barreiras nos eixos de negócio escolhidos, e concluiu que as mesmas atuam de forma diferente em cada eixo. Por exemplo, barreiras tecnológicas podem ser um obstáculo para fechar o ciclo de nutrientes em indústrias alimentícias, mas não são relevantes para o compartilhamento e otimização do uso de bens patrimoniais. Já a barreira custo de transações, relacionada ao mercado, tem característica oposta; se para o ciclo de nutrientes de alimentos esta não representa uma barreira, para o compartilhamento de bens o custo de transação é um elemento chave (EMF, 2015b).

Para Kirchherr et al. (2018), também dentro do contexto territorial e político da União Europeia, a maioria dos estudos apontam a indisponibilidade de tecnologia como principal barreira para implementação da EC, contudo, uma pesquisa conduzida pelos autores verificou que outros aspectos também são obstáculos para implementação do modelo circular.

Quadro 4 - Barreiras para EC segundo EMF

Categoria	Barreira
Econômica	Negócios não rentáveis mesmo quando outras barreiras são superadas.
	Incerteza de capital intensivo e <i>payback</i> .
	Tecnologia não disponível ou sem capacidade de escala.
Mercado	Custos socioambientais não incorporados ao preço do produto.
	Infraestrutura física ou organizacional deficitária.
	Baixa quantidade de produção e aumento do custo.
	Informações imperfeitas ou assimétricas que afetam negativamente as decisões de mercado.
	Objetivos distintos entre as partes.
	Custo dos resultados ou transações com fornecedores e clientes.
Regulatória	Conjunto de regulamentações ainda inadequadas para novos modelos de negócio ou tecnologias.
	Interferência na estratégia da indústria.
	Enfraquecimento de regulamentação.
	Regulamentações existentes que dificultam práticas de EC.
Social	Ausência de habilitação no ambiente doméstico ou no mercado.
	Padrões enraizados de comportamento dos consumidores e do mercado.

Fonte: Adaptado de EMF (2015b)

Utilizando entrevistas e questionários como métodos de pesquisa, os pesquisadores Kirchherr et al. (2018) identificaram, verificaram e ordenaram barreiras para implementação da EC; foram abordados mais de 200 atores envolvidos em negócios circulares, desde empresários até profissionais de estruturas governamentais. Os resultados demonstraram que a principal barreira, apontada por empresários e dirigentes, foi a cultural, barreira esta, associada à falta de conscientização e interesse, tanto do consumidor quanto da indústria, para adotar o conceito circular. Outras barreiras foram citadas posteriormente, tais como: condições de mercado e regulamentação. No entanto, a barreira tecnológica, que na teoricamente era apontada como principal obstáculo para EC, foi observada como menos relevante para os participantes da pesquisa. O Quadro 5 apresenta as barreiras identificadas no estudo.

Quadro 5 - Barreiras para EC segundo Kirchner et al.

Categoria	Barreira
Cultural	Falta de interesse e conscientização do consumidor.
	Cultura empresarial hesitante.
	Operação em sistema linear.
	Baixo interesse de colaboração da cadeia de suprimentos.
Mercado	Baixo preço da matéria-prima virgem.
	Alto investimento inicial.
	Financiamento limitado para modelos de negócio circular.
	Baixa padronização.
Regulatória	Obstrução de leis e regulamentações.
	Falta de consenso global.
	Aquisição circular limitada.
Tecnológica	Design circular limitado.
	Baixa demonstração de projetos de larga escala.
	Ausência de dados e informações.
	Capacidade de entrega de produtos remanufaturados ou reciclados de alta qualidade.

Fonte: Adaptado de KIRCHHERR et al. (2018)

Os aspectos das barreiras culturais envolvem tanto o consumidor quanto a indústria, que se influenciam diretamente. Se por um lado, na EC o objetivo da empresa é agregar valor de circularidade ao produto, por outro lado, para que isto ocorra o consumidor deve ter comprometimento com a sustentabilidade e demandar este valor, mas não é isto que ocorre. Fatores como preço do produto e dinâmica temporal das tendências de moda dirigem o consumidor; logo, para a indústria, agregar sustentabilidade e embutir este custo no produto não é atrativo em função da resposta do mercado (KIRCHHERR et al., 2018).

Outro aspecto deste segmento está relacionado à estrutura organizacional e operacional da empresa. Segundo os pesquisadores, conceitos da EC não são integrados à estratégia da empresa, não se refletem na visão, missão, meta ou nos indicadores de desempenho; são encontrados somente na política de responsabilidade social corporativa e de gestão ambiental. No setor de operação

há dificuldade em inserir inovação em práticas de processos e modificar modelos convencionais e enraizados. As empresas enfrentam também a incerteza dos custos associados a um modelo diferenciado de negócio e o receio de terem dificuldade operacional que prejudique a produção. Adicionalmente, a alteração do negócio encontra resistência dos parceiros e fornecedores da cadeia de suprimentos.

No que tange as barreiras de mercado, a barreiras como a competitividade com a matéria-prima virgem e a incerteza de mercado são protagonistas. A concorrência com produtos oriundos da produção linear, nos quais os custos das externalidades socioambientais não estão embutidos, demanda alto investimento e financiamento para que viabilize economicamente o negócio. Por outro lado, novos negócios, em fase de aprendizagem e ainda sem *know-how* e comprovação de resultado, tem dificuldades de obterem tais incentivos financeiros (KIRCHHERR et al., 2018).

Regulamentação pode ser um elemento de incentivo ou uma barreira para negócios circulares. A exemplo do plano de ação para EC da União Europeia, o qual originou um conjunto de regulamentações para viabilizar os negócios circulares, as medidas regulatórias são um incentivo. Já a ausência de regulamentação com visão no ciclo de vida do produto é uma barreira para negócios da EC. Assim como, a existência de legislação que beneficia e oferece subsídio para o setor extrativista, reduzindo o custo da matéria-prima in natura, dificulta o mercado de material residual. Outra barreira neste segmento é a ausência de lei de incentivo fiscal e provisão orçamentária para financiar novos negócios com princípio circular (KIRCHHERR et al., 2018).

Ainda na visão de Kirchherr et al. (2018), as barreiras para implementação, quando analisadas em conjunto e de forma sistêmica, tem efeito de reação em cadeia. A presença de uma barreira pode afetar, direta ou indiretamente, outro segmento do negócio. Por exemplo, as barreiras culturais podem estagnar a elaboração de regulamentações que fomentariam um mercado que demanda tecnologia. Outro exemplo é que, diante da ausência de dados e informações que desenhem um cenário, não há estímulo para implementação de mudanças regulatórias.

Outros pesquisadores também observaram barreiras para implementação da EC. Tura et al. (2019), após uma vasta revisão da literatura sobre o assunto, se propuseram a categorizar as barreiras e as oportunidades para implementação da EC. Os autores verificaram a manifestação destas por meio de estudo de caso em empresas com negócios circulares nos setores de energia, resíduos e reciclagem, tecnologia da informação e comunicação e biocombustíveis. As empresas situam-se na Finlândia e estão submetidas às diretivas da União Europeia. Na conclusão dos autores as barreiras estão divididas em 6 segmentos: econômica, cadeia de suprimentos, institucional, social, tecnológica e informacional e organizacional, e estão apresentadas no Quadro 6.

Quadro 6 - Barreiras para EC segundo Tura et al.

Categoria	Barreira
Econômica	Alto capital inicial e falta de financiamento.
	Escassez de matéria-prima, recurso patrimonial e infraestrutura.
	Influência dos fatores econômicos na decisão dos consumidores.
Cadeia de suprimentos	Conflito de interesses, de valores e de modelos de operação entre os diferentes atores da cadeia.
	Falta de clareza sobre responsabilidade e propriedade nos projetos de EC.
	Custos de monitoramento e certificações ambientais.
Institucional	Leis regionais que não beneficiam a EC.
	Conflitos de interesses, flutuações de taxas e subsídios governamentais.
Social	Cultura local - dificuldade de implementar novas soluções.
	Conservadorismos em práticas locais de negócio.
	Falta de comprometimento do consumidor.
Tecnológica e informacional	Dificuldade técnica de lidar com o fluxo dos materiais.
	Falta de tecnologias compatíveis e incertezas da alta tecnologia.
	Falta de práticas e sistemas de coleta, distribuição e utilização de informação.
Organizacional	Cultura de operação linear.
	Conflito com a cultura existente.
	Silos de pensamento e medo de risco.

Fonte: Adaptado de TURA et al. (2019)

A EC não é um conceito simples de implementar; pode não ser rentável, com resultado de curto prazo e, sobretudo, depende da mudança de conduta da sociedade. A transição para EC requer “mudanças disruptivas e inovação radical” e a sua implementação está associada ao gerenciamento desta inovação em um cenário de barreiras integradas que envolvem o setor financeiro e elementos de infraestrutura, operação, atitude de consumo e tecnologia (RITZÉN & SANDSTROM, 2017, p. 11). Portanto, a transposição das barreiras para implementação da EC deve ser conjecturada a partir de uma visão sistêmica, englobando diferentes perspectivas e domínios de uma organização.

O Quadro 7 ilustra, de forma consolidada, as barreiras identificadas pelos autores estudados anteriormente: EMF (2015b), Kirchherr et al. (2018) e Tura et al. (2019).

Quadro 7 – Barreiras consolidadas

Categoria	Barreiras		
	Kirchherr et al. (2018)	EMF (2015b)	Tura et al. (2019)
Social		Ausência de habilitação no ambiente doméstico ou no mercado	Cultura local - dificuldade de implementar novas soluções
		Padrões enraizados de comportamento dos consumidores e do mercado	Conservadorismos em práticas locais de negócio Falta de comprometimento do consumidor
Cultural	Falta de interesse e conscientização do consumidor		
	Cultura empresarial hesitante		
	Operação em sistema linear		
	Baixo interesse de colaboração da cadeia de suprimentos		
Mercado	Baixo preço da matéria-prima virgem	Custos socioambientais não incorporados ao preço do produto	
	Alto investimento inicial	Infraestrutura física ou organizacional, como transporte, comunicação ou gestão de resíduos providas por agentes privados ou pelo estado	
		Baixa quantidade de produção e aumento do custo	
	Financiamento limitado para modelos de negócio circular	Informações imperfeitas ou assimétricas que afetam negativamente as decisões de mercado	
		Objetivos distintos entre as partes	
	Baixa padronização	Custo dos resultados ou transações com fornecedores e clientes	
Regulatória	Leis e regulamentações impeditivas	Conjunto de regulamentações ainda inadequada em função de adequação a novos modelos de negócio ou tecnologias	
	Falta de consenso global	Interferência na estratégia da indústria	
		Enfraquecimento de regulamentação	
	Aquisição circular limitada	Regulamentações existentes que dificultem práticas de EC	
Institucional			Leis regionais que não beneficiam a EC
			Conflitos de interesses, flutuações de taxas e subsídios governamentais
Tecnológica	Design circular limitado		Dificuldade técnica de lidar com o fluxo dos materiais
	Baixa demonstração de projetos de larga escala		Falta de tecnologias compatíveis com a incerteza de alta tecnologia
	Ausência de dados e informações		
	Capacidade de entrega de produtos remanufaturados ou reciclados de alta qualidade		Falta de práticas e de sistema de coleta, distribuição e utilização de informações
Econômica		Negócios não rentáveis mesmo quando outras barreiras são superadas.	Alto capital inicial e falta de financiamentos.
		Incerteza de capital intesivo e <i>payback</i> .	Escassez de matéria prima, recurso patrimonial e infra-estrutura.
		Tecnologia não disponível ou sem capacidade de escala.	Influência dos fatores econômicos na decisão dos consumidores
Cadeia de suprimentos			Conflito de interesses, valores e modelos de operação entre os diferentes atores da cadeia
			Falta de transparência quanto as responsabilidades de autorias dos projetos de EC
			Custos de monitoramento e certificações ambientais
Organizacional			Cultura da operação linear
			Conflito com a cultura existente
			Silos de pensamento e medo de riscos

Fonte: EMF (2015b), Kirchherr et al. (2018) e Tura et al. (2019).

3.1.7. Oportunidades para implementação

As principais razões para a transição da economia linear para a economia circular estão associadas à redução dos impactos ambientais. O sistema industrial tem sido apontado como um veículo promissor para o alcance do desenvolvimento sustentável, contudo, outros benefícios de natureza social e econômica, também estão presentes quando se tem um modelo de negócio circular (GEISSDOERFER et al., 2017).

Tura et al. (2019), no mesmo estudo em que verificou as barreiras para EC, também avaliou os “drivers” para EC. Além dos fatores ambientais citados mais comumente por diversos autores (EMF, 2013; MURRAY et al., 2017, LACY & RUTQVIST, 2015; GHISELLINI et al. 2016), Tura et al. (2019), pontuaram outras 7 categorias de oportunidades para EC similares às apontadas, pelos mesmos autores, para sinalizar as barreiras descritas no Quadro 6.

O levantamento teórico das oportunidades para a implementação dos negócios circulares realizado por Tura et al. (2019) está descrito no Quadro 8 conforme resultado da pesquisa dos autores

Quadro 8 - Oportunidades segundo Tura et al.

Categoria	Oportunidades
Econômica	Economia no custo de material e energia.
	Potencial de criação de valor a partir de resíduos e produção secundária.
	Potencial para criação de novos negócios de serviços.
Cadeia de suprimentos	Aumento da transparência na cadeia de suprimento.
	Ampliação do compartilhamento de conhecimento e de recursos tecnológicos.
Institucional	Leis diretivas e regulamentações da União Europeia para desenvolvimento sustentável.
	Certificações para produção de biocombustíveis.
Social	Conscientização sobre a necessidades de sustentabilidade.
	Aumento da demanda externa por sustentabilidade.
	Desenvolvimento de projetos sociais, como o apoio da indústria para o desenvolvimento sustentável.
Tecnológica e informacional	Desenvolvimento de novas tecnologias para apoiar a EC.
	Aumento de plataformas de informação e tecnologia para gerenciamento, com transparência, para novos tipos de serviços.
Organizacional	Soluções da EC tornam as marcas sustentáveis.
	Mudanças culturais, organizacionais e de estratégia para apoiar a EC.
	Desenvolvimento de habilidades e competências.
	Modelos de desenvolvimento de produtos e serviços e de tomada de decisão mais flexíveis.
Ambiental	Redução dos impactos ambientais negativos.
	Escassez de recursos.

Fonte: TURA et al. (2019).

3.2. Resíduos sólidos urbanos

Um grande desafio da sociedade atual, e também das futuras gerações, é compreender como gerenciar os resíduos sólidos, admitindo que os mesmos são um produto inevitável das atividades humanas. Diretrizes práticas e políticas públicas tem orientado a sociedade no sentido de tratar os resíduos com a visão dos 3 R's: Reduzir, Reaproveitar e Reciclar. Contudo, a geração de resíduos é crescente e grande parte dos materiais residuais ainda não são reaproveitados e tem destinação final em aterros sanitários ou em “lixões”.

A obtenção de dados e informações sobre geração e composição dos resíduos sólidos produzidos em um determinado local é essencial para subsidiar a escolha de medidas de redução e de tratamento eficazes que atendam os princípios de preservação ambiental e bem-estar social (MESJASZ-LECH, 2014). Apesar da gestão de resíduos estar se aprimorando em termos conceituais, gerencias e tecnológicos, ainda é um setor altamente influenciado por questões sociais, culturais e econômicas. Portanto, cada localidade, mesmo que influenciada por diretrizes e experiências externas, deve encontrar soluções para tratamento de resíduos considerando suas condições locais.

Dentre o conjunto de medidas que tem sido utilizada para tratar a problemática dos resíduos sólidos, na perspectiva dos 3R's, estão o design industrial, no que tange o desenvolvimento do produto e, infraestrutura, reciclagem e tecnologias ambientais adequadas para tratamento de RSU. Sobretudo, a gestão de resíduos sólidos tem sido tratada como um novo setor para a concepção de negócios que, além de minimizar os impactos ambientais oriundos do desperdício de recursos naturais e da poluição causada pelo descarte de resíduos, trazem benefícios sociais e econômicos para a sociedade.

O International Solid Waste Association - ISWA estima que a geração de RSU no mundo seja de 1,9 bilhões de toneladas por ano e que, aproximadamente, 30% deste resíduo, ainda não seja coletado de forma adequada. A porção coletada, que é 70%, é tratada da seguinte forma: 70% é encaminhada para aterros sanitários ou “lixões”, 19% é recuperado e reciclado e, 11% é convertido em energia.

A geração de resíduos per capita nos centros urbanos em 2002 era de, aproximadamente, 0,64 kg/pessoa/dia. Em 2012, passou para 1,2 kg/pessoa/dia; estima-se que, em 2025, a geração de RSU nos grandes centros urbanos alcance a taxa média de 1,42 kg/pessoa/dia (HOORNWEG e BHADA-TATA, 2012).

Alguns indicadores como o Produto Interno Bruto (PIB) e o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), tem correlação com o conduta de geração e tratamento de resíduos de um país. Países com altas taxas de PIB per capita como Luxemburgo, 5,03, Suíça, 4,90 e Canadá, 4,72, geram em média 1,94 kg/pessoa/dia. Já países com baixo produto interno bruto, como Etiópia, 0,29, Nigéria, 0,48 e Congo, 0,52, geram em média 0,43 kg/pessoa/dia. Esta mesma lógica também se aplica ao IDH. Países com o IDH alto, em média, também geram maiores quantidades de resíduo per capita enquanto países que apresentam índices baixos, geram menores quantidades. Entretanto, as maiores taxas de cobertura de coleta e reciclagem também ocorrem em países desenvolvidos enquanto que, em países pobres, o tratamento é inexistente ou precário¹⁵.

A composição e a quantidade de RSU gerados e tratados em uma determinada cidade também é influenciada por diversas características e indicadores urbanos como: população doméstica, planejamento urbano, disponibilidade de água potável e eletricidade, densidade de automóveis, renda familiar e, políticas e legislações locais (CHEN, 2018). Diante disto, a composição dos resíduos gerados em cada lugar é variável e esta sujeita à interferências econômicas e sociais.

De maneira geral são identificados seis tipos principais de materiais para categorizar a composição dos RSU: matéria orgânica, papel, plástico, vidro, metal e outros (têxteis, eletroeletrônicos, materiais inertes, etc.). De acordo com os dados apresentados no Relatório *What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management*¹⁶, produzido pelo World Bank em 2012, a composição do RSU

¹⁵ Fonte: Waste Atlas. Disponível em: <http://www.atlas.d-waste.com/>. Acesso em: 26 de novembro de 2018. O Waste Atlas é uma plataforma “crowdsourcing” de acesso livre para visualização de dados sobre gerenciamento de resíduos no mundo; é realizada com a contribuição de cientistas de diferentes países e atualizada com dados publicados. A plataforma possui dados de geração de resíduos de 164 países do mundo, o que representa 97% do resíduo gerado.

¹⁶ O Relatório elaborado pelo World Bank’s Urban Development and Local Government Unit of the Sustainable Development Network para Urban Development Series teve como objetivo fornecer para autoridades e decisores, dados atualizados sobre geração, composição, coleta e disposição de resíduos sólidos urbanos por país e região. Tanto para países desenvolvidos como

mundial em 2009 era composta, em sua maioria, por resíduos orgânicos, seguido de papel, metal, plástico e vidros. A Figura 14 apresenta a distribuição percentual das frações de elementos que compõem os resíduos sólidos urbanos no mundo.

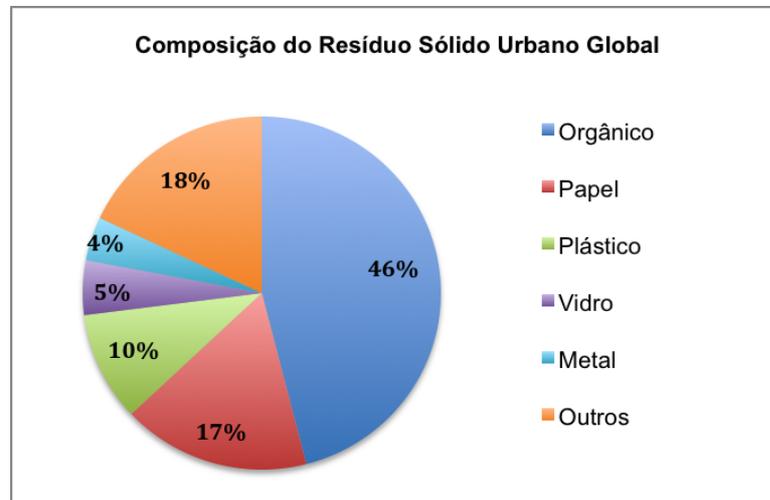


Figura 14 - Composição de resíduos sólidos urbanos global
Fonte: HOORNWEG e BHADA-TATA (2012)

Considerando que diversos fatores influenciam a composição do RSU, tais como o nível de desenvolvimento econômico e a geografia e a cultura local, a Figura 15 mostra a diferença nas frações de materiais que compõem os RSU em duas situações distintas de condição de renda. Os países com maior renda geram maiores porções de resíduos inorgânicos como papel e plástico, enquanto os países de baixa renda, geram maiores parcelas de resíduos orgânicos ou úmidos (HOORNWEG e BHADA-TATA, 2012).

Os recursos necessários para uma efetiva gestão do RSU são, em geral, providos pelo poder público, assim como, a responsabilidade pela operação de coleta, tratamento e a disposição final dos resíduos (RUSHBROOK & FINNECY, 1987). Em 2012, 43% dos RSU coletados no mundo foram tratados por meio de disposição final em aterro sanitários, 9%, descartados em “lixões” e 17% reciclados. Uma outra parcela foi transformada em energia ou compostada e,

em desenvolvimento. Elaborado pelo pesquisador da Universidade de Ontário, Daniel Hoornweg e, pela consultora, Perinaz Bhada-Tata, o relatório se baseou em dados de pesquisas e informativos regionais de diversas origens para fornecer um visão global do setor de resíduos e realizar projeções para 2025. Os autores apontam a escassez de dados confiáveis sobre o setor de resíduos em países de média ou baixa renda, admitem a necessidade de interpretações para padronização dos dados e ressaltam que os dados informativos devem ser considerados com precaução (World Bank, 2012).

estima-se também que há uma parcela não mensurável de RSU que não é coletada para tratamento (HOORNWEG e BHADA-TATA, 2012). A Figura 16 apresenta a quantidade de resíduos sólidos urbanos dispostos por cada técnica citada em 2012.

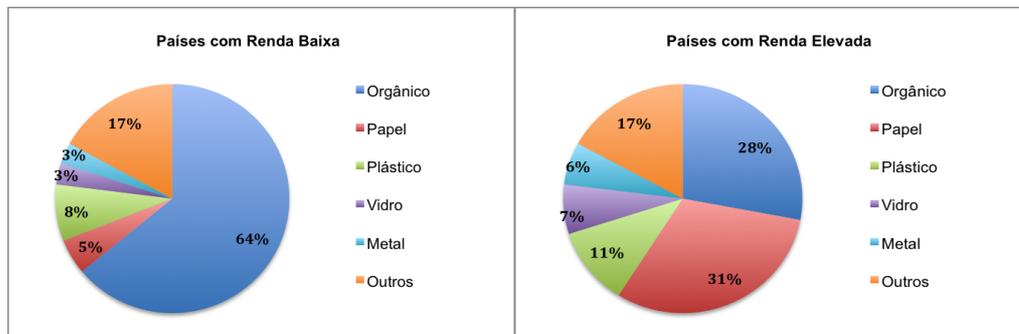


Figura 15 - Composição de RSU
Fonte: HOORNWEG e BHADA-TATA (2012)

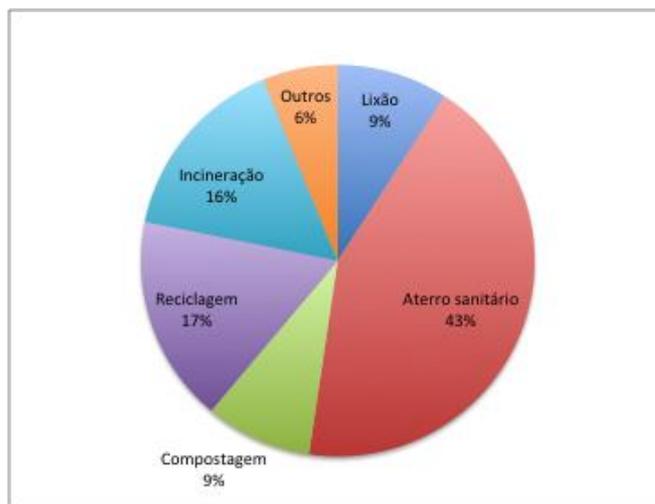


Figura 16 - Disposição final de RSU
Fonte: HOORNWEG e BHADA-TATA (2012)

No entanto, assim como os fatores socioeconômicos influenciam as taxas de geração, influenciam a destinação final. Em países de renda alta o percentual de reciclagem, em 2012, alcançou 21%, países de renda média, 3%, aproximadamente, e países de baixa renda tem 0,5 % dos materiais reciclados. Outra variação significativa, com distribuição diferente da reciclagem, ocorre com a destinação para lixão ou outras destinações não identificadas. Enquanto países desenvolvidos encaminham 4% dos seus resíduos para estes fins, países de baixa

renda destinam 38%. O fator de relevância para esta destinação, está nos países de renda média-baixa que tem 81% de seus resíduos dispostos em lixões ou em situações mais vulneráveis (HOORNWEG e BHADA-TATA, 2012).

Novas medidas tem sido incorporada aos sistemas integrados de gerenciamento de RSU com finalidade de introduzir práticas para mitigar os danos causados pelos padrões atuais de tratamento. São adotadas tanto medidas indiretas, como melhorar a eficiência dos veículos utilizados para coleta, quanto medidas diretas, como incentivar a redução, a reciclagem, a compostagem e a geração de energia. Ainda assim, a maior parte dos resíduos gerados no mundo são destinados para aterramento e são fontes de emissão de gases de efeito estufa (GEE) (HOORNWEG e BHADA-TATA, 2012).

Segundo o Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC (2007), os resíduos pós-consumo contribuíram com menos de 5% das emissões globais de GEE em 2005. A maior contribuição, 50%, é devido a emissão de Metano (CH₄), gás produzido e emitido nos aterros sanitários. Outras fontes relevantes de emissão são oriundas dos efluentes líquidos que emitem Metano (CH₄) e Oxido Nitroso (N₂O) e, do processo de incineração, que emite Dióxido de Carbono (CO₂) resultante da incineração de resíduos que contem partes de carbono de origem fóssil.

As tecnologias ambientais de baixo carbono recomendadas pelo IPCC para o tratamento de resíduos sólidos urbanos incluem: recuperação de gases de aterro sanitário, reciclagem pós-consumo, compostagem da fração orgânica, processos térmicos incluindo incineração e combustão industrial e tratamento mecânico biológico com aterramento somente da fração residual, e digestão anaeróbia. A aplicação da tecnologia adequada para o tratamento de resíduos visando a mitigação de GEE deve estar condicionada às condições e metas específicas locais de um SGRSU (IPCC, 2007).

Embora a atenção dada para a mitigação da emissão de GEE no setor de resíduos seja baixa, um recente estudo realizado na Korea demonstrou o potencial de redução de emissões que tem setor. Os pesquisadores Chung et al. (2018) estimaram que, se implementada uma matriz de tratamento de baixa emissão, as emissões de GEE do setor reduziriam em 17%.

Dentre as tecnologias de tratamento de resíduos elencadas para mitigação de danos ambientais, as associadas à geração de energia têm se destacado. A utilização do resíduo como recurso para geração de energia renovável supre, em conjunto, tanto a demanda da sociedade para tratar resíduos quanto para gerar energia a partir de fontes alternativas e, assim, reduzir a demanda por energia de fontes não renováveis e combustíveis fósseis.

O uso de resíduo para tecnologias “waste-to-energy” (WtE) é uma opção viável, contudo, a escolha da tecnologia ideal para tratamento de resíduos é influenciada por fatores locais e, principalmente, pela composição e poder calorífico dos resíduos disponíveis. As tecnologias atualmente empregadas no setor de geração de energia por meio de resíduos são: conversão termoquímica, que envolve altas temperaturas e inclui incineração, gaseificação e pirólise; conversão bioquímica, a qual compreende processo microbiológico para degradação de matérias orgânica e abrange o processo de digestão anaeróbia e fermentação e; a conversão química que compreende a reação de esterificação para produção biodiesel (MARSHAL et al., 2016).

O mercado de geração de energia a partir de resíduos cresceu, somente no ano de 2013, 5,5% em relação ao ano anterior. A tecnologia de conversão termoquímica representou, neste mesmo ano 88% da indústria. A Europa tem o mercado mais robusto de tecnologias WtE, contudo, países como o Japão incineram 60% dos seus resíduos para gerar energia. Com a participação da China no mercado WtE estima-se um crescimento ainda maior assumindo taxas superiores a 5,5% ao ano até 2023. As tecnologias biológicas (digestão anaeróbia) têm se tornado mais viáveis comercialmente e tiveram crescimento de 9,7% no mesmo ano (MARSHAL et al., 2016).

Para Fricke e Pereira (2015), embora o uso de tecnologias WtE para tratamento de resíduo seja mais benéfico para o meio ambiente do que o método de aterramento – amplamente utilizado no mundo - este mercado depende da existência do resíduo e sua expansão esta vinculada ao aumento da geração de resíduos. Logo, esta lógica não atende o princípio da preservação de recursos naturais e portanto, a adoção deste tipo de tecnologia para valorização dos resíduos deve ser investigada com cautela de forma a balancear ou priorizar a recuperação e reciclagem de materiais à conversão em energia.

Este pensamento está em concordância com a Hierarquia de Gestão de Resíduos¹⁷, a qual estabelece a priorização de medidas de prevenção, reutilização e reciclagem para, posteriormente, utilizar práticas de recuperação de energia e disposição final em aterro sanitário. A hierarquia, conforme apresentada na Figura 17, foi adotada na Diretiva 2008/98/EG da União Europeia como “princípio geral da legislação e da política de prevenção e gestão de resíduos” e tem sido replicada como estratégia para o setor de resíduos em diversas políticas públicas no mundo. A comissão Europeia afirma que “o bom gerenciamento de resíduos começa, em primeiro lugar, com a prevenção da produção de resíduos, e afirma que: “afinal, o que não é produzido não precisa ser descartado”(COM, 2010, pg. 13).



Figura 17 - Hierarquia de resíduos
Fonte: COM (2008)

A partir de conceitos como a hierarquia de resíduos, e da constatação dos danos do descarte e da complexidade do manejo de resíduos, a visão contemporânea para o setor não engloba só aspectos da eficiência da cadeia de tratamento, ou seja, coleta, transporte, tratamento e disposição final; mas também, inclui prevenção de resíduos e preservação de recursos naturais.

¹⁷ O primeiro conceito da hierarquia de gestão de resíduos surgiu no início da década de 70 no Encontro da Pollution Probe* com a abordagem dos 3 R's – Reduzir, Reutilizar e Reciclar. Posteriormente, foi introduzido o R de Recuperar. A ordenação visa atender aspectos “financeiros, ambientais, sociais e gerenciais” (HOORNWEG e BHADA-TATA, 2012, pg. 27). *A Pollution Probe é uma organização não governamental, fundada em 1969 na província de Ontário no Canadá, com objetivo de investigar problemas ambientais e promover debates na área da educação na busca por soluções no combate à degradação ambiental.

Neste sentido, a abordagem para elaboração de políticas públicas do setor incorporou a visão do ciclo de vida do produto¹⁸ como uma estratégia que atende o princípio da prevenção e minimização de resíduos, na medida em que trata a causa raiz da existência de resíduos; e o reaproveitamento de materiais, na medida em que considera o resíduo de um produto, matéria-prima para outro.

“O mundo da gestão de resíduos está se afastando do enfoque tradicional de reciclagem e aterramento de resíduos municipais e industriais para uma política integrada de resíduos. Programas envolvendo meta de Lixo Zero e desvio de 100% do aterro sanitário estão aumentando. Os resultados de sustentabilidade, a produção sustentável e os comportamentos de consumo e programas de economia circular fundamentam novos padrões nas estruturas de governança e políticas públicas de resíduos. Além disso, as regulamentações ambientais, o custo do material e a escassez de materiais também estão criando uma consciência dos benefícios do design ecológico ao vincular os materiais residuais no fim da vida útil como insumos para estágios iniciais de produção” (SILVA et al., 2017, pg. 248).

Um exemplo destes novos padrões de políticas públicas para o setor de resíduos, como citado por Silva et al. (2017), é a atualização da legislação de gerenciamento de resíduos da União Europeia. Após o lançamento, em 2015, do Plano de Ação para Economia Circular¹⁹, foi realizada a revisão da legislação e da política de resíduos estabelecendo metas claras de reciclagem e redução da quantidade máxima de RSU permitida para aterramento. Foi proposto também, medidas concretas para promover a reutilização de resíduos e estimular a simbiose industrial, além de prover incentivos econômicos para fabricantes de produtos com ciclo fechado e para operações de logística reversa (COM, 2017b).

Apesar do caso exemplificado que trata a União Europeia, de uma forma geral, ainda que a abordagem da temática do setor de resíduos esteja passando por uma transição no sentido de se aprimorar e se apresentar como uma oportunidade para atender a necessidade global do gerenciamento sustentável dos recursos

¹⁸ A abordagem do ciclo de vida envolve a avaliação de todas as etapas da vida de um produto. Esta avaliação pode contemplar objetivos de redução de impactos ambientais e uso de recursos naturais (COM, 2010). A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) de um produto engloba impactos na cadeia de suprimentos desde a extração até o processamento da matéria-prima; manufatura, transporte, distribuição, reutilização, capacidade de reciclagem e disposição final (Guinée et al. 2001, apud Genovese et al., 2017)

¹⁹ Em dezembro de 2015, a Comissão da União Europeia (COM), com objetivo de apoiar o crescimento econômico sustentável mundial, lançou o “Circular Economy Package: Closing the Loop”. O pacote consiste em um Plano de Ação com medidas e metas concretas para estimular a transição para EC. As ações abrangem todas as etapas do ciclo de vida do produto, desde produção e consumo até a gestão de resíduos, o que inclui o mercado de recurso secundário e a revisão da legislação de resíduos (BOURGUIGNON, 2016).

naturais, ainda há necessidade de se desenvolver políticas governamentais, planejamento e mudança de comportamento para alcançar tal patamar. Silva et al. (2017) observa que é necessário que haja um diálogo entre as políticas e regulações de materiais e de desenvolvimento de produto no sentido de haver limites para o uso indiscriminado de recursos naturais e para geração de resíduos (SILVA et al. 2017). Além disto, para que a gestão de resíduos seja sustentável é preciso que suas necessidades ambientais e sociais sejam traduzidas em demanda econômica, que gere interesse profissional e desenvolvimento tecnológico (JARON, 2015).

3.2.1.

Panorama de resíduos sólidos urbanos no Brasil

A gestão de RSU no Brasil enfrenta grandes desafios. Além da dimensão territorial do país, o tema somente foi abordado com a ênfase necessária após a promulgação da Lei 12.305 em 02 de agosto de 2010. A Lei conhecida como Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS foi o primeiro marco legal a tratar resíduos sólidos de forma individualizada, nesta foi apresentado ao setor perspectivas de negócio a partir de resíduos; foi incentivada a prática da reciclagem e foi estabelecido cronograma e metas para o encerramento de práticas ilegais de tratamento, como a disposição final em “lixões” (FRICKE et al., 2015; BELTRAME, 2015).

A lei dispõe de uma série de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações que orientam os estados, os municípios e os grandes geradores sobre a gestão integrada e ambientalmente adequada aos RSU. Os princípios compreendem prevenção, desenvolvimento sustentável, cooperação e responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.

As diretrizes da lei estabelecem ordem de prioridade para o tratamento de resíduos, a qual é fundamentada na hierarquia de resíduos, portanto ressalta a seguinte ordem: **não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.**

Os instrumentos econômicos têm objetivo de instituir medidas indutoras e linhas de financiamento para tratamento de resíduos além de instituir o Plano de

Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), tanto no âmbito estadual quanto municipal, como instrumento político para viabilizar acesso a recursos da União; estimula também os acordos setoriais para oportunizar a LR (BRASIL, 2010).

A partir de então, o enfoque da gestão de RSU no Brasil obteve atenção e estabeleceu objetivos e metas para: implantar tecnologias de tratamento de resíduos de baixo impacto ambiental, incentivar padrões sustentáveis de produção e consumo utilizando a metodologia de avaliação do ciclo de vida do produto, fomentar a indústria da reciclagem e a inclusão de catadores e, estimular à capacitação técnica na área de resíduos (BRASIL, 2010).

Para implementação de estratégias sustentáveis de gestão de RSU, assim como é proposto na PNRS, é preciso conhecer a quantidade e os tipos de materiais que são descartados para, a partir de então, definir quais as melhores práticas de tratamento em termos de benefícios socioambientais e econômicos. No entanto, no Brasil, a obtenção de dados e informações do setor de resíduos é um desafio. Os dados disponíveis de caracterização de resíduos são frágeis e as informações do setor são dispersas e descontinuadas (FRICKE et al., 2015; IPEA, 2012).

A principal fonte de informação governamental sobre resíduos está contida da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB, que é realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, contudo, os dados deste banco de dados abordam aspectos gerais de saneamento básico e não tratam resíduo de forma isolada. Logo, as informações são de origens diversas: publicações das associações de indústria de diferentes setores, por exemplo, Associação Brasileira do Alumínio – Abral; relatórios publicados pelo Compromisso Empresarial para Reciclagem - CEMPRE e, os mais utilizados, publicações da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - Abrelpe que, com esforços conjuntos do setor público e privado, disponibiliza anualmente dados do setor.

“O Panorama é a fonte de informação mais abrangente e atualizada sobre os principais componentes de gestão de resíduos sólidos, sendo um instrumento referencial e de carácter essencial para a orientação das políticas públicas para o setor” (ABRELPE, 2018, pg. 7)

Geração e coleta de resíduos

Segundo dados da Abrelpe (2018), a geração per capita de RSU aumentou 0,48% entre o ano de 2016 e 2017. Estima-se que foram gerados 78,4 milhões de toneladas de RSU no ano de 2017, ou seja, 1,035 kg/hab./dia. Do total dos RSU gerados, 91,2% foram coletados, ou seja, 71,6 milhões de toneladas, enquanto 6,9 milhões de toneladas, 8,8 % não tiveram coleta.

Considerando a parcela de RSU coletados, a região Sudeste é a maior geradora de resíduos, representa 52,9% do RSU coletado no país, seguido pela região Nordeste, 22,4%. A região Norte contribuiu com a menor parcela, 6,5%. A Figura 18 apresenta a distribuição geográfica do percentual de resíduos coletados no país e a Tabela 1 apresenta dados consolidados da gestão de RSU no Brasil por grande região.

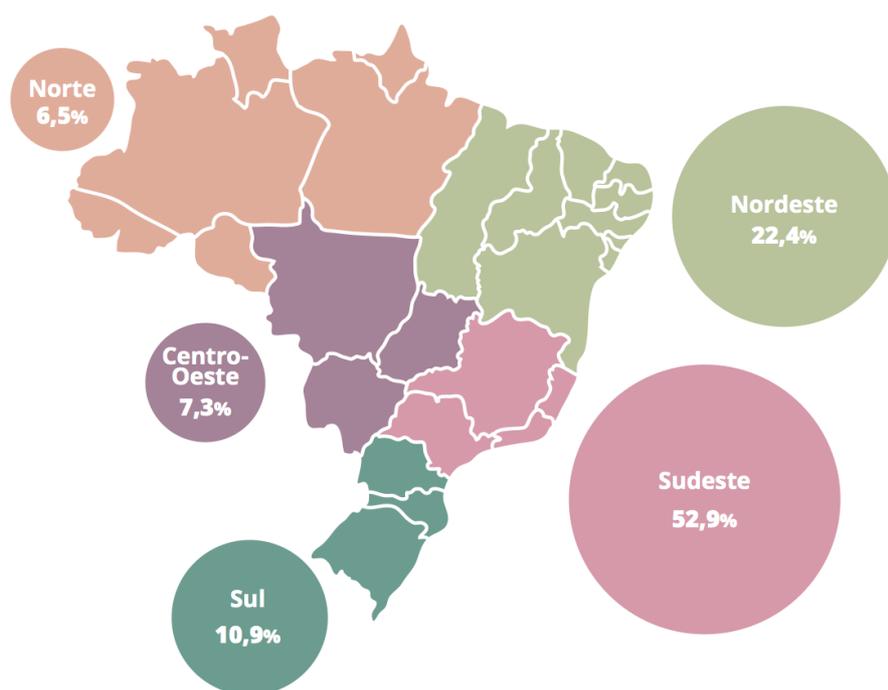


Figura 18 - Percentual de resíduos coletados no Brasil
Fonte: Abrelpe (2018)

Tabela 1 - RSU no Brasil

Região	População*	Participação na geração de RSU	Geração de RSU (kg/hab./dia)	Índice de cobertura de coleta	Coleta de RSU (kg/hab./dia)
Norte	15.864.454	6.5%	0.872	81.0%	0.708
Nordeste	53.081.950	22.4%	0.969	79.0%	0.766
Centro-Oeste	14.058.094	7.3%	0.978	93.0%	0.907
Sudeste	80.364.410	52.9%	1.217	98.0%	1.193
Sul	27.386.891	10.9%	0.757	95.0%	0.719
Brasil	190.755.799	100%	1.035	91%	0.944

*Fonte: IBGE, 2010.

Fonte: Abrelpe (2018)

Segundo uma pesquisa realizada em 2012 pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, na qual foram consideradas análises de composição gravimétrica de RSU de 93 municípios brasileiros entre 1995 e 2008, o RSU no Brasil é composto por 3 grandes frações: resíduos orgânicos, 51,4%, materiais recicláveis, 31,9%, e outros materiais, 16,7%. Dentre os materiais recicláveis estão considerados metal, papel, papelão, Tetrapack, plástico e vidro (Figura 19) (IPEA, 2012).

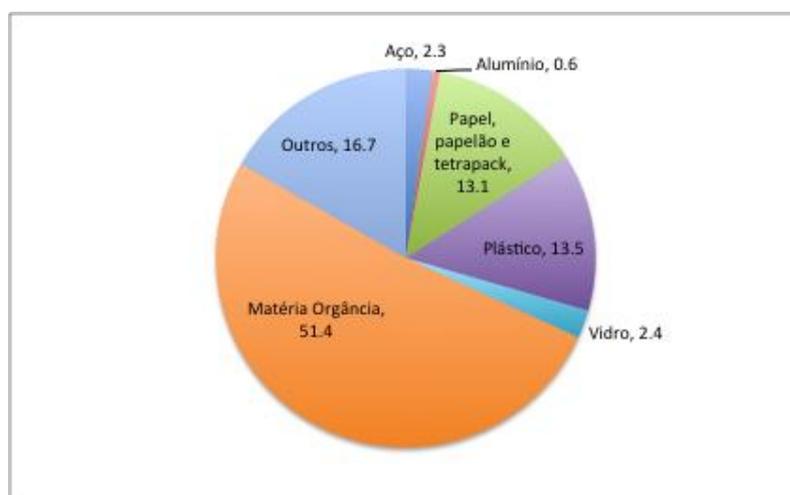


Figura 19 - Composição gravimétrica de RSU no Brasil
Fonte: IPEA (2012)

Coleta seletiva e reciclagem

A coleta seletiva no Brasil ocorre pelo sistema de coleta porta à porta e também por meio dos Ponto de Entrega Voluntária (PEV); ambos os modelos de coleta seletiva são realizados por empresas privadas, cooperativas, catadores autônomos ou pelo poder público. De acordo com o IPEA (2012), em 2008, 11,6% dos municípios brasileiros tinham plantas de reciclagem instaladas, contudo, somente 1,4% dos materiais recicláveis eram encaminhados para plantas de triagem e reciclagem. Segundo a Abrelpe (2018), o percentual de municípios brasileiros com algum tipo de iniciativa de coleta seletiva, recuperação ou reaproveitamento de materiais em 2017 é de 70,4%.

Devido a complexidade da logística da coleta seletiva no Brasil, e dos diversos atores envolvidos nesta cadeia, principalmente do setor informal, os dados sobre reaproveitamento e recuperação de materiais são escassos e dispersos. Entretanto, atualmente, há um amplo debate para alavancar a indústria da reciclagem e de reaproveitamento de recursos naturais no Brasil e este tem sido apoiado por iniciativas da indústria e do mercado a fim de gerar negócios no setor de resíduos. A Abrelpe afirma que:

“Com a PNRS a Logística Reversa foi estabelecida como um instrumento do princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, de maneira a viabilizar um conjunto de ações que visam a coleta e a restituição dos produtos e resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada, de forma a minimizar o envio de materiais para disposição” (Abrelpe, 2018, pg. 60)

Diante deste contexto, acordos setoriais entre empresas tem se constituído para atuar em programas de gestão pós-consumo com foco em LR e reciclagem. Por exemplo, os setores de embalagens de agrotóxicos, de óleos lubrificantes e de pneus inservíveis, possuem programas de logística reversa estabelecidos desde 2010 e apresentam resultados progressivos. No caso das embalagens vazias de defensivos agrícolas, em 2017, 94% do total de embalagens primárias comercializadas tiveram descarte correto, sendo 91% recicladas e, 9% incineradas; já o acordo setorial para LR de embalagens em geral foi assinado somente em 2015 e inclui 20 associações representantes dos setores de alumínio, vidro, plástico e papel e papelão (ABRELPE, 2018).

Segundo a Abrelpe (2018), a quantidade de resíduos recicláveis gerados no Brasil - plástico, papel e papelão e alumínio - diminuiu 12% entre os anos de 2012 e 2017. Já as taxas de recuperação destes resíduos, apresentou resultado inverso, aumentou 12% no mesmo período. Entretanto, os diferentes materiais recicláveis têm taxa de recuperação distintas. Enquanto a taxa de recuperação de embalagens de alumínio, em 2017, foi de 87,2%, as taxas de plástico e papel e papelão são, respectivamente, 8,2%, 52,3%.

Disposição final

Considerando as diretrizes da PNRS que, além de instituir metas de redução, reaproveitamento e reciclagem, também instituem metas para disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, por exemplo, eliminação de lixões, disposição final ambientalmente adequada e aproveitamento energético; o IPEA, em pesquisa realizada em 2012, verificou as diferentes formas de disposição final de RSU dos municípios brasileiros.

Os resultados mostraram que, em 2008, 90% da disposição final de RSU era feita em solo, ou seja, em aterro sanitário, aterro controlado ou lixão, e que, embora a maior parcela deste resíduo seja de matéria orgânica, em função da falta de coleta diferenciada deste material, somente 0,8% foi desviado da disposição em solo e encaminhado para plantas de compostagem (IPEA, 2012). A Tabela 2 apresenta os percentuais de disposição do IPEA (2012).

Tabela 2 - Disposição final de RSU em 2008

Destino final	%
Aterro sanitário	58.3
Aterro controlado	19.4
Lixão	19.8
Unidade de compostagem	0.8
Unidade de triagem para reciclagem	1.4
Unidade de incineração	< 0.1
Vazadouro em áreas alagáveis	< 0.1
Outras unidades	0.3

Fonte: IPEA (2012)

De acordo com dados de 2017, publicado pela Abrelpe, no Panorama de Resíduos Sólidos Urbanos do Brasil 2017, do montante de RSU coletado no país, ou seja, 71,6 milhões de toneladas, 59% foram encaminhados para aterro sanitário, 22,9% para aterro controlado e 18% para lixões. Ou seja, 90% dos RSU foram dispostos em solo, sendo que, 40,9% dispostos de forma imprópria em lixões ou aterros controlados, locais que não possuem qualquer sistema de tratamento, monitoramento ou avaliação de danos ambientais ou danos à saúde (ABRELPE, 2018). A Tabela 3 apresentada os percentuais de disposição final por macrorregião do Brasil no ano de 2017.

A questão do tratamento de RSU no Brasil, mesmo com os avanços ocorridos na última década, é um grande desafio. Por outro lado, o setor traz consigo grandes oportunidades de adequação e exploração. Segundo Beltrame (2015), para se alcançar um bom sistema de gestão de resíduos no Brasil é preciso aperfeiçoar as práticas atualmente adotados, inserir tecnologias avançadas, universalizar a coleta de resíduos e a coleta seletiva, estabelecer sistema de LR incluindo a responsabilidade do produtor e viabilizar plantas de recuperação e reaproveitamento de materiais” (BELTRAME, 2015, pg. 527).

Tabela 3 - Destinação final de RSU em 2017

Região	Aterro Sanitário	Aterro Controlado	Lixão
Norte	35%	30%	35%
Nordeste	35%	33%	32%
Centro-Oeste	40%	35%	25
Sudeste	73%	17%	10%
Sul	70%	18%	12%
Brasil	59%	23%	18%

Fonte: Abrelpe (2018)

3.3. Óleo de cozinha residual

Os óleos vegetais de consumo alimentar são utilizados em ambiente doméstico, comercial ou industrial para preparo de alimentos; podem ser consumidos em sua integralidade ou, no caso de uso para processo de fritura, geram um subproduto, o óleo de cozinha residual (OCR). As quantidades de OCR

geradas e descartadas pós-consumo dependem do tipo de comida e das práticas operacionais de cada cozinha e, tanto o consumo quanto o volume disponível para recuperação, são influenciados por fatores sociais e econômicos (SHEINBAUM et al., 2015)

Após a fritura por imersão, o óleo de cozinha apresenta degradação e alteração das características físico-químicas devido a exposição às altas temperaturas e ao contato com outros resíduos alimentares; tem alteração da acidez, torna-se um líquido escuro, viscoso e com odor desagradável e, na maioria das vezes, ainda é descartado, erroneamente, na rede de esgoto, em pias ou vasos sanitários, causando alto impacto ambiental e econômico.

Quando descartado nas redes de esgotamento sanitário sofre processo de incrustação por resfriamento e entope e provoca vazamentos de esgoto causando prejuízos sociais e econômicos. Quando atinge os corpos d'água forma uma película superficial que evita a entrada de luz, diminui a concentração de oxigênio, compromete a qualidade das águas e, logo, danifica a fauna e a flora (CASTELLANELLI et al., 2007). Segundo a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP, baseado nos limites legais da Resolução CONAMA Nº 430 de 13 de maio de 2011 de lançamento de óleo vegetal em corpos d'água, um litro de óleo pode contaminar até 20.000 litros de água (SABESP, 2007; BRASIL, 2011).

Entretanto, quando o OCR é separado e destinado de forma adequada, pode ser utilizado como matéria-prima para novas cadeias produtivas, como a produção de glicerina, sabão, detergente, amaciante, resinas para tinta, detergente, ração animal, lubrificante para motores e produção de biodiesel, neste último caso, obtendo-se ainda, glicerina como subproduto (MEI et al., 2011; VELOSO et al., 2012).

Os óleos vegetais são considerados produtos de ciclo de vida fechado. As rotas tecnológicas existentes, como a indústria do biodiesel, associadas à preservação ambiental e a geração de emprego, consequências da indústria da reciclagem, representam pontos positivos para impulsionar o aproveitamento do OCR. O biodiesel, por ser um biocombustível cotado como uma alternativa sustentável para substituir os combustíveis fósseis, tem impulsionado a recuperação do OCR (CÉSAR et al., 2017; YAAKOB et al., 2013).

No entanto, para efetivação da cadeia reversa para reciclagem do OCR é necessária a incidência de legislação aplicada, operação de logística reversa, incluindo a formação de redes, e o envolvimento de diversos atores, inclusive o consumidor (CÉSAR et al., 2017).

3.3.1. Produção e consumo do óleo vegetal alimentar

O óleo vegetal é uma gordura derivada de plantas oleaginosas, principalmente de sementes. As moléculas que o compõem são denominadas triglicerídeos, os quais são compostos por três ácidos graxos unidos a uma estrutura principal nomeada glicerol ou glicerina. Os óleos vegetais são comumente encontrados em estado líquido quando em temperatura ambiente e são usados para consumo alimentar e industrial: produção de lubrificantes, de produtos químicos e biocombustíveis (MEI et al. 2011; SPASANDIN, 2011).

De acordo com a Oil Word (AMARAL, 2018) as principais oleaginosas utilizadas como matéria-prima para produção de óleos vegetais são: soja, algodão, amendoim, girassol, canola, gergelim, milho, oliva, palma, palmiste e coco. No período produtivo de 2017 a 2018 a soja e a palma foram responsáveis por, aproximadamente, 72% da matéria-prima para produção de óleo vegetal no mundo. Outras oleaginosas que tiveram representatividade foram a canola e o girassol (AMARAL, 2018).

Os óleos vegetais e as gorduras animais são utilizadas pelo homem para produção de alimentos há muitos anos, entretanto, desde o ano 2000, o óleo vegetal também tem sido requerido para produção de biocombustível. O consumo mundial triplicou em 20 anos. Em 1996 foram consumidos, aproximadamente, 70 milhões de toneladas. Já em 2017, o consumo mundial de óleo vegetal foi de aproximadamente 210 milhões de toneladas; sendo 180 milhões para consumo humano e industrial e, 30 milhões para produção de biodiesel (AMARAL, 2018).

Os preços dos óleos vegetais no mercado mundial oscilam conforme a dinâmica de oferta e procura das oleaginosas, principalmente da soja e da palma. No caso da soja por exemplo, um dos principais commodities cíclicos produzidos no mundo, o preço é afetado tanto pelo cenário de oferta como pelo cenário de

estoques finais mundiais, dado que estes elementos definem a relação de equilíbrio e desequilíbrio entre a oferta e demanda e, portanto, influenciam o preço do commodity e a decisão de produção futura (IMEA, 2015).

No Brasil, o óleo vegetal alimentar é habitualmente utilizado nas cozinhas brasileiras para preparo de alimentos. Os grãos de soja representam 80% da matéria-prima para produção de óleo vegetal comestível; outras oleaginosas são: canola, girassol, palma e amendoim. A produção de soja no país atende 100% da demanda do mercado interno e exporta a safra excedente (AMARAL, 2017).

Em 2018, foram produzidos 108,5 milhões de toneladas de soja no Brasil: 60% foi exportada e 40% abasteceu o mercado interno. 76% da soja do mercado interno foi para produção de farelo de soja, o restante, para produção de óleo vegetal totalizando 8,65 toneladas de óleo vegetal in natura; sendo 1,2 milhões de toneladas para exportação, 3,6 milhões para produção de biodiesel e, 4,1 milhões de toneladas para consumo doméstico conforme ilustra a Figura 20 (AMARAL, 2018a).

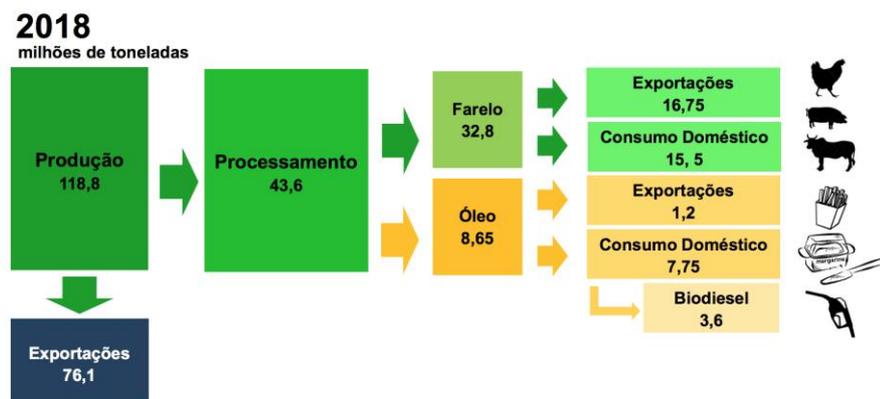


Figura 20 - Produção e demanda de soja no Brasil
Fonte: AMARAL (2018a)

Estima-se que o consumo de óleo vegetal comestível no Brasil seja de 3 bilhões de litros por ano, consumo per capita de 15 litros por ano gerando, aproximadamente, 300 milhões de litros de OCR por ano (AMARAL, 2017; SANTOS, 2016). Embora não existam dados precisos sobre o reaproveitamento do OCR no Brasil, alguns autores apontam que somente 2,5% do óleo vegetal alimentar produzido no país é reciclado (THODE FILHO et al., 2013; CÉSAR,

2017); o restante é descartado junto ao lixo orgânico domiciliar, que é destinado em solo nos aterros sanitários ou lixões ou, despejados nas redes de esgoto.

Embora a legislação brasileira recomende que óleo e gorduras não sejam jogados em rios ou oceanos, ou descartados de forma inapropriada, não há orientação clara quanto a forma correta de descarte de óleos e gorduras residuais. Associações, empresas ou cooperativas que coletam o óleo residual, muitas vezes do setor informal, orientam que o óleo seja acondicionado em um recipiente como uma garrafa pet, por exemplo, e que seja entregue em um PEV ou, disposto separadamente junto ao lixo domiciliar. No caso das empresas do setor alimentício e indústrias, a orientação é solicitar a coleta para uma das organizações habilitadas a dispor corretamente o OCR.

3.3.2. Legislação brasileira

“Resíduos sólidos: Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, **bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível**” (ABNT, 2004).

A Norma Brasileira NBR 10004:2004 inclui na categoria de resíduo sólido ou semi-sólido os líquidos que, em função de particularidades específicas, não podem ser despejados em redes de esgotamento sanitário. Os óleos vegetais e gorduras saturados apresentam particularidades como as citadas na norma, ou seja, quando em temperatura ambiente se encontram em estado líquido e, ao serem lançados em rede de esgoto entram em contato com a água e com outras substâncias, mudam de temperatura e tornam-se sólidos. Além disto, tem características de inflamabilidade e periculosidade. Portanto, de acordo com a NBR, o óleo de cozinha residual estaria classificado como resíduo sólido perigoso Classe I (DIAS, 2013 apud DISCONZI, 2014).

A Lei Federal Nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, conhecida como Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, não aborda especificamente o

resíduo óleo vegetal ou gorduras saturadas, o que pode-se atribuir ao OCR é o artigo 47 no qual a política proíbe a disposição final de resíduos sólidos, ou de rejeitos, por meio de lançamento dos mesmos em praias, no mar ou em quaisquer corpos hídricos; também, na Seção II da política, é designado aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, consumidores e o próprio serviço público de limpeza urbana, a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto. Contudo, não há diretriz regulamentar para tratativa da disposição final, ou de obrigatoriedade de logística reversa, para o OCR.

No que tange a obrigatoriedade de fabricantes, distribuidores e comerciantes de estruturarem e implementarem sistemas de LR para a coleta dos resíduos que causam danos à saúde pública e ao meio ambiente, independente dos serviços públicos de limpeza urbana, o artigo 33 da PNRS dispõe apenas sobre os seguintes resíduos perigosos: resíduos e embalagens de agrotóxicos, pilhas e baterias, resíduos e embalagens de óleos lubrificantes, lâmpadas fluorescentes e vapor de sódio e mercúrio e luz mista e eletroeletrônicos e componentes (BRASIL, 2010).

O estabelecimento de legislações mais específicas para o OCR tem surgido nas esferas estaduais. No estado de São Paulo, por exemplo, a Lei Nº 12.047, de 21 de setembro de 2005, institui o “Programa estadual de tratamento e reciclagem óleos gorduras de origem vegetal ou animal e uso culinário” com finalidade de fomentar a reciclagem do OCR e conscientizar a população para evitar prejuízos às redes de esgoto sanitário entre outros danos ambientais (SÃO PAULO, 2005). Em 2007, o estado do Rio de Janeiro também instituiu a Lei Nº 5.065 que estabeleceu um programa e diretrizes semelhantes ao disposto no estado de São Paulo (RIO DE JANEIRO, 2007).

Um exemplo recente, e mais abrangente, de uma legislação aplicada à coleta e reciclagem do OCR, é a Lei Nº 19.260 de 05/12/2017 do Estado Paraná. A lei orienta quanto ao descarte correto do resíduo e aborda as etapas da cadeia de aproveitamento do OCR; estabelece obrigatoriedade para que estabelecimentos comerciais e empreendimentos que usam os óleos e gorduras em preparo de refeições encaminhem os resíduos às empresas credenciadas ou licenciados para este tipo de coleta e estabelece também obrigações para estabelecimentos que

coletam e comercializam o OCR. Além disto, institui penalidades para os casos de infração (PARANÁ, 2017).

Diante da inobservância do tratamento do OCR na política de resíduos sólidos federal, e diante das consequências da disposição final inadequada deste resíduo nas redes de esgotamento sanitário, as regulamentações que dispõe sobre “condições, parâmetros, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos de água receptores” são utilizadas para regulamentar a disposição final do OCR pelas indústrias e companhias de tratamento de efluentes (BRASIL, 2011).

A Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, foi o primeiro instrumento legal tratar da classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, e estabelecer as condições e padrões de lançamento de efluentes. A Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011, complementou a resolução 357 e estabeleceu limites de lançamentos de até 20 mg/L, para o lançamento de óleos minerais e graxas; e, de até 50 mg/L, para óleos vegetais e gorduras animais. Além disto, institui que, em caso de descumprimento dos limites legais, devem ser aplicadas as sanções penais estabelecidas na Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, que dispõe sobre condutas e atividades lesivas ao meio ambiente; e caracteriza crime ambiental o lançamento de óleos, ou substâncias oleosas, em desacordo com as exigências legais (BRASIL, 1998).

3.3.3. Cadeia reversa

No Brasil, os arranjos produtivos para a recuperação do OCR, constituídos por meio da formação de redes, envolvem diversos atores: catadores, o consumidor, instituições que são PEV, cooperativas e outras organizações de coleta, empresas de beneficiamento ou pré-tratamento do OCR, as indústrias produtoras de óleo vegetal, de sabão e detergentes e a indústria de biodiesel (ZUCATTO et al., 2013; FERREIRA, 2017; ANTUNES, 2018).

De acordo com os estudos de Pitta Junior et al. (2009), para que o subproduto do OCR seja utilizado como recurso em uma nova cadeia produtiva são necessárias uma série de atividades sequenciais e inter-relacionadas:

“acondicionamento, coleta, armazenagem e movimentação até o local de produção” (p. 6). Para os autores, estas atividades, ordenadas desta forma, estão inseridas em uma cadeia de fluxo reverso, dependentes de canais estruturados de LR, nos quais o objetivo principal é movimentar o material pós-consumo, ou seja, o subproduto, ao local de beneficiamento (Figura 21).

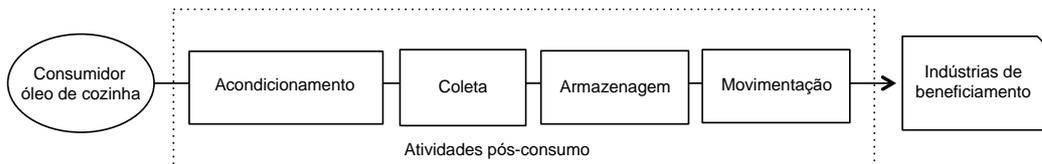


Figura 21 - Cadeia reversa segundo Pitta Junior et al.
Fonte: Adaptado de Pitta Junior et al. (2009)

No fluxo de atividades descrito por Pitta Junior et al. (2009), a etapa de acondicionamento envolve a ação do consumidor doméstico, comercial ou industrial de armazenar o resíduo e aguardar a coleta ou de entregar voluntariamente o material em um PEV. A coleta é realizada por organizações que recolhem o resíduo, encaminham para tratamento primário²⁰ (processo que ocorre durante a armazenagem) e, após alcançar quantidade ideal para transporte, o material processado, é movimentado até a indústria de beneficiamento.

Segundo Zucatto et al. (2013), a cadeia do OCR é uma cadeia de suprimentos reversa de ciclo aberto, visto que a aplicação do subproduto residual é feita em cadeias de produtos diferentes do original. Na visão dos autores, a cadeia de ciclo fechado somente ocorreria se o resíduo fosse empregado na mesma cadeia produtiva, ou seja, na produção de óleo vegetal comestível.

Zucatto et al. (2013), no estudo realizado no Brasil: “Cadeia reversa do óleo de cozinha: coordenação, estruturas e aspectos relacionais”, mapearam a cadeia de suprimentos reversa do OCR observando as relações informais que existem no setor e os diversos atores que participam da cadeia produtiva: consumidor doméstico e industrial, empresas de coleta e tratamento primário, empresas de logística do subproduto, comerciantes de subprodutos, indústrias de

²⁰ Nesse trabalho, tratamento primário do óleo de cozinha residual é caracterizado como a etapa de retirada de sólidos e filtragem de impurezas para posterior comercialização. A filtragem consiste na retirada de restos de alimentos, farinhas e outros resíduos de origem animal. Após a filtragem o óleo passa por um processo de decantação para segregar as partículas menores e então, é aquecido para retirada da umidade (Zucatto et al., 2013)

beneficiamento do resíduo para diferentes fins, as empresas de comercialização e o consumidor do produto final. As etapas do fluxo reverso identificadas pelos autores foram: coleta do resíduo, tratamento primário, movimentação até as indústrias de beneficiamento e distribuição e varejo do produto final (Figura 22).

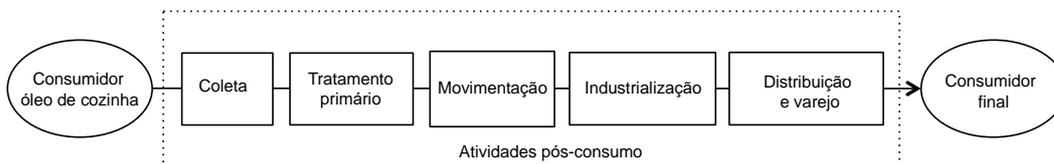


Figura 22 - Cadeia reversa segundo Zucatto et al.
Fonte: Adaptado de Zucatto et al. (2013)

Em um estudo realizado por Oliveira e Ruiz (2014) com objetivo de caracterizar os principais atores envolvidos no arranjo produtivo da recuperação e reciclagem do OCR na região metropolitana da cidade de São Paulo, os autores observaram a LR pelo prisma das empresas produtoras de óleo vegetal alimentar. No estudo de caso foram mapeadas as atividades da cadeia produtiva desde a produção do recurso primário do óleo de cozinha comestível até a atividade de reciclagem.

Os autores confirmaram que a LR é o ponto chave para recuperação e reciclagem do OCR e que a produção do biodiesel é o grande atrativo para a reciclagem deste resíduo. Também apontaram a informalidade nos contratos na localidade estudada e a diversidade de atores envolvidos na recuperação e reciclagem do OCR; concluíram que a participação das grandes empresas produtoras de óleos vegetais no arranjo produtivo, por meio de parcerias com organizações não governamentais e cooperativas, ajudaram a organizar o mercado diminuindo o nível de informalidade (OLIVEIRA & RUIZ, 2014).

Ainda sobre a cadeia produtiva de recuperação e reciclagem do OCR, Thode Filho et al. (2013) realizaram um estudo no Estado do Rio de Janeiro a fim de avaliar quais as dificuldades do setor para estruturar um arranjo produtivo que possibilite aumentar as taxas de reciclagem do OCR. A modelo genérico da cadeia produtiva mapeado pelos autores abrange desde a produção e venda do óleo vegetal alimentar até a indústria de beneficiamento do óleo residual (Figura 23).



Figura 23 - Cadeia reversa segundo Thode Filho et al.

Fonte: Adaptado de Thode Filho et al. (2013)

Os autores observaram que, embora o interesse pela reciclagem do OCR tivesse aumentado nos últimos tempos, não havia formação de um arranjo produtivo que fortalecesse a competitividade e eficiência na recuperação do resíduo. Assim, ressaltam que existem lacunas mercadológicas e necessidade de uma LR sistematizada que permita a viabilidade técnica e econômica para a efetivação do negócio de reciclagem.

Silva et al. (2018) analisaram a cadeia produtiva de recuperação e reciclagem do OCR no Brasil. Os autores apontaram como principais entraves para implantação da LR neste tipo de cadeia a ausência da obrigatoriedade legal de um acordo setorial para o setor de óleo comestíveis, a carência de incentivos econômicos, a insuficiência de fiscalização e a ausência de uma coordenação central da rede de recuperação. Apontaram também a questão da informalidade do setor e o interesse de diversos atores para que se mantenha esta informalidade; a falta de interesse do governo, a ausência de informações sistematizadas e a dificuldade de quantificar o volume de óleo residual disponível para comercialização.

3.3.4. Reprocessamento e nova produção

Estima-se que no Brasil, somente 1% do óleo vegetal comestível comercializado é recuperado para reciclagem. Segundo a Associação Brasileira para Sensibilização, Coleta e Reciclagem de Óleos comestíveis – ECÓLEO, 70% do óleo coletado é destinado para produção de biodiesel e 30% é encaminhado

para diversas cadeias industriais que incluem, por exemplo, produção de sabão, ração animal, tintas e velas.²¹

Segundo Thode Filho et al. (2013), há um crescimento dos arranjos produtivos locais para recuperação e reciclagem do OCR no Brasil, contudo, estas formações não são estruturas a ponto de beneficiar o OCR garantindo competitividade e eficiência das empresas de beneficiamento no sentido de viabilizar este subproduto como matéria-prima de qualidade para novas cadeias produtivas.

Os pesquisadores, por meio da análise dos processos – produção do óleo vegetal comestível, distribuição, geração do resíduo, coleta e retorno do óleo ao processo produtivo – e dos atores envolvidos no negócio de recuperação e reciclagem do OCR, observaram que somente algumas organizações tem fluxo de coleta e destinação satisfatório e, diante da realidade brasileira, a participação de pequenas organizações e dos domicílios é um fator preocupante para a viabilização do negócio. Ainda citam a necessidade de comunicação e integração entre os diversos atores da cadeia.

No Brasil, os interesses que movem os negócios de recuperação e reciclagem de OCR são diversos: destinação adequada do resíduo, ganho financeiro e, por parte dos fabricantes do óleo vegetal comestível, a necessidade de se adequar á PNRS no sentido de atuar na responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto. A participação dos produtores, na maioria dos casos, acontece por meio de parcerias com cooperativas ou por patrocínio de programas de coleta seletiva e, segundo Oliveira e Ruiz (2014), quando se envolvem diretamente na cadeia reversa, colaboram para a organização do mercado.

Ainda na visão de Oliveira e Ruiz (2014), o biodiesel tem sido a “força motriz” do arranjo produtivo de reciclagem de OCR no Brasil. Para recuperar e tornar o OCR matéria-prima para o biodiesel, é preciso o envolvimento de diversos agentes: produtores de óleo vegetal, PEV (escolas, comércios, associações, universidades, igrejas), estabelecimentos comerciais, indústria de alimentos, organizações do terceiro setor, indústria beneficiadora do OCR e

21 Fonte:

http://ecoleo.org.br/wpcontent/uploads/2012/06/pag_0001_AMPEFJICFT186e1DSVCB49RMNV A.pdf. Acesso em: 25 de janeiro de 2019.

industrias de sabão e biodiesel; formação de redes e, conseqüentemente, diferentes modelos de negócio e formas de recuperação de valor.

Dados da Associação de Produtores de Biodiesel do Brasil²² - Aprobio mostram que foram utilizados 30 milhões de litros de OCR para produzir biodiesel no Brasil em 2016. O biodiesel tem se apresentado como a rota de reciclagem mais atrativa para o OCR. Desde 2010, o OCR tem surgido como uma opção de matéria-prima para produção do biodiesel; em 2017, representou 0,16% do total do biodiesel produzido no país (MME, 2017). No entanto, as iniciativas para recuperação e reciclagem do OCR são esparsas e dissociadas e, a cadeia de suprimentos para a indústria de biodiesel não é estruturada ou até, não existe (ZUCATTO et al., 2013; GUABIROBA et al., 2017).

3.3.5. Produção de biodiesel no Brasil

Desde as discussões que nortearam o Protocolo de Quioto, lançado em 1992, os biocombustíveis foram considerados alternativas estratégicas para substituir os combustíveis de origem fóssil e, portanto, reduzir as emissões de gases de efeito estufa e estabilizar os danos do aquecimento global. O biodiesel, por sua maior compatibilidade²³ com o diesel convencional, se caracteriza como sendo a alternativa mais acessível para atender as frotas de veículos disponíveis no mundo por requerer menor investimento tecnológico para desenvolvimento e adaptação dos motores atualmente existentes (RAMOS et al., 2003).

No Brasil, a discussão para utilizar biocombustíveis como fonte de energia data da década de 30; contudo, foi na década de 70, em decorrência da crise do petróleo, que as pesquisas sobre combustíveis de fonte alternativa, incluindo óleos vegetais, foram estimuladas com objetivo de diminuir a dependência de países produtores de petróleo. Em 1980, o governo federal instituiu o primeiro Programa nacional para produção de óleos vegetais para fins energéticos – Proóleo que tinha

²² Fonte: <http://aprobio.com.br/2017/01/10/brasil-recicla-30-milhoes-de-litros-de-oleo-de-cozinha-na-producao-de-biodiesel/> Acesso em: 5 maio de 2018.

²³ “O biodiesel é um óleo vegetal que foi quimicamente alterado para formar um produto muito menos viscoso, embora ainda compartilhe características comuns com os óleos vegetais. Basicamente, ele é produzido desconectando os ácidos graxos do glicerol, o que reduz o tamanho médio da molécula resultante a um terço do tamanho do triglicerídeo original. Essa redução de tamanho diminui a sua viscosidade a níveis comparáveis ao do diesel” (Spasandin, 2011).

entre seus objetivos substituir o óleo diesel por óleos vegetais em uma mistura de 30%, estimular a pesquisa para produção de óleos em todo o país. No entanto, a queda do preço do petróleo, associado ao alto custo de produção do biodiesel, não viabilizaram a continuidade do programa (OSAKI e BATALHA, 2011).

O interesse pelo biodiesel foi retomado nos últimos anos em razão das discussões ambientais sobre os impactos dos combustíveis fósseis e pela consolidação de programas estrangeiros de para inclusão do biodiesel na matriz de energia. Desde 2005 já existiam empresas aptas para a produção do biodiesel no Brasil. Em 2006, a BR distribuidora foi a primeira empresa a misturar o biodiesel no diesel à uma proporção de 2%: B2. (OSAKI e BATALHA, 2011)

Desde 2008 a mistura de biodiesel puro (B100) no óleo diesel tornou-se obrigatória no Brasil. A evolução do percentual da mistura, conforme dados estatísticos da produção de bicompostíveis da ANP ²⁴, seguiu a seguinte proporção:

- 2008 (janeiro a junho): 2%
- 2008 (julho) a 2009 (junho): 3%
- 2009 (julho a dezembro): 4%
- 2010 (janeiro) a 2014 (junho): 5%
- 2014 (julho e outubro): 6%
- 2014 (novembro) a 2017 (fevereiro): 7%.
- 2017 (março): 8%

A produção de biodiesel no Brasil passou de 1,2 milhão de m³ em 2008 para 5,3 milhões de m³ em 2018 conforme exposto na Figura 24. O país é o segundo maior produtor e também consumidor de biodiesel no mundo, fica apenas atrás dos EUA; tem capacidade instalada no país para produzir 8,4 milhões de m³ (AMARAL, 2018a).

²⁴ Fonte: <http://www.anp.gov.br/dados-estatisticos> (ANP, 2019)

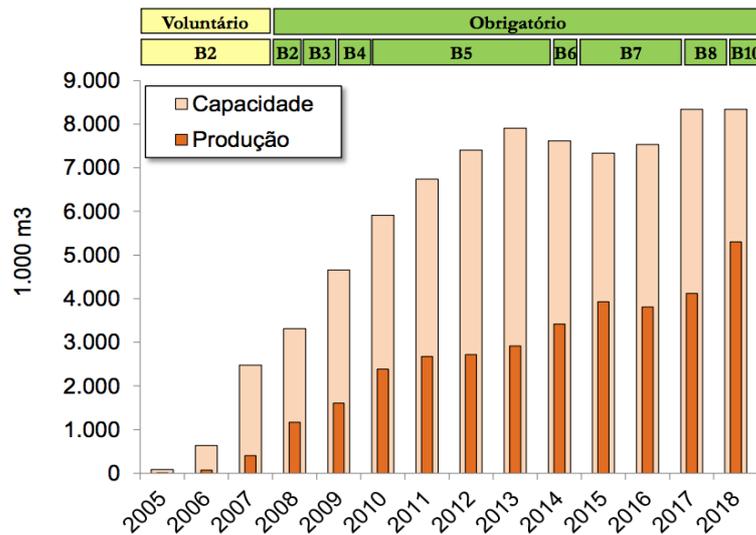


Figura 24 - Produção de biodiesel e percentuais de mistura
Fonte: AMARAL (2018a)

A Lei Nº 13.576, de dezembro de 2017, instituiu a Política Nacional de Biocombustíveis – RenovaBio. O marco legal propõe ações, atividades, projetos e programas, para garantir a oferta de energias de fontes sustentáveis com competitividade no mercado; tem como objetivos contribuir para os compromissos do Brasil no Acordo de Paris, promover a expansão adequada dos biocombustíveis e, assegurar a previsibilidade para o mercado de combustíveis. Também, estabelece metas compulsórias anuais de redução de emissões de GEE na matriz de combustíveis (BRASIL, 2017).

Segundo o Ministério de Minas e Energia (BRASIL, 2017b), o RenovaBio pretende evitar, em 10 anos, a emissão de 552,7 milhões de toneladas de CO₂ equivalente por meio da redução da Intensidade de Carbono (IC) da matriz de combustíveis. A meta da Política é crescer 2,7% a.a. a mistura do biodiesel no diesel no mesmo período, de 2018 a 2028, ou seja, alcançar, aproximadamente, 20% (B20) de biodiesel na mistura em 2030.

Estima-se que a produção total de óleo vegetais no Brasil seja de 19,9 milhões de toneladas e que a produção de biodiesel em 2020 seja de 12,2 milhões de toneladas (Figura 25). Entretanto, esta meta está condicionada a uma série premissas econômicas como o aumento do consumo de motores de ciclo Otto e aumento da taxa de crescimento da frota de veículos novos (BRASIL, 2017b).

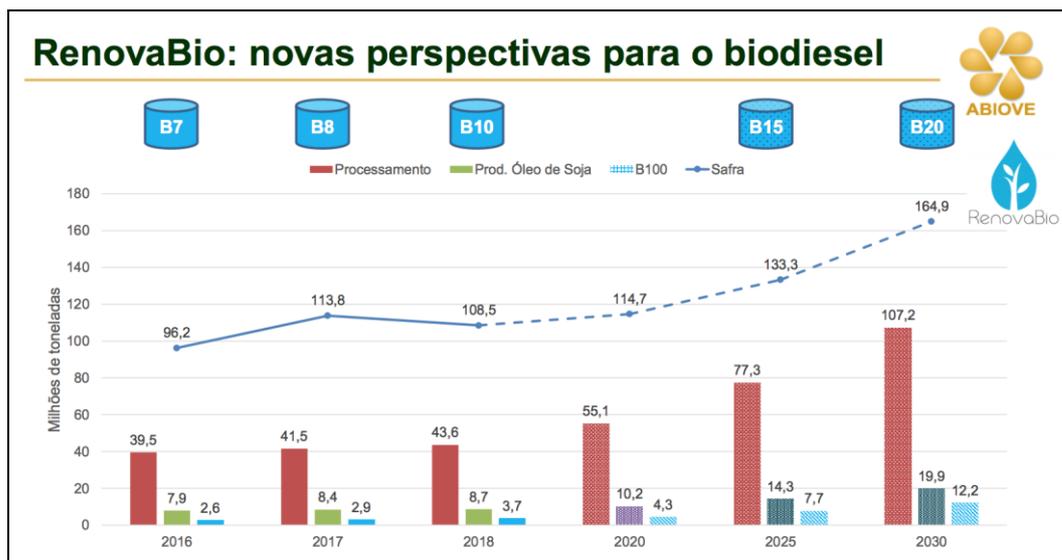


Figura 25 - Prognóstico da produção de biodiesel no Brasil
Fonte: AMARAL (2018b)

Em termos de infraestrutura para sustentar o crescimento da produção de biodiesel no Brasil, em Janeiro de 2017, totalizavam 51 unidades produtoras de autorizadas pela Agência Nacional de Petróleo, Gás natural e Biocombustíveis – ANP; 3 novas plantas com autorização para construção e, 3 plantas autorizadas a aumentar a capacidade de produção (PINTO, 2017). A Figura 26 mostra a localização geográfica e a capacidade de produção destas plantas no território brasileiro.

As matérias-primas mais utilizadas na produção do biodiesel no Brasil são: óleo de soja, gordura bovina, gordura de frango e de porco, outros materiais graxos extraídos da própria produção de biodiesel, óleo de algodão, palma, dendê, canola e, óleo de fritura usado. Entre os anos de 2008 e 2017, o óleo de soja representou, em média, 71,3% da matéria-prima para produção; a gordura bovina 13,0%; outros materiais graxos 10,2%. O óleo de fritura usado participou com uma média de 1,17% da matéria-prima, no entanto, de 2017 para 2018 aumentou a sua contribuição de 0,16% para 1,68%. Além disso, a utilização do óleo de fritura usado na produção do biodiesel tem grande variação quando comparadas as regiões do país. Em 2018, a região Norte e Nordeste utilizaram, em média, 0% de OCR na produção do Biodiesel; a região Sul e Centro-oeste utilizaram 0,3% e 0,7%, respectivamente; enquanto que, a região Sudeste utilizou cerca de 15,6% (ANP, 2019).

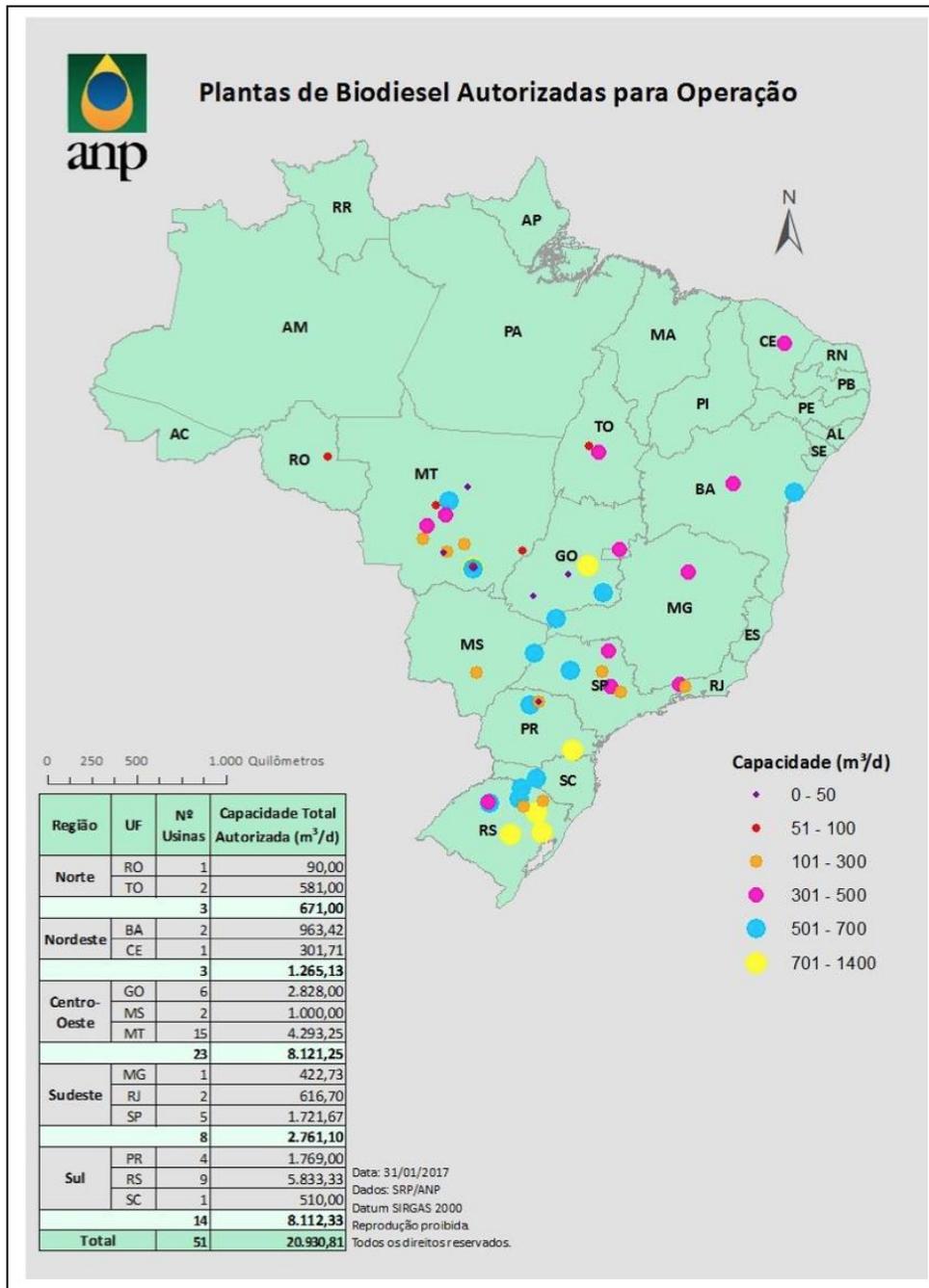


Figura 26 - Localização das usinas produtoras de biodiesel.

Fonte: PINTO (2017).

O crescimento da demanda e da produção do biodiesel também causou o rápido aumento da produção do subproduto residual do biodiesel: o glicerol, também chamado de glicerina. Este subproduto tem diversas aplicações, dependendo do seu grau de pureza, como a indústria de cosméticos, produção de tintas, produtos farmacêuticos e alimentícios e na indústria têxtil. O descarte incorreto da glicerina pode causar alto dano ambiental.

No entanto, o aumento da produção tem gerado excedente de glicerina no mercado causando desequilíbrio nos preços. Algumas empresas estocam o material, outras utilizam para geração de energia, mas a solução viável para a glicerina excedente é a exportação (PEITER et al., 2016). A produção de glicerina no Brasil passou de 124.425 m³ em 2008 para 374,528 m³ em 2017 (ANP, 2019).

O biodiesel é comercializado em leilões promovidos pela ANP nos quais os adquirentes podem escolher as usinas conforme suas necessidades e termos de qualidade. Em julho de 2017, o preço médio por litro do biodiesel foi de R\$ 2,255; a margem do adquirente foi de R\$ 0,025 por litro. O preço do biodiesel é diretamente influenciado pelo preço do óleo de soja, que por sua vez esta condicionado a relação de oferta e demanda da commodity no mercado internacional além de, responder por 95% do mercado de óleo vegetal para alimentação humana; e pelo preço do barril de petróleo: matéria-prima para do principal concorrente, o óleo diesel (BRASIL, 2017b).

A utilização de matéria-prima alternativa para a produção de biodiesel, como é o caso do OCR, tem sido estimulada e estudada nos últimos tempos mas, os riscos associados à garantia de escala, ou seja, garantia de abastecimento das usinas com materiais oriundos da LR, tem alto grau de incerteza. Além disto, o preço do OCR tem que ser competitivo para superar o preço do óleo de soja vegetal in natura, o qual tem alta oferta no mercado brasileiro (CÉSAR et al., 2017). Ainda assim, a participação de outros materiais graxos na produção do biodiesel cresceu de 1,5% para 15,9% de 2015 para 2017. Entre estes materiais, esta o OCR que cresceu sua participação na produção de biodiesel de 0.16% em 2017 para 1,68% em 2018 (MME, 2017).

Outro aspecto que influencia a obtenção de matéria-prima para produção de biodiesel no Brasil é o instrumento econômico para inclusão social “Selo Combustível Social”, do Ministério de Desenvolvimento Agrário. O mecanismo incentiva à aquisição de grãos de agricultores familiares. O produtor de biodiesel que possui o selo tem acesso à isenções fiscais conforme matéria-prima adquirida, região de aquisição, incentivos comerciais e de financiamento. Em contrapartida o produtor se obriga a adquirir anualmente um percentual mínimo de matéria-prima do agricultor familiar, formalizar contrato de compra e venda com agricultores

familiares ou com suas cooperativas, e fornecer capacitação e assistência técnica aos agricultores familiares (BRASIL, 2019).

3.3.6. Exemplos de recuperação e reciclagem de OCR no Brasil

Os exemplos apresentados para ilustrar o cenário de negócio de recuperação e reciclagem do OCR no Brasil são de diferentes naturezas, portanto, para contextualizar a participação dos agentes e dos tipos de negócio que fazem parte deste arranjo produtivo, foram admitidas três perspectivas do ciclo de vida do produto:

- Produtores do óleo vegetal alimentar: o que caracteriza a contribuição da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto no processo de recuperação e reciclagem.

- Coleta e reprocessamento do óleo residual: empresas licenciadas que atuam na LR, pré-tratamento e comercialização do OCR.

- Nova produção: indústrias da cadeia produtiva que recebe o OCR tratado para fabricação de novos produtos.

Na etapa dos exemplos dos produtores de óleo vegetal comestível serão considerados programas e parcerias dos quais participam as indústrias produtoras de óleo; na etapa de Logística Reversa, o enfoque será nas empresas de coleta e pré-tratamento e nas inter-relações com outros atores; na nova produção, serão observadas as empresas de biodiesel e sabão.

Produtores de óleo vegetal alimentar

A Associação Brasileira de Produtores de Óleos Vegetais – ABIOVE, organização que representa as indústrias produtoras, possui 13 membros associados, gera dados estatísticos do setor e tem o papel de cooperar com o governo para implementação das políticas que regem o negócio²⁵. Entre os membros associados estão a **BUNGE BRASIL** e a **Cargill do Brasil**, duas das maiores produtoras de óleo vegetal do país. A ABIOVE, em parceria com o

²⁵ Fonte: <http://www.abiove.org.br/site/index.php>. Acesso em: 25 de janeiro de 2019.

Sindicato da Indústria de Óleos Vegetais – SINDIÓLEO, com objetivo de exercer a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto, possui uma iniciativa setorial para promover a entrega, a coleta e a reciclagem do OCR: o **Programa Óleo Sustentável**.

BUNGE BRASIL²⁶

A BUNGE BRASIIL é uma empresa integrada de agronegócio, alimentos e bioenergia pertencente a holding Bunge limited, com sede nos EUA. A empresa atua na produção de grãos, processamento de soja e trigo, na fabricação de produtos alimentícios, entre eles óleos, maionese e margarinas e, em serviços portuários. A empresa possui 100 instalações no Brasil e seus produtos estão em 80% das residências e 70% das padarias. Entre as marcas da empresa estão o óleo vegetal comestível Soya.

A BUNGE criou em 2006 o programa Soya Recicla²⁷ com objetivo de conscientizar a população sobre a importância da reciclagem do óleo de cozinha. O programa está presente nos estados da Bahia, Ceará, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e São Paulo, tem 1500 PEV distribuídos em 100 municípios. O óleo residual é entregue nos PEV em garrafa PET - que também são encaminhadas para reciclagem - a cada 2 litros entregue, o participante ganha duas barras de sabão (Figura 26); o óleo coletado é convertido em sabão ou biodiesel.

O Programa é realizado em parceria com o Instituto Triângulo (IT): organização que atua na prática ecológica urbana e conta com a parceria de diversas instituições que atuam como PEV, como associações, condomínios, agremiações, bares, padarias, entre outros tipos de estabelecimentos. O óleo coletado é encaminhado para a Usina Verde, aonde é transformado em sabão 90% biodegradável. O projeto tem objetivos econômicos, ambientais e de inclusão social. A fração de OCR destinada para biodiesel não é retratado na website do programa.

Em 2014, a BUNGE BRASIL firmou um acordo com a distribuidora de gás ULTRAGAZ com objetivo de otimizar a logística reversa de coleta do óleo. O

²⁶ Fonte: <http://www.bunge.com.br/Default.aspx>. Acesso em 26 de janeiro de 2019.

²⁷ Fonte: <http://www.soya.com.br/soyarecicla>. Acesso em 26 de janeiro de 2019.

Projeto que reúne as três organizações: Bunge, Ultragaz e IT se denomina JUNTE ÓLEO (Figura 27). Em 2014, o projeto contava com, aproximadamente, o apoio de 200 revendas da Ultragaz.



Figura 27 - Programa Soya Recicla e Projeto Junto Óleo

CARGILL do Brasil²⁸

A Cargill do Brasil, empresa americana com atuação no Brasil desde 1965, oferece serviços e produtos alimentícios, agrícolas, financeiros e industriais. Está presente em 17 estados brasileiros e no distrito federal com indústrias, armazéns, terminas meio de unidades industriais, armazéns, terminais portuários e escritórios em 143 municípios. Dentre os seus produtos, no portfólio de alimentos e bebidas, estão os óleos vegetais, gorduras vegetais e *blend* de óleos, entre eles, a linha de produtos LIZA que contém óleos comestíveis, maioneses e molhos.

A Cargill, por meio da marca Liza, possui o Programa Ação Renove o Meio Ambiente LIZA²⁹. A iniciativa, lançada em 2010, tem o objetivo de gerar uma alternativa correta para o descarte do óleo de cozinha usado. Além disto, a marca, quando trata de sustentabilidade em seu website, aborda todas as etapas do ciclo de vida do produto, desde a origem da matéria-prima até a etapa de pós-consumo, reciclagem e produção de biodiesel e reciclagem das embalagens.

O programa conta com mais de 1000 pontos de coleta distribuídos em dez estados brasileiros. Para coleta do óleo usado em domicílio, os PEV situam-se em shoppings, empresas, ONG, e principalmente, redes de supermercado. O

²⁸ Fonte: <https://www.cargill.com.br>. Acesso em 26 de janeiro de 2019.

²⁹ Fonte: <https://liza.com.br/acao-renove-o-meio-ambiente/>. Acesso em 26 de janeiro de 2019.

programa tem também parceria com prefeituras e grandes redes de restaurante como a Burger King e KFC³⁰.

O óleo usado deve ser entregue em garrafa PET em um dos PEV. Em algumas redes de supermercado, o cliente ganha desconto em compras em troca do óleo. Para as grandes redes de restaurante, também é pago um valor pelo litro de óleo coletado. A coleta é feita por empresa especializada e o resíduo é encaminhado como matéria-prima para produção de novos produtos e biodiesel (Figura 28).



Figura 28 - Programa Ação Renove o meio ambiente LIZA

PROGRAMA ÓLEO SUSTENTÁVEL³¹

O Programa óleo sustentável tem caráter educativo; tem objetivo de conscientizar o consumidor sobre as formas corretas de descarte do OCR por meio da orientação e informação dos locais (PEV) mais acessíveis para o consumidor

³⁰ <https://www.portaldoagronegocio.com.br/noticia/cargill-recicla-3-milhoes-de-litros-de-oleo-de-cozinha-usados-179529>. Acesso em 26 de janeiro de 2019.

³¹ Fonte: <https://www.oleosustentavel.org.br/>. Acesso em 26 de janeiro de 2019.

descartar o óleo usado. O site possui 1.427 PEV, contudo abrange somente o estado de São Paulo.

De forma educativa, são divulgadas na homepage do Programa iniciativas de incentivo à reciclagem do óleo das empresas associadas da ABIOVE, quando elas existem, como é o caso da Bunge e da Cargill. Uma das divulgações trata-se do apoio da empresa de óleos vegetais ADM – óleos da marca Concórdia, Corcovado e Vitaliv - ao Programa Meio Ambiente na Escola no município de Carapicuíba.

A iniciativa tem parceria com um Instituto de educação ambiental e uma empresa de coleta de óleo residual, a Preserva Ambiental. O programa consiste em sensibilizar alunos, familiares, professores e funcionários quanto ao correto descarte do óleo e tornar as escolas do município PEV. A empresa de coleta do óleo remunera as escolas pelo volume de óleo coletado.

Coleta e reprocessamento

Os agentes que formam a rede de coleta e pré-tratamento do OCR são diversos, caracterizam-se de diferentes formas, mas todos se apoiam no lema da preservação ambiental. Se dividem em dois tipos de atividades: coleta, armazenagem e comercialização do óleo usado para uma indústria de beneficiamento; ou coleta, recebimento e compra, beneficiamento e comercialização do óleo tratado para novas cadeias.

No primeiro caso, na maioria das vezes as organizações são cooperativas de catadores, entidades beneficentes e organizações do terceiro setor em busca de renda. No segundo caso, são centros de pré-tratamento; beneficiam e comercializam. No terceiro, são empresas licenciadas para realizar gestão de resíduos; coletam ou recebem o resíduo de cooperativas ou outras organizações, beneficiam o óleo usado para torna-lo matéria-prima para novos produtos.

Em função da dificuldade de dados oficiais de todos os tipos de atividades que compõem a cadeia, as empresas utilizadas como exemplo neste capítulo, se enquadram no segundo caso, empresas licenciadas que coletam, recebem e beneficiam o óleo. Os exemplos foram selecionados da website da ECÓLEO, entidade ambientalista e associação que se propõe a representar a categoria e

articular redes para viabilizar a recuperação e a reciclagem óleo residual; possui 15 empresas associadas sendo 10 delas no estado de São Paulo³² e, para exemplificar outros estados do Brasil, exemplos foram encontrados por meio de busca na internet.

Entre os exemplos membros da ECÓLEO estão: as empresas paulista **Bio Service Ambiental**, **Preserva Reciclagem de óleo vegetal** (citada anteriormente como parceira da produtora de óleo vegetal ADM) e o **Grupo Giglio**; e a empresa do estado do Rio de Janeiro, **Grande Rio Reciclagem Ambiental**. Outros exemplos de empresas de coleta e beneficiamento de óleo são: a mineira, **Óleo Verde** e, a paranaense, **Ambiental Santos**.

BIO SERVICE ambiental³³

A Bio Service, empresa situada em Carapicuíba, estado de São Paulo, é uma empresa de captação de óleo de cozinha usado cuja criação foi motivada pela abertura da usina de biodiesel de Carapicuíba. A empresa tem como missão profissionalizar o setor de captação de óleo; atua na coleta de óleo usado em residências, bares, restaurantes, supermercados, hospitais, empresas de refeições coletivas, empresas em geral e instituições públicas; possui mão de obra e frota de veículos própria.

A empresa é devidamente certificada pelos órgãos ambientais. Para viabilizar a entrega do óleo usado a empresa fornece aos seus clientes bombonas para armazenamento; a coleta é feita sob demanda de forma gratuita. O óleo coletado é tratado; o subproduto sólido é encaminhado para produção de ração animal e fertilizantes e o óleo purificado é encaminhado para produção de biodiesel (Figura 29).

PRESERVA reciclagem de óleo vegetal³⁴

³² Dados obtidos no site da Associação em 25 de janeiro de 2019. Disponível em: <http://ecoleo.org.br/associados/>

³³ Fonte: <http://soscoletadeoleos.com.br>. Acesso em: 26 de janeiro de 2019.

³⁴ Fonte: <http://www.preservarecicla.com.br/>. Acesso em: 26 de janeiro de 2019

A Preserva reciclagem de óleo vegetal, empresa fundada em 2010, tem licença para coletar, armazenar e beneficiar o óleo de cozinha usado; atua na zona oeste, zona sul e nas cidades que ficam nos arredores de São Paulo. O objetivo da empresa é dar destinação correta ao óleo de cozinha usado.

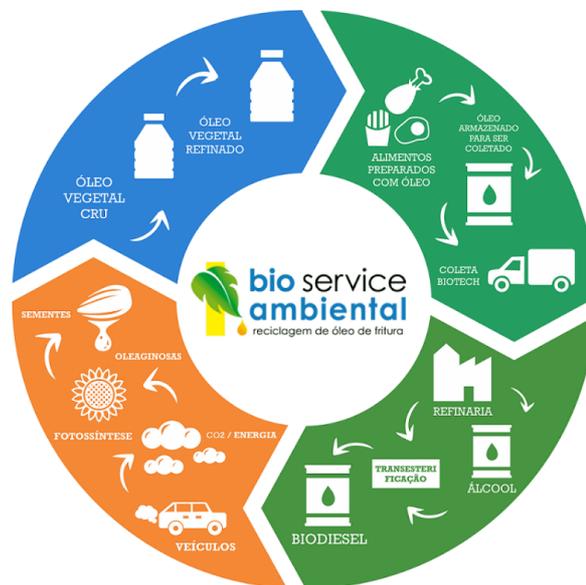


Figura 29 - Ciclo de reciclagem da Bioservice

A empresa tem processo similar ao da empresa BioService: fornece bombonas, coleta gratuitamente, trata o óleo e destina para ração animal e para biodiesel. No entanto, para ampliar o volume de óleo coletado, a Preserva realiza diversas parcerias, por exemplo, com a Associação Brasileira de Bares e Restaurantes do Estado de São Paulo – BRASEL-SP e, como já citado anteriormente, Programa Meio Ambiente nas Escolas que acontece no município de Carapicuíba. Além disto, tem apoio da Cargill, produtora de óleo vegetal.

GIGLIO ³⁵

O grupo GIGLIO atua há mais de 80 anos coletando e transformando subprodutos animais descartados por açougues, frigoríficos, supermercados e restaurantes em todo o estado de São Paulo. Por meio da reciclagem a empresa utiliza o subproduto para produção de sebo, farinha de carne e ossos utilizados em indústrias produtoras de sabão. O grupo é proprietário da Fabril Paulista, coletora de óleo usado e da Conde produtos limpeza.

³⁵ Fonte: <http://giglio.com.br/index.php>. Acesso em: 26 de janeiro de 2019

A Fabril Paulista é certificada para transportar, armazenar e destinar resíduos industriais. A empresa atende restaurantes, cozinhas industriais e condomínios; fornece os vasilhames para armazenamento dos resíduos e faz a coleta conforme necessidade do cliente. O óleo coletado é pago com produtos de limpeza: sabão em pedra, detergente, água sanitária, e outros (Figura 30).

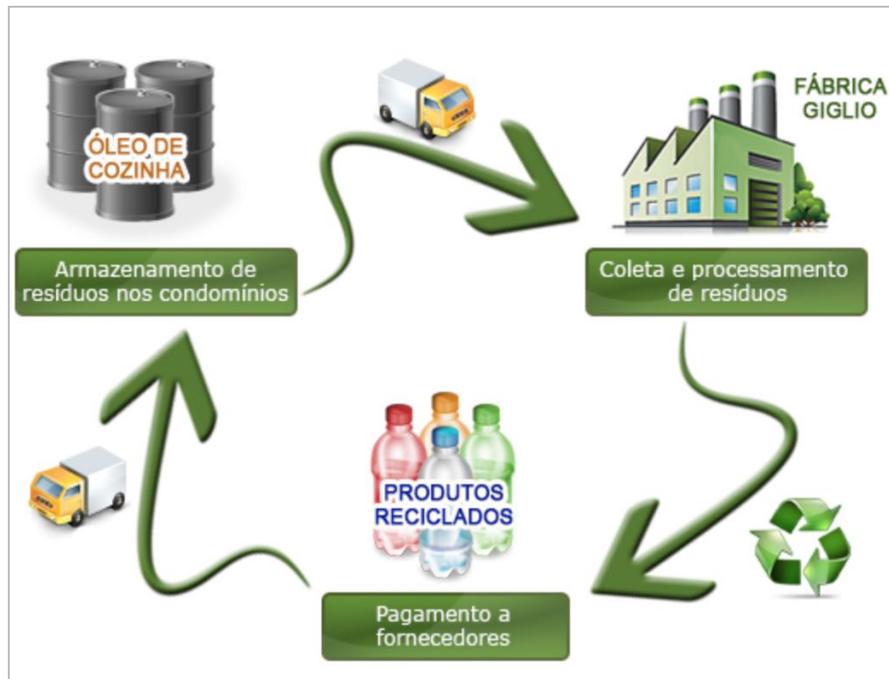


Figura 30 - Fluxo de reciclagem do óleo da GIGLIO

GRANDE RIO reciclagem ambiental³⁶

A Grande Rio Reciclagem Ambiental, fundada em 2008, faz parte do Grupo GR³⁷, do qual também faz parte a empresa GR higiene e limpeza, a qual que patrocina o programa de educação ambiental de coleta de óleo de cozinha usado realizado pela Grande Rio Reciclagem Ambiental.

A empresa atua na região metropolitana do Rio de Janeiro e em Campos dos Goytacazes. Possui frota de 120 caminhões que realizam coleta diária de resíduos de origem animal: ossos, sebo e, óleo de cozinha usado. Os materiais são reciclados e encaminhados para produção de farinhas de carnes e ossos, que são utilizadas na fabricação de rações animais, e para produção de sabão e outros materiais de limpeza.

³⁶ Fonte: <http://www.granderioambiental.com.br/>. Acesso em 26 de janeiro de 2019.

³⁷ Fonte: <http://www.grgrupo.com.br/a-empresa>. Acesso em 26 de janeiro de 2019.

A empresa tem diversos pontos de coleta de óleo em supermercados, shoppings e instituições públicas. O óleo coletado nos PEV em garrafas PET é trocado por produtos de limpeza das marcas fabricadas pela GR higiene e limpeza, algumas delas são: Astra, Biobrilho, Barra, Faísca e Bica. As garrafas são usadas para produção de embalagens.

ÓLEO VERDE Resíduos³⁸

A Óleo Verde Resíduos é uma empresa licenciada para coletar, transportar, armazenar e destinar óleo de cozinha usado para produção de biocombustíveis. A empresa é parceira da Associação Brasileira de Bares e Restaurantes de Minas Gerais – ABRASEL–MG; atua em Belo Horizonte e na região metropolitana. Os estabelecimentos ganham produtos de limpeza em troca do óleo coletado, e ainda, recebem certificados de coleta e destinação correta de resíduos. A empresa, para coleta do óleo usado em residências, ou seja, abaixo de 50 litros, tem parceria com o Instituto Triângulo e a Ultragaz. Atua nos mesmos moldes da parceria do Programa Junte óleo apoiado pela BUNGE. O óleo é trocado por sabão em barra nos pontos de revenda de gás (Figura 31).



Figura 31 - Orientação para descarte da Óleo Verde

³⁸ Fonte: <http://www.oleoverderesiduos.com.br/>. Acesso em 26 de janeiro de 2019.

Ambiental Santos³⁹

A Ambiental Santos é uma empresa que atua nos estados do Paraná e Santa Catarina; é cadastrada no Instituto Brasileiro do Meio Ambiente – IBAMA e licenciada para operação de transporte e reciclagem dos resíduos de óleos e gorduras vegetais pelo Instituto Ambiental do Paraná – IAP.

A empresa trabalha com frota e mão de obra própria e possui infraestrutura e laboratórios adequados para o tratamento de óleo usado. Tem como parceiros a Cargill, por meio da marca LIZA, e diversas instituições e estabelecimentos comerciais na região onde tem atividade.

A empresa coleta resíduos de óleo em estabelecimentos comerciais ou qualquer gerador que produza mais de 50 litros por mês. A empresa fornece recipientes para o armazenamento do óleo, realiza a coleta gratuitamente e troca o óleo coletado por produtos de limpeza. O óleo residual coletado é reprocessado, o material inutilizável vai para incineração, o resíduo alimentar é destinado para indústria da suinocultura e a água do tratamento é reutilizada para limpeza das instalações na própria indústria. O material reprocessado é destinado para indústria química em geral: produção de desmoldantes, lubrificantes de base vegetal e biocombustíveis.

A Ambiental Santos acredita que o serviço que presta são necessários para que os comerciantes da indústria alimentícia cumpram as obrigações legais de destinarem adequadamente seus resíduos. Em seu website, a empresa menciona que, o serviço oferecido por ela, proporciona o cumprimento de legislações municipais de Curitiba, Ponta Grossa e Joinville.

Nova produção

BIODIESEL

A Associação de Produtores de Biodiesel do Brasil – APROBIO⁴⁰, instituição que defende os interesses dos produtores de biodiesel possui 8 empresas associadas que representam 11 usinas distribuídas no país, entre elas:

³⁹ Fonte: <http://www.oleoverdereresiduos.com.br/>. Acesso em 26 de janeiro de 2019.

⁴⁰ Fonte: <https://aprobio.com.br/associacao/quem-somos/>. Acesso em 27 de janeiro de 2019.

BIO Óleo biocombustíveis Ltda, Minerva Biodiesel, Caramuru e BSBIOS energias renováveis.

Quanto à utilização do óleo de cozinha usado como matéria-prima para a produção do biodiesel, a associação não possui nenhum programa de incentivo ou participa de ações para estimular a coleta do óleo usado. O website da associação apenas divulga notícias sobre projetos e programas de educação ambiental e coleta de óleo usado que são usados tanto na produção de ração animal, tintas, sabão quanto na produção de biodiesel.

A ANP não divulga as proporções das matérias-primas utilizadas para produção de biodiesel por usina produtora. A Bio óleo biocombustíveis Ltda não possui website e não disponibiliza informações públicas sobre as fontes de matéria-prima. A Minerva Biodiesel⁴¹ produz biocombustível a partir do sebo bovino; agrega valor ao subproduto do abate bovino de materiais utilizados em outra empresa do grupo, a Minerva Foods.

O Grupo Caramuru⁴² tem três unidades de produção de biodiesel, duas em Goiás e uma no Mato Grosso; produz biodiesel a partir de óleo vegetais e gordura animal, mas não especifica a utilização de óleo usado; comercializa também os subprodutos do biodiesel, como a glicerina e o ácido graxo; a empresa possui alguns programas ambientais, inclusive na área de gestão de resíduos, mas nenhum relacionado a coleta de óleo de cozinha usado. A BSBIOS⁴³ energias renováveis, empresa com usinas no Paraná e Rio Grande do Sul, que também faz processamento de grãos de soja, utiliza como matérias-primas para produção de biodiesel soja e gordura animal.

Existe outra associação brasileira que representa interesse de produtores do biodiesel, a União Brasileira do Biodiesel e Bioqueresene – Ubrabio⁴⁴. A organização compreende, além dos produtores de biodiesel e bioquerosene, interesses dos fornecedores de matérias-primas e equipamentos agroindustriais para exercer as operações; se intitula líder no segmento e na interlocução com a sociedade e o governo; possui 8 membros da indústria do biodiesel, que

⁴¹ Fonte: <https://portal.minervafoods.com/minerva-biodiesel>. Acesso em 27 de janeiro de 2019.

⁴² Fonte: <http://www.caramuru.com/institucional/>. Acesso em 27 de janeiro de 2019.

⁴³ Fonte: <http://www.bsbios.com.br/>. Acesso em 27 de janeiro de 2019.

⁴⁴ Fonte: <https://ubrablo.com.br/sobre-nos/>. Acesso em 27 de janeiro de 2019.

representam 10 unidades de produção, entre eles: **BioPAR parecis**, a **Granol** e a **FIAGRIL**.

A Ubrabio, junto com a Embrapa Agroenergia e a Companhia de Saneamento de Brasília – Caesb, possuem um projeto de coleta de óleo usado em Brasília. O Projeto MOVER – meu óleo vira energia renovável, tem como objetivo a produção de biodiesel. A ação acontece por meio do projeto “Embrapa & Escola”; trata-se de uma palestra sobre a importância do reaproveitamento do óleo de cozinha usado e sobre a produção do biodiesel.

A BioPar parecis⁴⁵, situada em Nova Marilândia no Mato Grosso, escolheu a localidade para instalar a indústria em função de incentivos governamentais e da facilidade para adquirir matéria-prima para produção de biodiesel uma vez que a região tem grande produção de grãos de oleaginosas. A Granol⁴⁶ possui 3 plantas de biodiesel uma em Goiás, uma no Rio Grande do Sul e uma no Tocantins. A empresa que também é grande esmagadora de soja, atribui o seu diferencial de competitividade no biodiesel ao fato de ter suas usinas de esmagamento de grãos integradas as usinas de fabricação de biodiesel.

A FIAGRIL⁴⁷, possui a planta de produção de biodiesel no Mato Grosso contudo, as atividades de agronegócio do grupo se estendem por todo região centro oeste. A matéria-prima para fabricação do biodiesel é adquirida de pequenas propriedades a cerca da usina, o que atende o critério do selo social. No Relatório de Sustentabilidade, no que trata o biodiesel, a empresa se diz comprometida com a produção de combustíveis de fontes renováveis para minimiza o impacto ambiental, contudo a empresa apoia o Programa NOVO ÓLEO nos municípios de Sinop, Nova Mutum, Sorriso e Luca do Rio Verde, aonde se situa a usina. O programa incentiva a coleta de óleo de cozinha usado para produção de biodiesel. O óleo coletado, até 2 litros, é trocado por cupons que dão descontos em supermercados parceiros da FIAGRIL; acima de 50 litros, o óleo é trocado por produtos de limpeza.

⁴⁵ Fonte: http://www.bioparmt.com.br/nossa_historia. Acesso em 27 de janeiro de 2019.

⁴⁶ Fonte: <http://www.granol.com.br/Biodiesel/grandiesel>. Acesso em 27 de janeiro de 2019.

⁴⁷ Fonte: <http://www.fiagril.com.br/>. Acesso em 27 de janeiro de 2019.

SABÃO

Os sabões, detergentes e outros produtos de limpeza podem ser produzidos a partir do óleo residual logo, as fabricas de produtos de limpeza são impulsionadoras da coleta de óleo, por exemplo, a indústria **Santa Catarina** e a **Sabão Juá**, as quais possuem programas de incentivo à coleta de óleo; além das já citadas anteriormente, **GIGLIO e Grande Rio Ambiental**.

Existem também diversas iniciativas de produção de sabão artesanal independentes com foco na economia solidária; para promover emprego e renda para população carente. Por exemplo, o **Projeto ambiental e de geração de renda “Recicle óleo”** da Associação Pracatum Ação Social em Salvador e, o Projeto **“ECOSABÃO”** da Associação dos moradores do Bairro do Batel – AMBB, na cidade de Antonina, no estado do Paraná.

Sabão Catarina⁴⁸

A indústria de produtos de limpeza Catarina situada no município de Arabutã- SC, foi fundada em 1997 com objetivo de fornecer sabão para comunidade local. Atualmente, atua em toda a região sul do Brasil e possui uma variada linha de sabões para limpeza doméstica.

O óleo de cozinha usado é uma das matérias-primas utilizada para a produção do sabão. A empresa apoia o projeto social “Óleo: uma sujeira que limpa”, realizado em parceria com as escolas do município de Arabutã com o objetivo de conscientizar alunos, familiares e funcionários sobre o descarte correto do óleo e estimular a recuperação. O óleo coletado nas escolas é trocado por material de limpeza.

Sabão Juá⁴⁹

Fundada em 1989 em Ipaumirim no estado do Ceará, a Sabão Juá, hoje com a fabrica de sabão em Juazeiro do Norte, oferece uma linha de produtos de limpeza do lar tanto no Ceará como nos estados vizinhos. A empresa,

⁴⁸ Fonte: <http://www.sabaocatarina.com.br/pt/#home>. Acesso em 28 de janeiro de 2019.

⁴⁹ Fonte: <https://www.sabaojua.com.br/index.html> Acesso em 28 de janeiro de 2019.

comprometida com responsabilidade socioambiental, possui o projeto Eco Juá: um ato de amor à natureza.

O projeto se propõe a reverter o valor do custo da matéria-prima, o óleo de cozinha usado obtido em doações, para o Instituto de Apoio à Criança com Câncer – IACC. A empresa coleta o óleo de cozinha usado, tanto de pessoa física quanto jurídica, e transforma em produto de limpeza.

Recicle Óleo⁵⁰

O Recicle Óleo é um projeto da Associação Pracatum Ação Social e da Secretaria do Trabalho, Emprego, Renda e Esporte – SETRE. O projeto é constituído por um conjunto de ações que objetiva a inclusão produtiva das mulheres na fabricação de sabão e refinamento do óleo residual para produção de biodiesel; tem apoio do Sebrae, parceria com a Associação das Baianas de Acarajé (ABAM) e com a Associação de Bares e Restaurantes da Bahia - ABRASEL-BA.

O projeto possui 23 pontos de coleta distribuídos por diversos bairros de Salvador - BA, possui um disque coleta, e atribuí o seu sucesso às parcerias com os agentes geradores do insumo e com os estabelecimentos que disponibilizam espaço para coleta. Em troca do óleo usado os moradores da comunidade recebem barras de sabão; já os estabelecimentos comerciais parceiros, recebem um selo de responsabilidade social e ambiental com o título de “Empresa Amiga do meio-ambiente”.

ECOSABÃO⁵¹

O projeto do terceiro setor ECOSABÃO, além de ter objetivo de preservação ambiental também busca promover renda. A iniciativa consiste na coleta e reciclagem do óleo usado em estabelecimentos comerciais e residências para ser usado na fabricação de sabão. O projeto, além de gerar renda, surgiu como uma oportunidade para conscientizar a comunidade sobre o reaproveitamento do óleo de cozinha residual que é descartado na rede de esgoto e

⁵⁰ Fonte: <http://www.pracatum.org.br/projetos-especiais/recicle-oleo/apresentacao/>. Acesso em 28 de janeiro de 2019.

⁵¹ Fonte: <http://ambbanttonina.blogspot.com/2015/01/projeto-ecosabao.html>. Acesso em 28 de janeiro de 2019.

que contamina a Baía de Antonina, importante estuário marinho do litoral Paranaense (Figura 32).



Figura 32 - Panfleto digital do projeto ECOSABÃO

3.3.7. Contexto internacional de recuperação e reciclagem do OCR

Em uma avaliação do desempenho ambiental de cadeias de suprimentos sustentáveis do ponto de vista da EC realizado em 2017, na Inglaterra, pelos pesquisadores Genovese et al., foi comparada a cadeia produtiva do biodiesel a partir do insumo óleo “in natura” com a partir do óleo residual. A cadeia de suprimentos de reciclagem do OCR identificada pelos autores é similar as delineadas no cenário brasileiro, contudo, a perspectiva da cadeia reversa circular é do interesse da indústria da nova produção, ou seja, da demanda da empresa beneficiadora do resíduo (Figura 33).

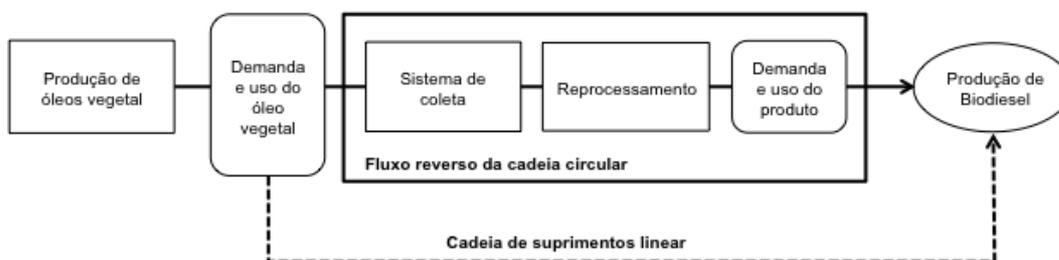


Figura 33 - Cadeia circular da produção de biodiesel
Fonte: Adaptado de Genovese et al. (2017)

Estima-se que a indústria global de biodiesel irá movimentar em torno de US\$ 50 bilhões ao ano a partir de 2026. O negócio de recuperação e reciclagem do OCR, além de colaborar para a redução de resíduos e diminuição da poluição atmosférica, ambas metas do desenvolvimento sustentável, passou a ter

atratividade econômica uma vez que, em função das diretrizes globais de energias renováveis, se tornou a matéria-prima alternativa mais promissora para a produção do biodiesel; biocombustível de fonte renovável, biodegradável e não-tóxico (YAAKOB et al., 2013).

Na Coreia do Sul, por exemplo, o governo tem incentivado o uso do biodiesel para segurança energética desde 2002, contudo, em função de 60% da matéria-prima para o biodiesel ser de óleos vegetais importados, o aumento da contribuição do biocombustível na matriz energética não atendeu a expectativa. Entre os anos de 2007 e 2010 o governo tentou aumentar a produção de sementes oleaginosas para suprir a demanda do biodiesel, mas não obteve produtividade e resultados econômicos positivos tendo então que reduziram as metas de inclusão do biodiesel na matriz energética (CHO et al., 2015).

Desde então, o governo estabeleceu da Coreia do Sul incluiu o OCR como uma matéria-prima alternativa para produção do biodiesel e, por meio de medidas legais, obriga residências, restaurantes e o setor de serviços alimentares, a descartarem o resíduo separadamente e terem a coleta realizada por empresa especializada. Isto aumentou em 7 vezes a quantidade de OCR coletado anualmente, assim como aumentou de 26% para 31%, a participação do OCR como matéria-prima para produção do biodiesel (Figura 34) (CHO et al., 2015).

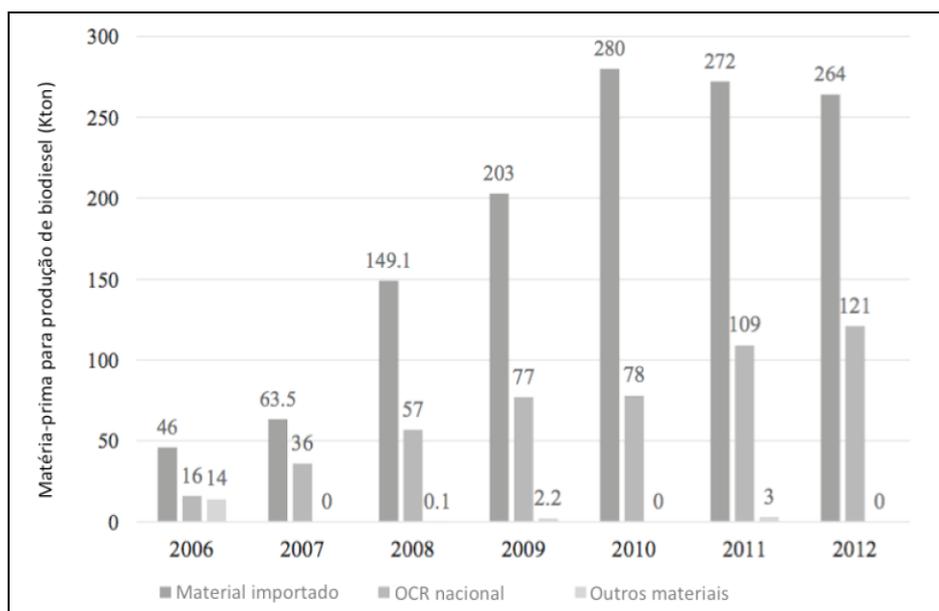


Figura 34 - Matéria-prima para o biodiesel na Coreia do Sul
Fonte: CHO et al. (2015)

As taxas estimadas pelo governo coreano de coleta são: 78,6% em restaurantes, 98% em as instituições de serviços de alimentos e 18,6% no setor doméstico. A justificativa do governo para as baixas taxas do no setor doméstico é a dificuldade de fiscalizar o descarte incorreto e aplicar as multas devidas. Além disto, os recicladores têm evitado a coleta domiciliar em virtude dos baixos volumes recuperados e pela falta de rentabilidade. Ainda assim, o governo tem estudado dar incentivos para residências que participarem da coleta de OCR (CHO et al., 2015).

Já no México, segundo Sheinbaum et al. (2015), embora exista regulamentação para o limite de disposição de gordura em redes de esgoto a legislação é raramente cumprida e a maior parte do OCR gerado é disposto de forma incorreta. Aponta também que, embora exista disponibilidade de OCR no México para produção de biodiesel, não existem incentivos do governo e que um Programa de coleta de OCR, além de reduzi a poluição iria contribuir com a produção de biodiesel.

Na União Europeia, desde 1975, a Diretiva 75/439 determina que o tratamento dos resíduos de óleo seja realizado de forma diferenciada e ambientalmente correta. Associado a isto, em comprometimento com a redução da emissão de GEE e com o desenvolvimento sustentável, a Diretriz 2009/28 promove o uso de energia de fontes renováveis na qual o biodiesel é uma das alternativas. Permite também que residências, comunidade e outros agentes de negócio sejam produtores de energias limpas (COM, 2018). Portanto, isto acelerou o crescimento de negócios para recuperação e reciclagem de OCR.

No entanto, mesmo que alguns países da UE como Alemanha, Áustria, Bélgica e Holanda tenham sistemas de coleta de OCR eficientes, em Portugal, por exemplo, das 77 mil toneladas de óleos disponíveis no mercado, apenas 23 mil são recicladas. Estima-se que os usuários domésticos descartem 15.000 toneladas de OCR nos esgotos, e o setor hoteleiro e os serviços de alimentação, que deveriam, por lei, dispor o resíduo corretamente, descartam outras 19.000 toneladas. Diante disto, as empresas produtoras de biodiesel no país importam de

outros países milhões de litros de resíduos⁵².

A *European Waste-to-Advanced Biofuels Association* – EWABA⁵³ é a organização que representa os interesses dos coletores de OCR e produtores de biocombustíveis a partir de resíduos na União Europeia (UE). A associação tem a missão de promover a inclusão do biodiesel produzido a partir de resíduos na matriz de combustíveis da UE como uma solução sustentável para redução da emissão de carbono da frota de transportes. A proposta de negócio para seus membros envolve a coleta, o processamento e a produção de biodiesel e, produção de biogás com os resíduos alimentares do OCR, conforme mostra a Figura 35.

Algumas das empresas de recuperação e reciclagem de OCR membro da associação são: a empresa inglesa **OLLECO**, a austríaca **Münzer Bioindustrie** e a portuguesa **HARD-LEVEL**, cujos modelos de negócio estão apresentados a seguir. Também, entre as empresas membro, está a **GREENEA**, corretora de biocombustíveis de resíduos.

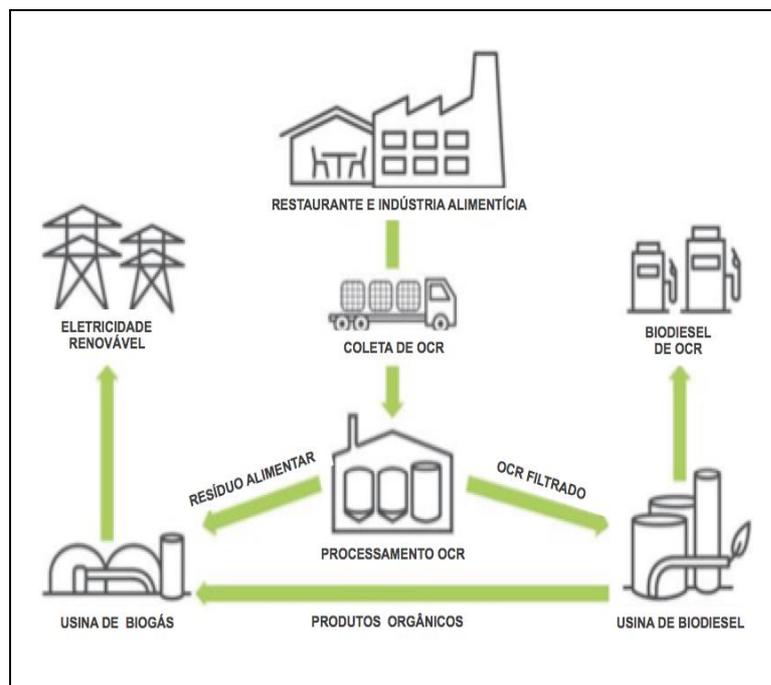


Figura 35 - Proposta de negócio da EWABA

Fonte: www.EWABA.eu.

⁵² Fonte: <https://www.publico.pt/2017/08/24/economia/noticia/empresa-de-biodiesel-compra-no-estrangeiro-oleo-que-portugueses-deitam-no-esgoto-1783211>

⁵³ Fonte: www.EWABA.eu

OLLECO⁵⁴

A empresa inglesa OLLECO, uma das finalistas do prêmio “CIRCULARS”⁵⁵, atua como um agente de coleta e reciclagem do óleo de cozinha residual. A missão da empresa é recuperar recursos da indústria alimentícia por meio de um modelo de negócio de ciclo virtuoso composto por processos de suprir, coletar e transformar o OCR e resíduos alimentares em energias renováveis: biogás e biodiesel (Figura 36). Com negócio diversificado, a empresa, além de coletar resíduos, comercializa e entrega uma variedade de óleos vegetais, gorduras saturadas para cozinha e tanques de estocagem de OCR automatizados com objetivo de aumentar a segurança do manuseio do óleo de fritura.

A empresa atua no Reino Unido e na Irlanda; utiliza frota e mão de obra própria para entrega dos produtos e coleta dos resíduos e oferece para os clientes os recipientes para estocagem do OCR ou recomenda que sejam colocadas nas próprias embalagens do óleo vegetal adquirido. Após a coleta, o OCR é encaminhado para um dos 3 locais de processamento: Southampton, Wales e Liverpool, de onde são levados para a planta de produção de biodiesel localizada em Liverpool, aberta em 2012.



Figura 36 - Ciclo virtuoso da Olleco⁵⁶

⁵⁴ Fonte: <https://www.olleco.co.uk/>

⁵⁵ O prêmio “Circulars Award” é uma iniciativa do *World Economic Forum* que permite os ganhadores participarem do Fórum anual, juntamente com outros empreendedores e líderes. O Prêmio foi criado para homenagear os negócios, organizações e indivíduos que contribuem com o desenvolvimento da Economia Circular. (Fonte: <https://www.olleco.co.uk/media/news-listing/2018/12/06/olleco-shortlisted-for-the-world-s-leading-circular-economy-awards>)

⁵⁶ Fonte: <https://makewealthhistory.org/2015/02/06/ollecoc-circular-economy-cooking-oil/>

O apelo comercial da empresa é que grandes geradores reduzam o custo com disposição final de resíduos orgânicos e estejam, ao mesmo tempo, comprometidos com a reciclagem; oferecem também toda documentação legal que os estabelecimentos necessitam para disposição dos resíduos. Para os geradores domiciliares, a empresa possui pontos de entrega voluntária.

Münzer Bioindustrie⁵⁷

A empresa austríaca fundada em 1991 inicialmente atuava com disposição de resíduos líquidos. A partir de 1999 entrou no mercado de biocombustíveis a partir de resíduos e atualmente tem como lema a frase “*Energy from waste*”. A Münzer tem um modelo de negócio que contempla serviços e produtos diversificados; comercializa óleo de cozinha e solvente de limpeza de gorduras, coleta e recicla o OCR e resíduos alimentares e faz serviços de limpeza de sistemas de separação de gordura, conforme ilustrado na cadeia de negócio da empresa na Figura 37.



Figura 37 - Fluxo da reciclagem da Munzer

HARD-LEVEL⁵⁸

A HARD-LEVEL energias renováveis é uma operadora portuguesa de gestão de resíduos especializada em óleo alimentar usado; vincula seu sucesso a

⁵⁷ Fonte: <https://www.muenzer.at/en/home.html>

⁵⁸ Fonte: <https://www.hardlevel.pt/index>

um modelo de negócio verticalizado que inicia na coleta seletiva do OCR e vai até sua valorização como matéria-prima para biocombustíveis avançados. A empresa, com base em plataforma de logística, atua tanto em Portugal quanto na Holanda e na Malásia.

A operadora, além de realizar a coleta do OCR em estabelecimentos comerciais, atua com mais 2 tipos de serviço em seu portfólio: limpeza e aspiração de separadores de gordura e limpeza e, higienização de filtros e sistema de exaustão. Para a coleta do OCR de uso doméstico a empresa tem uma parceria com a PRIO Biocombustíveis – rede de postos de abastecimento de combustíveis. Da parceria, surgiu a PRIO TOP LEVEL⁵⁹, joint venture entre as empresas para coleta de OCR e sua utilização na produção de biodiesel. A PRIO garante os pontos de entrega voluntária (PEV) nos postos de abastecimento de combustíveis de onde, o óleo é coletado pela HARD-LEVEL, para posterior pré-tratamento e comercialização para o biodiesel (Figura 38).

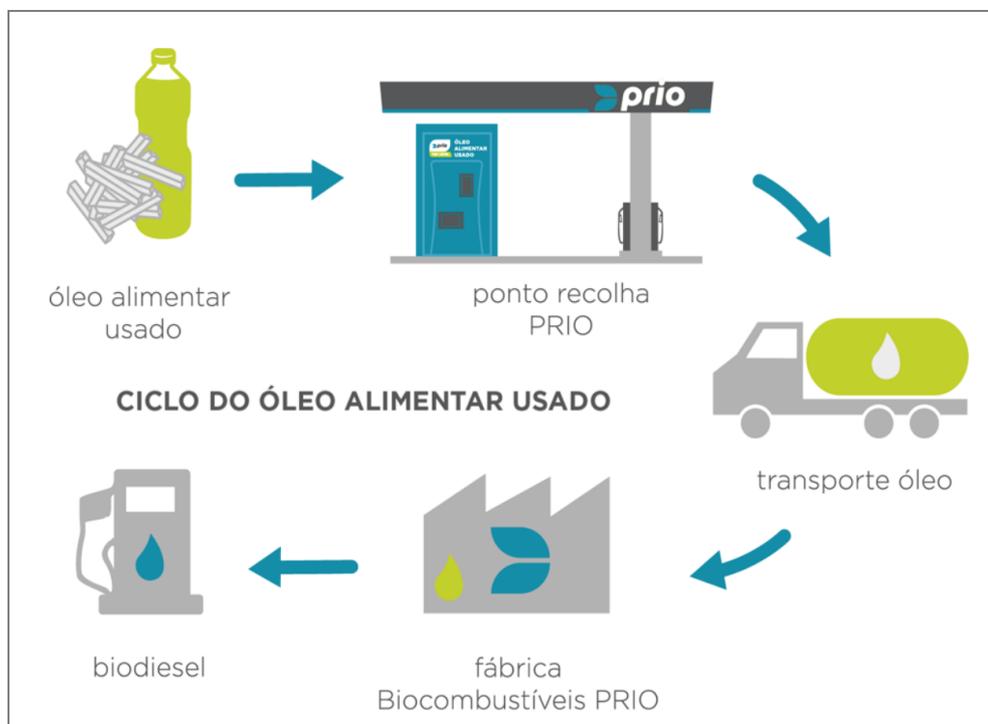


Figura 38 - Fluxo da PRIO Top Level

⁵⁹ Fonte: https://www.prio.pt/pt/prio-top-level_238.html

Para incentivar a captação do OCR de consumo doméstico a joint venture está investindo 3 milhões de euros no projeto, principalmente em campanha educacional e infraestrutura, e projeta ter 850 PEV em Portugal até 2020. Os recipientes, com capacidade de 1,2 litros de armazenagem, são fornecidos gratuitamente aos interessados em participar da campanha e são substituídos por um limpo no momento da entrega voluntária (Figura 39). O coletor do PEV, quando atinge 80% de sua capacidade (200 recipientes), emite um alerta para coleta do óleo.



Figura 39 - Campanha educacional e PEV da PRIO Top Level

O ponto em comum entre os modelos de negócio de recuperação e reciclagem de OCR na União Europeia é que, exceto no caso domiciliar, a coleta o OCR é uma prestação de serviço, demandada por comerciantes e do setor de alimentícios, para cumprir a exigência legal de disposição final ambientalmente adequada. Outro aspecto em comum é a produção do biodiesel - biocombustível de fonte renovável cuja matéria-prima principal, o óleo vegetal, na UE, tem que ser importado para atender a demanda. Além disto, ambas empresas participam de associações estruturadas de biocombustíveis a partir de resíduos e tem certificações de sistemas de sustentabilidade e emissões de gases de efeitos de estufa que atendem aos requisitos da Diretiva de Energias Renováveis da UE.

Além das empresas de reciclagem do OCR, a associação tem como integrante a empresa francesa **GREENEA**⁶⁰. Trata-se de uma agência de consultoria e corretagem de resíduos que são matéria-prima para biocombustíveis e de biodiesel. A consultoria, especialista em negociação de gordura animal, OCR

⁶⁰ Fonte: <http://www.greenea.com/en/>

e outros óleos residuais, atende refinarias, produtoras de biocombustíveis e biogás e óleo-químicas. Também, fornece informações e análises de performance de preço e mercado destes resíduos. A Figura 40 mostra a ilustração que introduz o boletim informativo mensal da GREENEA.

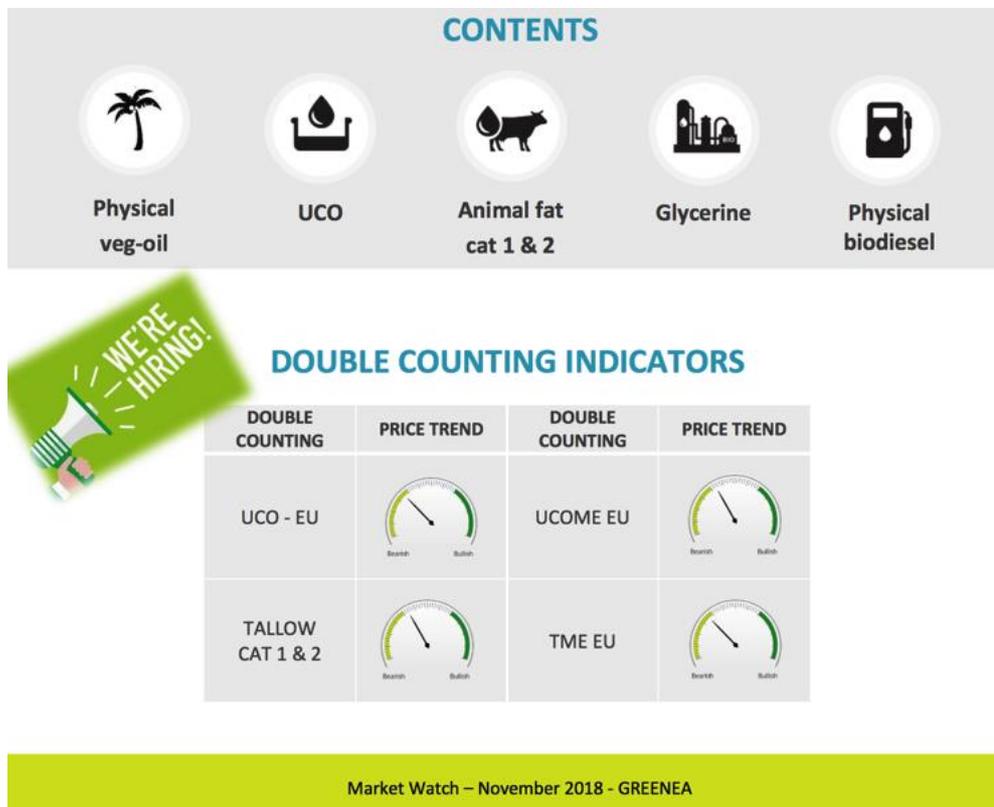


Figura 40 - Painel da GREENEA
Fonte: GREENEA ⁶¹

⁶¹Fonte: <http://www.greenea.com/wp-content/uploads/2018/12/Greenea-Market-Watch-November-2018.pdf>

4. Estudo de caso

O estudo de caso descrito neste capítulo foi iniciado, juntamente com a etapa de exploração do tema da pesquisa, em novembro de 2017 quando a equipe de trabalho da Campanha Rio se Move e Recicla Óleo de Cozinha participou de uma reunião, na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio, com intuito de estabelecer uma parceria para disponibilizar conhecimento sobre a cadeia de reciclagem do óleo de cozinha residual; participaram da reunião representantes da Vice-Reitoria Comunitária e do Núcleo Interdisciplinar do Meio Ambiente da PUC-Rio – NIMA.

O intuito da parceria é de, a partir do conhecimento adquirido, aumentar a eficiência das atividades operacionais - principalmente em logística -, capacitar agentes ambientais e elaborar um planejamento para expansão do negócio a fim de incorporar a etapa de refinamento do óleo para indústria do biodiesel às atividades atuais.

A partir de então, iniciou-se a observação do estudo de caso: acompanhamento das atividades operacionais e visitas às empresas da cadeia de produtiva. Além disto, para coleta de dados da pesquisa foram realizadas entrevistas informais e análise documental. Em fevereiro de 2019, ao término do estudo, foi realizada uma entrevista semiestruturada com o representante da Rede Dom Helder Câmara de Economia Solidária com foco na verificação do quadro teórico da pesquisa.

O relato da verificação empírica está dividido em três partes: contextualização, descrição e dados operacionais e, aspectos da expansão do negócio. Na primeira parte, contextualização, estão descritos os aspectos que envolvem a concepção da campanha, os fatores que motivaram o negócio e os principais atores envolvidos na cadeia produtiva do negócio. Na segunda parte, descrição operacional, a fim de comparar os resultados da verificação empírica com as hipóteses do modelo de negócio da EC, os dados operacionais coletados foram descritos conforme o modelo de negócio de recuperação e reciclagem de ciclo aberto apresentado na teoria por Lacy e Rutqvist (2015); o qual apresenta as seguintes etapas: consumo, canal de recuperação, reprocessamento, comércio e

nova produção. Na terceira etapa, foram abordados aspectos que impactam ou influenciam a expansão do negócio.

4.1. Contexto

“A Campanha Rio se Move e Recicla Óleo de Cozinha consiste numa ação conjunta, promovida pela Igreja Católica da cidade do Rio de Janeiro junto às comunidades eclesiais e grupos sociais sensíveis à causa ambiental, cuja coordenação é exercida pela Rede Dom Helder Câmara com base nos princípios da solidariedade e da sustentabilidade. O ponto principal da é o da mobilização das famílias para recolher o óleo de cozinha usado na produção de alimento familiar e destiná-lo para sua reciclagem”.

A campanha Rio se Move e Recicla óleo de cozinha tem foco na recuperação do óleo de cozinha residual gerado pelas famílias dos fiéis da igreja católica. Ela foi concebida em primeiro de maio de 2017, na Campanha da Fraternidade “Biomás” e representa um “gesto concreto” da Arquidiocese do Rio de Janeiro, em parceria com a Rede Dom Helder Câmara, em prol do meio ambiente e da economia solidária: preceito da Rede Dom Helder Câmara para gerar emprego e renda para pessoas em situação de vulnerabilidade. O compromisso da arquidiocese com a sustentabilidade está em consonância com encíclica papal *Laudato Sí*⁶² (2015), que reflexiona sobre a preservação do meio e o cuidado com a “casa comum”.

A Campanha, que se caracteriza como uma atividade beneficente, firmou também parceria com Secretaria de Estado do Meio Ambiente - SEA por meio do Programa de Reaproveitamento de Óleos Vegetais – PROVE⁶³. O programa do estado do Rio de Janeiro consiste em fornecer, sob demanda pontual, veículo e condutor para coleta e transporte de óleo residual a fim de fomentar a criação de cooperativas de coleta seletiva do óleo residual com foco na geração de emprego, renda e na preservação ambiental.

A campanha, em sua natureza solidária e ético-religiosa, se fundamenta em princípios socioambientais; considera a preservação ambiental a força motriz

⁶² Fonte: http://w2.vatican.va/content/dam/francesco/pdf/encyclicals/documents/papa-francesco_20150524_enciclica-laudato-si_po.pdf. Acesso em: 21 de fevereiro de 2019.

⁶³ Fonte: <http://www.rj.gov.br/web/sea/exibeconteudo?article-id=2894887>. Acesso em: 21 de fevereiro de 2019.

para sua efetivação. Salienta, também, o papel institucional da campanha na colaboração do cumprimento da PNRS:

“a campanha tem interesse de criar a cultura do descarte correto nas residências e restaurantes, proporcionando as condições operacionais e administrativas necessárias para assegurar a logística reversa e o pleno reaproveitamento do resíduo como matéria-prima para a indústria brasileira de biodiesel e de produtos de limpeza e higiene”.

Ressalta, também, o compromisso social da campanha no que tange a geração de emprego e renda: o *“empreendimento de logística reversa tem preceitos de solidariedade e gestão compartilhada e transparente, e objetiva aproveitar mão de obra de moradores de rua e mulheres em condições de vulnerabilidade social”*.

Para os idealizadores da campanha o mote para o sucesso da mesma está na capacidade de envolver, motivar e mobilizar, tanto os fiéis para destinarem o óleo à paróquia, quanto as organizações que atuam como PEV, em sua maioria, paróquias. Dentro deste contexto, baseado na perspectiva da “relação solidária”, ou seja, relação na qual todos os envolvidos percebem alguma vantagem, foi estabelecido o critério de distribuição da renda da comercialização do óleo: 50% para o PEV, 25% para logística, 15% para administração e, 10% para um fundo da campanha. O critério tem caráter simbólico e não foi idealizado com base em premissas econômicas.

O capital inicial destinado ao negócio viabilizou: a compra de um veículo tipo Van, para transporte de pessoas e do óleo, a fabricação do material de campanha: estante, cartazes e banners; a compra de bombonas de 20 litros para armazenagem do óleo nos PEV; e a fabricação de 20.000 coletores individuais de 600 ml para a acondicionamento do óleo nas residenciais e transporte até o PEV. Os custos de operação do primeiro ano da campanha de coleta do óleo foram custeados por outros dois projetos, dentre os dezoito projetos da arquidiocese, que também ficaram sob coordenação da Rede Dom Helder Câmara de Economia Solidária.

Portanto, a infraestrutura constituída para operacionalizar o negócio conta com o veículo tipo van, que é compartilhado com outros projetos, com o material de campanha e com um espaço físico - central de armazenagem - cedido pela

catedral do Rio de Janeiro aonde é armazenado o óleo coletado, até a data de comercialização, e feita a limpeza das bombonas e da van. A mão de obra para o projeto é voluntária ou recebe remuneração simbólica inserida nos 15% destinados à administração.

As atividades da campanha são: prospecção de agentes para atuarem como PEV, capacitação técnico e ambiental dos agentes para garantir a qualidade e a legalidade das atividades, coleta, armazenamento, transporte e comercialização do óleo de cozinha usado. A fim de prover transparência para a campanha, equipe também se compromete em fornecer relatórios bimestrais com indicação do volume do óleo coletado e a origem da destinação dada.

As atividades ocorrem de duas formas: pontual, quando do estabelecimento de um PEV, ou seja, quando acontece a prospecção e o treinamento dos agentes do PEV; e de rotina, na qual ocorre a coleta do óleo, o armazenamento na catedral e o transporte até o ponto de comercialização. Também, de forma rotineira, são elaborados os relatórios e realizados os movimentos financeiros repasse de verba para o PEV.

Os atores presentes na cadeia produtiva do negócio são: os consumidores – doadores do óleo, os PEV, a Campanha Rio Se Move e Recicla Óleo de Cozinha, representando as instituições: Arquidiocese do Rio de Janeiro e Rede Dom Helder Câmara, o PROVE, e os receptores do óleo de cozinha residual.

4.2. Consumo

A Campanha Rio Se Move e Recicla Óleo de Cozinha, em sua concepção inicial, teve foco no recolhimento do óleo de cozinha usado dos fiéis da igreja católica. A iniciativa oportuniza a logística dos fiéis até às paróquias á logística de entrega do óleo no PEV (localizado dentro da própria igreja ou paróquia). Atualmente, a campanha também coleta óleo usado de consumidores que entregam o óleo em instituições de caridade, supermercados e condomínios.

Para os organizadores da campanha, os consumidores de óleo de cozinha não são comprometidos com o descarte correto; na percepção deles, existem duas motivações claras para que um consumidor destine corretamente o óleo de

cozinha usado: ética-religiosa e econômica. A primeira, ético-religiosa, se caracteriza por meio de valores humanitários dentre os quais o indivíduo sinte-se recompensado pelo seu ato, que este perceba que está realizando uma ação positiva, pertencendo a um grupo que está agindo para um bem coletivo maior; a segunda, a econômica, trata de trocar o óleo por uma recompensa, que pode ser monetária ou troca por algum material ou produto.

Para o representante da Rede Dom Helder Câmara, no caso das paróquias, ou outras instituições nas quais a entrega do óleo é voluntária, por meio de doação e por motivos ético-religiosos, o mecanismo para manter os volumes de óleo recuperado é a capacidade de mobilização; manter a comunidade envolvida, demonstrando resultados, realizando eventos para reforçar a ação. Caso contrário, é natural que a campanha perca fôlego e os volumes de recuperação caiam.

Outro meio pelo qual a campanha motiva o consumidor é entregando um coletor individual que habilita o acondicionamento do óleo usado no ambiente doméstico; e facilita o transporte até o PEV. O coletor individual tem capacidade de 600 ml; no momento da entrega do coletor o participante fornece dados pessoais para cadastro, com objetivo de obtenção de dados para controle da campanha, e assina uma Declaração de Compromisso com o Meio Ambiente conforme apresenta a Figura 41 (ANTUNES, 2018).

No caso de motivação econômica, um exemplo incide em um supermercado que atua como PEV da campanha. Na entrega de um litro de óleo de cozinha usado o consumidor recebe R\$ 0,50 em desconto nas compras. Este valor representa aproximadamente os 50% do valor da renda da venda do óleo que a campanha destina para o PEV, logo, o supermercado não tem custo com a iniciativa e, espera com a iniciativa, fidelizar os clientes.

Outras iniciativas de coleta de óleo que tem motivação econômica são as de troca do óleo usado por sabão e produtos de limpeza. Nestes casos, o óleo que seria destinado para a campanha ou para a indústria do biodiesel, é revertido para empresas de coleta da indústria de sabão em troca de matérias de limpeza, como é o exemplo do PEV da Pastoral Universitária Acadêmica da PUC-Rio (ANTUNES, 2018). Para a indústria de sabão esta prática é vantajosa pois recupera a matéria-prima a baixo custo, sem incidência de impostos e ainda, fideliza o cliente.



Figura 41 - Cadastramento de participantes da campanha
Fonte: ANTUNES (2018)

No caso dos estabelecimentos comerciais de pequeno porte e condomínios, visto que não há obrigatoriedade legal de destinar o óleo adequadamente no Rio de Janeiro, e uma vez que a legislação recomenda, mas não obriga, o descarte correto, e não há fiscalização ou punição em caso de descarte em redes de esgoto ou galerias pluviais, “a motivação para solicitação da coleta de óleo usado se dá para evitar gastos com reparos de tubulações entupidas”.

4.3. Canal de recuperação

O canal de recuperação da campanha agrupa os seguintes atores e atividades: o PEV, a coleta e o transporte até a central de armazenagem – catedral metropolitana - e posteriormente, o transporte até a indústria de reciclagem, ponto aonde ocorre a comercialização do óleo usado.

A prospecção dos PEV acontece por meio de parcerias institucionais entre as paróquias (da cidade metropolitana do Rio de Janeiro) e a Arquidiocese do Rio de Janeiro ou com a Rede Dom Helder Câmara. Também, por relações pessoais dos integrantes da campanha, com instituições beneficentes, associações e estabelecimentos comerciais. Para os organizadores da campanha, o vínculo

peçoal com o responsável do PEV e o envolvimento deste com a causa, são os fatores que facilitam a implementação do ponto.

Outros fatores que influenciam a instauração do PEV são, no caso das paróquias, a realização do gesto concreto em prol do meio ambiente; ficando assim alinhado com os preceitos da Laudato Sí, e a oportunidade de promover uma iniciativa pela sustentabilidade, sem investimento, sem custo e sem esforço operacional. Por outro lado, um dos fatores que dificulta a aceitação é o receio de descontinuidade da iniciativa acarretando na falta de credibilidade para o responsável pela paróquia.

O PEV recebe infraestrutura para coleta e armazenagem do óleo e capacitação de agentes para lidar com a campanha. No início da campanha, o PEV recebe um Kit da Campanha com uma placa de identificação da campanha, 1 estante, 4 bombonas de 20 litros, 1 funil, 100 coletores individuais, 10 bombonas de 5 litros e 1 banner - o funil ajuda na transposição do óleo do coletor individual para a bombona (Figura 42). Também, recebe modelos da Declaração de Compromisso com o Meio Ambiente, Bloco de Controle de coleta do óleo e do Termo de Recebimento do Material.



Figura 42 - Kit campanha para o PEV
Fonte: Rio se Move e Recicla Óleo de Cozinha

No ato do lançamento da campanha no PEV, quando são entregues os materiais, o responsável do PEV assina um “Termo de adesão e compromisso com o meio ambiente” e passa a fazer parte do grupo dos “Amigos da Natureza”. O termo de adesão e compromisso tem o seguinte texto:

“Eu, acima nomeado, devidamente identificado, pelo presente instrumento, formalizo compromisso com o meio ambiente e a preservação dos Rios, lagos e Baía da Guanabara através da adesão à Campanha “Rio se Move e Recicla Óleo de Cozinha”, assegurando esforços para evitar que o óleo de cozinha usado seja descartado no nas pias, ralos e sistema de esgotamento sanitário ou fluvial da cidade.

Assumo o compromisso de recolher o óleo de cozinha usado nas dependências da empresa, fomentar a coleta junto a servidores, prestadores de serviço e beneficiários e fazer a entrega do Óleo Coletado para a Campanha “Rio se Move e Recicla Óleo de Cozinha” realizada em pela Rede Dom Helder Câmara de Economia Solidária em Parceria com a Secretaria Estadual do Ambiente – SEA/INEA, Arquidiocese de São Sebastião do Rio de Janeiro, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro”.

Na maioria dos casos, o PEV tem capacidade de estocagem de óleo de 80 litros. A orientação é de que, ao alcançar 60 litros, seja feita a solicitação de coleta, por meio de ligação telefônica, para a equipe da campanha. No ato da coleta é preenchido o bloco de controle de coleta, no qual constam dados dos agentes de coleta e do volume coletado. Não há um sistema de logística que otimize a rota de coleta. A organização das datas e dos roteiros é feita manualmente e atende aos critérios de disponibilidade do veículo e do motorista, o qual é voluntário. Portanto, existe um tempo entre a solicitação e a coleta que é aleatório.

Outros limites operacionais influenciam a coleta, por exemplo, a distancia entre as igrejas e outras instituições que participam da campanha, a capacidade de armazenagem no PEV, a capacidade de carga do veículo e a diversidade física dos locais onde é armazenado o óleo nos PEV, ou seja, tem localidades que é possível acessar com veículo grande, outras com veículo pequeno e outras sem acesso para veículo. Outra questão é a reposição de bombonas no PEV - quando as bombonas cheias são retiradas, bombonas limpas são deixadas no lugar; isto depende de disponibilidade de mão-de-obra voluntária para lavar as bombonas.

No início da campanha, o veículo do PROVE era utilizado em alguns casos para coletar o óleo, contudo haviam alguns limitantes: disponibilidade do

veículo nas datas desejadas e do motorista designado pelo PROVE, além dos interesses políticos que envolvem o programa do estado. Portanto, a campanha passou a operar somente com o veículo próprio: a van.

Em maio de 2017, primeiro mês da campanha, faziam parte do projeto 9 instituições que atuavam como PEV: 4 paróquias, 4 instituições beneficentes e a PUC-Rio. No final de 2017 eram 23 e, em julho de 2018, 34 instituições: 17 paróquias, 9 instituições beneficentes, 3 instituições de ensino, 2 condomínios, 2 supermercados e 1 comércio de alimentos. Atualmente, existe demanda das instituições para se tornarem PEV, contudo, os limites operacionais não permitem expansão.

O volume de óleo recuperado no mês de maio de 2017, foi de 520 litros; em média 57.7 litros por PEV. Em dezembro de 2017 foi de 1.200 e, em junho de 2018, foi de 1.351 litros; a média de coleta por PEV foi de 39.6 litros. Embora o volume de óleo recuperado tenha crescido no período, a proporção não acompanha o crescimento da quantidade de PEV. Enquanto o número de PEV cresceu 3.7 vezes, o volume coletado aumentou em 2.6 vezes.

Como os limites operacionais interferem na capacidade de coleta, outra análise pode ser aplicada aos volumes recuperados: volume de coleta versus número de coletas realizadas no mês. Em maio de 2017 foram realizadas 7 coletas no mês, ou seja, média de 74.3 litros por PEV. Em junho de 2018, foram realizadas 9 coletas, média de 150 litros por coleta. Logo, o aumento do volume foi condicionado a capacidade de recuperação do PEV.

Com relação a garantia de escala, analisando 7 pontos de coleta que estão na campanha deste o primeiro mês, não é possível identificar um padrão ou estimar um volume constante de recuperação. A Tabela 4 mostra os volumes coletados nos 7 pontos no período de maio de 2017 a junho de 2018. A letra P foi designada para as instituições que são paróquias, a letra B, para instituições beneficentes e, a letra E, para instituição de ensino.

Tabela 4 - Volume de óleo coletado (litros)

Mês	P. 1	P. 2	P. 3	P. 4	B. 1	B. 2	E.1
Mai	165	20	0	0	190	80	20
Jun	0	0	0	0	40	80	0
Jul	123	140	0	0	122	0	0
Ago	0	100	0	30	125	80	40
Ser	160	116	348	134	182	120	40
Out	95	225	121	81.5	75.5	57	40
Nov	60	100	165	110	55	60	0
Dez	107	170	0	0	200	0	60
Jan	107	165	161	0	0	0	100
Fev	0	0	264	120	0	0	0
Mar	120	240	0	0	40	100	0
Abr	88	0	227	100	0	20	145
Mai	0	240	0	0	44	0	0
Jun	0	0	230	0	0	0	98

O óleo coletado nos PEV é armazenado em um espaço físico na catedral metropolitana, no centro da cidade do Rio de Janeiro. A capacidade de estocagem é condicionada à capacidade de transporte do veículo: 1.500 litros. Quando atinge este volume, a equipe faz a programação para transporte das bombonas, ainda de acordo com a disponibilidade do veículo, até as indústrias de reprocessamento do óleo; local no qual ocorre a comercialização.

As empresas selecionadas para entrega do óleo usado foram indicadas pelo PROVE. A indicação não foi condicionada ao tipo de reaproveitamento que seria feito do óleo; foram fornecidas três opções de “locais” para destinação. A princípio, o critério de escolha para qual empresa seria destinado o óleo foi a melhor oferta de compra visto que, o preço do óleo usado tem variação diária.

Após alguns meses de experiência, a campanha fidelizou a entrega do óleo à empresa JW Dias Comércio de Óleo Vegetal e Gordura, localizado no bairro de Bonsucesso. De acordo com os participantes da campanha, alguns aspectos, que não foram encontrados nos demais receptores, influenciaram a escolha da empresa como receptor padrão: “logística de acesso, limpeza e eficiência no manejo, segurança e, o mais importante, formalidade”.

É fundamental para a campanha que exista formalidade e transparência em todos as operações realizadas a fim de que todos os atos possam ser documentados e reportados aos participantes da campanha. Diferente do cenário

de informalidade e insegurança que a equipe encontrou em outros fornecedores, a JW Dias, além de situar-se em uma localidade de menor risco, em termos de violência urbana, tem a prática de fornecer recibos formais de compra e venda.

4.4. Reprocessamento e nova produção

A Campanha Rio se Move e Recicla Óleo de Cozinha destina o óleo residual à uma empresa de pré-tratamento do óleo, que posteriormente, comercializa o óleo para a indústria do biodiesel ou de produtos de limpeza.

Em visita realizada à empresa receptora do óleo, no momento de entrega do óleo coletado, não foi possível tirar fotos ou fazer questionamentos. Como também não houve resposta ao questionário enviado posteriormente ao representante técnico da empresa. Durante a visita foi possível identificar que existem tanques onde ocorre a retirada de sólidos, e um tanque de aquecimento para retirada de umidade. Não foi possível identificar quais operações são realizadas para reciclagem do óleo ou os parâmetros que são atendidos para entrega na indústria de sabão ou para indústria do biodiesel.

Posteriormente, em uma consulta telefônica feita a JW Dias, foi informado por uma funcionária que a empresa coleta e beneficia óleo de cozinha usado tanto para indústria do biodiesel quanto para produção de sabão. A Cesbra, usina de biodiesel localizada em Volta Redonda, é uma das indústrias de biodiesel onde o óleo é encaminhado.

Também foi informado no contato telefônico sobre o sistema de coleta da empresa; tem-se estabelecido um volume mínimo de 40 litros de óleo para coleta da própria JW Dias. Os principais clientes são hotéis e estabelecimentos comerciais. A empresa troca o óleo coletado por produtos de limpeza das marcas Minuano e Limpol; produtos que eles mesmos adquirem. Também compram o óleo que eles coletam, neste caso, pagam entre R\$ 0.70 e R\$ 0.80 o litro, a depender da tabela de preço do dia. O preço pago pelo óleo que entregue por organizações de coleta no local da empresa em Bonsucesso, segundo informado pela empresa em contato telefônico, “não pode ser passado por telefone”.

Durante o período de observação do estudo de caso, foi realizada uma visita para prospecção de um novo agente beneficiador para comercialização do OCR. Na visita pôde-se conhecer as instalações da usina de reciclagem do óleo de cozinha residual e conhecer o processo de beneficiamento. A visita foi na empresa Grande Rio Ambiental, citada anteriormente neste trabalho, no capítulo 2.3.5.2, como exemplo de negócio de coleta e reprocessamento do OCR e parte do grupo fabricante de produtos de limpeza.

Em termos de negócio, a Grande Rio Ambiental não é atrativa pois não adquire o óleo usado, somente troca por produtos de limpeza que são fornecidos pela empresa do grupo, a qual é fabricante dos produtos de limpeza. Em termos de conhecimento de tecnologia de reciclagem do óleo residual, foi possível verificar, por meio de entrevista informal com o representante da empresa, alguns aspectos da operação de pré-tratamento do óleo. Não foi fornecido pelo supervisor de qualidade os parâmetros físico-químicos que são atendidos para entrega do óleo na indústria do sabão e do biodiesel, contudo, foi informado que são diferentes e que a exigência de padrão de pureza e qualidade da indústria do biodiesel é maior que a do sabão.

A empresa é autorizada pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais – IBAMA para coletar e transportar resíduos; realiza coleta na região metropolitana do Rio de Janeiro, exceto em áreas de risco; utiliza 3 veículos Fiorino, com capacidade de 750 litros, e 1 Furgão com capacidade de 1500 litros. As rotas de coleta são estabelecidas pelo setor de logística; em média são atendidos 10 pontos de coleta por dia. O prazo entre a solicitação e a realização da coleta é de 7 dias úteis.

A indústria tem capacidade para tratar, por vez, 40.000 litros de óleo. Dois tanques de estocagem de 20.000 litros. O óleo recebe tratamento mecânico para retirada dos sólidos; e térmico para redução da umidade. Foi informado também que, no caso de exceder o volume de óleo requerido para indústria de produtos de limpeza, o óleo passa por um processo de clarificação, e é encaminhado para indústria do biodiesel. As especificações de umidade e pureza do óleo, para cada uma das indústrias de nova produção, são determinadas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA.

Em termos de nova produção, foi realizada uma entrevista informal, com um representante da usina de biodiesel CESBRA, localizada no município de Volta redonda, no estado do Rio de Janeiro, com objetivo de identificar os fatores que influenciam a produção de biodiesel a partir do óleo de cozinha residual. Foram citados três fatores que dificultam a utilização do OCR para produção de biodiesel: qualidade do óleo entregue na usina, garantia de escala e concorrência com o óleo in natura.

4.5. Comercialização

A comercialização do óleo para empresa JW Dias é feita em média 1.1 vez ao mês. A empresa receptora estabelece o mínimo de 300 litros para pagar um “valor melhor”. A média mês do volume entregue pela campanha, entre janeiro e setembro de 2018, foi de 1.001 litros. O valor monetário obtido, conforme apresentado no critério da campanha para distribuição da renda com a venda do óleo é: 50% para o PEV, 25% para logística, 15% para administração, e 10% para um fundo da campanha.

O preço do óleo residual é variável. Considerando o mesmo comprador, no período entre janeiro de 2018 e setembro de 2018, os preços oscilaram em até 23% conforme mostra a Figura 43. Na opinião dos participantes da campanha a variação ocorre em função da abundância da oferta de óleo coletado. Ou seja, o preço de compra praticado é influenciado pela concorrência com outras empresas de coleta, formais e informais, pelos preços de compra praticado pela indústria do sabão e biodiesel, e pela própria capacidade operacional de coleta.

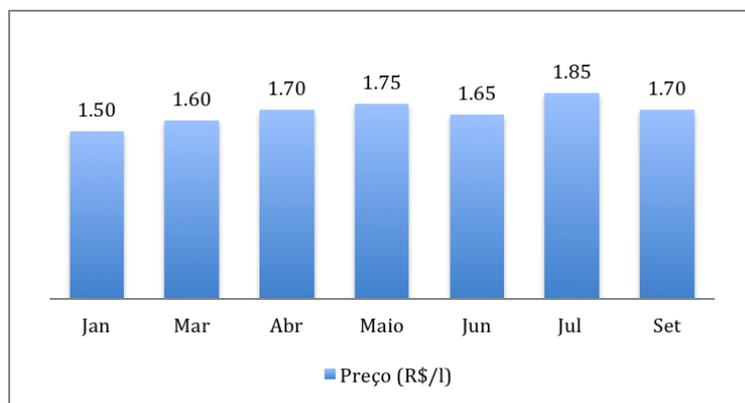


Figura 43 - Preço do óleo residual

Entretanto, ainda de acordo com os representantes da campanha, existem alguns aspectos neste mercado intermediário do OCR que são velados. A “informalidade do setor e os mercados paralelos” não permitem dar transparência aos critérios que definem a composição do preço. Outro aspecto que impacta a composição do preço do OCR, e a comercialização do mesmo, é a realização de atividades não legalizadas e o interesse de algumas partes em manter o setor na informalidade.

Quanto à comercialização subsequente na cadeia, ou seja, da JWDias para as indústrias de nova produção, não foi possível obter informações sobre quais critérios são utilizados para definir a comercialização entre a indústria de sabão e a de biodiesel. A suposição dos coordenadores da campanha é de que a venda esteja condicionada aos melhores preços de compra praticados, no período, por cada uma dessas indústrias.

Em termos de comercialização, ao longo da observação do estudo de caso, surgiu uma diferente proposta do mercado. A empresa alemã *Blackforest Solutions*⁶⁴, especializada em gerenciamento e movimentação de resíduos perigosos que atua na comercialização internacional do óleo de cozinha reciclado sinalizou interesse em comprar o óleo reciclado da Campanha Rio se Move e Recicla Óleo de Cozinha para ser comercializado na União Europeia com objetivo de suprir a indústria de biocombustíveis.

A empresa sugere as seguintes tecnologias para exportação: *flexitank* carregado diretamente em container marítimo de exportação; armazenamento do óleo em *Intermediate Bulk Container* – IBCs para posterior transferência para container com uso de veículo empilhador ou, carregamento dos IBCs diretamente no container marítimo.

Entretanto, a proposta é para a compra do óleo beneficiado, ou seja, atendendo especificações de parâmetros físico-químicos; isto requer a implantação de uma planta para pré-tratamento, o que necessita de investimento em equipamentos industriais, laboratório e disponibilidade de espaço físico. Ainda, ficaria a cargo da campanha a logística para carregamento nos containers no porto.

⁶⁴ Fonte: <https://www.blackforest-solutions.com/>. Acesso em: 25 de fevereiro de 2019.

4.6. Expansão do negócio

Segundo o representante da Rede Dom Helder Câmara, com base em um estudo realizado para a campanha de coleta de óleo, o volume de recuperação de 25.000 litros de óleo residual daria a campanha autonomia financeira, 30.000 litros permitiriam reinvestimento, e 50.000 litros o volume para implementar uma planta de refino – pré-tratamento. Foi com base nestas estimativas que a campanha buscou cooperação da PUC- Rio colaborar com a expansão do negócio.

O foco da campanha é a recuperação do óleo usado por fiéis da igreja católica. A Arquidiocese do Rio de Janeiro possui 266 paróquias. Dentro deste contexto, e de acordo com os dados do controle financeiro da campanha, utilizando o mês de julho de 2018 como referência, no qual participavam da campanha 17 paróquias, a recuperação média de óleo por paróquia foi de 68.52 litros, ou seja, a projeção de recuperação para 266 paróquias seria de 17.428 litros por mês. Logo, para os padrões atuais de capacidade de recuperação de óleo das paróquias, seria necessário ampliar o campo da campanha para outros tipos de instituição, assim como tem ocorrido atualmente.

Ainda assim, mesmo considerando que a campanha tenha capacidade de coleta de grandes volumes de óleo, segundo os organizadores, ainda existem outros fatores que influenciariam a expansão do negócio. Por exemplo, capital para investimento inicial e interesse das indústrias de novas produções, ou seja, interesse no óleo pré-tratado como matéria-prima.

Além destes fatores, a informalidade do setor é considerada também um obstáculo para expansão do negócio; fato que se apresenta na relação de disputa dos “atravessadores”, na manipulação de resultados e na realização de atividades ilegais. Na perspectiva dos colaboradores da campanha, a participação no setor e o sucesso na coleta de óleo, pode ser admitida ao fato do Rio se Move e Recicla Óleo de Cozinha ter caráter “pastoral” e princípios ético-religiosos. Assim, confere à Campanha características menos formais em termos de constituição de negócio e profissionalismo, fato que abranda a participação neste mercado.

5. Discussão

As discussões que compõe este capítulo estão dirigidas a responder o objetivo geral e os objetivos específicos desta pesquisa, ou seja, validar o modelo de negócio da EC adequado ao objeto de estudo; reunir, comparar, criticar e listar as barreiras teóricas para implementação da EC; listar as oportunidades teóricas para implementação de um negócio circular; e investigar a presença das barreiras e das oportunidades para implementação de um negócio de recuperação e reciclagem à luz do conceito da EC.

5.1. Modelo de negócio de recuperação e reciclagem do OCR

Os modelos de negócio sustentáveis se “diferenciam dos convencionais na medida em que a proposta de valor quantifica a dimensão ecológica e a social”; são negócios que criam uma relação com o cliente que vai além da condição comercial; estimulam o consumo consciente, comprometem o cliente com a empresa, compartilham custos e ganhos com todos os envolvidos e contabilizam impactos socioambientais (BOONS & LUDEKE-FREUND, 2013, pg. 13). Em uma visão empresarial, um negócio sustentável reflete em sua política institucional os valores socioambientais com os quais se compromete. Além disso, institui em seu sistema de gestão mecanismos de medição para avaliar o desempenho da organização em atividades que buscam a sustentabilidade (BOCKEN, 2015).

Os modelos de negócio da EC também congregam da visão holística dos negócios sustentáveis, ou seja, foco na obtenção de benefícios sociais, ambientais e econômicos (BOCKEN et al. 2013). Contudo, os mecanismos que a EC propõe para geração de valor estão relacionados à eficiência do uso de materiais e a preservação do capital natural. No sistema industrial da EC a geração de valor está associada à capacidade de ampliar a utilização de recursos por meio de reuso, reaproveitamento ou reciclagem, e pela otimização da cadeia de suprimentos, ou seja, conceitualmente, considera manter os recursos na cadeia produtiva o maior tempo possível com objetivo de fechar o ciclo dos produtos (EMF, 2013; PRENDEVILLE et al., 2014; URBINATI et al., 2017; KORHONEN et at. (2018).

A indústria de reaproveitamento do OCR estudada, diferentemente dos exemplos de negócios internacionais apresentados neste trabalho, se constitui por uma série de pequenos negócios que, por meio de atividades inter-relacionadas, e por meio da formação de redes, se organizam em uma cadeia produtiva que fecha o ciclo do óleo vegetal alimentar. Mesmo em uma avaliação segmentada dos atores desta cadeia, ou dos negócios individuais, estes apresentam comprometimento com as dimensões sociais, ambientais e econômicas, e se enquadram na categoria de negócio sustentável. Já na perspectiva do negócio circular, a geração de valor a partir da eficiência do uso de materiais ou pela preservação do capital natural não ocorre de forma isolada em cada um dos negócios que compõem a rede, mas se concretiza a partir da conclusão das atividades da rede circular.

Os diversos agentes que atuam na reciclagem do OCR⁶⁵ demonstram seu compromisso ambiental quando enaltecem que destinando o OCR para empresas de reciclagem os consumidores estão colaborando com a redução dos impactos ambientais, no solo e na água, a partir da disposição correta do óleo. Na esfera social, considerando as condições socioeconômicas do Brasil, as atividades da indústria da reciclagem, em sua grande maioria, envolvem organizações do terceiro setor, o que promove geração de renda e inclusão social de pessoas em condição de vulnerabilidade. Ou seja, para além do objetivo de ganho financeiro do negócio de recuperação e reciclagem de OCR, o carácter socioambiental de sua atividade fim, denota um tipo de negócio pró sustentabilidade.

A observação da campanha Rio Se Move e Recicla Óleo de Cozinha também denota o comprometimento com as dimensões da sustentabilidade. Entretanto, observou-se que, embora a campanha tenha como prerrogativas a preservação do meio ambiente, a mudança de comportamento do consumidor e a inclusão social de pessoas em vulnerabilidade, o mote para a concepção da campanha tenha sido a oportunidade da movimentação financeira oriunda da comercialização do OCR. Logo, ainda que esteja inserido na sua proposta de valor os elementos planeta e pessoas, ou, os valores ambientais e sociais, estes são benefícios subsequentes, ou subsidiados, pelo ganho financeiro.

⁶⁵ Exemplos citados no subcapítulo 2.3.5 Exemplos de negócios de recuperação e reciclagem de OCR no Brasil.

Também, pôde-se verificar no estudo de caso outras características dos negócios sustentáveis: a influência da organização no consumo consciente, o relacionamento com o cliente e a distribuição de custos e ganhos (BOONS & LUDEKE-FREUND, 2013). A Campanha Rio Se Move e Recicla Óleo de Cozinha, mesmo sendo um dos agentes isolados da rede circular que fecha o ciclo do óleo vegetal alimentar, apresenta as três características citadas.

No que se refere ao consumo consciente, embora a campanha não atue diretamente na questão dos hábitos de consumo, a campanha educa ambientalmente o consumidor, ou seja, as famílias cristãs, por meio da conscientização sobre o impacto do descarte inadequado de resíduos e, portanto, leva o indivíduo a refletir sobre a necessidade de aquisição de um bem de consumo, e sobre os impactos do uso e do descarte destes bens; já quanto ao relacionamento com o cliente, a campanha, em sua natureza solidária e ético-religiosa, estabelece um vínculo de solidariedade com os doadores do óleo por meio do compartilhamento de interesses socioambientais.

Com relação à distribuição de custos e ganhos, a campanha de coleta de óleo estabelece regras claras de responsabilidades operacionais e distribuição de ganhos entre os participantes. Os agentes que atuam como PEV são responsáveis por motivar, recolher e estocar o óleo de cozinha residual. Em contrapartida, o PEV recebe 50% da receita da venda do OCR coletado. De uma maneira geral, nas cadeias reversas avaliadas em estudos teóricos (PITTA JUNIOR et al., 2009; ZUCATTO et al., 2013; (OLIVEIRA & RUIZ, 2014), a distribuição de custos e receita também ocorre em virtude da própria natureza segmentada da cadeia, ou seja, cada ator da cadeia tem seus próprios custos operacionais, como também tem sua receita individual.

Na perspectiva de um negócio circular, ou seja, dentro do conceito do ciclo fechado dos materiais, os valores ambientais dos negócios dos agentes que constituem a cadeia de aproveitamento do OCR estudado não tem uma abordagem abrangente (SUE et al., 2013, PRENDEVILLE et al., 2014, URBINATI et al., 2017); ou seja, não incluem como valores ambientais a eficiência no uso dos materiais, a preservação dos recursos naturais, a otimização do uso do solo na produção de grãos, a eficiência no uso de energia ou o uso dos

recursos hídricos nos processos produtivos. Portanto, conceitualmente, ainda se colocam distantes dos princípios da EC.

Sob a ótica dos blocos construtivos de geração de valor do negócio circular de Lewandowski (2016), o negócio de recuperação e reciclagem do OCR no Brasil, ou os negócios que compõem a rede que fecha o ciclo do óleo vegetal alimentar, denotam os elementos de Logística Reversa e Fatores de Adesão. A primeira, Logística Reversa, foi claramente verificada, como atividade crítica, nos processos operacionais do estudo de caso; já o gerenciamento de fatores internos e externos, que, segundo o autor, sinalizam os desafios para implementação de modelos de negócio inovadores, também foram verificados em todas as etapas de operação da Campanha Rio Se Move e Recicla Óleo de Cozinha, a exemplo da falta de regulamentação do setor, falta de transparência e dos fatores socioculturais que afetam a indústria da reciclagem de materiais no Brasil.

Dentre os modelos de negócio da EC apresentados neste trabalho, foram escolhidos para validação do modelo de negócio da EC os modelos que constituem o beneficiamento do valor residual do produto: modelo de Extensão do valor do produto de Bocken et al. (2016); Devolução ou reuso incentivado da WRAP (2018); e o modelo de recuperação e reciclagem de Lacy e Rutqvist (2015). Nestes modelos, por meio de devolução voluntária ou incentivada, ou por meio de coleta seletiva, os resíduos são transformados em outros produtos ou materiais.

O modelo que apresentou maior detalhamento para orientar o estudo foi o de recuperação e reciclagem de ciclo aberto proposto por Lacy e Rutqvist (2015). Para os autores, neste modelo de negócio, o resíduo passa a ter valor de recurso em um novo ciclo produtivo, logo, além de fechar o ciclo do produto original, agrega valor para a cadeia subsequente. Como consequência, tem-se a otimização do uso dos recursos primários, exclusão de custos com gestão de resíduo, receita de venda do resíduo, redução do impacto ambiental, estabelece uma relação “ganha-ganha” com o cliente e estabelece canais que facilitam o descarte e, reduz o custo de matéria-prima.

Lacy e Rutqvist (2015) condicionam o sucesso deste tipo de negócio à uma série de atividades que, correlacionadas entre si, influenciam o objetivo final; apresentam o fluxo do modelo do negócio com as seguintes etapas: consumo do produto, canal de recuperação, reprocessamento ou beneficiamento,

comercialização e novo ciclo de produção, ou novo produto (vide Figura 12). Para os autores, neste modelo, o conceito da EC pressupõe que os elementos residuais sejam pensados para maximizar lucro na medida em que agregam valor à produção e a venda do produto. Adicionalmente, observam que este tipo de negócio fornece aos consumidores formas simples, e sem custo, para viabilizar a logística reversa.

Para validar o modelo de recuperação e reciclagem de ciclo aberto adequado à cadeia reversa de reaproveitamento do óleo vegetal alimentar foi realizado um estudo da cadeia produtiva de reaproveitamento do OCR e, em função da dinâmica da indústria da reciclagem no Brasil, foi necessário o estudo dos agentes que fecham o ciclo de reciclagem do OCR. A análise se fundamentou nos estudos da cadeia reversa de Pitta Junior et al. (2009), Thode Filho et al. (2013), Zucatto et al. (2013), Oliveira e Ruiz (2014) e Ferreira (2017). Além disto, foram utilizados como referência os exemplos dos agentes da cadeia apresentados neste trabalho.

Sob a perspectiva da demanda do OCR como insumo para uma nova cadeia produtiva, como propõe conceitualmente o modelo da EC, a rede que fecha o ciclo de recuperação e reciclagem do OCR se constitui por diversos atores: estabelecimentos que atuam como Ponto de Entrega Voluntária (PEV), organizações de coleta, indústrias de coleta e reciclagem e indústrias de novos ciclos de produção; neste estudo, os novos ciclos são da indústria de produtos de limpeza e de biodiesel. A Figura 44 mostra o campo de atuação individual, e em rede, de cada agente no ciclo de recuperação e reciclagem do OCR estudada.

Os agentes explicitados no ciclo atuam em redes que se constituem por dois a quatro agentes. A indústria do sabão é uma exceção; além de atuar em rede com os demais agentes, em alguns casos, atua em toda a cadeia reversa. Para isto, constituem grupos econômicos nos quais são incluídas empresas que podem realizar atividade de coleta e beneficiamento do óleo para, posteriormente, fornecer o resíduo beneficiado para fabricação do produto final, a exemplo da Grande Rio Reciclagem Ambiental, empresa do grupo GR higiene e limpeza.

O fluxo do ciclo de reciclagem do OCR quando envolve os quatro agentes ocorre da seguinte forma: o óleo é armazenado nos PEV ou por estabelecimentos comerciais em grandes volumes até alcançar um volume ideal para coleta,

usualmente, volume acima de 40 litros. Este óleo é então coletado por uma organização de coleta, ou por indústrias de coleta e reciclagem; quando coletado diretamente por organizações de coleta, estas comercializam o óleo bruto com as indústrias de coleta e reciclagem. Então, posteriormente a coleta, o óleo é beneficiado e comercializado com as indústrias de sabão ou biodiesel.

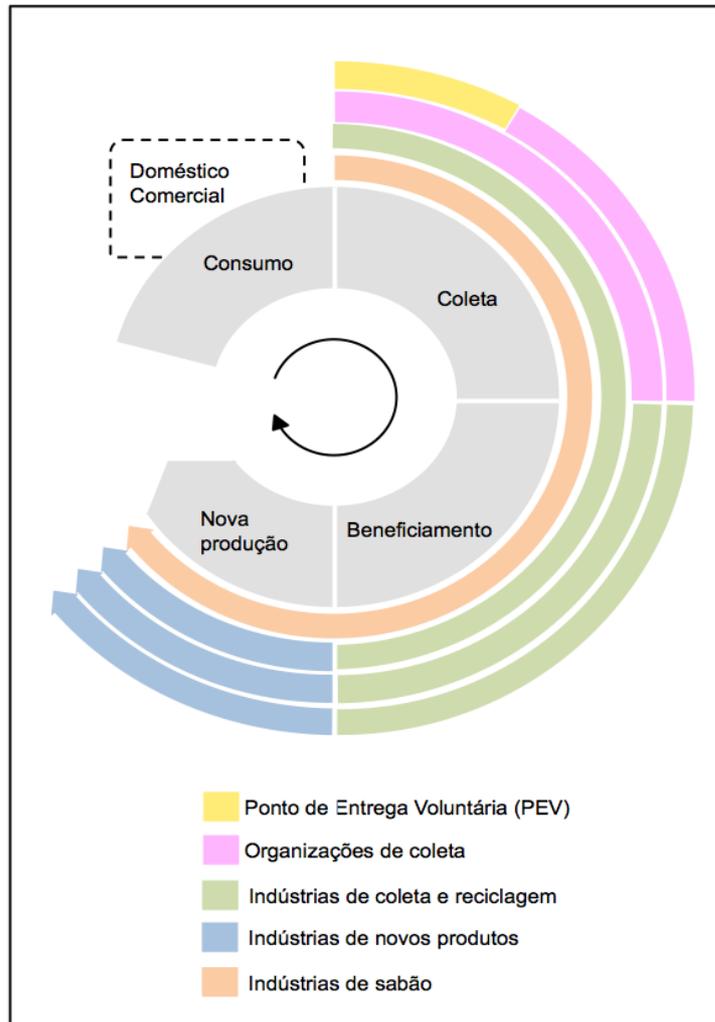


Figura 44 - Agentes do ciclo de reciclagem do OCR
Fonte: própria.

A recuperação do OCR de consumo doméstico ocorre na medida em que os usuários, de forma voluntária, entregam o óleo em um PEV. Este agente é o primeiro elemento do canal de recuperação do óleo domiciliar. Em alguns casos, como o do Rio de Move e Recicla Óleo de Cozinha, a entrega é voluntária, assim como em escolas, universidades e instituições beneficentes, nos quais a motivação da entrega voluntária é o benefício social ou ambiental. Em outros casos, a

entrega voluntária é incentivada. O óleo usado é trocado por produtos de limpeza, cupons de compra ou até mesmo, é comprado em dinheiro.

No caso do consumo comercial do óleo vegetal, visto que os volumes de óleo usado para coleta tendem a ser maiores e, conseqüentemente, são mais atrativos para quem recupera o óleo, a coleta é feita sob demanda; por organizações de coleta ou por indústrias de coleta e reciclagem. Em ambos os casos, mesmo sendo a disposição final do óleo usado um compromisso legal da indústria alimentícia, a coleta não tem custo, pelo contrário, é incentivada. As empresas de coleta fornecem bombonas, ou outro recipiente adequado para armazenamento de grandes volumes de óleo, usualmente, mais de 40 litros; e o óleo é doado, comprado ou trocado por produtos de limpeza.

Conforme relatado no estudo de caso, a motivação dos consumidores comerciais de pequeno porte e de condomínios para destinar corretamente o óleo usado é a redução de danos e a contenção de gastos; ou seja, o descarte correto do óleo evita que o mesmo seja despejado na rede esgoto sanitário, causando entupimento das tubulações e danos na caixa de gordura, fato que gera custo de manutenção.

As organizações de coleta são agentes intermediários na cadeia; usualmente, são organizações do terceiro setor como cooperativas, projetos sociais, organizações não governamentais e programas socioambientais; como é o caso do Rio Se Move e Recicla Óleo de Cozinha. Estes agentes apresentam grande competitividade entre si, possuem infraestrutura escassa, não tem mecanismos de controle e, na maioria dos casos, atuam na informalidade e de forma desordenada; tem objetivos de ganho financeiro com a venda do OCR, mas também, tem o compromisso de gerar renda e inclusão social.

As indústrias de coleta e reciclagem atuam de forma regular; possuem licenças comerciais e ambientais, atendem requisitos legais de transporte de resíduos e, também, possuem infraestrutura operacional adequada para beneficiamento do OCR a fim de atender os parâmetros requeridos para comercialização do óleo para as indústrias dos novos ciclos produtivos, como a indústria de sabão e de biodiesel. A maioria das empresas desta categoria, exemplificadas neste trabalho, buscam profissionalizar o setor de reciclagem do

OCR, entretanto, atuam em rede com os agentes intermediários, ou seja, compram o óleo coletado por organizações do terceiro setor.

As indústrias de novos produtos são as demandantes do resíduo beneficiado. No caso da reciclagem do OCR no Brasil, as maiores indústrias receptoras são do sabão e do biodiesel. Já as indústrias produtoras do óleo vegetal alimentar, não aparecem diretamente como agentes da rede circular de recuperação e reciclagem do OCR. Como visto nos exemplos deste estudo, elas fornecem apoio financeiro, ou infraestrutura, para projetos socioambientais ou organizações do terceiro setor que atuam na coleta de OCR.

O modelo apresentado na Figura 44 se diferencia do modelo proposto por Lacy e Rutqvist (2015) em função da pluralidade de agentes envolvidos no negócio circular de recuperação e reciclagem do OCR estudado. A segmentação da cadeia gera pontos intermediários de comércio do material residual e, portanto, admite em cada transação entre os agentes, uma movimentação financeira que, na mesma medida em que distribui renda em toda a cadeia, mas também dilui a recuperação final de valor do material reciclável.

O modelo proposto na Figura 45 apresenta as etapas do negócio de recuperação e reciclagem do OCR no Brasil e ilustra a rede circular típica que se forma para fechar o ciclo do óleo vegetal residual. Os agentes são: PEV, organizações de coleta, indústria de coleta e reciclagem e, agentes de um novo ciclo produtivo; os quais são os demandantes do material reciclável.

Na EC o modelo de negócio de recuperação e reciclagem se difere do modelo tradicional de reciclagem por considerar o resíduo como recurso na nova cadeia produtiva (LACY & RUTQVIST, 2015). Ou seja, a motivação para o negócio circular não é evitar a disposição final incorreta do resíduo mas gerar valor agregado para um novo produto. Neste sentido, embora a rede circular que compõe o negócio de recuperação e reciclagem do OCR atue para fechar o ciclo do produto, a demanda pelo resíduo como recurso, ainda não é a força motriz para que o negócio se consolide. Por exemplo, a indústria do biodiesel, considerada a força motriz para recuperação do OCR (OLIVEIRA & RUIZ, 2014), não fomenta a cadeia de recuperação do OCR.

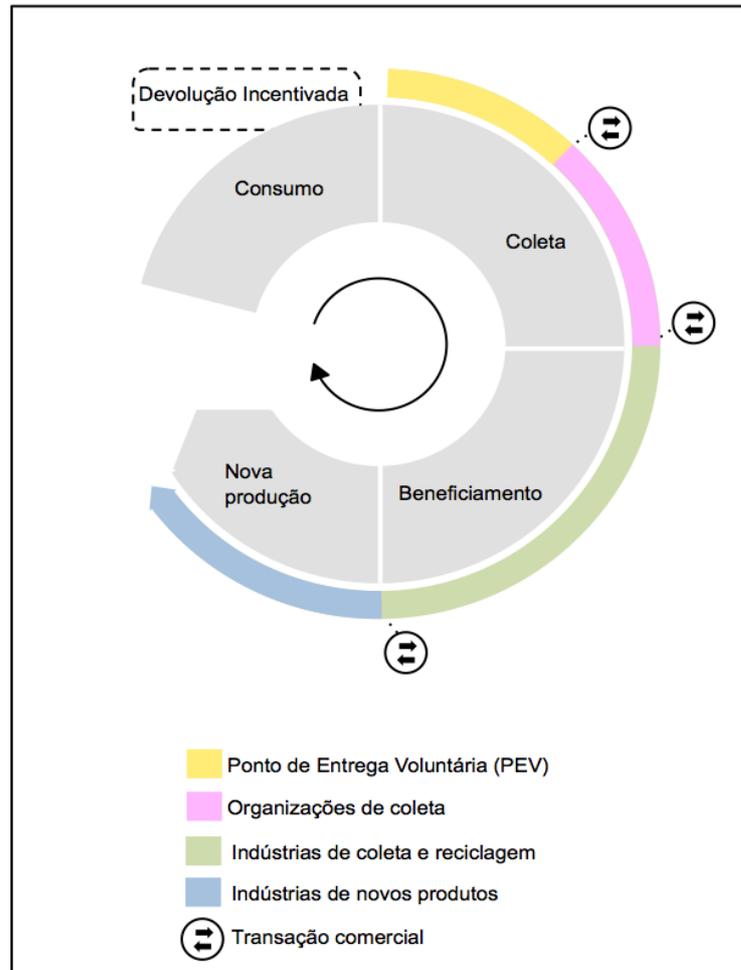


Figura 45 - Ciclo de recuperação e reciclagem do OCR
Fonte: própria.

O modelo de negócio de recuperação e reciclagem proposto neste estudo, desenhado para a cadeia de reaproveitamento do OCR estudado, incorpora à visão da EC para um cenário de formação de rede circular no intuito de fechar o ciclo do produto. Admite, também, a necessidade de pontos intermediários de comercialização para viabilizar a recuperação do resíduo e alcançar o objetivo final.

Portanto, quanto maior for o campo de atuação do agente, de forma ordenada, no ciclo de recuperação e reciclagem, maior será a similaridade à um negócio integralmente circular. Além disto, o negócio circular deveria ter a presença proeminente do produtor do óleo de cozinha alimentar, e da indústria do novo ciclo produtivo.

5.2. Barreiras

A partir dos estudos de Kirchher et al. (2018), de Tura et al. (2019) e do relatório da Ellen Macarthur Foundation (2015b), foi realizado um agrupamento das barreiras para implementação da EC a fim de construir um quadro teórico para a pesquisa. O agrupamento foi elaborado considerando as similaridades entre as barreiras apontadas por cada autor a fim de evitar redundâncias, criar coerência e categorizar por segmento.

Buscou-se, também, estabelecer uma sequência lógica aos segmentos para dar unidade às informações e direcionar a observação do recorte investigado, ou seja, a cadeia produtiva de reaproveitamento do óleo de cozinha usado.

O agrupamento consolidado das barreiras, conforme apresentado na Quadro 9, se constitui de trinta e um tipo de barreiras distribuídas em seis segmentos: sociocultural, organizacional, tecnológico, mercado, econômico e regulatório.

As barreiras para implementação da EC identificadas na literatura se referem à implementação de todos os tipos de negócio da EC, ou seja, desde desenvolvimento e implementação de plataformas colaborativas até extensão da vida útil do produto. Além disto, são barreiras teóricas que foram identificadas no contexto socioeconômico e no território da União Europeia, o que se diferencia das condições socioeconômicas do Brasil. Logo, a discussão sobre as barreiras para implementação de negócios circulares que segue neste capítulo, verifica também, a pertinência da barreira teórica ao negócio específico de recuperação e reciclagem, e faz ponderações às condições socioeconômicas locais.

Os segmentos serão discutidos a seguir:

Sociocultural

As barreiras socioculturais apontadas na literatura estão vinculadas à atitude do consumidor; estão associadas ao interesse, à conscientização e a competência do consumidor de atuar no fechamento do ciclo do produto; ao rompimento de padrões arraigados; e a tomada de decisão diante de fatores econômicos que influenciam os hábitos de consumo. No negócio de recuperação e reciclagem do óleo vegetal alimentar estas barreiras são observadas na etapa de

Quadro 9 - Barreiras para implementação da EC

Segmento	Barreira
Sociocultural	Falta de interesse e conscientização do consumidor. ^{1,3}
	Ausência de habilitação (capacitação ou competência) no ambiente doméstico ou no mercado. ²
	Padrões enraizados de comportamento dos consumidores e do mercado. ^{2,3}
	Influência dos fatores econômicos na decisão dos consumidores. ³
Organizacional	Cultura empresarial hesitante e medo de riscos. ^{1,3}
	Conflito com a cultura e a operação linear existente. ^{1,3}
	Baixo interesse de colaboração da cadeia de suprimentos. ¹
Tecnológico	Design circular limitado e dificuldade técnica de lidar com o fluxo dos materiais. ^{1,3}
	Tecnologia não disponível ou sem capacidade de escala. ^{2,3}
	Baixa demonstração de projetos de larga escala. ¹
	Ausência de dados e sistemas de distribuição de informações. ^{1,3}
	Capacidade de entrega de produtos remanufaturados ou reciclados de alta qualidade. ¹
Mercado	Baixo preço da matéria-prima virgem. ¹
	Baixa padronização. ¹
	Custos socioambientais não incorporados ao preço do produto. ²
	Baixa competitividade por falta de escala de produção: baixa produção x aumento do custo. ²
	Custo dos resultados ou transações com fornecedores e clientes. ²
	Infraestrutura física ou organizacional insuficiente como transporte, comunicação ou gestão de resíduos providas por agente privado ou pelo estado. ^{2,3}
	Custos de monitoramento e certificações ambientais. ¹
	Conflito de interesses, valores e modelos de operação entre os diferentes atores da cadeia. ^{2,3}
	Informações imperfeitas ou assimétricas que afetam negativamente as decisões de mercado. ²
Econômico	Alto capital inicial. ^{1,3}
	Financiamento limitado para modelos de negócio circular. ^{1,3}
	Incerteza de capital intensivo e <i>payback</i> . ²
	Negócios não rentáveis mesmo quando outras barreiras são superadas. ²
Regulatório	Leis e regulamentações impeditivas. ^{1,2}
	Falta de consenso global. ¹
	Falta de incentivo para aquisição de bens com conceito circular. ¹
	Conjunto de regulamentações ainda inadequada em função de novos modelos de negócio ou tecnologias. ^{2,3}
	Interferência na estratégia da indústria. ²
	Interferência de regulamentações existentes que dificultam a prática da EC. ²

1: Kirchher et al. (2018)

2: EMF (2015a)

3: Tura et al. (2019)

Fonte: própria

de consumo e recuperação; e podem ser verificadas em duas perspectivas distintas: consumo doméstico e consumo comercial.

No consumo doméstico, como foi observado no estudo de caso, o consumidor precisou ser influenciado e estimulado a iniciar a coleta seletiva do óleo e realizar a destinação adequada. Antes da campanha Rio se Move e Recicla Óleo de Cozinha os fiéis não tinham interesse no reaproveitamento, ou não estavam cientes do impacto do descarte incorreto, ou ainda, da possibilidade de reutilização do resíduo. No entanto, após o processo de conscientização dos fiéis por meio de educação ambiental, do apelo social e do comprometimento ético-religioso, a comunidade demonstrou interesse na recuperação do óleo. Além disto, a distribuição de recipientes individuais para coleta doméstica e a logística de devolução facilitada, habilitaram o consumidor a participar da cadeia reversa; ou seja, fornecer orientação, recipientes adequados e habilitar um canal de recuperação simples viabilizam a recuperação do OCR.

Também, pôde-se observar que projetos de educação ambiental (aulas, palestras e workshops de conscientização) ou de inclusão social, realizados em escolas e em organizações do terceiro setor influenciam a atitude do consumidor. Após receberem informações e orientações o consumidor passa a se interessar em atuar na cadeia. Ainda assim, na maioria dos casos, o que gera maior interesse do consumidor em participar da cadeia reversa do óleo de cozinha residual é a devolução incentivada, seja ela pela compra do óleo usado ou pela troca por produtos de limpeza. Portanto, padrões de conduta enraizados são superados com aplicação de mecanismos de devolução incentivada.

No ambiente comercial, em função da ausência de fiscalização para garantir o requisito legal de disposição final correta do óleo de cozinha usado, estabelecimentos de pequeno e médio porte, se interessam em disponibilizar OCR para organizações de coleta para evitar custos com reparos de tubulações e em troca de incentivos; venda do óleo ou troca por produto de limpeza. Nestes casos, os padrões de conduta enraizados estão associados ao não cumprimento da legislação ambiental.

A influência de fatores econômicos na decisão do consumidor não foi citada no estudo de caso ou na literatura sobre a cadeia reversa de reaproveitamento do óleo de cozinha usado no Brasil.

Portanto, foi verificado que as seguintes barreiras socioculturais influenciam a implementação de um negócio de recuperação e reciclagem de OCR no Brasil:

- Falta de informação e orientação para o consumidor.

- Ausência de canais de recuperação adequados: habilitação do consumidor e logística reversa.

- Hábitos de consumo e descarte enraizado.

No caso da Campanha Rio se Move e Recicla Óleo de cozinha, em virtude da natureza ético-religiosa e da logística reversa favorecida pelo deslocamento rotineiro dos fiéis, algumas das barreiras socioculturais, como falta de informação e orientação e estruturação de canal de recuperação adequado, foram transpostas por meio dos mecanismos criados pela campanha para incentivar a recuperação do óleo, como a entrega de recipientes individuais para armazenamento do óleo no domicílio, bombonas para as paróquias, logística de coleta e formação de agentes ambientais.

No entanto, a transposição dessas barreiras socioculturais, associadas a falta de informação e orientação, comportamento de consumo e descarte enraizados e ausência de canal e recuperação adequado, poderiam ser sanadas no ato do consumo. Para isto, conforme estabelece a PNRS, entra a responsabilidade compartilhada de fabricantes, distribuidores e comerciantes, pelo ciclo de vida dos produtos. A responsabilidade compartilhada abrange divulgar informações para evitar, reciclar e eliminar os resíduos de seus respectivos produtos e, estabelece também, o recolhimento de resíduos remanescentes após uso, e destinação final adequada.

Organizacional

As barreiras teóricas do segmento organizacional estão pontuadas para todos os tipos de negócio da EC no contexto da União Europeia, e discutem à integração de estratégias da EC na missão, visão, valores e metas das empresas. Ainda, consideram que a falta de colaboração entre a cadeia de suprimentos pode ser um obstáculo para negócios circulares.

Como fora discutido no capítulo 4.1 Modelo de negócio, no caso da recuperação e reciclagem de OCR estudado, a EC ainda não é abarcada conceitualmente no âmbito das organizações. Embora sejam considerados aspectos de preservação ambiental e inclusão social nos negócios de recuperação de reciclagem, outros princípios da EC como a preservação de recursos naturais, eficiência no uso do solo e dos recursos hídricos, não são mencionados pelos agentes que participam da rede circular que fecha o ciclo do óleo vegetal alimentar. Portanto, para este tipo de negócio as barreiras organizacionais como cultura empresarial hesitante, medo de riscos, conflito com a cultura e operação linear existente, não foram aventadas.

Em termos organizacionais, diferente dos obstáculos encontrados na União Europeia, os quais derivam de um cenário avançado em termos de implementação de negócios da EC, a barreira encontrada para implementação do negócio de recuperação e reciclagem do OCR no Brasil é **a informalidade** presente nas organizações que constituem a rede circular. A economia informal aparente no setor de reciclagem suscita imprevisibilidade e gera concorrência entre agentes desconhecidos, tornando inviável a estruturação de um negócio competitivo.

Ainda sobre o segmento organizacional, observou-se a **ausência de uma entidade de representação industrial** que agrupe as etapas do ciclo de vida do óleo vegetal alimentar. Por exemplo, as associações de indústrias tratam de forma isolada a produção de óleos vegetais – ABIOVE e outras, a produção de biodiesel – Aprobio e Ubrabio. Logo, diante de um cenário de formação de rede, na qual diversos agentes estão envolvidos para fechar o ciclo do produto, seria necessária uma corporação para agregar, articular interesses, incentivar e desenvolver políticas públicas para gerenciar o ciclo de vida do produto; desde o consumo até a nova produção.

Tecnológico

As barreiras tecnológicas para implementação da EC estão relacionadas à capacidade de um produto, ou de seu material residual, de ser reintroduzido em uma nova cadeia produtiva; também, estão relacionadas ao desenvolvimento de sistemas de informação eficientes. De forma abrangente, estas barreiras são superadas pelo desenvolvimento de produtos de ciclo de vida fechado e por inovação tecnológica.

No caso do óleo vegetal alimentar, as tecnologias industriais para fechar o ciclo do produto estão disponíveis e são conhecidas. Existem diversas cadeias produtivas que utilizam o óleo reciclado como recurso; neste estudo foram observadas a indústria de sabão e de biodiesel.

O processo de beneficiamento do óleo residual não foi identificado como uma barreira para reciclagem do OCR na literatura, assim como, não foi citado como obstáculo para expansão da campanha Rio se Move e Recicla Óleo de Cozinha. De acordo com os idealizadores da campanha, o conhecimento da tecnologia de beneficiamento do óleo residual não se apresenta como um caminho crítico. Logo, barreiras como design circular limitado, dificuldade técnica com fluxo de materiais, tecnologia não disponível e projetos de larga escala não se apresentam como barreiras para o negócio de recuperação e reciclagem do OCR.

Embora o processo de beneficiamento do óleo, ou seja, acesso e conhecimento da tecnologia para reciclagem do resíduo, não tenha sido tratado como uma barreira para implementação do negócio, a garantia da qualidade do produto remanufaturado entregue para indústrias do biodiesel foi citado pelos agentes de nova produção como sendo um ponto crítico para as usinas optarem entre a aquisição do óleo reciclado e a do óleo in natura. No entanto, esta deficiência não está associada à falta de tecnologia para atender a qualidade e sim ao padrão e garantia de qualidade do processo de reciclagem que está associado às barreiras de mercado.

Em termos de tecnologia de informação, duas dimensões foram identificadas no negócio de recuperação e reciclagem. A primeira, a ausência de sistemas de roteirização com custo acessível e sistema operacional descomplicado para serem utilizados pelas organizações de coleta. Por exemplo, o Rio se Move e Recicla Óleo de Cozinha não possui um sistema de roteirização que otimize os custos e o tempo de coleta. Contudo, não se pode atribuir este obstáculo à ausência de tecnologia, mas sim, a falta de recursos financeiros para aquisição do sistema informacional e, também, de mão de obra especializada para operá-lo. Já o segundo aspecto diz respeito à **ausência de dados e sistemas de distribuição de informação para o setor.**

Em função da informalidade no setor, dados sobre cadeias de reciclagem e materiais reciclados são escassos e desordenados; assim também ocorre para o

óleo de cozinha usado. Embora atualmente tenha-se informação do volume de óleo reciclado utilizado na produção de biodiesel, não há dados precisos sobre o volume total de óleo residual reciclado, visto que, o mesmo pode ser empregado em outros produtos, como o sabão, sabão feito em casa, ou para produção de biodiesel para uso privado. Do mesmo modo, não há dados, ou estimativa precisa, do volume de óleo alimentar residual disponível para reciclagem; fato que dificulta a previsibilidade de recurso disponível para uma nova cadeia produtiva e a garantia de escala.

Mercado

As barreiras de mercado para implementação da EC relacionadas na literatura enfatizam os baixos preços da matéria-prima virgem, o alto custo dos modelos de negócio da EC e a competitividade entre produtos da indústria linear e da circular. Também, apontam que, em consequência da inovação requerida em negócios circulares, e das barreiras ainda a serem transpostas, a implementação da EC requer alto investimento inicial e subsídio financeiro para garantir viabilidade econômica ao negócio (KIRCHHER et al., 2018).

No negócio de recuperação e reciclagem do OCR estudado foram identificadas, tanto na literatura quanto no estudo de caso, diversas barreiras do segmento de mercado. No entanto, barreiras como custos ambientais não incorporados ao preço do produto e baixa competitividade por falta de escala de produção, não foram conjecturadas no estudo. No entanto, foi verificado que não há participação regulamentar das indústrias produtoras do óleo vegetal alimentar na recuperação e reciclagem do resíduo, e portanto, caso a legislação de responsabilidade compartilhada pelo produto seja obrigatória, pode-se esperar que custos socioambientais da logística reversa possam vir a ser incorporados ao produto.

A primeira discussão sobre as barreiras de mercado está pautada na competição do óleo reciclado com o óleo in natura, ou seja, **competição com o recurso in natura**. Segundo a ECÓLEO, somente 1% do óleo vegetal comestível comercializado no Brasil é recuperado para reciclagem; 70% deste óleo recuperado é destinado para produção de biodiesel, e 30% é encaminhado para diversas cadeias industriais que incluem, por exemplo, produção de sabão, ração animal, tintas e velas.

No entanto, embora a produção de biodiesel a partir do OCR seja considerada econômica e tecnicamente viável (CÉSAR et al., 2017; GUABIROBA et al., 2017); e seja apontada como a “força motriz” para a recuperação e reciclagem do OCR (OLIVEIRA & RUIZ, 2014); e ainda que 70% do óleo recuperado seja encaminhado para este fim, em 2018, somente 1,68% do biodiesel produzido no Brasil utilizou como insumo o óleo reciclado, enquanto 70% foi produzido com óleo de soja in natura (ANP, 2019).

Um estudo realizado por Guabiroba et al. (2017) demonstrou que, em termos de preço de venda, a substituição do óleo in natura pelo OCR traria vantagem financeira para as usinas de biodiesel. Entretanto, custos associados à alta complexidade da logística reversa para recuperação do óleo, coleta seletiva e transporte até as usinas e custos de beneficiamento, que devem ser agregados ao preço do óleo usado para serem empregados como insumo na fabricação de biodiesel, não tornam a recuperação e reciclagem do OCR atrativa financeiramente para os produtores de biodiesel.

Outro aspecto que dificulta a competitividade é a abundância da matéria-prima in natura para produção do biodiesel no Brasil: a produção de oleaginosos, especificamente, a soja. Como observado no capítulo 2.3.6, contexto internacional de recuperação e reciclagem do OCR, diferente da União Europeia e de outros países que tem incentivado a utilização do OCR para produção de biodiesel em detrimento à importação da matéria-prima in natura, no Brasil, embora a política para biocombustíveis esteja sendo preponderante no crescimento da produção de biodiesel, o óleo de soja in natura é o principal insumo para a indústria. Logo, a fartura da oferta da soja no mercado local não estimula a utilização do OCR, e também, não estimula a participação dos produtores de biodiesel na recuperação e reciclagem do OCR como ocorre em alguns mercados internacionais.

Ainda neste contexto de competição com a matéria-prima in natura, o estudo de caso demonstrou, por meio da proposta feita pela empresa alemã *Blackforest Solutions*, que para importar o OCR para União Europeia, mesmo com custos onerosos de logística, a demanda da indústria dos biocombustíveis em locais aonde a oferta da matéria-prima in natura é escassa, ou tem alto custo, justifica o esforço para recuperação e reciclagem do OCR. Logo, supõe-se que,

seja necessário um conjunto de políticas públicas para incentivar o uso do óleo reciclado na produção do biodiesel.

Além disto, as usinas de biodiesel ainda se deparam com duas situações de risco que interferem na opção pelo óleo reciclado: a qualidade do óleo entregue para fabricação do biodiesel e o risco da garantia de escala do volume de óleo disponível para operação da planta (CÉSAR et al., 2017). Neste contexto, encontramos na teoria outra barreira de mercado apontada para EC que se enquadra ao negócio de recuperação e reciclagem: **a baixa padronização das operações de recuperação e a qualidade do material reciclado.**

As barreiras citadas até então: padrão de qualidade do óleo entregue na usina, garantia de escala e competição com material in natura, também foram os aspectos observados na indústria do biodiesel. Para o especialista da usina de biodiesel, para garantir a escala de produção de uma planta de biodiesel, é inviável atuar exclusivamente com o óleo reciclado em função da imprevisibilidade na cadeia de suprimentos deste insumo. Logo, diante dos aspectos citados, o óleo reciclado perde competitividade com óleo in natura em termos de preço, padrão de qualidade e garantia de escala.

Outras barreiras de mercado associadas à cadeia reversa foram identificadas no negócio de recuperação e reciclagem: **custos dos resultados e transações com fornecedores e clientes, infraestrutura física ou organizacional ineficiente, conflito de interesses entre os atores da cadeia.**

Além das informações obtidas na literatura sobre os obstáculos da cadeia reversa do óleo de cozinha, o estudo de caso da organização intermediária Rio de Move e Recicla Óleo de Cozinha expressou as barreiras enfrentadas nas relações entre os agentes da cadeia. Primeiramente, foi identificada que, para fechar o ciclo do óleo de cozinha vegetal no Brasil, é necessário a formação de rede com a participação de diversos agentes de naturezas distintas, formais e informais, em situação de vulnerabilidade ou não, que, competem entre si. Estes atores têm interesses diversos, operam sem padrão e de forma descoordenada. Contudo, ao mesmo tempo, são interdependentes entre si.

Além disto, foi identificado que, ao longo das etapas de fechamento do ciclo do óleo vegetal alimentar, existem diversos pontos de comercialização do

resíduo até que se alcance as indústrias de nova produção. Não foram encontradas análises sobre a interferência dos diversos pontos de comercialização do OCR na composição do preço final do óleo reciclado.

Conforme observado empiricamente, a infraestrutura física e organizacional dos agentes da rede de recuperação e reciclagem são insuficientes. Fazem parte da rede organizações não governamentais, cooperativas e outros tipos de organizações não formais que atuam com apoio de projetos institucionais de grandes empresas, como é o caso dos projetos da Bunge, Ultragaz e Cargill. Também, existem apoios de companhias de saneamento e programas governamentais, como o PROVE no Rio de Janeiro. Entretanto, os elos estruturais destas parcerias são frágeis e informais.

Outro obstáculo no mercado de recuperação e reciclagem do OCR é a **ausência de informações** para dar previsibilidade a um negócio. Em razão da informalidade do setor, da condição socioeconômica do país. A exemplo das usinas de biodiesel, indústria que estimula a recuperação e reciclagem do OCR, que não tem informações precisas para operar exclusivamente com um recurso vindo do resíduo, outras empresas não tem segurança para investir neste mercado. As informações do setor de resíduos e reciclagem no Brasil, assim como as do óleo vegetal alimentar, são escassas, imprecisas e dificultam a implementação de negócios de recuperação e reciclagem.

A interferência dos aspectos de monitoramento e certificações ambientais não foi relatada no estudo de caso. A informalidade no setor admite que alguns agentes atuem na ilegalidade. Já as empresas de beneficiamento, que possuem plantas indústrias e realizam a comercialização final do óleo reciclado, enfatizam que atuam dentro da lei e com todas as licenças ambientais requeridas para a atividade, com é o caso da Grande Rio Reciclagem Ambiental e do exemplo da Ambiental Santos. No entanto, não se pôde verificar o monitoramento e certificação ambiental como uma barreira para o negócio de recuperação e reciclagem.

Econômico

As barreiras do quadro teórico do segmento econômico tratam aspectos relacionados a capital inicial necessário para viabilizar o negócio, ofertas de linhas

de financiamento compatíveis com modelos de negócios circulares e inovadores, incerteza nos fluxos de “*payback*” e garantia de rentabilidade dos negócios mesmo tendo superado outras barreiras para um negócio circular.

Na forma como é constituído o negócio de recuperação e reciclagem do OCR estudado, por meio da formação de rede, os investimentos necessários para a implementação do negócio dependem da natureza da atividade de cada agente. Para o caso da Campanha Rio se Move e Recicla Óleo de Cozinha, para expandir o negócio e se tornar uma empresa de coleta e beneficiamento do óleo, seria necessário **alto capital inicial**, tanto para equipamentos indústrias, de transportes e sistema informacional. Para tanto, em virtude da falta de interesse de investidores no negócio, seria necessária a obtenção de financiamento em bancos de fomento com linhas de crédito para projetos socioambientais.

Entretanto, em termos financeiros, para o negócio de recuperação e reciclagem, foi verificado que, mesmo que houvesse financiamento para o a campanha, ainda há incerteza quanto a capacidade de recuperação do óleo, imprevisibilidade da receita com a venda do resíduo e, portanto, **incerteza quanto a rentabilidade**.

Uma barreira no segmento econômico que se apresenta no cenário estudado para a recuperação e reciclagem do OCR é a **economia informal**. Essa prática, que é comum na economia de países emergentes e subdesenvolvidos, dificulta a organização do setor e inibe investimentos para desenvolvimento da indústria da reciclagem. Embora a econômica informal seja uma forma de geração de renda, e tenha um aspecto social positivo, a falta de registros oficiais sobre as empresas, cumprimento da legislação trabalhista, falta de registros de funcionários e movimentações financeiras, gera uma lacuna de informação no setor e ratifica a imprevisibilidade na indústria da reciclagem.

Regulatório

As barreiras regulatórias apresentadas na literatura são: leis e regulamentações impeditivas, falta de consenso global, falta de incentivo para aquisição de produtos circulares, regulamentações inadequadas para os modelos de negócio da EC, interferência dos interesses da indústria existente, e interferência de outras regulamentações que dificultam a EC.

Na rede circular que se constitui no estudo de recuperação e reciclagem do OCR verificou-se que as barreiras regulatórias presentes são pertinentes à **inobservância às legislações vigentes, regulamentações inadequadas ao modelo de negócio da EC e a interferência da estratégia da indústria.** Barreiras como falta de consenso global, falta de incentivo para aquisição de produtos circulares e leis e regulamentações impeditivas, não foram identificadas no estudo.

A **inobservância das leis e regulamentações vigentes**, barreira não identificada no cenário da União Europeia, é evidente no contexto da recuperação e reciclagem do OCR estudado. Embora seja crime ambiental descartar óleos e gorduras em corpos d'água, a ausência de fiscalização do poder público associado a falta de orientação do consumidor e a ausência de tratativa do o óleo vegetal alimentar como um produto circular, faz com que o OCR seja descartado de forma incorreta no Brasil. Segundo a ECÓLEO, somente 2,5% do óleo vegetal alimentar comercializado no Brasil é recuperado e reciclado enquanto o restante é descartado incorretamente no solo ou em redes de esgoto sanitário.

Ainda quanto a inobservância das leis e regulamentações, há de se considerar o descumprimento da legislação na cadeia produtiva de reaproveitamento do OCR. Em virtude da condição socioeconômica do Brasil e, conseqüentemente, da economia informal presente na indústria da reciclagem, as organizações intermediárias presentes na rede circular atuam de forma irregular: sem registro comercial, licenças ambientais para coleta e transporte de resíduos, e sem cumprir a legislação trabalhista vigente.

Quanto às **regulamentações vigentes não serem adequadas ao negócio circular** foi observado que, embora a PNRS aborde com clareza o papel da responsabilidade compartilhada sobre o ciclo de vida do produto, a legislação atual é segmentada e não parte de uma visão única para fechar o ciclo do produto como é visto, por exemplo, na União Europeia (COM, 2015). Portanto, para fomentar o negócio de recuperação e reciclagem do OCR seria necessária uma regulamentação abrangente ao ciclo de vida do produto.

O **interesse da indústria existente** também se apresenta como uma barreira para a recuperação e reciclagem do OCR. Por exemplo, na indústria do biodiesel o óleo reciclado compete diretamente com a matéria-prima óleo in natura,

proveniente dos grãos de soja. O Ministério de Desenvolvimento Agrário (MDA) possui uma política de inclusão social de agricultores familiares que, alinhada à política de biocombustíveis, fornece um pacote de isenções fiscais e incentivos de financiamento para produtores de biodiesel que comprem matéria-prima de agricultores familiares. Este tipo de instrumento econômico que incentiva aquisição da matéria-prima in natura beneficia a indústria do biodiesel e a agricultura familiar, contudo, dificulta a inserção da matéria-prima secundária, o óleo reciclado, na indústria do biodiesel.

Algumas barreiras regulatórias não foram identificadas neste estudo. No caso da reciclagem do óleo de cozinha residual foi verificado que existe um consenso global quanto aos benefícios deste tipo de negócio em termos ambientais, econômicos e sociais. Tanto no Brasil quanto no exterior existem ações que incentivam a implementação deste tipo de negócio, principalmente, para produção de biocombustível. Logo, não há falta de consenso global para este tipo de negócio.

As regulamentações de comércio exterior que permitem importação e exportação desse resíduo não foram avaliadas especificamente; contudo, na proposta de importação do óleo beneficiado feita pela empresa alemã *Blackforest Solutions* as legislações vigentes para esta transação não se apresentaram como uma barreira.

Outra barreira de regulamentação não identificada neste estudo foi a falta de incentivo para aquisição de bens com conceito circular. No mercado brasileiro o produto óleo de cozinha vegetal não é tratado como um produto circular, não há informações de logística reversa ou orientação de descarte correto. Igualmente, não se pôde verificar esta barreira pois não foi identificado um negócio único que compreenda todo o ciclo de vida do óleo vegetal alimentar, desde a venda do produto até o beneficiamento pós consumo, como visto no exemplo da empresa britânica OLLECO.

Neste estudo verificou-se a presença das barreiras para implementação da EC para o negócio de recuperação e reciclagem do OCR no cenário brasileiro. Observou-se que os tipos de barreiras encontradas para a implementação de um negócio circular variam, em alguns segmentos, conforme as condições socioeconômicas de uma certa localidade, com o tipo de produto e subproduto, ou

seja, se é um produto de design circular e, portanto, algumas das barreiras tecnológicas já superadas, e com o tipo de negócio da EC. Também, há de se considerar a maturidade da indústria em relação ao conceito da EC.

Para o negócio de recuperação e reciclagem do OCR foram identificadas dezenove barreiras em seis segmentos: sociocultural, organizacional, tecnológico, de mercado, econômico e regulatório, similares aos segmentos admitidos teoricamente. Doze barreiras coincidiram com às propostas na literatura, as três barreiras socioculturais foram adaptadas conforme aspectos socioculturais identificados no estudo de caso; e quatro novas barreiras foram identificadas devido às condições socioeconômicas da indústria da reciclagem. A Figura 46 mostra a consolidação das barreiras para implementação de um negócio de recuperação de OCR no Brasil à luz da EC.

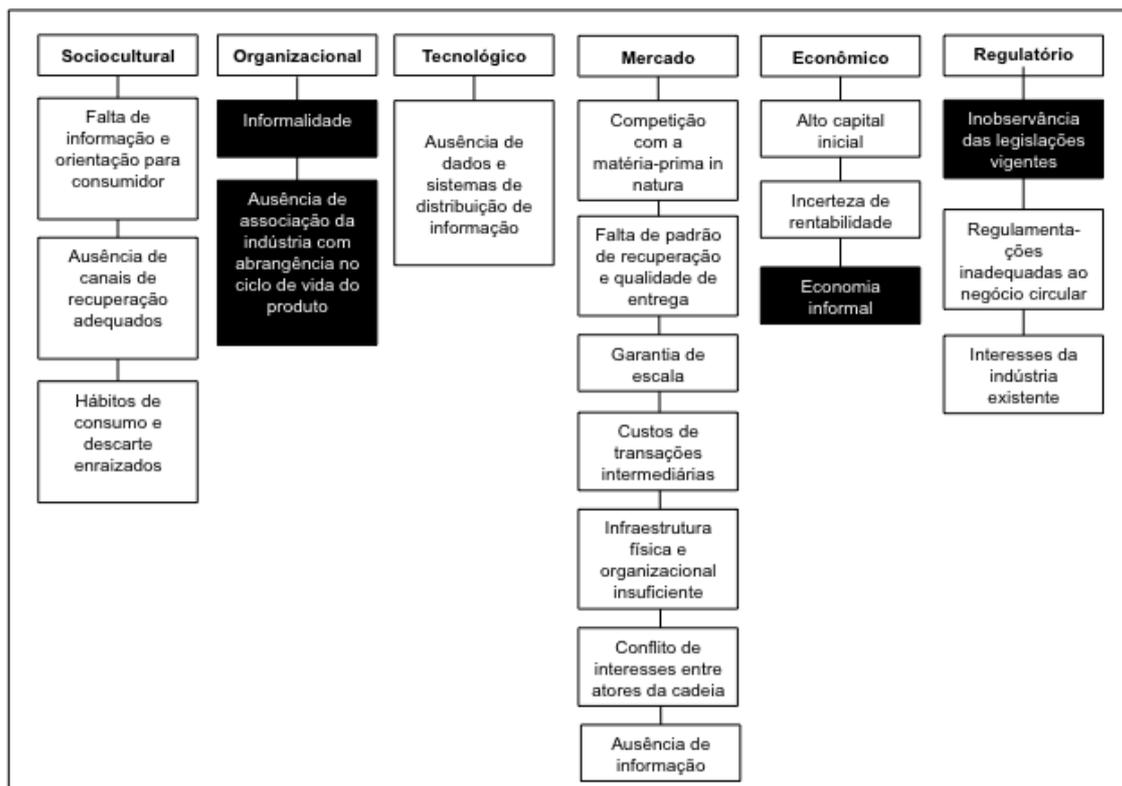


Figura 46 - Barreiras para implementação do negócio de recuperação e reciclagem do OCR

Fonte: própria.

5.3. Oportunidades

As oportunidades para implementação da EC na União Europeia descritos por Tura et al. (2019), apresentados no Quadro 8, orientaram a verificação das oportunidades de implementar um negócio circular de recuperação reciclagem de OCR; na verificação empírica, considerando a Campanha Rio se Move e Recicla Óleo de Cozinha e os demais agentes que juntos atuam para fechar o ciclo do óleo vegetal alimentar, foram identificadas diversas oportunidades para implementação de uma rede circular para fechar o ciclo de um produto. A exceção foi o fator motivador existente na União Europeia que esta relacionado ao conjunto de leis diretivas e regulamentações de incentivo à negócios sustentáveis não identificado no contexto brasileiro.

As oportunidades socioambientais e econômicas, dimensões da sustentabilidade, são evidentes no estudo de caso do Rio se Move e Recicla Óleo de Cozinha. A concepção do negócio, estimulada pela preservação ambiental, surgiu da oportunidade econômica de gerar um novo negócio a partir da geração de valor a partir do resíduo; e então, constituir um negócio para geração de renda, inclusão social e educação ambiental.

A reciclagem do óleo de cozinha residual apresenta diversos benefícios ambientais: evita a degradação ambiental pela disposição incorreta do resíduo, otimiza o uso do solo na medida em que substitui o óleo in natura na produção de biocombustível. Além disto, evita concorrer com a produção de grãos destinadas à indústria alimentícia. Logo, otimiza o uso dos recursos naturais também no sentido da economia de custos de material e energia do processo industrial do óleo in natura.

Em termos sociais, especialmente diante da condição socioeconômica do Brasil, o negócio de recuperação e reciclagem tem um papel essencial na geração de renda e inclusão de pessoas em condição de vulnerabilidade. Ademais, a proposta ambiental desse tipo de negócio, associada à educação ambiental, promove a conscientização dos indivíduos para uma mudança de atitude em prol da sustentabilidade.

Relativo às **oportunidades organizacionais e da cadeia de suprimentos**, como visto nos exemplos de empresas de coleta e reciclagem de OCR que tem por objetivo instituir profissionalismo ao setor, e também no estudo de caso do Rio se Move, a implementação de um negócio formal impetra maior transparência na cadeia de suprimentos e nas aspectos do mercado e, na medida que existe um interdependência entre os agentes da cadeia, exige o compartilhamento de conhecimento, de novas práticas e tecnológicas.

Estas **mudanças culturais, organizacionais e o desenvolvimento de competências e habilidades**, tanto da indústria quanto do consumidor, são benefícios percebidos quando se observa que a formação do setor de coleta e reciclagem do OCR é recente; a maioria das empresas formais foram fundadas nos últimos anos; a obrigatoriedade da mistura do biodiesel, considerado a força motriz para reciclagem do OCR, no diesel iniciou em 2008; e, a Política Nacional de Biocombustíveis – RenovaBio foi promulgada em 2017. Estes fatores, embora estejam combinados à política de biocombustíveis, estão intrinsecamente relacionados com o negócio circular do óleo vegetal alimentar.

Com relação às oportunidades institucionais e regulatórias, diferente do cenário na União Europeia, no qual existem diretivas e regulamentações para estimular a transição para EC além de fundos de investimento destinados a financiar novos negócios que fechem o ciclo dos produtos, no cenário estudado, apesar da PNRS orientar à gestão do ciclo de vida do produto, não foram encontradas regulamentações adicionais que moderem e incentivem o setor. Espera-se com este trabalho, direcionar a tratativa de políticas públicas que corroborem com a gestão do ciclo de vida dos produtos.

6. Conclusão

O conceito da EC ganhou espaço na Agenda Global como uma alternativa que reconcilia desenvolvimento econômico e limites planetários. Como descrito na revisão bibliográfica, a EC tem motivado a atualização de políticas públicas, bem como a criação de novas políticas, em diversas nações, com a perspectiva e a crença de esse ser um sistema industrial que responde aos desafios da sociedade contemporânea.

No Brasil, o debate sobre o assunto ainda é exíguo e está no âmbito da divulgação do conceito, da conscientização sobre a importância da implementação e da disseminação das metodologias e técnicas para tornar a EC uma realidade. No domínio acadêmico as pesquisas locais sobre o tema são escassas e há muitas perguntas a serem respondidas quanto à aplicação do conceito no cenário local. Questões que compreendem desde variáveis de natureza cultural e socioeconômica até aspectos de adequação ao modelo de desenvolvimento local. Portanto, esta pesquisa vem a contribuir com o debate sobre o tema.

Neste estudo verificou-se a presença de barreiras e oportunidades para implementação do negócio de Recuperação e Reciclagem do OCR, à luz da EC, no cenário brasileiro. Para isto, considerando que o conceito da EC ainda não é aplicado na indústria local, e que o modelo de negócio de Recuperação e Reciclagem para a EC difere, em diversos aspectos, das práticas da indústria da reciclagem no cenário local, foi necessário avaliar e adequar a cadeia produtiva de reaproveitamento do óleo de cozinha residual estudada ao modelo de negócio de recuperação e reciclagem da EC.

Foi observado que, diferente do modelo de negócio de recuperação e reciclagem da EC, no qual idealmente um agente seria responsável por configurar o negócio que fecha o ciclo de um produto, o estudo de caso apontou que a cadeia de recuperação e reciclagem do OCR fecha o ciclo de vida do produto por meio da formação de uma rede circular, composta por diversos agentes, com interesses e estratégias individuais que não contemplam o conceito do ciclo de vida do produto. Além disto, os agentes intermediários da rede, que exercem função na etapa de recuperação, ou seja, a logística reversa, são motivados por questões

socioeconômicas; têm interesses de inclusão social e geração de renda para indivíduos em condições de vulnerabilidade.

Assim, no cenário socioeconômico de um país em desenvolvimento, subjugado à crise financeira e alta taxa de desemprego, o negócio de recuperação de resíduos, ou seja, uma das etapas para fechar o ciclo de vida do produto, - não inclui-se aqui reciclagem - , se caracteriza como uma oportunidade de subsistência; pode se caracterizar como uma barreira, mas também, pode representar a oportunidade de alavancar a indústria, priorizando a inclusão social e, conseqüentemente, potencializando os benefícios sociais vinculados à EC. Logo, condições socioeconômicas, além de outros aspectos de caráter local, podem estabelecer condições de contorno na concepção de um modelo de negócio circular.

Além disto, embora o óleo de cozinha vegetal seja um material potencialmente circular, por sua reciclabilidade e empregabilidade em uma nova cadeia produtiva, o estudo de caso, bem como os exemplos de negócio de recuperação e reciclagem observados neste trabalho, mostram que no modelo vigente não há participação obrigatória do fabricante, ou seja, a responsabilidade estendida do produtor. Também, não há a atuação do demandante do resíduo, ou seja, a indústria da nova produção. Estes agentes constituem o cerne do modelo de negócio de recuperação e reciclagem da EC.

As barreiras identificadas nos seis segmentos: sociocultural, organizacional, tecnológico, de mercado, econômico e regulatório, são coincidentes com o quadro teórico, contudo têm variações quando observadas em um modelo de negócio específico da EC, como é o caso desta pesquisa na qual se observou o modelo de negócio de Recuperação e Reciclagem. Sobretudo, as barreiras variam conforme as condições socioeconômicas de uma certa localidade, e conforme a maturidade da indústria diante do conceito da EC.

As oportunidades para implementação de um negócio de recuperação e reciclagem de OCR à luz da EC são diversas, e similares às apresentadas na literatura. Este tipo de negócio traz benefícios ambientais, sociais e econômicos e, portanto, por incluir estas três dimensões está de acordo com as prerrogativas para o desenvolvimento sustentável. Mas ainda, a implementação desse tipo de negócio traz oportunidades organizacionais para cadeia de suprimentos da

indústria da reciclagem, instaura mudanças culturais, e fomenta o desenvolvimento de competências e habilidades no setor.

Com vistas na transposição das barreiras para implementar um negócio de recuperação e reciclagem esta pesquisa sugere a obrigatoriedade da participação no negócio de agentes com responsabilidade legal de fechar o ciclo de vida do produto; aplica-se aqui a necessidade de instituir a responsabilidade estendida do produtor. A partir de tal obrigatoriedade, medidas para fechar o ciclo de vida produto, como educação para consumo, canais de recuperação eficientes e adequados e introdução do resíduo em nova cadeia produtiva, são concebidas pelo fabricante na etapa de desenvolvimento do produto.

Conjugada à medida anterior, sugere-se também nesta pesquisa a aplicação de política financeira de incentivo à aquisição de recurso secundário. A competição no mercado entre resíduo e recurso primário se caracteriza como um dos maiores obstáculos para o negócio de materiais secundários. Portanto, uma vez que em alguns casos não é possível aplicar medidas de incremento de custo para a matéria-prima in natura, incentivo para aquisição do recurso secundário viabiliza o negócio de material secundário e ainda desestimulam a obtenção do recurso primário.

Apesar das limitações metodológicas derivadas da escolha de um caso único, entende-se que esta pesquisa identificou alguns aspectos relevantes para a indústria de recuperação e reciclagem do OCR, e trouxe conteúdo para discussões futuras sobre a preservação de recursos naturais. Diante da complexidade e amplitude do tema em análise, recomenda-se estudos futuros sobre o modelo de negócio de recuperação e reciclagem à luz da EC utilizando estudo de caso múltiplo. Sugere-se também, a verificação das barreiras e oportunidades para a recuperação e reciclagem de outros tipos de material além da verificação das barreiras críticas ou impeditivas para implantação do negócio. Além disto, o estudo individualizado sobre cada barreira pode trazer respostas que contribuam para o desenvolvimento da indústria de reciclagem.

Assim, espera-se que esta pesquisa estimule trabalhos futuros sobre o sistema industrial da Economia Circular cooperando para que, por meio da pesquisa científica, informações relevantes possam direcionar ações contundentes no caminho do desenvolvimento sustentável. Portanto, entende-se que os resultados desta pesquisa possam orientar o desenvolvimento de políticas públicas

que conduzam à implementação da EC, bem como contribuam para o crescimento do setor de recuperação e reciclagem.

7. Referências bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Dados Estatísticos. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/dados-estatisticos>. Acesso em: 20 jan. 2019.

AMARAL, Daniel Furlan. **Mercado de óleo vegetais: conjuntura e perspectivas**. 2018. Disponível em: <http://www.abiove.org.br>. Acesso em: 12 jan. 2019.

_____. **Mercado de óleos vegetais: histórico e conjuntura**. 2017. 16 slides. Disponível em: <http://www.abiove.org.br>. Acesso em: 12 jan. 2019.

_____. **O RenovaBio e o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel**. 2018a. Disponível em: <http://www.abiove.org.br>. Acesso em: 12 jan. 2019.

ANTUNES, Melissa Casacchi. Cadeia reversa do óleo de cozinha residual: o papel do Ponto de Entrega Voluntária (PEV). **Dignidade Re-Vista**, v. 3, n. 5, jul. 2018. Disponível em: <file:///C:/Users/TEMP.DOMAIN.230/Downloads/673-49-2222-1-10-20180731.pdf>. Acesso em: 03 maio 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**: 2017. São Paulo, 2018. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2017/>. Acesso em: 07 dez. 2018.

BELTRAME, Kátia Goldschmidt. Compostagem de resíduos sólidos urbanos no Brasil: benefícios x problemas. In: FRICKE, Klaus et al. **Gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos: transferência de experiência entre a Alemanha e o Brasil**. Braunschweig: Technische Universität Braunschweig, 2015. Disponível em: http://portal.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/25_09_2015_13.21.46.9fdd4b7641b3904868227ca4a5277dd2.pdf. Acesso em: 03 maio 2019.

BOCKEN, Nancy M. P. Conceptual framework for shared value creation based on value mapping. In: GLOBAL CLEANER PRODUCTION & SUSTAINABLE CONSUMPTION CONFERENCE, 2015, Barcelona. **Anais...** Barcelona, EAUC, 2015. p. 1- 4.

BOCKEN, Nancy M. P. et al. A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes. **Journal of Cleaner Production**, v. 65, p. 42-56, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.039>. Acesso em: 03 maio 2019.

BOCKEN, Nancy M. P. et al. A value mapping tool for sustainable business modelling. **Corporate Governance**, v. 13, n. 5, p. 482-497, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/CG-06-2013-0078>. Acesso em: 03 maio 2019.

BOCKEN, Nancy M. P. et al. Product design and business model strategies for a circular economy. **Journal of Industrial and Production Engineering**, v. 33, n. 5, p. 308-320, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/21681015.2016.1172124>. Acesso em: 03 maio 2019..

BOLETIM DOS BIOCOMBUSTÍVEIS. Brasília: MME, n. 110, jul./ago. 2017. 24 p. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/petroleo-gas-natural-e-combustiveis-renovaveis/publicacoes/boletim-mensal-de-biocombustiveis/2017>. Acesso em: 20 jan. 2019.

BOONS, Frank; LEÜDEKE-FREUND, Florian. Business models for sustainable innovation: state of the art and steps towards a research agenda. **Journal of Cleaner Production**, v. 45, p. 9-19, apr. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.07.007>. Acesso em: 20 jan. 2019.

BOURGUIGNON, Didier. **Circular economy package: four legislative proposals on waste**. Bruxelas: EPRS, 2016. Disponível em: <http://www.europarl.europa.eu/EPRS/EPRS-Briefing-573936-Circular-economy-package-FINAL.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2019.

BRASIL. Lei federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). **Diário Oficial da União**, Brasília, 3 ago. 2010. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>. Acesso em: 10 abr. 2017.

_____. Lei federal nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. **Diário Oficial da União**, Brasília, 13 fev. 1998. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm. Acesso em: 04 jan. 2019.

_____. Lei federal nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017. Institui a Política Nacional de Biocombustíveis – Renovabio. **Diário Oficial da União**, Brasília, 27 ago. 2017. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2017/lei-13576-26-dezembro-2017-786013-publicacaooriginal-154631-pl.html>. Acesso em: 20 jan. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **O Selo Combustível Social**, 2019. Disponível em: <http://www.mda.gov.br/sitemda/secretaria/saf-biodiesel/o-selo-combust%3%ADvel-social>. Acesso em: 09 mai. 2019.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Modelo RenovaBio**: cenário, meta, premissas e impactos. Brasília, 2017. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/10584/72147514/4%C2%AA+Reuni%C3%A3o+Ordin%C3%A1ria+CRBio++Apresenta%C3%A7%C3%A3o+MME.+1+Modelo+de+An%C3%A1lise+de+Metas+de+Redu%C3%A7%C3%A3o+de+Emiss%C3%B5es++Cen%C3%A1rio+e+Premissas/063e9eab-eaed-44ec-a678-f265c20580e6;jsessionid=809F7BA5A5A395F24E093AF58A58FAD6.srv155?version=1.2>. Acesso em: 20 jan. 2019.

CASTELLANELLI, Carlo Alessandro et al. Óleos comestíveis: o rótulo das embalagens como ferramenta informativa. In: ENCONTRO DE SUSTENTABILIDADE EM PROJETOS DO VALE DO ITAJAÍ, 2007, Itajaí. **Anais...** Itajaí: [s. n.], 2007. Disponível em: <http://ensu2007.paginas.ufsc.br/files/2015/08/%C3%93leos>. Acesso em: 26 abr. 2019.

CÉSAR, Aldara da Silva et al. The potential of waste cooking oil as supply for the Brazilian biodiesel chain. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 72, p. 246-253, may 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.240>. Acesso em: 26 abr. 2019.

CHEN, Ying-Chen. Effects of urbanization on municipal solid waste composition. **Waste Management**, v. 79, p. 828-836, sept. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.04.017>. Acesso em: 10 ago. 2018.

CHO, Sangmin et al. Incentives for waste cooking oil collection in South Korea: A contingent valuation approach. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 99, p. 63-71, jun. 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.04.003>. Acesso em: 26 abr. 2019.

CHUNG, Yongjoo; PAIK, Chunhyun; KIM, Young Jin. Assessment of mitigation pathways of GHG emissions from the Korean waste sector through 2050. **Sustainable Environment Research**, v. 28, n. 3, p. 135-141, may 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.serj.2017.12.003>. Acesso em: 09 ago. 2018.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Efeitos de óleos e graxas para tratabilidade de esgotos e poluição difusa**. São Paulo, 2007. Disponível em: [http://site.sabesp.com.br/uploads/file/audiencias_sustentabilidade/Efeitos%20de%20Óleos%20e%20Graxas%20na%20Tratabilidade%20de%20Esgotos%20e%20Polição%20Difusa.pdf](http://site.sabesp.com.br/uploads/file/audiencias_sustentabilidade/Efeitos%20de%20Óleos%20e%20Graxas%20na%20Tratabilidade%20de%20Esgotos%20e%20Poluição%20Difusa.pdf). Acesso em: 6 nov. 2017.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. **Diário Oficial da União**, Brasília, 18 mar. 2005. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 01 jul. 2019.

_____. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. **Diário Oficial da União**, Brasília, 3 ago. 2010. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em: 25 jan. 2019.

DISCONZI, Graciela Schmidt. **Coleta seletiva do óleo residual doméstico: desafios e perspectivas para um aproveitamento socioambiental e sustentável**. 2014. 122 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7639/DISCONZI%2C%20%20GR>

ACIELA%20SCHMIDT.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 26 abr. 2019.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **China-EU agreement paves way for global adoption of circular economy**, 2018. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/news/china-eu-agreement-paves-way-for-global-adoption-of-circular-economy>. Acesso em: 24 ago. 2018.

_____. **Delivering the circular economy: a toolkit for policy makers**. [Cowes, UK], 2015a. Disponível em: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/ElleMacArthurFoundation_PolicymakerToolkit.pdf. Acesso em: 03 maio 2019.

_____. **Growth within: a circular economy vision for a competitive Europe**. [Cowes, UK], 2015b. Disponível em: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/ElleMacArthurFoundation_Growth-Within_July15.pdf. Acesso em: 03 maio 2019.

_____. **Rumo à economia circular: o racional de negócio para acelerar a transição**. [Cowes, UK], 2015c. Disponível em: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Rumo-a-economia-circular_Updated_08-12-15.pdf. Acesso em: 03 maio 2019.

_____. **Towards the circular economy: economic and business rationale for an accelerated transition**. [Cowes, UK], 2013. v. 1. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/ElleMacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf>. Acesso em: 03 maio 2019.

EUROPEAN COMMISSION. **Being wise with waste: the EU's approach to waste management**. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2010. Disponível em: <http://ec.europa.eu/environment/waste/pdf/WASTE%20BROCHURE.pdf>. Acesso em: 03 maio 2019.

_____. **Communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions: closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy**. Bruxelas, 2015. Disponível em: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:8a8ef5e8-99a0-11e5-b3b7-01aa75ed71a1.0012.02/DOC_1&format=PDF. Acesso em: 26 abr. 2019.

_____. **Circular economy: implementation of the circular economy action plan**. 2019. Disponível em: http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm. Acesso em: 26 abr. 2019.

_____. **Directive 2008/98/EC on waste (Waste Framework Directive)**. Disponível em: <http://ec.europa.eu/environment/waste/framework/>. Acesso em: 01 dez. 2018.

_____. **Report from the commission to the European Parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions:** on the implementation of the circular economy action plan. Brussel, 2017. Disponível em: http://ec.europa.eu/environment/resource_efficiency/documents/erep_manifesto_and_policy_recommendations_31-03-2014.pdf/. Acesso em: 03 maio 2019.

_____. **Review of waste policy and legislation.** 2017b. Disponível em: http://ec.europa.eu/environment/waste/target_review.htm. Acesso em: 01 dez. 2018.

_____. **The revised renewable energy directive.** [Bruxelas, 2018]. Disponível em: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/directive_renewable_factsheet.pdf. Acesso em: 16 jan. 2019.

FERREIRA, Luana dos Santos. **Cadeia reversa do óleo residual de fritura na região do Médio Paraíba Fluminense:** uma proposta de plano de ação de fomenta a educação ambiental tendo uma escola municipal como ponto de entrega voluntária. 2017. 138 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Programa de Pós-Graduação em Administração, Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, RJ, 2017. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/bitstream/1/6453/1/Dissertac%CC%A7a%CC%83o%20Luana%20dos%20Santos%20Ferreira.pdf>. Acesso em: 03 maio 2019.

FRICKE, Klaus et al. Caracterização inovadora de resíduos sólidos municipais. In: FRICKE, Klaus et al. **Gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos:** transferência de experiência entre a Alemanha e o Brasil. Braunschweig: Technische Universität Braunschweig, 2015. Disponível em: http://portal.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/25_09_2015_13.21.46.9fdd4b7641b3904868227ca4a5277dd2.pdf. Acesso em: 03 maio 2019.

FRICKE, Klaus; PEREIRA, Christiane. Eficiência energética da reciclagem de materiais e da recuperação energética de frações selecionadas dos resíduos. In: FRICKE, Klaus et al. **Gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos:** transferência de experiência entre a Alemanha e o Brasil. Braunschweig: Technische Universität Braunschweig, 2015. Disponível em: http://portal.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/25_09_2015_13.21.46.9fdd4b7641b3904868227ca4a5277dd2.pdf. Acesso em: 03 maio 2019.

GEISSDOERFER, Martin et al. The circular economy: a new sustainability paradigm?. **Journal of Cleaner Production**, v. 143, n. 1, p. 757-768, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>. Acesso em: 09 mar. 2018.

GEISSDOERFER, Martin; VLADIMIROVA, Doroteya; EVANS, Steve. Sustainable business model innovation: a review. **Journal of Cleaner Production**, v. 198, n. 10, p. 401-416, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.240>. Acesso em: 24 set. 2018.

GENOVESE, Andrea et al. Sustainable supply chain management and the transition towards a circular economy: evidence and some applications. **Omega**, v. 66, p. 344-357, jan. 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.omega.2015.05.015>. Acesso em: 26 abr. 2019.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (Org.). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: UFRG Ed., 2009. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2019.

GHISELLINI, Patrizia; CIALANI, Catia; ULGIATI, Sergio. A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 114, p. 11-32, 15 feb. 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>. Acesso em: 26 abr. 2019.

GUABIROBA, Ricardo César da Silva et al. Value chain analysis of waste cooking oil for biodiesel production: study case of one oil collection company in Rio de Janeiro – Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 142, p. 3928-3937, 20 jan. 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.064>. Acesso em: 26 abr. 2019.

GUERRERO, Lilliana Abarca; MAAS, Ger; HOGLANG, William. Solid Waste management challenges for cities in developing countries. **Waste Management**, v. 33, n. 1, p. 220-232, jan. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.09.008>. Acesso em: 26 abr. 2019.

GUINÉE, Jeroen et al. **Life cycle assessment: an operational guide to the ISO standards**. Boston, USA: Springer Netherlands, 2001.

HENRY, P. **Circular economy package: what's in it?**. Bruxelas: Comissão da União Europeia, 2016. Disponível em: http://ec.europa.eu/environment/circulareconomy/pdf/seminar/1%20DG%20ENV_Circular%20Economy%20package.pdf. Acesso em: jun. 2017.

HOORNWEG, Daniel; BHADA-TATA, Perinaz. **What a waste: a global review of solid waste management**. Washington, D. C.: The World Bank, 2012. (Urban development; v. 5). Disponível em: http://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387-1334852610766/What_a_Waste2012_Final.pdf. Acesso em: 09 ago. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Projeção da população**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9109-projecao-da-populacao.html?=&t=resultados>. Acesso em: 08 ago. 2018.

INSTITUTO MATO-GROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA. **Entendendo o mercado da soja**. [Cuiabá, MT, 2015]. Disponível em: http://www.imea.com.br/upload/pdf/arquivos/2015_06_13_Paper_jornalistas_boletins_Soja_Versao_Final_AO.pdf. Acesso em: 12 jan. 2019.

INTERNATIONAL SOLID WASTE ASSOCIATION. **Waste atlas**. 2018. Disponível em: <https://www.iswa.org/>. Acesso em: 08 ago. 2018.

JARON, Andreas. Gestão internacional de resíduos: desafios, medidas e possibilidades. In: FRICKE, Klaus et al. **Gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos**: transferência de experiência entre a Alemanha e o Brasil. Braunschweig: Technische Universität Braunschweig, 2015. Disponível em: http://portal.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/25_09_2015_13.21.46.9fdd4b7641b3904868227ca4a5277dd2.pdf. Acesso em: 03 maio 2019.

KIRCHHERR, Julian et al. Barriers to the circular economy: evidence from the European Union (EU). **Ecological Economics**, v.150, p. 264-272, aug. 2018. Disponível em: DOI: 10.1016/j.ecolecon.2018.04.028. Acesso em: 03 maio 2019.

KORHONEN, Jouni; HONKASALO, Antero; SEPPALA, Jyri. Circular economy: the concept and its limitations. **Ecological Economics**, v. 143, p. 37-46, jan. 2018. Disponível em: DOI: 10.1016/j.ecolecon.2017.06.041. Acesso em: 03 maio 2019.

LACY, Peter; RUTQVIST, Jakob. **Waste to wealth**: the circular economy advantage. Basingstock, UK: Palgrave Macmillan, 2015.

LEWANDOWSKY, Mateusz. Designing the business models for circular economy: towards the conceptual framework. **Sustainability**, v. 8, n. 1, 18 jan. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su8010043>. Acesso em: 03 maio 2019.

MANNINEN, Kaisa et al. **Do circular economy business models capture intended environmental value propositions?**. Journal of Cleaner Production, v. 171, p. 413-422, 10 jan. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.003>. Acesso em: 09 mar. 2018.

MARSHAL, J. et al. **World energy resource**: waste to energy. World Energy Council, 2016. Geneva, Switzerland: IPCC, [2017]. Disponível em: https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2017/03/WEResources_Waste_to_Energy_2016.pdf. Acesso em: 09 ago. 2018.

MEADOWS, Donella H.; MEADOWS, Dennis L.; RANDERS, Jorgen. **Limits to growth**: the 30-year update. Vermont, US: Chelsea Green Publishing Company, 2004. Disponível em: <http://www.peakoilindia.org/wp-content/uploads/2013/10/Limits-to-Growth-updated.pdf>. Acesso em: 3 fev. 2018.

MEI, Leonardo Bizare; CHRISTIANI, Vitor Sanches; LEITE, Paulo Roberto. A logística reversa no retorno do óleo de cozinha usado. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 35., Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2011. p. 1-17. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/admin/pdf/GOL1261.pdf>. Acesso em: 3 fev. 2018.

MERLI, Roberto.; PREZIOSI, Michele; ACAMPORA, Alessia. How do scholars approach the circular economy?: a systematic literature review. **Journal of Cleaner Production**, v. 178, p. 703-722, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.112>. Acesso em: 09 mar. 2018.

MESJASZ-LECH, Agata. Municipal waste management in context of sustainable urban development. **Procedia: Social and Behavioral Sciences**, v. 151, p. 244 – 256, 2014. Disponível em: doi:10.1016/j.sbspro.2014.10.023. Acesso em: 10 ago. 2018.

MURRAY, Alan; SKENE, Keith; HAYNES, Kathryn. The circular economy: an interdisciplinary exploration of the concept and application in a global context. **Journal Business and Ethics**, v. 140, n. 3, p. 369-380, 2017. Disponível em: DOI 10.1007/s10551-015-2693-2. Acesso em: mar. 2018.

NIERO, Monia; HAUSCHILD, Michael Z. Closing the loop for packaging: finding a framework to operationalize Circular Economy strategies. **Procedia CIRP**, v. 61, p. 685-690, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.209>. Acesso em: mar. 2018.

OSAKI, Mauro; BATALHA, Mário Otávio. Produção de biodiesel e óleo vegetal no Brasil: realidade e desafio. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v. 13, n. 2, p. 227-242, 2011. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87819763006>. Acesso em: 23 jan. 2019.

OSTERWALDER, Alex; PIGNEUR, Yves; CLARK, Tim. **Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers**. Hoboken, NJ: John Wiley and Sons, 2010. Disponível em: https://profesores.virtual.uniandes.edu.co/~isis1404/dokuwiki/lib/exe/fetch.php?media=bibliografia:9_business_model_generation.pdf. Acesso em: 03 maio 2019.

PARANÁ. Lei ordinária nº 19.260, de 05 de dezembro de 2017. Dispõe sobre medidas de coleta e de reciclagem de óleos de origem vegetal e animal de uso culinário e seus resíduos em todo o Estado do Paraná. **Diário Oficial do Estado do Paraná**, Curitiba, 6 dez. 2017. Disponível em: <http://leisestaduais.com.br/pr/lei-ordinaria-n-19260-2017-parana-dispoe-sobre-medidas-de-coleta-e-de-reciclagem-de-oleos-de-origem-vegetal-e-animal-de-uso-culinario-e-seus-residuos-em-todo-o-estado-do-parana?q=Bares>. Acesso em: 03 maio 2019.

PEITER, Gabrielle Caroline et al. Alternativas para o uso do glicerol produzido a partir do biodiesel. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 5, n. 4, p. 519-537, 2016. Disponível em: DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rber.v5i4.46501>. Acesso em: 03 maio 2019.

PINTO, Fernanda Vieira. Superintendência de Refino, Processamento de Gás Natural e Produção de Biocombustíveis. **Boletim Mensal do Biodiesel**, Rio de Janeiro, p. 1-13, jan. 2017. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/publicacoes/boletins-anp/2386-boletim-mensal-do-biodiesel>. Acesso em: 20 jan. 2019.

PITTA JUNIOR, O. S. R. et al. Reciclagem do Óleo de Cozinha Usado: uma contribuição para aumentar a produtividade do processo. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION, 2009, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.advancesincleanerproduction.net/second/files/sessoes/4b/2/M.%20S.%20Nogueira%20-%20Resumo%20Exp.pdf>. Acesso em: 16 maio 2018.

PRENDEVILLE, Sharon et al. **Circular economy: is it enough?** Cardiff, UK: Ecodesign Centre Wales, 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/301779162>. Acesso em: 09 março 2018.

PRESTON, Felix. **A Global Redesign?: shaping the circular economy.** London: Chatam House, 2012. Disponível em: https://www.biblioteca.fundacionicbc.edu.ar/images/d/d7/Bp0312_preston.pdf. Acesso: 03 maio 2019.

RAMOS, Luiz Pereira et al. Biodiesel: um projeto de sustentabilidade econômica e socioambiental para o Brasil. **Revista Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, p. 28-37, 2003. Disponível em: <http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss>. Acesso: set. 2018.

RITZÉN, Sofia; SANDSTROM, Gunilla Ölundh. Barriers to the circular economy: integration of perspectives and domains. **Procedia CIRP**, v. 64, p. 7-12, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.005>. Acesso: set. 2018.

RUSHBROOK, P. E.; FINNECY, E. E. Planning for future waste management operations in developing countries. **Waste Management & Research**, v. 6, n. 1, p. 1-21, 1988. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0734-242X\(88\)90075-4](https://doi.org/10.1016/0734-242X(88)90075-4). Acesso em: 03 maio 2019.

SANDOVAL, Vanessa Prieto; JACA, Carmen; ORMAZABAL, Marta. Towards a consensus on the circular economy. **Journal of Cleaner Production**, v. 179, p. 605-615, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.224>. Acesso em: 26 abr. 2019.

SANTOS, L. B. **Estudo sobre a logística reversa do óleo vegetal residual em contextos metropolitanos: o caso do município de Duque de Caxias, Estado do Rio de Janeiro - RJ.** 2016. Tese (Doutorado em Meio Ambiente) - Programa de Pós-graduação em Meio Ambiente, Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2016.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 12.047, de 21 de setembro de 2005. Institui Programa Estadual de Tratamento e Reciclagem de Óleos e Gorduras de Origem Vegetal ou Animal e Uso Culinário. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, SP, 22 set. 2005. Seção I, p. 3. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2005/lei-12047-21.09.2005.html>. Acesso em: 03 maio 2019.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **O quadro de modelo de negócio:** um quadro para criar recriar e inovar em modelo de negócios. Brasília, 2013. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Cartilha%20o%20Quadro%20do%20Modelo%20de%20Negocios.pdf>. Acesso em: 04 maio 2018.

SHEINBAUM, Claudia et al. Biodiesel from waste cooking oil in Mexico City. **Waste and Management Research**, p. 1-10, 2015. Disponível em: DOI: 10.1177/0734242X15590471. Acesso em: 26 abr. 2019.

SILVA, A. et al. From waste to sustainable materials management: three case studies of the transition journey. **Waste Management**, v. 61, p. 547-557, mar. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.11.038> Acesso em: 26 abr. 2019.

SILVA, Elmo Rodrigues; MATTOS, Ubirajara Aluizio de Oliveira; SANTOS, Luciano Bispo. Análise da cadeia produtiva da reciclagem do óleo vegetal residual: cidade de Duque de Caxias, Rio de Janeiro, Brasil. **O Social em Questão**, ano 21, n. 40, p. 267-288, Jan./Abr. 2018. Disponível em: http://osocialemquestao.ser.puc-rio.br/media/OSQ_40_art_12_Silva_MAttos_Santos.pdf. Acesso em: 26 abr. 2019.

SPASANDIN, Rafael Lozano. **Estudo sobre a utilização de óleos de origem vegetal em motores diesel não modificados**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Universidade Técnica de Liberec, Janeiro de 2011. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/71282/1/000146705.pdf>. Acesso em: 03 maio 2019.

STAHEL, W. R. Circular economy. **Nature**, v. 531, p. 435-438, mar. 2016. Disponível em: <https://www.nature.com/news/the-circular-economy-1.19594>. Acesso em: 03 maio 2019.

SU, Biwei et al. A review of the circular economy in China: moving from rhetoric to implementation. **Journal of Cleaner Production**, v. 42, p. 215-227, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.020>. Acesso em: 26 abr. 2019.

SUAVÉ, Sebastien; BERNARD, Sophie; SLOAN, Pamela. Environmental sciences, sustainable development and circular economy: alternative concepts for trans-disciplinary research. **Environmental Development**, v. 17, p. 48-56, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envdev.2015.09.002>. Acesso em: 04 jan. 2018.

THE INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2007: synthesis report**. Geneva, Switzerland, 2007. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4_syr.pdf. Acesso em: 09 ago. 2018.

THODE-FILHO, Sérgio et al. Tecnologia ambiental aplicada ao gerenciamento e processamento do óleo vegetal residual no estado do Rio de Janeiro. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, RS, v. 15, n. 15, p. 3026- 3035, out. 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5902/2236117010815>. Acesso em: 26 abr. 2019.

TORRE-MARIN, G. Cervantes et al. Ecología industrial y desarrollo sustentable. **Ingeniería**, v. 13, n. 1, p. 63-70, 2009. Disponível em: <http://www.redalyc.org/html/467/46713055007/>. Acesso em: 16 out. 2018.

TURA, Nina et al. Unlocking circular business: a framework of barriers and drivers. **Journal of Cleaner Production**, v. 212, p. 90-98, mar. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.202>. Acesso em: 26 abr. 2019.

URBINATI, Andrea; CHIARONI, Davide; CHIESA, Vittorino. Towards a new taxonomy of circular economy business models. **Journal of Cleaner Production**, v. 168, p. 487-498, 1 dec. 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.047>. Acesso em: 09 mar. 2018.

VELOSO, Yago Mateus da Silva et al. Rotas para reutilização de óleos residuais de fritura. **Cadernos de Graduação: Ciência Exatas e Tecnológicas**, Sergipe, v. 1, n. 15, p. 11-18, out. 2012. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/index.php/cadernoexatas/article/viewFile/177/120>. Acesso em: 03 maio 2019.

YAAKOB, Zahira et al. Overview of the production of biodiesel from waste cooking oil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 18, p. 184-193, fev. 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2012.10.016>. Acesso em: 26 abr. 2019.

YIN, Roberto K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookmam, 2001.

ZUCATTO, Luiz Carlos et al. Cadeia reversa do óleo de cozinha: coordenação, estrutura e aspectos relacionais. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 53, n. 5, p. 442-453, set./out. 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-75902013005000001>. Acesso em: 03 maio 2019.