



Confederação Nacional da Indústria

CNI. A FORÇA DO BRASIL INDÚSTRIA



Economia Circular

UMA ABORDAGEM GERAL NO
CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0

Brasília
2017

Economia Circular

UMA ABORDAGEM GERAL NO
CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI

Robson Braga de Andrade

Presidente

Diretoria de Desenvolvimento Industrial

Carlos Eduardo Abijaodi

Diretor

Diretoria de Comunicação

Carlos Alberto Barreiros

Diretor

Diretoria de Educação e Tecnologia

Rafael Esmeraldo Lucchesi Ramacciotti

Diretor

Diretoria de Políticas e Estratégia

José Augusto Coelho Fernandes

Diretor

Diretoria de Relações Institucionais

Mônica Messenberg Guimarães

Diretora

Diretoria de Serviços Corporativos

Fernando Augusto Trivellato

Diretor

Diretoria Jurídica

Hélio José Ferreira Rocha

Diretor

Diretoria CNI/SP

Carlos Alberto Pires

Diretor



Confederação Nacional da Indústria

CNI. A FORÇA DO BRASIL INDÚSTRIA



Economia Circular

UMA ABORDAGEM GERAL NO
CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0

Brasília
2017

© 2017. CNI – Confederação Nacional da Indústria.

Qualquer parte desta obra poderá ser reproduzida, desde que citada a fonte.

CNI

DIRETORIA DE RELAÇÕES INSTITUCIONAIS – DRI

FICHA CATALOGRÁFICA

C748e

Confederação Nacional da Indústria.

Economia circular : uma abordagem geral no contexto da indústria 4.0 /

Confederação Nacional da Indústria. – Brasília : CNI, 2017.

75 p. : il.

1.Economia Circular. 2. Indústria 4.0. I. Título.

CDU: 338.1

CNI

Confederação Nacional da Indústria

Sede

Setor Bancário Norte

Quadra 1 – Bloco C

Edifício Roberto Simonsen

70040-903 – Brasília – DF

Tel.: (61) 3317-9000

Fax: (61) 3317-9994

<http://www.portaldaindustria.com.br/cni/>

Serviço de Atendimento ao Cliente - SAC

Tels.: (61) 3317-9989 / 3317-9992

sac@cni.org.br

Lista de Ilustrações

FIGURA 1 – EXPECTATIVA DE DURAÇÃO DAS RESERVAS DE ALGUNS ELEMENTOS QUÍMICOS	16
FIGURA 2 – PRINCÍPIOS DA ECONOMIA CIRCULAR	17
FIGURA 3 – TRANSIÇÃO DA ECONOMIA LINEAR PARA A ECONOMIA CIRCULAR	20
FIGURA 4 - CICLOS TÉCNICO E BIOLÓGICO DA ECONOMIA CIRCULAR	21
FIGURA 5 – ALAVANCAS DE CRIAÇÃO DE VALOR NA ECONOMIA CIRCULAR	22
FIGURA 6 – ESTÁGIOS DA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL E A INDÚSTRIA 4.0	24
FIGURA 7 – CONEXÃO ENTRE A INDÚSTRIA 4.0 E A ECONOMIA CIRCULAR	25
FIGURA 8 - INICIATIVAS PRIVADAS E PÚBLICAS PARA A TRANSIÇÃO PARA A ECONOMIA CIRCULAR	32
FIGURA 9 - ELEMENTOS DE POLÍTICAS PÚBLICAS	33
FIGURA 10 - INICIATIVAS PÚBLICAS INCENTIVANDO A ECONOMIA CIRCULAR – INTERNACIONAL	35

FIGURA 11 - POLÍTICAS NACIONAIS RELACIONADAS À ECONOMIA CIRCULAR	38
FIGURA 12 - FASE DE ALGUNS SETORES FRENTE À PNRS EM 1º DE FEVEREIRO DE 2017	39
FIGURA 13 - ALAVANCAS DE CRIAÇÃO DE VALOR LEVANDO A NOVOS MODELOS DE NEGÓCIO	42
FIGURA 14 - CASOS DE ECONOMIA CIRCULAR EM EMPRESAS ESTRANGEIRAS	44
FIGURA 15 - CASES DE ECONOMIA CIRCULAR EM EMPRESAS BRASILEIRAS	47
FIGURA 16 – MODELOS DE NEGÓCIO CIRCULARES E DESAFIOS DA INDÚSTRIA BRASILEIRA	49
FIGURA 17 - PRINCIPAIS BARREIRAS À ECONOMIA CIRCULAR	52
FIGURA 18 - PRINCIPAIS BARREIRAS À ECONOMIA CIRCULAR NO BRASIL	53
FIGURA 19 - PARTICIPAÇÃO DO VALOR ADICIONADO BRUTO TOTAL	57
FIGURA 20 - PRINCIPAIS OPORTUNIDADES NO CENÁRIO BRASILEIRO	60
FIGURA 21 - EXEMPLOS DE NOVOS MODELOS DE NEGÓCIO	61
FIGURA 22 - DIFERENÇA EM IMPACTOS DE ACORDO COM O SETOR – EUROPA	63
FIGURA 23 - EFEITOS EM CADA UM DOS SETORES	64
FIGURA 24 - EXEMPLO – EMBALAGENS DE AGROTÓXICOS	66
FIGURA 25 - INVESTIMENTOS EM ENERGIA RENOVÁVEL, 2015	69
FIGURA 26 - IMPACTOS DA ECONOMIA CIRCULAR	74
FIGURA 27 - COMPETITIVIDADE INDUSTRIAL, 2016-17	74
FIGURA 28 - COMPARAÇÃO DE PAÍSES NOS PILARES DE COMPETITIVIDADE, 2016-17	75
FIGURA 29 - AVALIAÇÃO DO CENÁRIO BRASILEIRO ATUAL E PERSPECTIVA	78
FIGURA 30 - RESUMO DE PARTICULARIDADES DO CENÁRIO BRASILEIRO	80

Lista de Acrônimos e Siglas

ABINEE – Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
ANRAP – Associação Nacional dos Remanufaturadores de Autopeças
BNDES – Banco Nacional do Desenvolvimento
BNEF – *Bloomberg New Energy Finance*
CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CNI – Confederação Nacional da Indústria
CO₂ – Dióxido de Carbono
COFINS – Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMF – *Ellen MacArthur Foundation*
ERA – Agricultura Revitalizadora de Ecossistemas
FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos
GE – *General Electric*
HP – *Hewlett-Packard Company*
ICMS – Imposto sobre circulação de mercadorias e serviços
IEEFA – *Institute for Energy Economics and Financial Analysis*

MPMEs – Médias e Pequenas Empresas
NDC – Contribuição Nacionalmente Determinada
OMC – Organização Mundial do Comércio
P&D – Pesquisa e Desenvolvimento
PIS – Programa de Integração Social
PNCM – Política Nacional sobre Mudança do Clima
PNRH – Plano Nacional de Recursos Hídricos
PNRS – Política Nacional dos Resíduos Sólidos
PPCS – Plano de Ação para Produção e Consumo Sustentáveis
RFID – *Radio Frequency Identification* (Identificação por Radiofrequência)
SINIR – Sistema Nacional de Informação sobre a Gestão de Resíduo Sólido
SISNAMA – Sistema Nacional do Meio Ambiente
SNVS – Sistema Nacional de Vigilância Sanitária do Brasil
SUASA – Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária
TJLP – Taxa de juros a longo prazo
UNEP – *United Nations Environment Programme*
USP – Universidade de São Paulo
WEF – *World Economic Forum*

Sumário

SUMÁRIO EXECUTIVO	11
1. INTRODUÇÃO	15
2. ECONOMIA CIRCULAR E INDÚSTRIA 4.0	19
2.1 Economia Circular	19
2.1.1 <i>Ciclo biológico e técnico</i>	20
2.1.2 <i>Alavancas de geração de valor na economia circular</i>	22
2.2 Indústria 4.0	23
2.3 Oportunidades para Economia Circular com a Indústria 4.0	25
2.3.1 <i>Flexibilidade da Produção</i>	26
2.3.2 <i>Rastreabilidade da produção e logística</i>	26
2.3.3 <i>Aumento da eficiência na produção e reciclagem</i>	27
2.3.4 <i>Integração horizontal e vertical</i>	28
3. ESTADO ATUAL E ESTUDOS DE CASO	31
3.1 Estudos de caso de iniciativa pública	32
3.1.1 <i>Principais tipos de iniciativa pública</i>	32
3.1.2 <i>Iniciativas públicas no exterior</i>	34
3.1.3 <i>Iniciativas públicas no Brasil</i>	37
3.2 Estudos de caso de iniciativa privada	42
3.2.1 <i>Principais tipos de iniciativa privada</i>	42
3.2.2 <i>Iniciativas privadas no exterior</i>	43
3.2.3 <i>Iniciativas privadas no Brasil</i>	46

4. BARREIRAS	51
4.1 Barreiras gerais à Economia Circular	51
4.2 Barreiras à Economia Circular no cenário brasileiro	53
4.2.1 <i>Conceito pouco difundido</i>	54
4.2.2 <i>Deficiência em infraestrutura e vasta extensão territorial</i>	54
4.2.3 <i>Sistema tributário e fiscal complexo e inadequado</i>	55
4.2.4 <i>Falta de coordenação das políticas existentes</i>	56
4.2.5 <i>Tecnologia em escala não disponível</i>	57
4.2.6 <i>Entraves ambientais – ex. classificação de periculosidade</i>	58
5. OPORTUNIDADES	59
5.1 Potencial para novos modelos de negócio circulares	60
5.2 Proximidade do mercado produtor e do mercado consumidor	62
5.3 Geração de emprego e inclusão socioeconômica	63
5.4 Resposta positiva quando há um ambiente regulatório favorável	65
5.5 Linhas de financiamento reformuladas	67
5.6 Maior liberdade para testar e pivotar novos modelos	68
5.7 Exploração do ciclo biológico	70
6. IMPACTOS	73
7. CONCLUSÃO	77
REFERÊNCIAS	81
APÊNDICE A – LISTA DE ENTREVISTAS REALIZADAS	93

SUMÁRIO EXECUTIVO

A Economia Circular vem ganhando visibilidade nos últimos anos, ao promover um modelo que minimize a geração de resíduos, com uso de fontes renováveis, utilização cíclica de produtos e materiais, novos modelos de negócio e redesenho de processos e produtos. Este novo modelo contrapõe a tradicional Economia Linear baseada no processo composto por extração dos insumos, produção, distribuição dos produtos, consumo e descarte de rejeitos e produtos pós-consumo. Desta forma, a Economia Circular permite que as empresas possam reduzir custos e perdas produtivas, além de poderem gerar novas fontes de receita e diminuir sua dependência de matérias-primas virgens.

Para a transição à Economia Circular, é essencial que haja uma coordenação entre medidas e iniciativas oriundas tanto do setor público quanto do setor privado. Por um lado, são necessárias iniciativas públicas que englobem principalmente ações regulatórias, fiscais, na área da educação, plataformas colaborativas, auxílio a negócios e auxílio financeiro público. Por outro lado, empresas e entidades privadas assumem um papel essencial na aceleração desta transição ao implementarem modelos de negócio inovadores. Exemplos disso são a prestação de serviço com foco na funcionalidade do produto, o uso de plataformas de compartilhamento, a reutilização e reciclagem de

produtos, a adoção de resíduos como recurso e o uso de fontes de energia renováveis.

Existem diversas barreiras que dificultam a transição à Economia Circular no Brasil. Dentre elas, pode-se mencionar: (i) o baixo conhecimento do conceito de Economia Circular, que pode dificultar a assimilação e a difusão dos seus benefícios por parte significativa da indústria; (ii) a deficiência em infraestrutura tecnológica e de logística, que aumenta os custos do fechamento de ciclos, tornando novos modelos de produção financeiramente menos atrativos, e impossibilitando o reaproveitamento de alguns tipos de material; (iii) o sistema tributário e fiscal complexo e inadequado, que gera casos de bitributação sobre materiais reciclados; (iv) os entraves regulatórios específicos, que dificultam a implementação de sistemas de logística reversa; além de (v) a falta de coordenação das políticas existentes, a fim de se contemplar o conceito e os elementos viabilizadores da Economia Circular como um todo.

Apesar das dificuldades, estas barreiras são transponíveis, e o Brasil apresenta diversas oportunidades para a transição à Economia Circular, como a proximidade entre o mercado produtor e o consumidor em alguns setores, o que facilita o fechamento de ciclos. Outro ponto interessante é a oportunidade de geração de empregos (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013a) – efeito visto no cenário europeu e que pode ter aplicabilidade no contexto brasileiro –, resultado da demanda por novos serviços na Economia Circular (como, por exemplo, a manutenção e a remanufatura, ilustrados na Figura 4), além de potencial inclusão socioeconômica de parcela da população, principalmente decorrente dos serviços de logística reversa. Ademais, o Brasil apresenta um cenário bastante favorável ao aproveitamento do ciclo biológico, que é o referente a produtos de consumo gerados por meio de nutrientes biológicos e que envolve processos como, por exemplo, o reaproveitamento de rejeitos na forma de biocombustível e a regeneração de nutrientes.

Estas e outras oportunidades podem ainda ter seus efeitos potencializados pela aplicação das tecnologias provenientes da Indústria 4.0 – conceito equivalente à 4ª Revolução Industrial e fundamentado na combinação de diferentes tecnologias, como manufatura aditiva (impressão 3D), Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial, robótica

avançada, entre outras, que aumentam a produtividade industrial e possibilitam novos modelos de negócio. As oportunidades para a Economia Circular com a Indústria 4.0 pode ser observada através de diversos exemplos como: (i) na flexibilidade da produção, liderada pela impressão 3D, que diminui e otimiza o uso de recursos; (ii) na rastreabilidade da produção e logística, por meio da IoT, que permitir a integração de plantas e o compartilhamento de estruturas produtivas e logísticas; (iii) no aumento da eficiência na produção e reciclagem, com a utilização da robótica avançada; (iv) na integração horizontal e vertical, por meio da inteligência artificial, *Big Data* e Internet das Coisas, para acesso imediato a informações críticas e tomada de decisão.

Esta transição para a Economia Circular pode trazer consigo uma série de impactos positivos no âmbito empresarial – com possibilidade de aumento da longevidade das empresas e novas demandas por serviços, no âmbito econômico – podendo impactar no crescimento interno, na geração de emprego e no aumento de competitividade do setor, e no âmbito ambiental – com a racionalização do consumo de matéria-prima e com a redução de outras externalidades negativas (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013a), beneficiando diretamente a economia.

Comparando-se o Brasil a outros países como Holanda, Dinamarca e Suécia, percebe-se uma diferença considerável na maturidade do conceito de Economia Circular e seus benefícios. Se aqui o desconhecimento ainda prevalece, nos países mencionados já existe uma maior difusão deste conceito, ainda que sem uma transição completa, dado seu caráter recente.

Apesar do relativo atraso comparativamente a estes países, as condições à transição para a Economia Circular no Brasil parecem bastante favoráveis, desde que haja evolução em relação à remoção das principais barreiras encontradas. Caso estas oportunidades sejam aproveitadas, juntamente com a evolução de outras tendências emergentes, como a Indústria 4.0, o Brasil tem a chance de dar um salto e assumir papel de protagonismo na temática da Economia Circular e gozar dos potenciais benefícios trazidos por este modelo.

1. INTRODUÇÃO

O presente estudo tem como objetivo realizar uma primeira avaliação sobre dois temas bastante atuais – Economia Circular e Indústria 4.0 – com foco principal no primeiro, mas buscando relacioná-lo com o segundo. Tanto a Indústria 4.0 como, e principalmente, a Economia Circular são conceitos relativamente recentes e, por conta disso, possuem definições ainda em evolução. Desta forma, os resultados deste trabalho possuem um caráter majoritariamente exploratório.

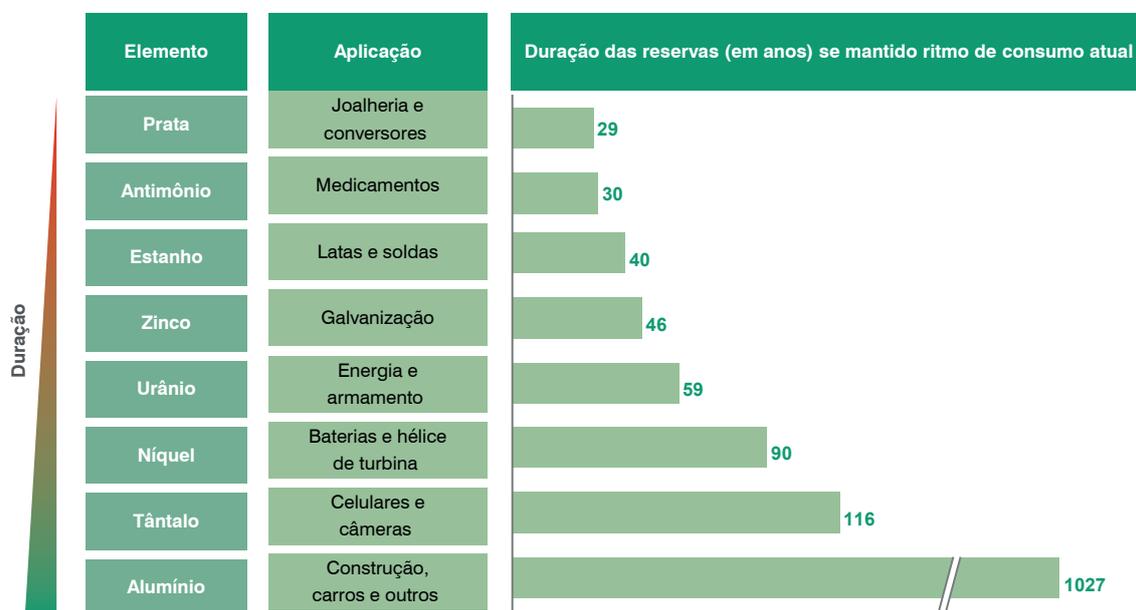
Em todo o mundo observa-se um cenário de preocupação com a preservação do meio ambiente, e mais especificamente com o uso excessivo de recursos minerais e outros materiais da natureza como matéria-prima para fabricação de produtos. Esse uso excessivo leva à escassez de recursos naturais e ao acúmulo de rejeitos industriais, orgânicos e outros, que são, em sua maioria, tratados como lixo no modelo tradicional.

A Economia Linear é baseada em um processo composto por: (i) extração de insumos; (ii) produção; (iii) distribuição de produtos; (iv) consumo; e (v) descarte de rejeitos e de produtos que não serão mais utilizados (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2012). Este modelo foi concebido em um contexto de abundância de insumos e subestima o

potencial de aproveitamento econômico dos descartes e do uso racional de recursos.

A manutenção da tendência atual de consumo de recursos naturais neste modelo faria com que as reservas disponíveis para alguns materiais se esgotassem em algumas décadas, com o risco de torná-lo insustentável a longo prazo. A Figura 1 mostra a expectativa de duração da reserva de alguns elementos químicos, dado o ritmo atual de consumo (COHEN, 2007).

FIGURA 1 – EXPECTATIVA DE DURAÇÃO DAS RESERVAS DE ALGUNS ELEMENTOS QUÍMICOS



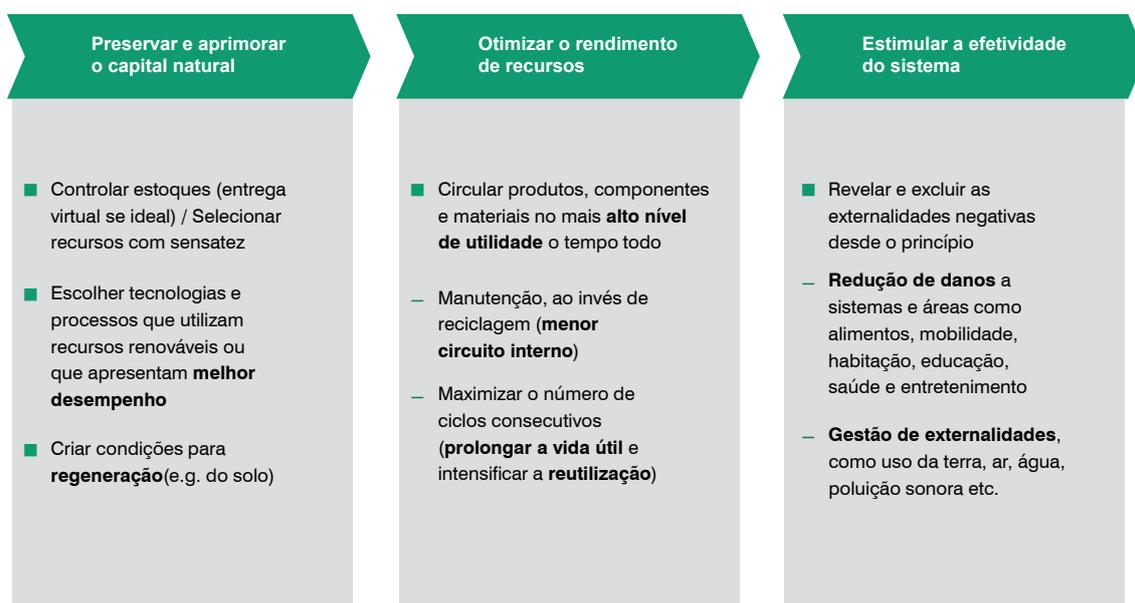
Fonte: (COHEN, 2007), Análise ADVISIA OC&C Strategy Consultants

Além disso, a população mundial e o acesso a produtos, bem como o padrão de consumo, continuam crescendo e novos produtos são lançados diariamente, aumentando a produção e incentivando, em alguns casos, maior extração de recursos naturais. A escassez dos recursos implica, usualmente, no aumento de seus preços, pressionando o custo de produção e tornando o modelo tradicional de economia menos atrativo. Este modelo perde competitividade conforme o aumento do custo das matérias-primas supera os ganhos incrementais incorporados aos processos produtivos.

Dentro deste cenário, o conceito de Economia Circular (que contrapõe o tradicional modelo linear) ganhou força nos últimos anos com o intuito de promover a ciclicidade de produtos e serviços, novos modelos de negócio e redesenho de processos e produtos, reduzindo o consumo de matéria-prima com a reutilização dos materiais, bem como reduzindo a quantidade de resíduos descartados. Este novo modelo permite que as empresas possam reduzir custos e perdas produtivas, além de poderem gerar novas fontes de receita e diminuir sua dependência de matérias-primas virgens.

O conceito de Economia Circular também possui, como um antecessor, o conceito *Cradle to cradle*, traduzido para “Do berço ao berço”. Esse conceito consiste na criação e no redesenho de técnicas, processos e produtos que, além de mais eficientes, minimizam a produção de rejeitos (BRAUNGART; MCDONOUGH, 2002).

FIGURA 2 – PRINCÍPIOS DA ECONOMIA CIRCULAR



Fonte: (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2016b), Análise ADVISIA OC&C Strategy Consultants

A Economia Circular é um modelo econômico que visa: (i) preservar e aprimorar o capital natural, selecionando recursos com sensatez, priorizando recursos renováveis e buscando a regeneração; (ii) otimizar o rendimento de recursos, mantendo o maior nível de utilidade dos materiais o tempo

todo; e (iii) estimular a efetividade do sistema, excluindo externalidades negativas, conforme esquematizado na Figura 2.

Para isso, a Economia Circular apresenta algumas características típicas, como produção sem resíduos, uso de fontes renováveis, redesenho de processos e produtos, novos modelos de negócio e utilização cíclica de produtos e materiais, por meio de manutenção, reuso, remanufatura, reciclagem e regeneração. Para melhor entendimento dos ciclos possíveis na Economia Circular, a mesma pode ser dividida em dois grandes ciclos: o técnico e o biológico, que serão abordados posteriormente nesse estudo (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013a).

Paralelamente ao desenvolvimento da Economia Circular, observa-se, ainda, o advento da Indústria 4.0, equivalente à 4ª Revolução Industrial. A Indústria 4.0 é fundamentada na combinação de tecnologias inovadoras como manufatura digital, IoT (Internet das Coisas), inteligência artificial e robôs autônomos, entre outras, aumentando a produtividade industrial e possibilitando novos modelos de negócio disruptivos. O advento da Indústria 4.0 traz avanços tecnológicos que auxiliam na quebra de barreiras para a transição da Economia Linear para a Economia Circular.

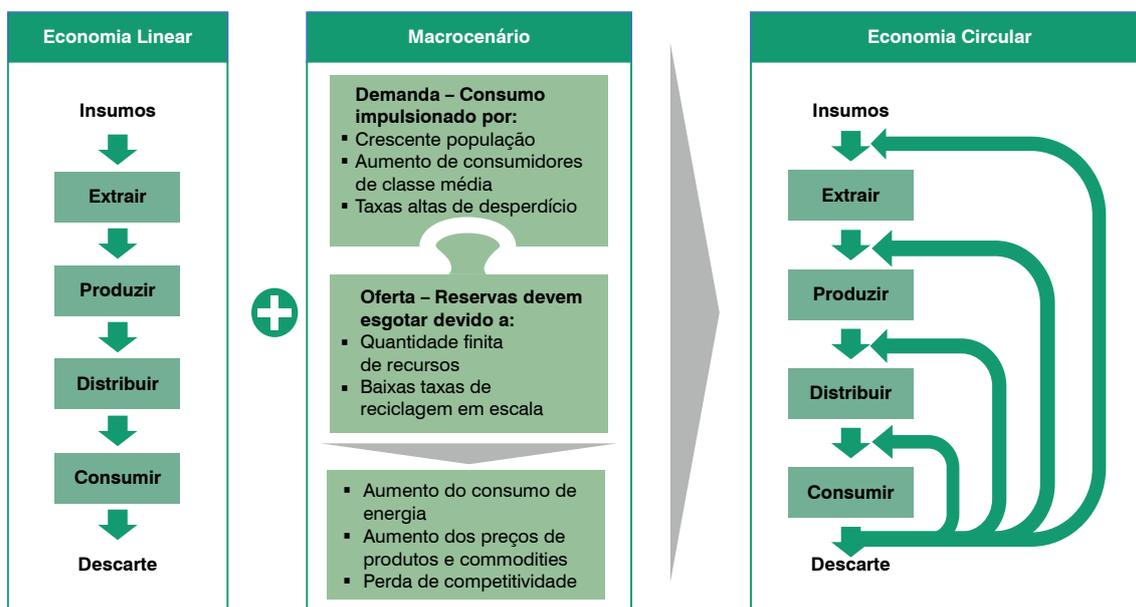
Desta maneira, o presente estudo visa abordar os conceitos de Economia Circular, seu atual estado no Brasil, a Indústria 4.0 e sua relação, bem como estudos de caso nacionais e internacionais. Posteriormente serão discutidas as principais barreiras ao desenvolvimento da Economia Circular no Brasil e, finalmente, serão exploradas as oportunidades na transição para este novo modelo e os possíveis impactos gerados pela evolução desta transição sobre o futuro da indústria no Brasil.

2. ECONOMIA CIRCULAR E INDÚSTRIA 4.0

2.1 ECONOMIA CIRCULAR

A Economia Circular vem ganhando força em todo o mundo como forma de minimizar os impactos gerados atualmente pelo modelo da Economia Linear, maximizando o nível de utilidade dos materiais por meio de regeneração e restauração (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2016b). Esta evolução se torna necessária devido ao crescente consumo de produtos por parte da população e à existência de reservas finitas de recursos naturais, surgindo como alternativa para redução de custos e aumento da competitividade. A Figura 3 resume as motivações para a transição da Economia Linear para a Circular, enquanto o restante do Capítulo 2 introduz alguns conceitos importantes para o entendimento de Economia Circular.

FIGURA 3 – TRANSIÇÃO DA ECONOMIA LINEAR PARA A ECONOMIA CIRCULAR

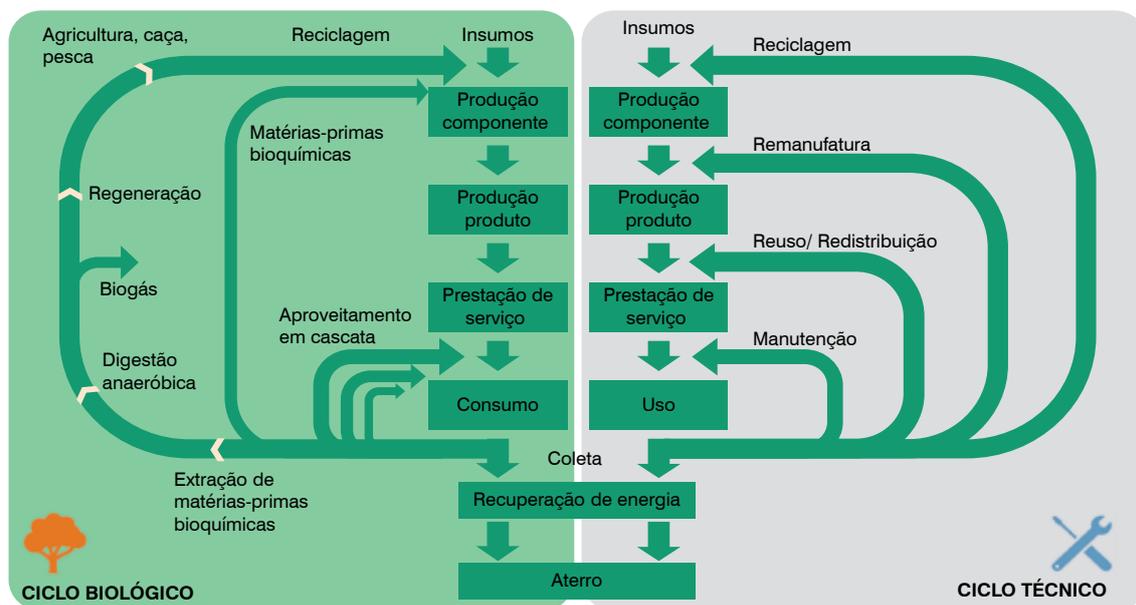


Fonte: Análise ADVISIA OC&C Strategy Consultants

2.1.1 CICLO BIOLÓGICO E TÉCNICO

Para melhor entendimento da Economia Circular, podemos dividir os ciclos de produtos e serviços em dois grandes grupos: o ciclo biológico e o ciclo técnico (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013a). No ciclo técnico, os produtos e seus componentes podem ser reparados, reutilizados, remanufaturados e reciclados de forma a aproveitar novamente suas funcionalidades, enquanto no ciclo biológico, os produtos podem ser utilizados como combustível para produção de biogás, como matéria-prima bioquímica, na recuperação de nutrientes e outros, reforçando conceitos da bioeconomia, como a reutilização de recursos biológicos e minimização de resíduos. A Figura 4 mostra os ciclos técnicos e biológicos de forma esquemática.

FIGURA 4 – CICLOS TÉCNICO E BIOLÓGICO DA ECONOMIA CIRCULAR



Fonte: (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013a)

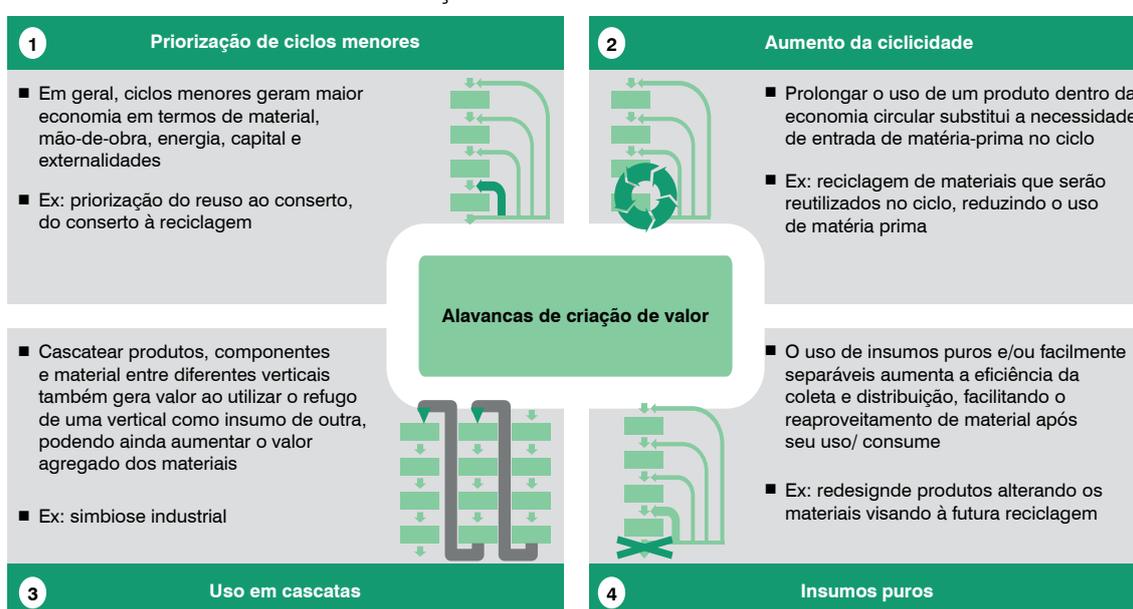
A assimilação deste conceito torna-se bastante importante, uma vez que existe um grande potencial no cenário brasileiro, especialmente no ciclo biológico, a ser explorado posteriormente na seção de oportunidades. Este potencial pode ser observado mais diretamente, por exemplo, na indústria agroalimentar, na produção de combustíveis renováveis, onde a competitividade da cadeia industrial como um todo se beneficia de ganhos de eficiência na produção de insumos, muitas vezes integrados ao processo produtivo.

Principalmente no ciclo técnico, pode-se perceber (Figura 4) a existência de ciclos que englobam a cadeia completa e de outros ciclos menores ou mais curtos, como o retorno de produtos via ciclo de manutenção a um estágio diretamente anterior, sem seu descarte. Os ciclos maiores, como o da reciclagem, retornam o produto ao início da cadeia como insumo para a produção de componentes.

2.1.2 ALAVANCAS DE GERAÇÃO DE VALOR NA ECONOMIA CIRCULAR

Para maximizar a preservação dos recursos naturais, a otimização do rendimento de recursos dentro de um sistema e a redução de externalidades, deve-se conhecer as principais alavancas da Economia Circular (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013a), conforme resumido na Figura 5.

FIGURA 5 – ALAVANCAS DE CRIAÇÃO DE VALOR NA ECONOMIA CIRCULAR



Fonte: (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2016b), Análise ADVISIA OC&C Strategy Consultants

A primeira alavanca se dá pela priorização dos ciclos menores, visto que estes apresentam maior potencial de preservação da integridade dos produtos e da energia utilizada em sua produção.

A segunda alavanca defende o aumento da ciclicidade, e é fundamentada no aumento da vida útil do produto, seja ao se prolongar a duração de seu ciclo de uso ou ao incrementar o número de ciclos percorridos. Desta forma, é possível reduzir o consumo de materiais e energia decorrentes da necessidade de produção de um novo produto.

A terceira alavanca se baseia na busca por oportunidades entre diferentes setores. Com um pensamento abrangente e sistêmico, é possível identificar oportunidades sinérgicas quanto ao reuso do material de uma cadeia como base para outras. Dessa forma, pode-se substituir o consumo de insumos primários, promovendo a reutilização de produtos ou componentes.

A quarta e última alavanca define que insumos puros, ou seja, não contaminados, facilitam sua coleta, distribuição e reutilização em todos os níveis da cadeia, podendo aumentar a produtividade do sistema como um todo. O desenho de novos produtos e o redesenho de produtos atuais, com esta alavanca em mente, reduz os custos de reciclagem e reaproveitamento destes materiais.

De maneira concreta, estas alavancas se traduzem, resumidamente, em uma Economia Circular que busca a produção sem perdas, dá preferência pelo uso de fontes de energia renováveis, cria soluções sistêmicas com diferentes atores envolvidos, possui diversidade e equilíbrio entre diversos negócios e, por fim, consegue refletir as externalidades, tanto positivas quanto negativas, nos preços de mercado.

2.2 INDÚSTRIA 4.0

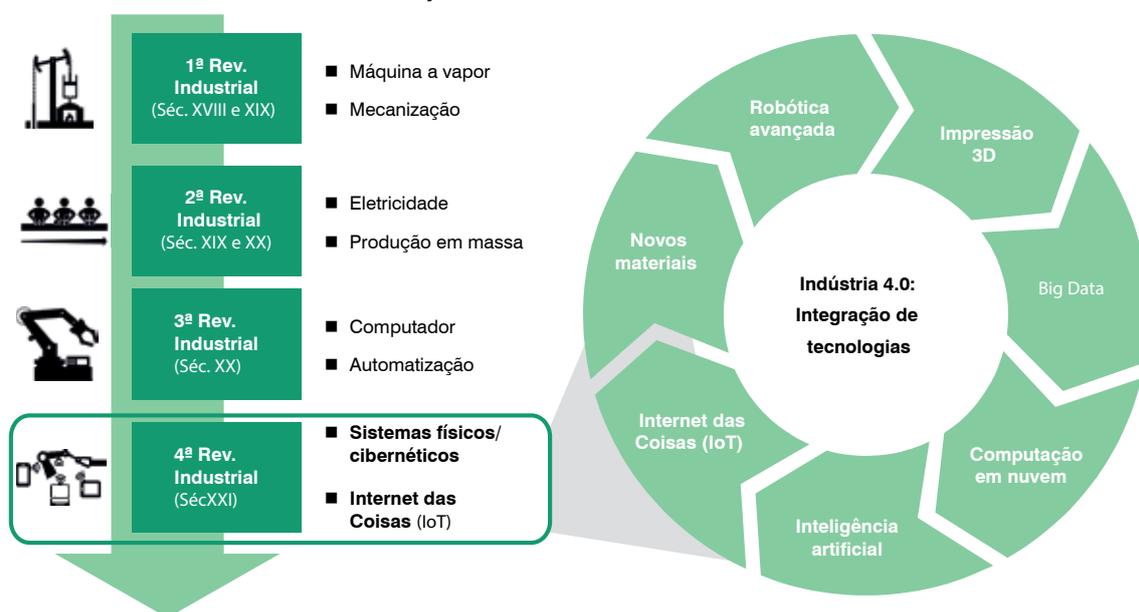
A primeira Revolução Industrial ocorreu entre os anos de 1760 e primeira metade do século seguinte, e estava fundamentada no avanço das máquinas a vapor, na mecanização de alguns processos e equipamentos e na consequente mudança de um sistema de manufatura para um sistema de “maquinofatura”. A segunda Revolução Industrial ocorreu entre as décadas de 1850 e a Segunda Guerra Mundial, e estava embasada, principalmente, no uso de eletricidade e na produção de bens em massa, com meios de produção inovadores para a época. A terceira Revolução Industrial iniciou-se após o fim da Segunda Guerra Mundial e é fundamentada no uso de computadores e automatização de processos, máquinas e serviços.

Na segunda década do século XXI surge um novo conceito: a Indústria 4.0, também conhecida como quarta Revolução Industrial, fundamentada na digitalização de diversos produtos, serviços e processos, com o

oferecimento de soluções inteligentes e tecnológicas em diversas áreas do cotidiano (CNI, 2016a; COUTINHO, 2016).

Esse conceito é baseado na integração de diversas tecnologias inovadoras, exemplificadas na Figura 6, transitando para um sistema industrial inteligente, capaz de integrar o mundo físico da convencional indústria ao mundo virtual da tecnologia digital e da internet.

FIGURA 6 – ESTÁGIOS DA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL E A INDÚSTRIA 4.0



Fonte: (CNI, 2016a), Análise ADVISIA OC&C Strategy Consultants

A Indústria 4.0 combina estas diversas tecnologias para levar a indústria a um novo patamar de competitividade, combinando economia de tempo, prevenção contra panes, redução de custos, maior eficiência no uso de recursos e melhor controle de qualidade, oferecendo produtos customizados, mais modernos e competitivos.

No caso brasileiro, o conhecimento da indústria sobre tecnologias digitais e sua incorporação à produção ainda são pouco difundidos (CNI, 2016a), o que pode ter impactos importantes na evolução da competitividade industrial frente a outros países do mundo.

A evolução para a Indústria 4.0 pode representar ganhos significativos para quaisquer modelos industriais, sejam eles baseados na Economia Linear ou na Economia Circular, porém este documento priorizará as potenciais sinergias com a Economia Circular.

2.3 OPORTUNIDADES PARA ECONOMIA CIRCULAR COM A INDÚSTRIA 4.0

As tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 podem ser utilizadas para facilitar a quebra de barreiras e catalisar a adoção da Economia Circular, seja no processo de obtenção dos insumos, na produção e fabricação, na distribuição, na rastreabilidade do consumo ou na reutilização de rejeitos e produtos descartados, em linha com a transição dos processos produtivos baseados na Economia Linear para a Economia Circular.

A conexão entre Indústria 4.0 e Economia Circular pode ser feita de diversas maneiras e alguns exemplos dessa conexão podem ser observados a seguir:

FIGURA 7 – CONEXÃO ENTRE A INDÚSTRIA 4.0 E A ECONOMIA CIRCULAR



Fonte: (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2016a), (CPA - CONSTRUCTION PRODUCTS ASSOCIATION, 2016), Análise ADVISIA OC&C Strategy Consultants

2.3.1 FLEXIBILIDADE DA PRODUÇÃO

Um dos melhores exemplos de manufatura digital trazidos pela Indústria 4.0 é a impressão 3D. Diferentemente do modo tradicional de manufatura – utilizando cortes de materiais, resultando em perdas e em consequente utilização excessiva de recursos – a impressão 3D utiliza, praticamente, apenas o material necessário para cada peça, sem desperdício, visto que as impressoras operam adicionando camadas sucessivas de materiais para criação dos objetos finais. Potenciais sobras ou produtos com falhas são adicionadas novamente ao insumo, que será utilizado na fabricação de novos produtos em um processo direto de reciclagem, utilizando um ciclo menor. Outro ponto interessante é a versatilidade de materiais que podem ser utilizados como insumo, como polímeros, metais, biomateriais e até mesmo formas específicas de concreto (MAVROPOULOS, 2015).

O aumento da popularidade da impressão 3D, fará com que muitos produtos que faziam o caminho do fornecedor até o consumidor, requerendo uma rede de transporte onerosa e sujeita às limitações atuais de infraestrutura, possam ser impressos localmente. Além disso, a impressão 3D permite a customização de produtos e grande flexibilidade no design de novos produtos, o que tende a gerar produtos mais adequados e atrativos ao consumidor.

Algumas empresas apostam que esta tecnologia será rapidamente adotada. Segundo o gerente de sustentabilidade da Hewlett-Packard Company da Europa, Oriente Médio e África, Jason Ord, a “HP foca em manufatura aditiva ou impressão 3D. Essa relativamente nova tecnologia vai abrir novos mercados, levar a rápida inovação e acelerar a Economia Circular” (ACCENTURE, 2016).

2.3.2 RASTREABILIDADE DA PRODUÇÃO E LOGÍSTICA

Com a Internet das Coisas, algumas tecnologias passam a ser mais utilizadas. Um dos exemplos mais comuns é o uso das etiquetas RFID (etiquetas de identificação com uso de rádio frequência). Essas etiquetas permitem maior monitoramento e contabilidade dos materiais e até mesmo dos resíduos (MAVROPOULOS, 2015). Elas contribuem para o aumento da rastreabilidade dos materiais reci-

cláveis e de produtos finais, que podem voltar ao ciclo de produção mais facilmente. No futuro, pode-se imaginar que todos os objetos e equipamentos terão um código próprio, permitindo o monitoramento e compartilhamento de dados.

Outro exemplo é o uso de containers inteligentes, que estão sendo desenvolvidos pelas empresas GE e Maersk (MAVROPOULOS, 2016). Esses containers podem permitir o monitoramento da temperatura, da umidade e de outros fatores que garantem a integridade dos produtos transportados, principalmente orgânicos, reduzindo o desperdício e a geração de resíduos.

O avanço da Internet das Coisas em processos mais eficientes e otimizados gera uma redução no uso de insumos e no consumo de energia, pois as empresas terão a possibilidade de ativar equipamentos somente quando necessário. Além disso, podem desenvolver sistemas inteligentes de gestão de estoque, nos quais os produtos e as matérias-primas estarão ligados sistemicamente.

Outra consequência é o fortalecimento do vínculo das empresas com seus consumidores através de novos serviços, como aplicativos com interfaces mais interativas e de fácil utilização, facilitando a comunicação entre empresas e seus consumidores ou usuários. Com um vínculo fortalecido entre consumidores e empresa, torna-se mais fácil a implementação de ações que necessitem de apoio do consumidor, como por exemplo a devolução de garrafas retornáveis ao distribuidor ou a destinação correta de embalagens ou produtos diversos após o seu uso, com impacto direto na eficiência do retorno destes produtos descartados ao ciclo de produção.

2.3.3 AUMENTO DA EFICIÊNCIA NA PRODUÇÃO E RECICLAGEM

Atualmente, diversos robôs já são utilizados em aplicações industriais e a combinação dos mesmos com outros elementos da Indústria 4.0 (como *IoT*) pode resultar em robôs ainda mais eficientes. Pode-se mencionar como exemplos os robôs desenvolvidos pela Mitsubishi e pela Universidade de Osaka, no Japão, que identificam com eficácia e eficiência diferentes tipos de plásticos misturados a outros resíduos

(MAVROPOULOS, 2015), facilitando sua caracterização, sua separação e seu aproveitamento em processos de reutilização e reciclagem.

Além disso, o uso de robôs autônomos na produção aumenta a eficiência do processo e a manutenção de parâmetros de tolerância e qualidade, reduzindo a quantidade de insumos consumidos por unidade produzida e a necessidade de reprocessamento de produtos com defeito.

2.3.4 INTEGRAÇÃO HORIZONTAL E VERTICAL

Dentre os vários usos possíveis para esta tecnologia nos ciclos produtivos, o avanço da inteligência artificial embarcada em drones e carros autônomos pode gerar uma revolução na rede logística de diversos setores e produtos, melhorando significativamente a mobilidade de pessoas e produtos. No futuro, espera-se que exista um sistema de transportes totalmente integrado e capaz de transportar matérias-primas, bens de consumo, produtos, resíduos, entre outros. As empresas *Amazon* e *Google* já rodaram pilotos de entregas de produtos utilizando drones (MAVROPOULOS, 2015), eliminando a necessidade de deslocamento do entregador até o consumidor, reduzindo os custos logísticos e a emissão de gases poluentes.

A mesma lógica de adoção de veículos autônomos para transportar insumos, produtos, resíduos e pessoas pode ser utilizada na estruturação de sistemas de logística reversa mais eficientes. Associado a outras tecnologias, já é possível projetar sistemas totalmente autônomos de entrega de produtos e coleta de descartes diretamente do consumidor, com amplo potencial de adoção no futuro próximo, podendo reduzir estoques e prover fluxos menos custosos.

Adicionalmente, é possível monitorar a condição dos ativos e da performance dos mesmos. Essas informações armazenadas e analisadas (*Big Data*) permitem a predição de falhas e a execução de ações de manutenção preventiva, reduzindo quebras e consequente descarte de materiais e geração de resíduos. O armazenamento na nuvem facilita o compartilhamento e o aumento do acesso a estas informações em ambientes de trabalho descentralizados e/ou virtuais.

Além disso, a digitalização ou virtualização de produtos tem relação direta com a Economia Circular, uma vez que um produto, que anteriormente exigia meio físico e agora pode ser consumido digitalizado, gera a redução de consumo da matéria-prima, antes necessária. Por exemplo, produtos como música, livros, filmes e notícias em formato digital apresentam custos de produção e distribuição menores que os exigidos anteriormente em seus formatos tradicionais de CDs, DVDs, jornais e revistas.

3. ESTADO ATUAL E ESTUDOS DE CASO

A transição para a Economia Circular é impulsionada por iniciativas públicas e privadas que ganham ainda mais força quando são colaborativas entre si.

As iniciativas públicas abrangem ações regulatórias, ações fiscais, educação e informação, plataformas colaborativas, apoio a negócios e auxílio financeiro público. As iniciativas privadas referem-se, principalmente, a novos modelos de negócio, fundamentados no uso de resíduo como recurso, reutilização de produtos, plataformas de compartilhamento e prestação de serviço com foco na funcionalidade do produto e no estímulo a suprimentos circulares. Cada uma dessas iniciativas apresenta conceitos próprios que facilitam a transição à Economia Circular. É importante ressaltar que, por meio da colaboração entre iniciativas públicas e privada, tem-se um resultado potencializado e a transição à Economia Circular acontece de forma mais rápida e competitiva. A Figura 8 apresenta as iniciativas mencionadas.

FIGURA 8 – INICIATIVAS PRIVADAS E PÚBLICAS PARA A TRANSIÇÃO PARA A ECONOMIA CIRCULAR



Fonte: (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015b), (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013a), Análise ADVISIAADVISIA OC&C Strategy Consultants

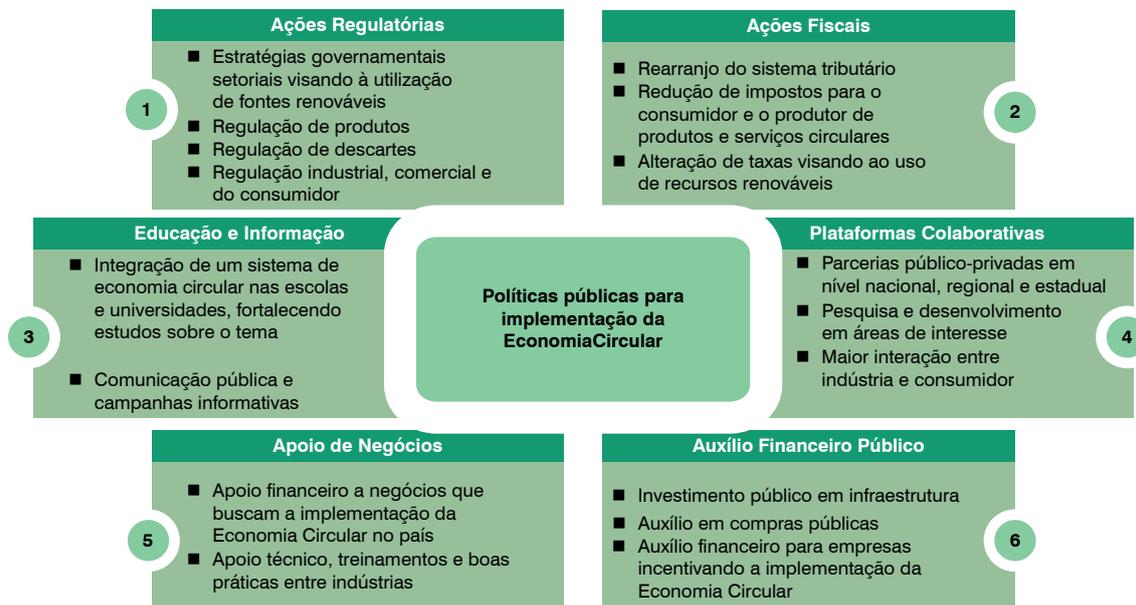
Em linha com as iniciativas apresentadas acima, podemos observar ações realizadas por governos e empresas ajudando a impulsionar a transição à Economia Circular. Algumas destas ações, em âmbito internacional e nacional, serão exploradas nos estudos de caso a seguir.

3.1 ESTUDOS DE CASO DE INICIATIVA PÚBLICA

3.1.1 PRINCIPAIS TIPOS DE INICIATIVA PÚBLICA

As principais iniciativas adotadas por governos ao redor do mundo para acelerar a transição à Economia Circular podem ser vistas na Figura 9.

FIGURA 9 – ELEMENTOS DE POLÍTICAS PÚBLICAS



Fonte: (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015b), Análise ADVISIA OC&C Strategy Consultants

- **Ações regulatórias:** criação de estratégias associadas a metas relacionadas à não utilização de recursos não renováveis, reutilização de recursos, manutenção, logística reversa, reciclagem e outros. Outra opção é a criação e revisão da legislação de produtos e resíduos, incluindo o tratamento, coleta e responsabilidade compartilhada sobre os resíduos. Além disso, é possível criar ações regulatórias voltadas a contabilidade e balanços financeiros, como a contabilidade de capital natural e seus recursos;
- **Ações fiscais:** medidas como, por exemplo, o rearranjo do sistema tributário e políticas fiscais para incentivar serviços de manutenção, remanufatura, reciclagem e fabricação de produtos e sistemas circulares. Também é possível uma reformulação nos impostos sobre a produção incentivando a reciclagem ou visando ao uso de fontes renováveis;
- **Educação e informação:** auxílio na difusão do conhecimento, alterando os currículos das escolas e faculdades, abrangendo o assunto de Economia Circular. Além disso, a comunicação com a população por meio de campanhas informativas auxilia na difusão do conceito e na valorização de produtos manufaturados;

- **Plataformas colaborativas:** colaboração entre os setores público e privado em diversos níveis e segmentos, compartilhamento de informações e encorajamento de colaboração entre indústrias e governo, com pesquisas conjuntas nas áreas relacionadas;
- **Apoio de negócios:** apoio financeiro a negócios, como por exemplo subsídios, linhas de financiamento, garantias financeiras, além de apoio técnico colaborativo entre setores; e
- **Auxílio financeiro público:** compras públicas que viabilizam outras iniciativas privadas, investimento em infraestrutura e instrumentos financeiros de fomento.

3.1.2 INICIATIVAS PÚBLICAS NO EXTERIOR

Em vários países ao redor do mundo, é possível observar casos onde a Economia Circular está sendo promovida. Esses casos consistem de planos e medidas públicas, incentivos fiscais, estabelecimento de metas, incentivos ao tratamento de produtos e resíduos, e alguns exemplos são mencionados a seguir e resumidos na Figura 10, que também apresenta os principais elementos de iniciativas públicas impactados em cada caso.

Na Suécia, o governo reduziu os impostos dos serviços de reparo e manutenção de produtos, desde painéis até máquinas de lavar, de 25% para 12%, com a intenção de incentivar o reparo e reduzir a quantidade de rejeitos. Além disso, está em estudo a possibilidade de taxar empresas que não reduzirem o uso de produtos químicos prejudiciais ao meio ambiente (ORANGE, 2016).

Na Holanda, criou-se, em 2016, o *“Government-wide Programme for a Circular Economy”* com o intuito de promover amplamente a Economia Circular no país até 2050, traçando metas de redução do uso de matérias-primas anuais na faixa de 100 t/ano e de redução em 50% no uso de matérias-primas até 2030. Esse programa é focado em cinco segmentos prioritários: (i) biomassa e alimentos; (ii) manufatura; (iii) plásticos; (iv) construção; e (v) bens de consumo. O governo ainda planeja auxiliar as empresas financeiramente e com suporte técnico de pesquisas, por meio de parcerias público-privadas. (NETHERLANDS, 2016).

FIGURA 10 – INICIATIVAS PÚBLICAS INCENTIVANDO A ECONOMIA CIRCULAR – INTERNACIONAL

País	Descrição	Principais elementos de iniciativas públicas
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Redução de impostos dos serviços de reparo e manutenção de produtos ■ Taxação sobre empresas que usem químicos prejudiciais 	<ol style="list-style-type: none"> 2 Ações fiscais – Redução de impostos 3 Informação – Comunicação com os consumidores 4 Plataforma colaborativa – Acordo entre governo e a empresas
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Programa “<i>Government-wide programme for a Circular Economy</i>”, lançado em em 2016, visando à transição à Economia Circular, com metas de redução do uso de matéria-primas 	<ol style="list-style-type: none"> 1 Ações regulatórias – Estratégia do governo com metas e planos de uso de recursos naturais 5 Apoio de negócios – Apoio técnico à empresas 6 Apoio financeiro – Auxílio a aquisições públicas
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Estratégia de transição à Economia Circular com foco em algumas medidas como reciclagem, reuso, reparos, recuperação de fontes biológicas e política “Sem Lixo” 	<ol style="list-style-type: none"> 1 Ações regulatórias – Estratégia de incentivo do governo 3 Educação e informação – Necessidade de apoio dos consumidores
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Criação de metas para tratamento de resíduos domésticos por meio de reciclagem 	<ol style="list-style-type: none"> 3 Educação e informação – Necessidade de apoio dos consumidores
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pacote de medidas visando à transição à Economia Circular, com foco no tratamento e descarte dos resíduos, com definição de metas 	<ol style="list-style-type: none"> 1 Ações regulatórias – Novas regulações de produtos e descartes 3 Educação e informação – Necessidade de apoio dos consumidores
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Conjunto de leis promovendo a Economia Circular em 2009 ■ Lançamento do Plano Quinquenal para a Economia Circular foi lançado, reforçando o desejo do governo chinês de praticar a economia circular, em 2011 	<ol style="list-style-type: none"> 1 Ações regulatórias – Estratégia de incentivo do governo 4 Plataforma colaborativa – Pesquisa em áreas de interesse
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Lei de Promoção de Utilização Efetiva de Recursos para a redução de resíduos, o reuso e a reciclagem 	<ol style="list-style-type: none"> 1 Ações regulatórias – Novas regulações de produtos e descartes 3 Educação e informação – Necessidade de apoio dos consumidores

Fonte: (ORANGE, 2016), (NETHERLANDS, 2016), (THE SCOTTISH GOVERNMENT, 2016), (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015b), (EUROPEAN PARLIAMENTARY RESEARCH SERVICE, 2016), (GOVERNMENTS GOING CIRCULAR, [201?]), Análise ADVISIA OC&C Strategy Consultants

Na Escócia, o governo lançou, em 2016, uma estratégia para a transição para a Economia Circular fundamentada em algumas medidas: reciclagem, reuso, reparos, remanufatura, fontes de energia mais limpas, recuperação de fontes biológicas e política “Sem Lixo” (THE SCOTTISH GOVERNMENT, 2016).

Na Dinamarca, foi desenvolvida uma estratégia para tratar todos os resíduos gerados por residências. Atualmente, apenas 23% passam por

reciclagem e o resto é incinerado; a meta traçada é de 50% de reciclagem de resíduos domésticos até 2022 (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015b).

Na União Europeia, a Comissão Europeia lançou, em 2016, um pacote de medidas visando à transição para a Economia Circular. O pacote consiste de propostas legislativas sobre o tratamento e descarte dos resíduos e mostra metas de tratamento destes para as próximas décadas (EUROPEAN PARLIAMENTARY RESEARCH SERVICE, 2016).

Na China, em 2009, o governo lançou um conjunto de leis promovendo a Economia Circular baseado nos 3R's (Redução, Reuso e Reciclagem). Já em 2011, o primeiro Plano Quinquenal para a Economia Circular foi lançado, reforçando o desejo do governo chinês de fomentar a Economia Circular (GOVERNMENTS GOING CIRCULAR, [201?]).

No Japão, existe a Lei de Promoção de Utilização Efetiva de Recursos, vigente desde o início do século XXI com a intenção de promover a redução de resíduos gerados, o reuso de peças e produtos e a reciclagem de matérias-primas (GOVERNMENTS GOING CIRCULAR, [201?]).

As iniciativas citadas acima exemplificam o foco e a preocupação de governos de vários países com o estabelecimento das condições necessárias para a transição à Economia Circular. Tais casos podem servir como referência para complementar as ações já tomadas pelo governo brasileiro para estruturação de planos visando a essa transição.

3.1.3 INICIATIVAS PÚBLICAS NO BRASIL

No Brasil, é possível enxergar algumas políticas públicas relacionadas à Economia Circular, sendo a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) uma das primeiras iniciativas com este perfil. Outros exemplos são o Plano de Ação para Produção e Consumo Sustentáveis (PPCS), a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), o Plano Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH) e o “Novo Código Florestal” (Lei nº12.651/2012). A Figura 11 a seguir mostra, resumidamente, cada uma dessas iniciativas.

A **Política Nacional dos Resíduos Sólidos** (PNRS) apresenta alguns fundamentos principais, como a responsabilidade compartilhada, os acordos setoriais e a logística reversa.

Responsabilidade compartilhada significa que todas as partes envolvidas na cadeia têm responsabilidade sobre o produto, até o fim de seu ciclo de vida. Portanto, os produtores, fabricantes, distribuidores, consumidores, coletores e outros são responsáveis pela circularidade do produto (BRASIL, 2010). Em outros países, isso não ocorre necessariamente e, normalmente, o fabricante é responsável por toda a vida do produto (EUROPEAN PARLIAMENTARY RESEARCH SERVICE, 2016). Com o impacto da responsabilidade compartilhada, há uma diluição da responsabilidade e todas as partes são “donas” do processo.

Os **acordos setoriais** são celebrados entre os setores público e privado. Eles são firmados entre governos e fabricantes, comerciantes e outros, e visam, por exemplo, à implantação da responsabilidade compartilhada no ciclo de vida do produto. O impacto dos acordos setoriais é o estreitamento da relação entre governo e empresas, além da possibilidade de auxílio público para adequação de empresas ao cumprimento da lei.

A PNRS também contempla a **logística reversa** por meio do incentivo a sistemas capazes de retornar produtos e materiais para o fabricante ou para o seu responsável após o uso ou consumo. Um dos impactos da logística reversa bem estruturada é a facilitação do retorno dos materiais aos produtores com a criação de um sistema eficiente e economicamente sustentável.

FIGURA 11 – POLÍTICAS NACIONAIS RELACIONADAS À ECONOMIA CIRCULAR

País	Descrição	Principais elementos de iniciativas públicas
	<p>Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Fundamentação em responsabilidade compartilhada, acordos setoriais e logística reversa ■ Foco em alguns setores, como embalagens de agrotóxico, lâmpadas fluorescentes, pilhas, baterias e pneus 	<ol style="list-style-type: none"> 1 Ações regulatórias – Política governamental focada em alguns setores industriais 4 Plataforma colaborativa – Acordos entre governo e empresas
	<p>Plano de Ação para Produção e Consumo Sustentáveis (PPCS)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Padrões mais sustentáveis de produção e consumo ■ Práticas produtivas e sustentáveis 	<ol style="list-style-type: none"> 1 Ações regulatórias – Plano governamental focado em sustentabilidade 2 Ações fiscais – Podem ser importantes para fiscalização do consumo sustentável
	<p>Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Fomento a práticas que reduzam emissão de gases estufa ■ Proteção do sistema climático do planeta 	<ol style="list-style-type: none"> 1 Ações regulatórias – Política governamental fomentando práticas sustentáveis 4 Plataforma colaborativa – Acordos entre governo e empresas
	<p>Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Gestão das águas do Brasil ■ Melhoria da disponibilidade hídrica ■ Redução de conflitos sobre uso de água 	<ol style="list-style-type: none"> 1 Ações regulatórias – Plano governamental 2 Ações fiscais – Podem ser importantes para fiscalização da gestão das águas
	<p>“Novo Código Florestal”</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Proteção da vegetação nativa em áreas de preservação permanente, reserva legal, uso restrito, exploração florestal e assuntos relacionados 	<ol style="list-style-type: none"> 1 Ações regulatórias – Lei nacional que visa à proteção do meio ambiente 3 Informação – Comunicação com população

Fonte: (BRASIL, 2010), (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, [201?a]), (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, [201?b]), (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, [201?c]), (EMBRAPA, 2012), (PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2015), *Análise ADVISIA OC&C Strategy Consultants*

Vale mencionar que, apesar destes fundamentos, a PNRS ainda carece de instrumentos econômicos para viabilizar o fechamento de sistemas cíclicos que sejam financeiramente atrativos.

Segundo a própria PNRS (BRASIL, 2010), Art. 32: “As embalagens devem ser fabricadas com materiais que propiciem a reutilização ou a reciclagem [...]” Art.33. São obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza ur-

bana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de:

I - agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso, observadas as regras de gerenciamento de resíduos perigosos previstas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, ou em normas técnicas;

II - pilhas e baterias;

III - pneus;

IV - óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;

V - lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;

VI - produtos eletroeletrônicos e seus componentes.”

FIGURA 12 – FASE DE ALGUNS SETORES FRENTE À PNRS EM 1º DE FEVEREIRO DE 2017

Setor	Fase de negociação	Acordo setorial aprovado entre governo e setor	Acordo setorial aprovado pela consulta pública	Acordo setorial assinado
■ Embalagens plásticas e óleos lubrificantes	✓	✓	✓	✓
■ Lâmpadas de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista	✓	✓	✓	✓
■ Produtos eletroeletrônicos e seus resíduos	✓	✗	✗	✗
■ Embalagens em geral	✓	✓	✓	✓
■ Medicamentos	✓	✗	✗	✗
■ Embalagem de agrotóxicos	✓	✓	✓	✓

Fonte: (SINIR, [201?]), Análise ADVISIA OC&C Strategy Consultants

Com a PNRS, o governo brasileiro espera garantir o crescimento da logística reversa dos setores mencionados na legislação acima. Para isso, foi necessário firmar acordos entre governo e setores produtivos. A Figura 12 mostra a situação atual de alguns setores e seus acordos. Alguns já possuíam uma cadeia de logística reversa implantada anteriormente à PNRS, por meio de outras tratativas legais (SINIR, [201?]). Esses setores incluem a produção de pneus inservíveis, óleos lubrificantes usados ou contaminados e pilhas e baterias, que foram posteriormente incorporados à nova legislação.

O **Plano de Ação para Produção e Consumo Sustentáveis** (PPCS), lançado no fim de 2011, busca padrões mais sustentáveis de produção e consumo e, assim como a PNRS, apresenta conceitos vistos na Economia Circular. O PPCS foca em algumas áreas como: (i) Educação para o consumo sustentável, com o intuito de promover pesquisas, estudos de caso e campanhas visando alterar a cultura da população; (ii) Varejo e consumo sustentável, visando promover ações no setor varejista mostrando sua importância para o desenvolvimento de práticas sustentáveis; (iii) Aumento da reciclagem, com ações que incentivam a reciclagem tanto por parte do produtor quanto do consumidor (utilizando conceitos de responsabilidade compartilhada e logística reversa); (iv) Compras públicas sustentáveis, com o intuito de incentivar empresas a aumentar o portfólio de produtos sustentáveis; (v) Construções sustentáveis, visando à adoção de práticas sustentáveis pelo setor de construção civil, melhorando o desempenho socioambiental do setor e; (vi) Agenda ambiental na Administração Pública (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, [201?c]).

A **Política Nacional sobre Mudança do Clima** (PNMC) possui algumas diretrizes fomentadoras de práticas que reduzam as emissões dos gases de efeito estufa, como uso de energias renováveis e planos setoriais de mitigação e adaptação à mudança de clima, visando à baixa emissão de carbono (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, [201?a]). Nesta direção, o Brasil também formulou, dentro do escopo do Acordo de Paris, sua Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC), em que se compromete a reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 37% em 2025 e em 43% em 2030 (tomando como base as emissões de 2005). Para isso, o país se compromete a aumentar a participação de bioenergia sustentável na sua matriz energética para aproximada-

mente 18% até 2030, restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas, bem como alcançar uma participação estimada de 45% de energias renováveis na composição da matriz energética em 2030 (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, [201?c]). Dessa maneira, a PNMC e a NDC buscam, assim como a Economia Circular, a redução de externalidades negativas, nesse caso, referentes à emissão de gases poluentes, além do incentivo ao uso de recursos renováveis.

O **Plano Nacional dos Recursos Hídricos** (PNRH) visa a uma boa gestão das águas, sendo fundamentado em objetivos como melhoria da disponibilidade hídrica, quantidade e qualidade, redução dos conflitos relacionadas ao uso das águas e percepção da conservação da água como valor socioambiental (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, [201?b]). A redução de externalidade negativa referente ao uso da água é condizente com a Economia Circular.

O **“Novo Código Florestal”** visa à “proteção da vegetação nativa em áreas de preservação permanente, reserva legal, uso restrito, exploração florestal e assuntos relacionados”. Desta forma, as propriedades privadas devem seguir as instruções estabelecidas no Código (EMBRAPA, 2012), implicando na exploração controlada da vegetação nativa, além de criar condições para sua regeneração, em linha com os princípios da Economia Circular.

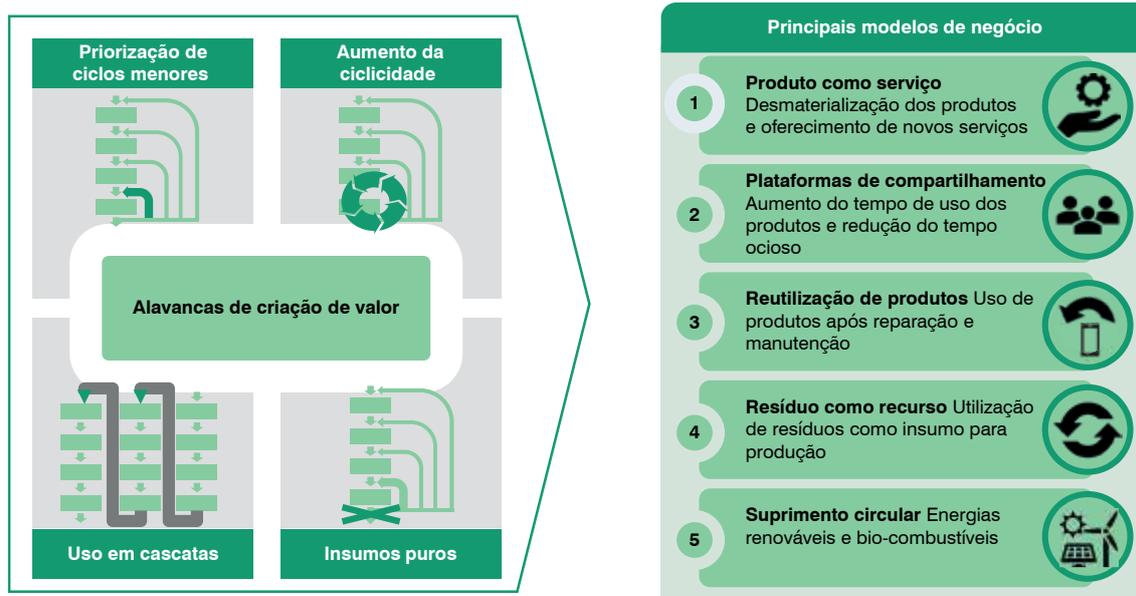
Desta maneira, as políticas descritas podem representar o início de uma agenda política que visa à transição para a Economia Circular, visto que focam em ações que fortalecem o modelo circular, como a cooperação entre setores (público e privado), responsabilidade compartilhada, logística reversa e redução de impactos ambientais. Porém, dado que estas iniciativas abordam apenas alguns elementos da Economia Circular de maneira individualizada, é fundamental que o Brasil coordene essas políticas existentes, a fim de se contemplar o conceito e os elementos viabilizadores da Economia Circular como um todo para uma transição estruturada.

3.2 ESTUDOS DE CASO DE INICIATIVA PRIVADA

3.2.1 PRINCIPAIS TIPOS DE INICIATIVA PRIVADA

As alavancas de geração de valor discutidas na conceituação da Economia Circular resultam em cinco principais modelos de negócio buscados pelas empresas na transição a um modelo de Economia Circular. A Figura 13 ilustra a relação entre estas alavancas de criação de valor e os principais modelos de negócio adotados.

FIGURA 13 – ALAVANCAS DE CRIAÇÃO DE VALOR LEVANDO A NOVOS MODELOS DE NEGÓCIO



FONTE: (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015B), (EXCHANGE 4 CHANGE BRASIL, [201?]), Análise ADVISIA OC&C Strategy Consultants

As empresas privadas que adotaram iniciativas internas podem se enquadrar nos seguintes tipos de modelo de negócio:

- **Produto como serviço**: o consumidor utiliza serviços ao invés de adquirir o produto em si, facilitando o controle da empresa sobre o

ativo e o retorno do mesmo ao fabricante, possibilitando a priorização dos ciclos menores;

- **Plataforma de compartilhamento:** possibilita aumentar a utilização de produtos que costumemente apresentam baixíssima utilização, como por exemplo automóveis e ferramentas. Este modelo utiliza a alavanca de aumento de ciclicidade para gerar valor adicional ao produto;
- **Reutilização de produtos:** a priorização de ciclos menores é refletida neste modelo de negócio, em que produtos são reutilizados após a reparação e manutenção, evitando o descarte ou a reciclagem completa;
- **Resíduo como recurso:** a alavanca do uso em cascata é representada neste modelo de negócio, em que o resíduo é utilizado como insumo para produção, reduzindo o uso de matéria-prima virgem; e
- **Suprimento circular:** prioriza fontes renováveis e biocombustíveis como fonte de energia para proteger e restaurar ecossistemas. Este modelo também reflete a alavanca de ciclicidade.

3.2.2 INICIATIVAS PRIVADAS NO EXTERIOR

Ao redor do mundo, uma infinidade de empresas apresenta soluções interessantes rumo à Economia Circular. Alguns desses casos foram selecionados e descritos a seguir e são resumidos na Figura 13, que relaciona cada caso específico com os modelos de negócio adotados. Vale a pena apontar que alguns casos foram viabilizados com o auxílio de elementos da Indústria 4.0, evidenciando as sinergias entre estes dois conceitos e o potencial conjunto para impulsionar ainda mais os resultados obtidos pelas empresas.

FIGURA 14 – CASOS DE ECONOMIA CIRCULAR EM EMPRESAS ESTRANGEIRAS

País	Empresa	Descrição	Elementos de modelos de negócio
		<ul style="list-style-type: none"> ■ Reaproveitamento de restos de comida, gorduras e óleos dos restaurantes para geração de energia elétrica de restos de comida, gorduras e óleos dos restaurantes para geração de energia elétrica 	<ul style="list-style-type: none"> 4 Resíduo como recurso 5 Biocombustível
		<ul style="list-style-type: none"> ■ Serviço de compartilhamento de veículos, onde o usuário paga por tempo de utilização do veículo, sem se preocupar com manutenção, combustível, seguro e outros custos normais 	<ul style="list-style-type: none"> 1 Produto como serviço 2 Plataformas de compartilhamento
		<ul style="list-style-type: none"> ■ Reciclagem de peças de roupa usadas recolhidas em diversas lojas de moda ■ Essas peças usadas se transformam em, por exemplo, isolantes térmicos de construções civis 	<ul style="list-style-type: none"> 4 Resíduo como recurso
		<ul style="list-style-type: none"> ■ Venda de produtos de limpeza na forma de refil ■ O consumidor adquire embalagem e nas próximas compras adquire apenas o refil 	<ul style="list-style-type: none"> 3 Reutilização de produtos
		<ul style="list-style-type: none"> ■ Simbiose (ecossistema) industrial entre mais de 10 empresas públicas e privadas com resíduos gerados por uma empresa servindo de insumo para outra, fechando um ciclo 	<ul style="list-style-type: none"> 4 Resíduo como recurso
		<ul style="list-style-type: none"> ■ Serviço de instalação, iluminação, manutenção e demais serviços relacionados a iluminação 	<ul style="list-style-type: none"> 1 Produto como serviço

Fonte: (GUNTHER, 2014), (CAR2GO, 2017), (I:CO, 2014), (SPLOSH, 2017), (KALUNDBORG SYMBIOSIS, [201?]), (TERESA DOMENECH, 2011), (PHILIPS, [201?]), Análise ADVISIA OC&C Strategy Consultants

A Disney Resort envia restos de comida, gorduras e óleos dos restaurantes para a Harvest Power, que converte os resíduos orgânicos em biogás utilizado para geração de energia elétrica, além de transformar os resíduos sólidos em fertilizantes. A energia elétrica gerada é utilizada na parte central da Flórida, incluindo o próprio Walt Disney Resort (GUNTHER, 2014). Com a utilização de robôs autônomos, a Harvest Power pode otimizar seu processo de geração de energia elétrica e aumentar ainda mais seu impacto.

O aplicativo “Car2Go” foi criado pela Mercedes-Benz em 2008 com a ideia de fornecer um serviço de compartilhamento de veículos, em que o usuário paga por tempo de utilização do veículo, não tendo que se preocupar com manutenção, combustível, seguro e outros custos normais que os consumidores arcam no caso da compra. A Mercedes-Benz criou o serviço de compartilhamento de veículo para dar novas opções a consumidores que não têm veículos próprios, aumentando seu leque de serviços (CAR2GO, 2017). A Indústria 4.0, com tecnologias como a digitalização e o armazenamento em nuvem, foram imprescindíveis para que as informações sobre os veículos pudessem estar disponíveis nos aplicativos com qualidade. Adicionalmente, a segurança cibernética assegura que os dados dos condutores e dos veículos sejam armazenados corretamente.

A I:CO recicla peças de roupa usadas recolhidas em diversas lojas de moda. Ela possui parceria com diversas marcas como Levi’s, H&M, Marks&Spencer, The North Face e Forever 21. As lojas recebem peças usadas de qualquer marca e enviam essas peças para a I:CO. Essas peças usadas se transformam em, por exemplo, isolantes térmicos para o setor de construção civil. Ao entregarem as peças usadas, os clientes recebem um voucher de desconto (I:CO, 2014). Este modelo ainda pode ser melhorado, uma vez que a Internet das Coisas e a informação em tempo real poderiam facilitar a rastreabilidade dos produtos e a interação entre as lojas e a I:CO.

A Splosh é uma *startup* inglesa que vende produtos de limpeza na forma de refil concentrado, em que o consumidor adquire, na primeira compra, a embalagem plástica tradicional e, nas próximas compras, precisa comprar apenas o refil que é vendido em sachês, podendo reutilizar as embalagens. Os pedidos são todos feitos pelo aplicativo, o que facilita o processo (SPLOSH, 2017).

A Kalundborg é uma simbiose (ecossistema) industrial entre mais de 10 empresas públicas e privadas de diversas áreas como farmacêutica, termoelétrica e refinaria de petróleo, em que os resíduos gerados por uma empresa servem de insumo para outra, fechando um ciclo (KALUNDBORG SYMBIOSIS, [201?]). A integração horizontal e vertical da Indústria 4.0 é refletida nesta integração entre indústrias de setores diferentes.

A Philips passou a vender o serviço “luz” e não mais o produto “lâmpada”. Ela presta serviços de instalação, iluminação, manutenção e outros relacionados a iluminação, principalmente de estabelecimentos e condomínios. Com a Internet das Coisas e *Big Data*, a Philips controla e tem informação do funcionamento das lâmpadas instaladas, permitindo monitorar seus produtos de forma eficiente (TERESA DOMENECH, 2011).

3.2.3 INICIATIVAS PRIVADAS NO BRASIL

Apesar da relativa deficiência do Brasil em relação à intensidade das iniciativas públicas que incentivem a transição para Economia Circular em relação a outros países, algumas empresas já se beneficiam desta transição na prática. Alguns desses exemplos estão descritos a seguir e relacionados aos elementos de modelos de negócio na Figura 14.

A Votorantim recebe incentivo financeiro de outras indústrias para receber o lixo gerado por elas, e utiliza os resíduos como insumo em suas fábricas. Estes resíduos podem incluir pneus velhos, papel, papelão, óleos, produtos químicos, resíduos industriais e urbanos e são utilizados como combustíveis, na produção de cimento e substituindo o coque (VOTORANTIM CIMENTOS, [2009]). Com a evolução da Indústria 4.0, robôs autônomos poderiam otimizar a produção e o impacto deste modelo, assim como a integração horizontal, que poderia aumentar a eficiência no fluxo de materiais.

FIGURA 15 – CASES DE ECONOMIA CIRCULAR EM EMPRESAS BRASILEIRAS

País	Empresa	Descrição	Elementos de modelos de negócio
		<ul style="list-style-type: none"> A Votorantim recebe lixo de outras indústrias e utiliza os resíduos em suas fábricas como insumo, substituindo o coque 	<p>4 Resíduo como recurso</p>
		<ul style="list-style-type: none"> Site que conecta empresas facilitando a reutilização e valorização dos resíduos 	<p>4 Resíduo como recurso</p>
		<ul style="list-style-type: none"> Equipamentos e suprimentos de impressoras são coletados, reciclados e reinseridos na produção de novas partes e peças de impressoras 	<p>3 Reutilização de produto</p> <p>4 Resíduo como recurso</p>
		<ul style="list-style-type: none"> A Embraco criou uma unidade especializada em logística reversa, reciclagem, reuso e desenvolvimento de novos produtos 	<p>3 Reutilização de produto</p>
		<ul style="list-style-type: none"> O Programa Mineiro de Simbiose Industrial reúne empresas de diversos setores e visa a uma melhor utilização de recurso como resíduos, energia, água, compartilhamento de ativos, logística e perícia 	<p>4 Resíduo como recurso</p> <p>2 Plataformas de compartilhamento</p>

Fonte (VOTORANTIM CIMENTOS, [2009]), (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2016c), (PAIVA, 2013), (EMBRACO, 2016), (FIEMG, 2017), Análise ADVISIA OC&C Strategy Consultants

B2Blue é um site que conecta empresas, facilitando a reutilização e valorização dos resíduos, promovendo o comércio de resíduos de borracha, eletroeletrônicos, madeiras, metais, papel, papelão, tecido, vidro, plástico, entre outros (PAIVA, 2013). Além da B2Blue, existem também outros casos como a REDERESÍDUOS que, além da bolsa de resíduos, fornece outros serviços adicionais como, por exemplo, consultoria incluindo avaliação preliminar, diagnóstico e plano de ação, monitoramento de melhorias, planos e programas e projetos de PDI, entre outros (REDERESÍDUOS, [2016]). A segurança cibernética e o armaze-

namento em nuvem são essenciais para a troca segura de informação entre as empresas que compõem estas redes.

Os equipamentos e suprimentos de impressoras da HP são coletados e encaminhados para o Centro de Inovação e Tecnologia em Reciclagem, que é operado pela Flextronics, parceira da HP Brasil neste projeto. Estes materiais reciclados são reinseridos na produção de novas partes e peças de impressoras e correspondem, atualmente, a cerca de 8% da matéria-prima total utilizada. Adicionalmente, a HP definiu uma meta para os próximos anos de 17% (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2016c). A Internet das Coisas e a informação em tempo real podem permitir uma maior rastreabilidade dos produtos para assegurar retorno dos materiais descartados à cadeia.

A Embraco criou uma unidade especializada em logística reversa, reciclagem, reuso e desenvolvimento de novos produtos, chamada de Nat.Genius. Inicialmente criada para resolver os problemas da própria Embraco, hoje já apresenta outros parceiros como Coca-Cola, Nestlé, MetalFrio e outros (EMBRACO, 2016).

O Programa Mineiro de Simbiose Industrial reúne empresas de diversos setores e visa a uma melhor utilização de recursos. Apesar do foco atual principal em resíduos, o objetivo é trabalhar com todos os tipos de recurso, incluindo energia, água, compartilhamento de ativos, logística e perícia. Atualmente são mais de 700 empresas participantes no programa e cerca de 195 mil toneladas de redução de uso de matéria-prima virgem (FIEMG, 2017). Futuramente, a segurança cibernética e o armazenamento em nuvem podem permitir a troca de informação entre empresas com maior eficiência e segurança, e permitir a integração horizontal e vertical entre indústrias de setores diferentes, para alavancar os ótimos resultados já obtidos.

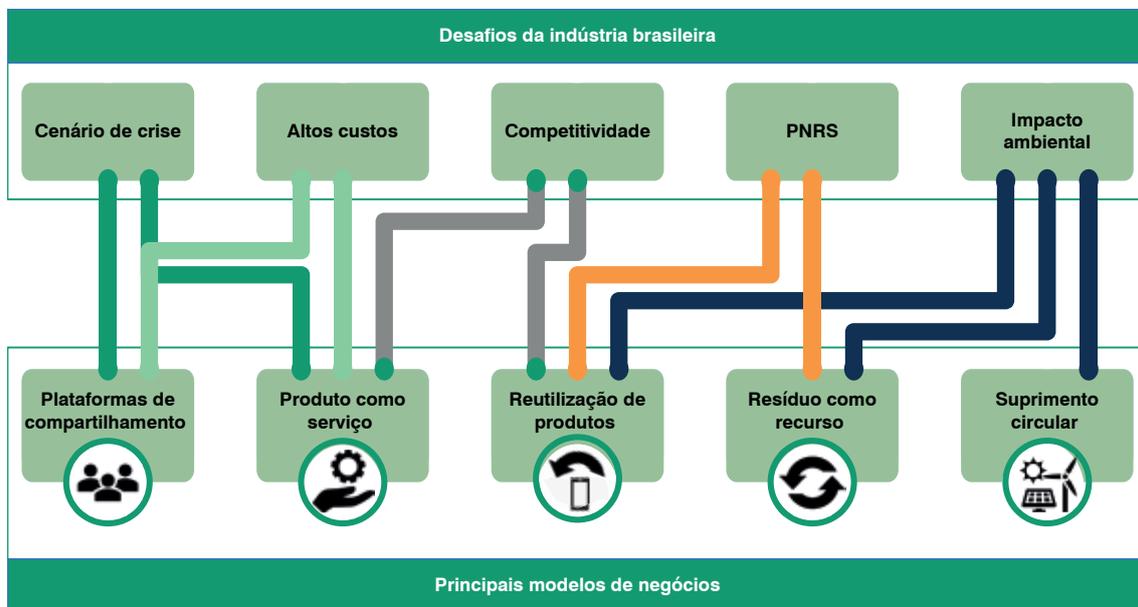
A maior parte dos casos no Brasil ainda possui foco principal nos ciclos mais longos, utilizando modelos de logística reversa e de reciclagem de resíduo como insumo. Isso é uma consequência do foco na regulamentação da PNRS e da ausência de mecanismos adicionais de incentivo.

Apesar disso, estes modelos possuem grande potencial para ajudar a indústria brasileira a enfrentar seus principais desafios, que são atu-

almente as dificuldades impostas pelo cenário macroeconômico, os altos custos com a cadeia de produção, a baixa competitividade da indústria, a falta de coordenação das políticas existentes e a necessidade de reduzir os impactos ambientais.

Os modelos de negócio trazidos pela Economia Circular auxiliam as empresas a superar esses desafios. As relações entre os principais modelos de negócio e os desafios da indústria brasileira podem ser observados na Figura 16.

FIGURA 16 – MODELOS DE NEGÓCIO CIRCULARES E DESAFIOS DA INDÚSTRIA BRASILEIRA



Fonte: (EXCHANGE 4 CHANGE BRASIL, [201?])

Com o cenário de crise reduzindo o poder de compra dos consumidores brasileiros, modelos de negócio como plataformas de compartilhamento e produto como serviço podem reduzir os custos iniciais de aquisição de produtos por parte do consumidor e permitem que o consumo ainda seja viável neste cenário negativo. De maneira similar, os altos custos no processo de fabricação do produto, principalmente custos fixos, podem ser repassados ao consumidor de maneira diluída, uma vez que a utilização do produto é otimizada através de plataformas de compartilhamento.

Adicionalmente, a adequação à PNRS é facilitada quando empresas utilizam resíduos como recurso, reduzindo o descarte, e também quando empresas criam modelos de negócio para reutilização de produtos, o que implica no prolongamento da vida dos mesmos. Finalmente, a utilização de suprimentos circulares, com o estímulo ao uso de energias renováveis, pode ter impactos ambientais positivos ao proteger e promover a restauração de ecossistemas.

4. BARREIRAS

4.1 BARREIRAS GERAIS À ECONOMIA CIRCULAR

De forma geral, as barreiras tipicamente enfrentadas ao redor do mundo, na transição para uma Economia Circular, podem ser classificadas em quatro grandes grupos: (i) barreiras econômicas; (ii) falhas de mercado; (iii) falhas regulatórias; e (iv) fatores sociais (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015b), conforme representado na Figura 17 a seguir.

FIGURA 17 – PRINCIPAIS BARREIRAS À ECONOMIA CIRCULAR



Fonte: (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015b), Análise ADVISIA OC&C Strategy Consultants

Para que ocorra a transição à Economia Circular, é necessário que o modelo adotado seja **economicamente atrativo** frente ao atual sistema linear. Caso isso não seja possível, seja por falta de tecnologia em escala, por alta necessidade de capital ou pelo excessivo tempo de retorno de investimento, a transição provavelmente não ocorrerá.

Além das barreiras econômicas, também há **falhas de mercado** que podem prejudicar a transição à Economia Circular. Essas falhas consistem em problemas de infraestrutura, como por exemplo a falta de estrutura na rede de logística reversa, impedindo o fechamento de ciclos, e o fluxo de materiais a custos toleráveis. Pode haver, também, interesses e incentivos desalinhados entre as partes envolvidas, assimetrias de informação, baixa competição, complexidades fiscais e tributárias e outras externalidades que não se refletem em preços e acabam inviabilizando a introdução do novo modelo.

Existem ainda **falhas regulatórias**, que dificultam a transição à Economia Circular. Tais falhas podem ser regulamentações inadequadas ou incompletas envolvendo o governo e setores da indústria, bem como falta de metas e métricas claras relacionadas ao tema, que podem comprometer a velocidade de implantação das condições regulatórias necessárias.

Por fim, **fatores sociais**, como a falta de mão de obra adequada para a prestação de serviços oriundos da transição à Economia Circular e problemas culturais locais também podem ser barreiras à transição para uma Economia Circular.

4.2 BARREIRAS À ECONOMIA CIRCULAR NO CENÁRIO BRASILEIRO

O Brasil apresenta um cenário particular, com suas próprias barreiras à transição para a Economia Circular. As principais barreiras identificadas se enquadram nos quatro blocos mencionados anteriormente, como mostrado na Figura 18, e são descritas a seguir. Vale lembrar que as soluções podem não ser transversais, e que estas barreiras podem exigir medidas específicas em cada um dos setores atingidos. Para a transição para a Economia Circular, deve-se também considerar a necessidade de ações de planejamento, identificando cada uma das particularidades e traçando planos de ação para superar barreiras específicas.

FIGURA 18 – PRINCIPAIS BARREIRAS À ECONOMIA CIRCULAR NO BRASIL

Barreiras brasileiras	1 Econômicas	2 Falhas de mercado	3 Falhas regulatórias	4 Fatores sociais
Conceito pouco difundido		✓		✓
Deficiência em infraestrutura e vasta extensão territorial		✓		
Sistema tributário e fiscal complexo e inadequado			✓	
Falta de coordenação de políticas existentes			✓	
Tecnologia em escala não disponível	✓			
Entraves ambientais			✓	

Fonte: Análise ADVISIA OC&C Strategy Consultants

4.2.1 CONCEITO POUCO DIFUNDIDO

Apesar de algumas empresas já apresentarem modelos de negócio circulares e *startups* estarem nascendo com elementos da Economia Circular em seus modelos de negócio, o desconhecimento do conceito deste tipo de economia ainda permeia, atualmente, diversas esferas.

O desconhecimento por parte do empresariado dificulta que os benefícios da Economia Circular possam ser assimilados e aplicados a novos projetos. Apesar de já existirem instituições atuando no Brasil com foco na disseminação do conceito, como por exemplo a EPEA Brasil, a *Exchange 4 Change* e a *Ellen MacArthur Foundation*, existem poucos profissionais qualificados e capacitados a pensar de forma metódica e sistêmica em modelos circulares, buscando redesenhar produtos e processos seguindo os fundamentos deste modelo. Existem, também, iniciativas de inclusão desta temática no sistema educacional, abrangendo graduação, pós-graduação, especializações, pesquisa e extensão, mas estas devem mostrar resultados apenas no futuro, não sendo parte da formação atual nas empresas.

Adicionalmente, as ações de educação direcionadas ao consumidor são bastante incipientes. De forma geral, o consumidor ainda não identifica os benefícios da Economia Circular e dos produtos e serviços ofertados pelas empresas que adotam este modelo, tendo pouca influência na decisão de transição.

4.2.2 DEFICIÊNCIA EM INFRAESTRUTURA E VASTA EXTENSÃO TERRITORIAL

A carência de infraestrutura adequada aliada à vasta extensão territorial do Brasil dificulta a criação de sistemas de logística reversa.

O Brasil apresenta uma polarização da produção industrial na Região Sudeste. Por um lado, isso gera um fator positivo, já que boa parcela da população brasileira está concentrada nesta região. Por outro lado, para a parcela do mercado consumidor localizada em outras regiões, são necessários longos percursos com uma infraestrutura deficiente. Isso aumenta os custos logísticos e pode impossibilitar o fechamento de modelos circulares que dependam da logística reversa.

É o caso, por exemplo, da Sinctronics, que concentra a coleta de material no Brasil como um todo para tratá-lo em Sorocaba. Por um lado, a escala necessária não é encontrada em outras regiões. Por outro lado, a viabilidade do processo seria aumentada caso os custos logísticos não fossem impactados por, além da distância, deficiências na malha logística brasileira.

4.2.3 SISTEMA TRIBUTÁRIO E FISCAL COMPLEXO E INADEQUADO

O modelo fiscal atual foi concebido anteriormente à emergência da Economia Circular. As regras foram criadas tendo em vista o modelo de produção linear e não incentivam a reciclagem e o fechamento dos ciclos de uso de resíduos. A legislação atual gera, por exemplo, bitributação sobre materiais reciclados. A matéria-prima é tributada pela primeira vez na aquisição do material virgem pela indústria e novamente ao ser comercializada como insumo após a reciclagem (LOPES, 2016), reduzindo sua atratividade econômica frente à utilização de materiais virgens. Adicionalmente, a alta complexidade e a falta de normatização entre a esfera federal e esferas estaduais dificultam o transporte interestadual, muitas vezes necessário para os modelos circulares.

A ampliação da Economia Circular pode gerar externalidades positivas relevantes e minimizar externalidades negativas, como por exemplo a redução da disposição inadequada de contaminantes, dos resíduos destinados a aterros sanitários e do uso de matérias-primas virgens no processo industrial. Estes benefícios poderiam justificar a concessão de incentivos pelo setor público à cadeia de reciclagem, incluindo a desoneração de alguns tributos indiretos e a redução de custos para setores que operam com logística reversa onerosa, reciclando materiais sem valor econômico atualmente (CNI, 2014).

Da mesma forma como tais desonerações se justificam para a logística reversa e reciclagem, uma avaliação mais aprofundada englobando os demais ciclos da Economia Circular poderia identificar medidas tributárias e fiscais adicionais para eliminar barreiras e incentivar o uso mais racional de recursos.

4.2.4 FALTA DE COORDENAÇÃO DAS POLÍTICAS EXISTENTES

As políticas públicas encontradas no Brasil, como PNRS, PPCS, PNCM, PNRH e outras similares possuem, individualmente e majoritariamente, foco em sustentabilidade, meio ambiente, reciclagem e logística reversa (no caso da PNRS). Desta maneira, o país carece de uma coordenação das políticas existentes a fim de contemplar o conceito e os elementos viabilizadores da Economia Circular como um todo. Sem isso, as ações dos diversos agentes envolvidos na disseminação deste modelo, como empresas, governo e outras organizações, são executadas de maneira descoordenada e sem um objetivo comum.

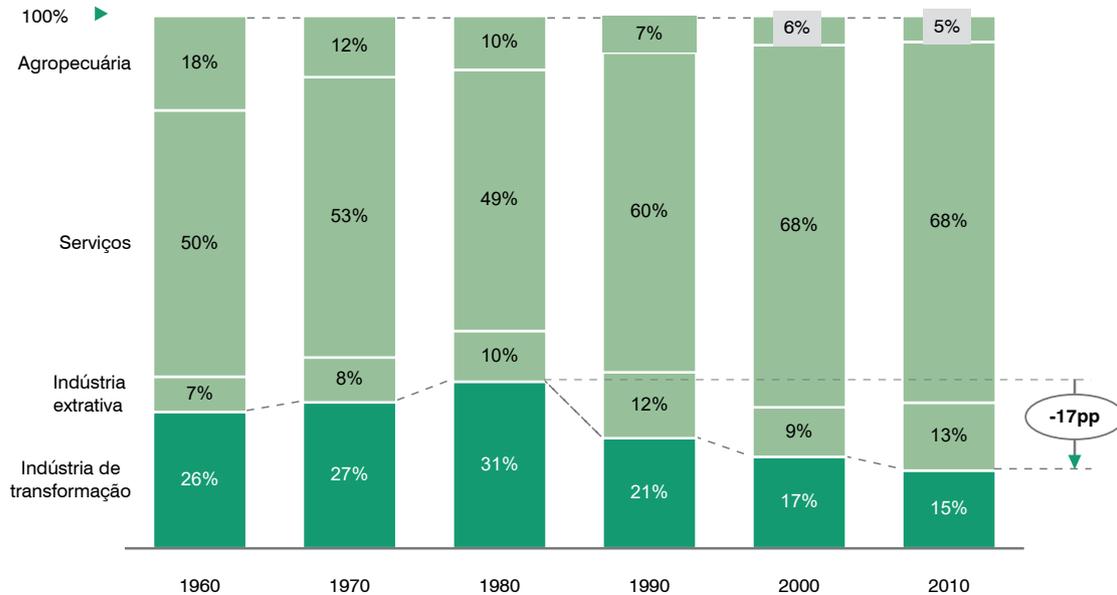
O governo pode tomar como base as iniciativas públicas de outros países para definir um posicionamento e coordenar as políticas existentes no Brasil. Alguns exemplos de políticas que incentivam a transição à Economia Circular, conforme visto nos exemplos de iniciativas públicas estrangeiras do capítulo anterior, incluem:

- Metas concretas de reciclagem de resíduos específicos, como doméstico, eletrônico, orgânico e outros, e redução de uso de matérias-primas virgens;
- Reestruturação de impostos e taxas sobre produtos e processos circulares, incentivando investimentos em reciclagem e logística reversa;
- Transição planejada para cada setor industrial, negociada pelo governo e pela indústria, com benefícios concretos às duas partes; e
- Incentivo à comunicação e educação da população, alterando a mentalidade do consumidor.

Além disso, o Brasil apresenta um agravante advindo da fragilidade de sua política industrial. A carência de um arcabouço coeso para suportar a indústria nacional, caracterizada pelo foco em exportação de commodities e valorização do real, resultou em um processo de desindustrialização precoce no Brasil (Figura 19). Esta desindustrialização pode resultar na perda de elos importantes para o fechamento

de fluxos circulares de materiais e produtos, dificultando a transição à Economia Circular.

FIGURA 19 – PARTICIPAÇÃO DO VALOR ADICIONADO BRUTO TOTAL



Fonte: IBGE, (NASSIF; FEIJÓ; ARAÚJO, 2013), Análise ADVISIA OC&C Strategy Consultants

4.2.5 TECNOLOGIA EM ESCALA NÃO DISPONÍVEL

Ao contrário de materiais cuja reciclagem gera valor econômico comprovado, como por exemplo o papel, o vidro, o aço e o alumínio, em que a taxa de reciclagem é relativamente alta no Brasil, existem muitos casos em que a tecnologia disponível ainda não permite que o material seja tratado e revalorizado adequadamente e em escala apropriada, a fim de gerar um modelo circular economicamente atrativo.

Um exemplo é a reciclagem de resíduos do setor de construção civil, cujo descarte representa, em massa, mais da metade do total de resíduos urbanos gerados. Este é um problema ainda sem solução, visto que o tratamento desses resíduos não é difundido no país devido à complexidade tecnológica e ao conseqüente alto custo do processo.

Nestes casos, o governo poderia disponibilizar linhas de fomento à pesquisa e ao desenvolvimento de tecnologias que viabilizem a Economia Circular.

4.2.6 ENTRAVES AMBIENTAIS – EX. CLASSIFICAÇÃO DE PERICULOSIDADE

A classificação de periculosidade gera burocracia e dificulta o transporte e a instalação de pontos de coleta. Em certos casos, exige-se o licenciamento ambiental, que pode inviabilizar a capilaridade da coleta para produtos e materiais que, devido à evolução da tecnologia, não deveriam mais ser mais caracterizados como perigosos em sua manipulação geral.

Pode-se citar como exemplo os requisitos para reciclagem de eletroeletrônicos. As tecnologias utilizadas na produção destes equipamentos evoluíram e as orientações ambientais deveriam acompanhar esta evolução, com a obrigatoriedade de licenciamento ambiental devendo recair apenas sobre o local onde ocorrerá o processo de reciclagem em si. Não há mais risco nem periculosidade no uso, na manipulação após o descarte e no transporte desse material até o processo de reciclagem (ABINEE, 2015).

Apesar deste entrave ainda existir a nível federal, alguns estados já vêm trabalhando para regular a logística reversa e o descarte adequado desses resíduos. Em São Paulo, a CETESB, agência ambiental paulista, publicou, em junho de 2016, a Decisão de Diretoria 120/2016 que, entre outros pontos, dispensa do licenciamento ambiental pontos de coleta e entrega, centrais de recebimento ou pontos de concentração (exceto para o recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos) e centrais de triagem (CETESB, 2016).

Existe, porém, a necessidade de que o assunto avance na direção de uma solução a nível federal, replicando as mesmas condições em todo o território nacional.

5. OPORTUNIDADES

Apesar da relevância das barreiras discutidas no capítulo anterior, o Brasil apresenta uma série de oportunidades na transição da Economia Linear para a Economia Circular. Essas oportunidades estão fazendo com que o Brasil atraia atenção de instituições que são referência em Economia Circular, como é o caso da *Ellen MacArthur Foundation*, que escolheu o Brasil para abrir seu primeiro escritório fora da Europa. Adicionalmente foi lançado, em outubro de 2016, o programa CE100 Brasil, uma rede satélite reunindo entidades da esfera privada e pública (incluindo empresas nacionais e multinacionais, inovadores emergentes, governos e universidades) para acelerar a transição para a Economia Circular no âmbito regional, por meio de conhecimento e pesquisa, compartilhamento de conhecimentos, construção de capacidade e colaboração (SANTIAGO, 2016). Um resumo das principais oportunidades, que são descritas a seguir, pode ser observado na Figura 20.

FIGURA 20 – PRINCIPAIS OPORTUNIDADES NO CENÁRIO BRASILEIRO

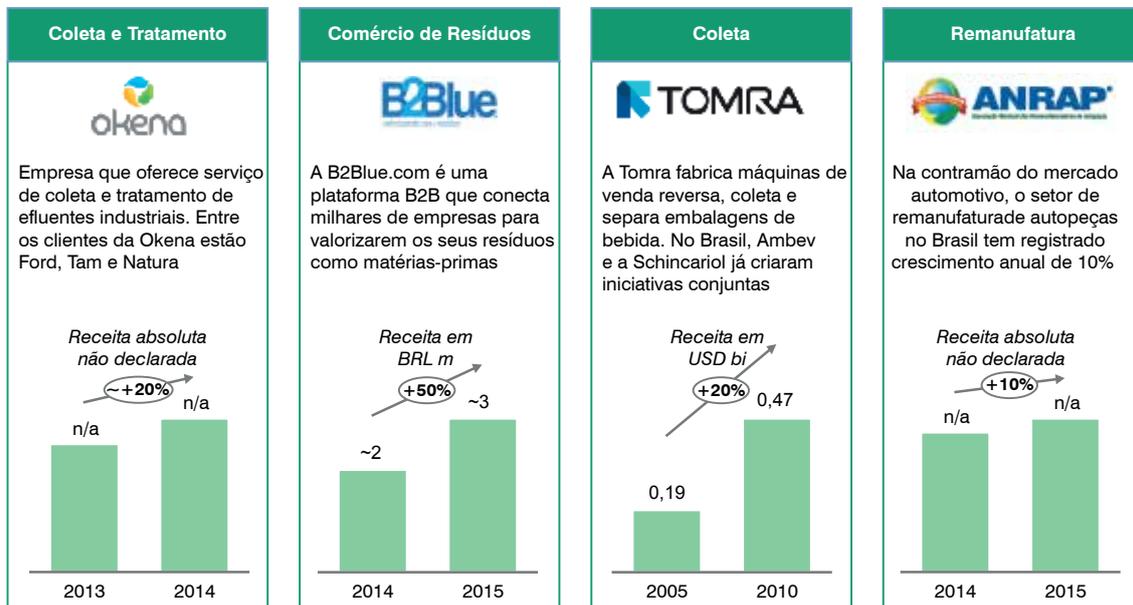


Fonte: Análise ADVISIA OC&C Strategy Consultants

5.1 POTENCIAL PARA NOVOS MODELOS DE NEGÓCIO CIRCULARES

Há potencial relevante para a adoção de novos modelos de negócio circulares nas empresas brasileiras, que possibilitam reduzir custos e perdas produtivas, gerar novas fontes de receita e diminuir a dependência de matérias-primas virgens. Algumas empresas e setores já vêm se aproveitando desta tendência e apresentando crescimento expressivo, como mostra a Figura 21.

FIGURA 21 – EXEMPLOS DE NOVOS MODELOS DE NEGÓCIO



Fonte: (AMARAL, 2015), (CODOGNO, 2016), (PEGN TV, 2015), (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013a), (SÁ, 2011), (CICLO VIVO, 2016), (ANRAP, 2016), Análise ADVISIA OC&C Consultants

A Okena retira a água contaminada das empresas, leva até sua própria estação de tratamento, trata a água e devolve limpa para o meio ambiente (AMARAL, 2015). Com o serviço prestado, a Okena auxilia as empresas a destinarem corretamente seu resíduo, além de contribuir positivamente com o reaproveitamento de recursos hídricos e o meio ambiente.

A B2Blue é uma plataforma online que conecta compradores e vendedores de resíduos (PAIVA, 2013). Com isso, muitos resíduos, que seriam descartados, às vezes de forma incorreta, acabam sendo utilizados como insumo para outra cadeia. Este processo agrega valor ao resíduo e gera ganhos econômicos ao vendedor e ao comprador.

A Tomra fabrica máquinas utilizadas para recolhimento de embalagens retornáveis, chamadas de máquinas de venda reversa (CICLO VIVO, 2016). Para o consumidor, cada embalagem retornada se transforma em descontos na aquisição de um novo produto. Com isso, as fabricantes de bebidas aumentam a recuperação de embalagens vendidas e conseguem reaproveitá-las, evitando o descarte das mesmas. Esta estratégia, utilizando máquinas de venda reversa, é amplamente utili-

zada na Alemanha e vem sendo introduzida no Brasil, atualmente em iniciativas da Ambev e Schincariol.

Os associados da ANRAP fazem a remanufatura de autopeças, diminuindo o descarte, reutilizando materiais e consequentemente reduzindo o uso de recursos naturais para produção de novas peças. Apesar das dificuldades encontradas pela indústria automotiva no Brasil, as empresas associadas à ANRAP registraram um crescimento de 10% em suas receitas entre 2014 e 2015.

Novamente, a Indústria 4.0 ajuda a impulsionar estes novos modelos. Os processos de reciclagem começam a se beneficiar com o uso de tecnologias como a inteligência artificial e os sistemas *mobile*, que devem revolucionar esse processo ao redor do mundo. O mapeamento com o uso de drones, por exemplo, pode reduzir o tempo do processo de mensuração, nos pátios de sucata, de três dias para apenas sete minutos (ABRIL BRANDED CONTENT, 2016).

5.2 PROXIMIDADE DO MERCADO PRODUTOR E DO MERCADO CONSUMIDOR

Em países europeus, a distância entre o mercado consumidor e o mercado produtor é uma barreira ao fechamento de sistemas cíclicos. Vale destacar que políticas na União Europeia para acelerar a transição à Economia Circular visam ter como consequência o deslocamento de determinadas indústrias de volta à Europa, atualmente localizada em países com custos mais baixos.

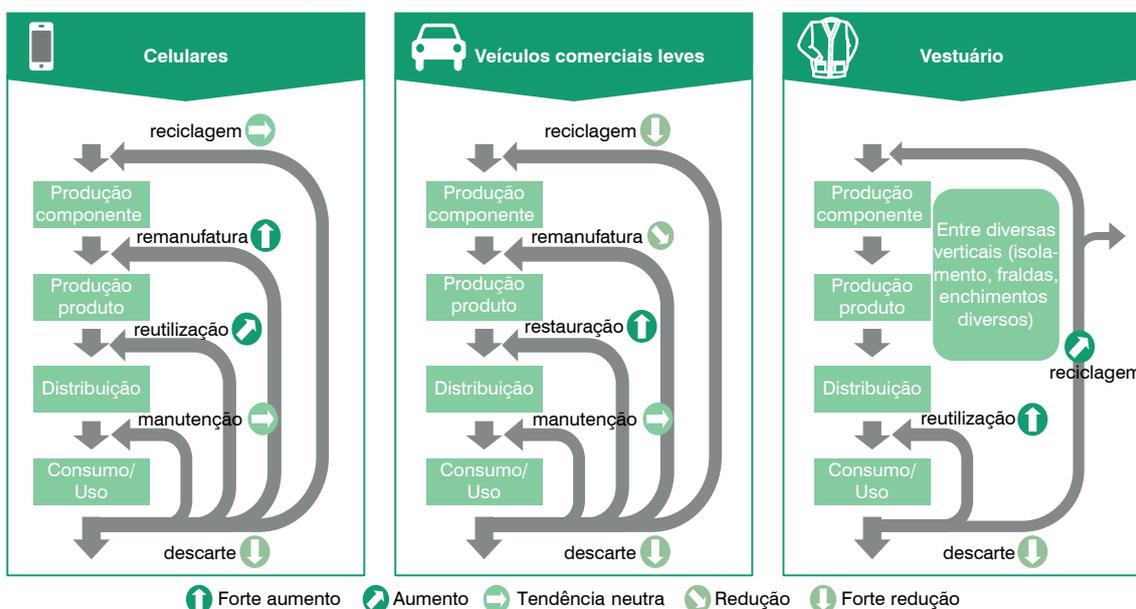
O Brasil, por outro lado, apresenta um cenário diferente, em que o mercado produtor e o mercado consumidor ainda são próximos para diversos setores, favorecendo a criação de modelos cíclicos. Este cenário, porém, se deteriora em setores afetados pela desindustrialização e pelo avanço de produtos importados no país, distanciando a extremidade produtora da extremidade consumidora e dificultando, desta maneira, o fechamento de sistemas cíclicos.

5.3 GERAÇÃO DE EMPREGO E INCLUSÃO SOCIOECONÔMICA

A Economia Circular é um importante instrumento para a geração de empregos e renda por meio do desenvolvimento de sistemas de logística reversa locais, com inovação e empreendedorismo no contexto de uma nova economia baseada em serviços. Este impacto sobre o emprego também advém do aumento dos gastos estimulado por preços mais baixos, provocados por uma Economia Circular mais eficiente e competitiva (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013a), efeito já visto no cenário europeu e que pode ter aplicabilidade no contexto brasileiro. Além disso, ela contribui para a inclusão social, principalmente em casos em que parte da população marginalizada encontra oportunidade, a exemplo dos catadores e da criação de cooperativas. (TEARFUND, 2016).

Porém, a transição para a Economia Circular pode não ocorrer de maneira homogênea em todos os setores, com oportunidades específicas a cada indústria (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013a), conforme ilustrado na Figura 22.

FIGURA 22 – DIFERENÇA EM IMPACTOS DE ACORDO COM O SETOR – EUROPA



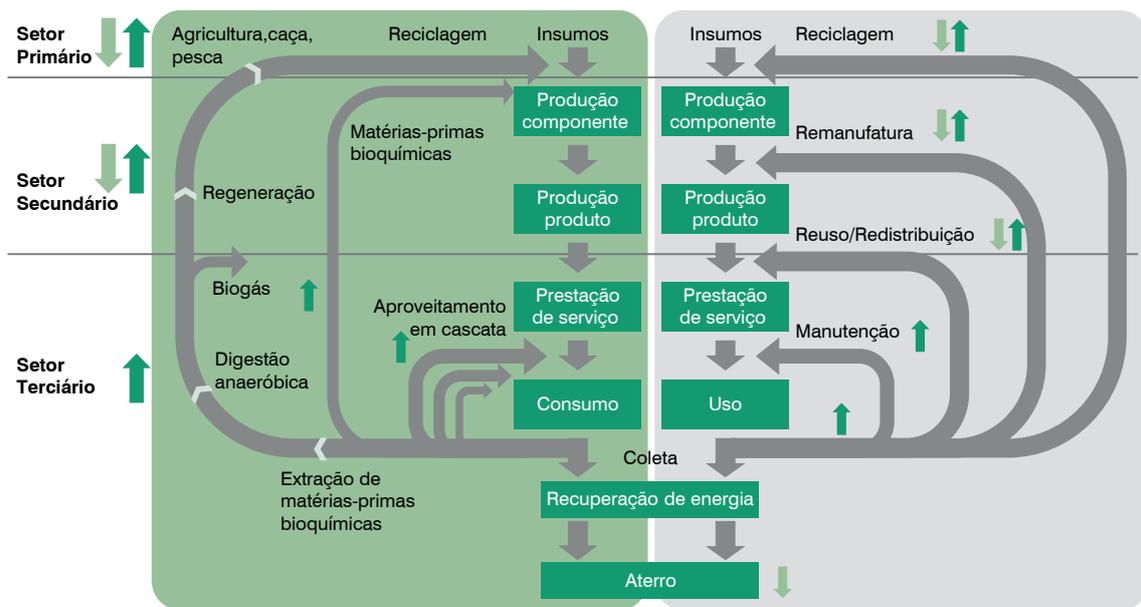
Fonte: (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013b), (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2014), Análise ADVISIA OC&C Consultants

Como exemplo, o segmento de celulares pode apresentar um cenário mais favorável à reutilização e remanufatura sob a perspectiva econômica. No caso de veículos comerciais leves, a restauração pode ganhar espaço frente à reciclagem. No setor de vestuário, a oportunidade se dá em ciclos mais longos para uso em isolamento, fraldas, enchimentos, entre outros propósitos (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013a). Modelos de negócio que promovam a reutilização das peças também apresentam boa perspectiva.

Intensificando a tendência atual de migração de mão de obra, espera-se que o setor de serviços se torne ainda mais predominante, principalmente movido pela crescente necessidade de serviços, como por exemplo a logística reversa, e também pela transição ao modelo de negócios de produto como serviço (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013a). Esta tendência pode ser visualizada através do esquema na Figura 23.

Estudos apontam que o número de empregos baseados em habilidades como resolução lógica, análises matemáticas, resolução de problemas, entre outras, podem sofrer automatização de mais de 70%, reduzindo a mão de obra requerida (CPA - CONSTRUCTION PRODUCTS ASSOCIATION, 2016).

FIGURA 23 – EFEITOS EM CADA UM DOS SETORES



Fonte: (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013a)

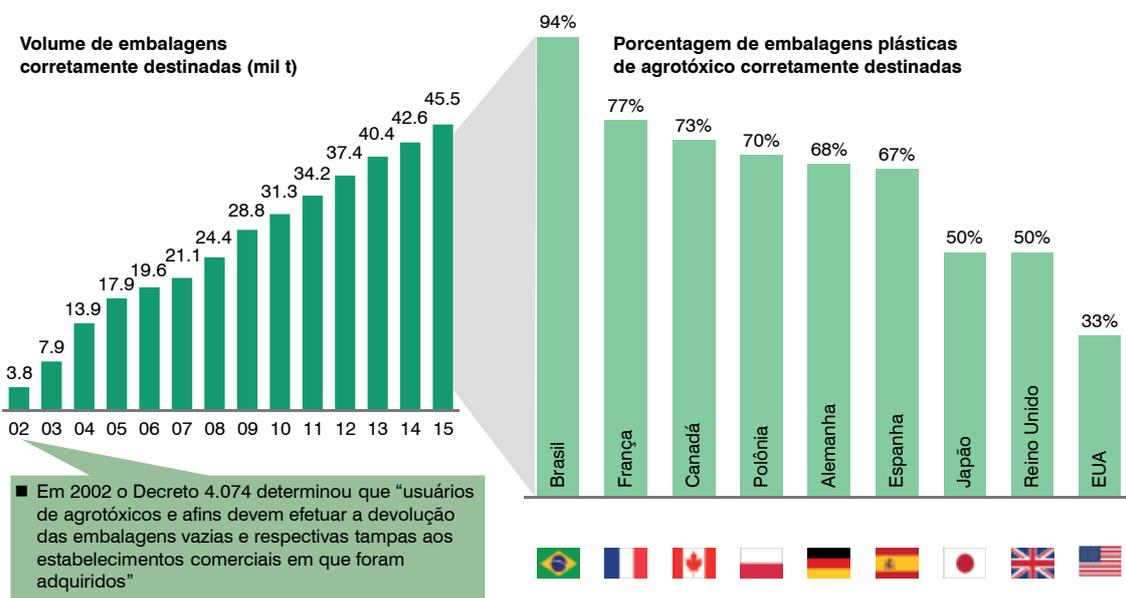
A prestação de serviços pela indústria não resulta necessariamente em perdas para a indústria como um todo. Pode-se usar como exemplo o setor automotivo, onde há expectativa de que a receita potencial gerada por modelos circulares mais que dobre até 2030. A produção de carros novos pode ser negativamente afetada, mas o potencial dos modelos de negócio circulares excederia estas perdas. Para isso, as montadoras teriam que diversificar suas fontes de receita para tirarem proveito da transição à Economia Circular (LACY; GISSLER; PEARSON, 2016).

Na Europa, especialmente na Alemanha, as montadoras já deram os primeiros passos rumo a esta nova realidade, investindo em um novo modelo de negócios de compartilhamento de veículos. A Mercedes-Benz possui o Car2Go, a Volkswagen possui a Quicar, a BMW, em parceria com a Sixt, opera o DriveNow e a Renault colabora com o Autolib (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015a). Estas mesmas oportunidades podem ser incorporadas pelas operações existentes no Brasil, uma vez que se mostrem viáveis e que estas tendências sejam incentivadas e amadurecidas.

5.4 RESPOSTA POSITIVA QUANDO HÁ UM AMBIENTE REGULATÓRIO FAVORÁVEL

Apesar de a PNRS ser a principal referência de regulamentação da logística reversa, existem ainda uma série de outros instrumentos legais anteriores a ela, gerando um ambiente regulatório favorável a esta logística e à reciclagem em nichos específicos. Um exemplo é o caso das embalagens de agrotóxicos, que são obrigatoriamente recolhidas desde 2002.

FIGURA 24 – EXEMPLO – EMBALAGENS DE AGROTÓXICOS



Fonte: (INPEV, [201?]), Análise ADVISIA OC&C Consultants

Atualmente, o Brasil é líder na destinação adequada de embalagens de agrotóxicos (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2013). Em 2015, o país destinou mais de 45 mil toneladas de embalagens de agrotóxicos adequadamente, ou seja, 94% do total. A França encontra-se em segundo lugar com 77%, seguida por Canadá com 72%, Polónia 70%, Alemanha 65% e Espanha 67% (INPEV, [201?]). A Figura 24 ilustra este cenário.

A regulação atual está focada, apenas, em alguns setores priorizados e direcionada à logística reversa e à reciclagem, que são apenas parte da Economia Circular como um todo, mas a resposta destes setores à regulamentação adequada e ao alinhamento de incentivos demonstra a existência de potencial para estender este tipo de iniciativa. Com a difusão do conhecimento sobre Economia Circular e a percepção das oportunidades trazidas pela transição para esse modelo, espera-se atingir um quadro onde outros setores possam ser contemplados, bem como os demais conceitos abordados na Economia Circular.

Isso pode acontecer, por exemplo, a partir da instituição de novas normas que concedam incentivos fiscais e financeiros às indústrias e empresas com o intuito de fomentar conceitos circulares, como reci-

clagem, responsabilidade compartilhada, design de novos produtos e outros (SOLER, 2016).

5.5 LINHAS DE FINANCIAMENTO REFORMULADAS

O BNDES reformulou suas políticas operacionais que especificam os critérios adotados para a aprovação de financiamentos e determinam as condições para futuros empréstimos. Estas novas políticas entram em vigor, já refletindo as mudanças na atuação do BNDES, no papel maior de indutor do desenvolvimento sustentável e da adoção das melhores práticas nas empresas apoiadas (BNDES, 2017).

A prioridade passa a ser a concessão de maiores incentivos a investimentos com retornos para a sociedade superiores aos obtidos pelo investidor privado, conciliando apoio a projetos relevantes para a retomada do crescimento com retorno social expressivo, independentemente do setor em que se originam. Serão priorizados projetos nas áreas de inovação, meio ambiente, infraestrutura, educação, saúde, exportação e MPMEs. Em função disso, projetos de setores diferentes receberão condições semelhantes, desde que estejam enquadrados no mesmo conceito dos qualificadores definidos. Projetos semelhantes podem ser tratados de maneira diferente, dependendo do seu impacto ambiental. Exemplo disso é a produção de uma máquina a diesel, que teria prioridade inferior em relação à produção do mesmo equipamento a biodiesel (BNDES, 2017).

Além do financiamento pelo BNDES citado acima, a FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos) também busca formas de viabilizar a transição para a Economia Circular. Em junho de 2016, a FINEP assinou um acordo com a Agência Holandesa de Empreendimentos, visando a uma cooperação internacional em Ciência, Tecnologia e Inovação entre Brasil, Holanda e outros países integrantes da União Europeia. Dessa forma, espera-se conseguir mais incentivos financeiros, além de adquirir conhecimento de outros países que já estão em um estágio mais avançado da Economia Circular (FINEP, 2016).

Outro instrumento que deve entrar em operação ainda em 2017 é a criação de um fundo de energia sustentável pelo BNDES, cujo objetivo é investir em debêntures de projetos de infraestrutura relacionados a uma economia de baixo carbono e também estimular a criação de um mercado de títulos verdes no país (BNDES, 2016).

Um bom exemplo dos resultados deste tipo de instrumento é o Programa Inova Sustentabilidade, lançado em 2013 em uma iniciativa conjunta do MMA, BNDES e FINEP, que busca apoiar planos de negócio com foco em inovações que induzam a sustentabilidade no desenvolvimento brasileiro. Um dos projetos aprovados via subvenção econômica (aplicação de recursos públicos não reembolsáveis) resultou, por exemplo, em uma tecnologia inédita no Brasil que vai dar origem à Pnevix Ambiental, uma empresa que recicla pneus inservíveis, operando de forma autossustentável, gerando energia e matéria-prima para outros setores da economia, aplicando diretamente dois princípios da Economia Circular (CARVALHO, 2016).

Ainda é cedo para determinar os impactos práticos destas medidas em conjunto com o contexto geral da economia e de incentivos adicionais, mas caso haja um alinhamento, estas novas diretrizes do BNDES e do FINEP podem impulsionar novos investimentos que gerem efeito potencializado na Economia Circular e na Indústria 4.0.

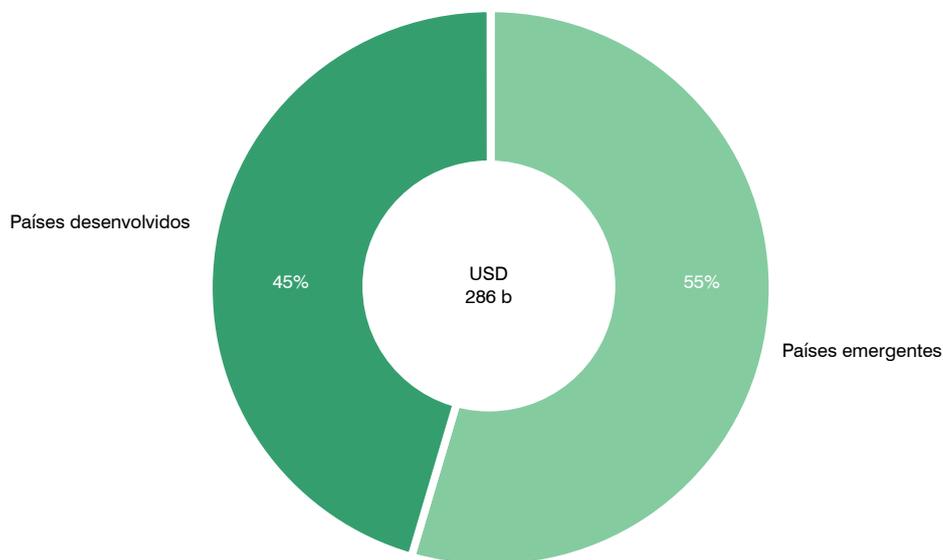
5.6 MAIOR LIBERDADE PARA TESTAR E PIVOTAR NOVOS MODELOS

Em economias como a do Brasil, ao contrário de economias mais maduras, existe a necessidade de aumento de capacidade instalada para suprir uma crescente demanda por consumo. Esta capacidade adicional, caso encontre as condições adequadas, pode ser instalada utilizando modelos novos, sem a necessidade de desmobilização de ativos já existentes, podendo facilitar a transição para uma Economia Circular. Em países desenvolvidos, que já possuem seu parque industrial consolidado e estabelecido, há maior necessidade de contemplar o custo de oportunidade ao se atualizar uma linha de produção.

Isso dá ao Brasil uma maior liberdade para testar e pivotar novos modelos, podendo facilitar tanto a transição para a Economia Circular quanto para a Indústria 4.0. De modo geral, economias emergentes podem pular etapas de desenvolvimento e implantar imediatamente um modelo econômico mais eficiente (TEARFUND, 2016).

Um exemplo disso pode ser verificado a partir da alta concentração de investimentos em energia renovável em países emergentes, visto que mais da metade dos investimentos globais em 2015 foi aplicada nestes países, como pode ser visto na Figura 25.

FIGURA 25 – INVESTIMENTOS EM ENERGIA RENOVÁVEL, 2015



Fonte: (UNEP; FRANKFURT SCHOOL; BNEF, 2016), Análise ADVISIA OC&C Strategy Consultants

Segundo o *Institute for Energy Economics and Financial Analysis* (IEEFA), um dos principais motivos para este desbalanceamento é a taxa de crescimento atrativa do PIB frente à taxa de países desenvolvidos. Nestes casos, a demanda adicional por consumo energético já está sendo suprida diretamente por aumento de capacidade instalada com novas tecnologias renováveis.

5.7 EXPLORAÇÃO DO CICLO BIOLÓGICO

O Brasil apresenta um ótimo panorama para aproveitamento do ciclo biológico da Economia Circular. O país possui ótimas vantagens sistêmicas e climáticas, criando um cenário bastante favorável para que o Brasil se torne líder nesta temática, caso existam condições e incentivos favoráveis.

Já existem vários casos práticos de sucesso apresentando modelos circulares, como o da Native, que aplica o modelo de agricultura regenerativa, inovando o método de cultivo de cana-de-açúcar. Ao invés de realizar a tradicional queima da cana, que acabava por degradar o solo, as partes sem valor comercial da planta passaram a ser intencionalmente deixadas sobre o solo para servir de adubo e repor os nutrientes, fechando desta forma o ciclo biológico. Como consequência, reduzem-se os gastos com fertilizantes, além da melhora considerável observada na produtividade da plantação. Desta maneira, a Native criou uma monocultura orgânica em larga escala e altamente resiliente, eliminando externalidades negativas e ainda gerando externalidades positivas (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2016c).

Alguns dos principais pontos a serem explorados no ciclo biológico são o uso de agricultura regenerativa, a implementação de ciclos fechados para os nutrientes, o aumento da eficiência de recursos, a restauração de capital natural e o efeito em cascata. Os ganhos de custo e produtividade na produção dos insumos agroindustriais são repassados à etapa industrial posterior, que se beneficia com o insumo mais barato e ainda pode utilizar seus subprodutos em ciclos adicionais. Novamente, no caso da cana-de-açúcar, subprodutos da produção de açúcar e álcool podem ser direcionados à indústria de ração animal ou aproveitados para fertilização e cogeração de energia, em ciclos internos ou através de parcerias.

As oportunidades do ciclo biológico e as tecnologias advindas da Indústria 4.0 também podem interagir de forma bastante construtiva. Um exemplo é o uso de tratores autônomos, que já estão em fase de prototipagem. Esse tipo de trator pode ser usado em tarefas como preparo do solo e plantio, com a máquina sendo supervisionada remotamente pelo operador em ambientes de operação insalubres. O

trator ainda é capaz de observar a presença de obstáculos e processar dados meteorológicos (CIGANA, 2016).

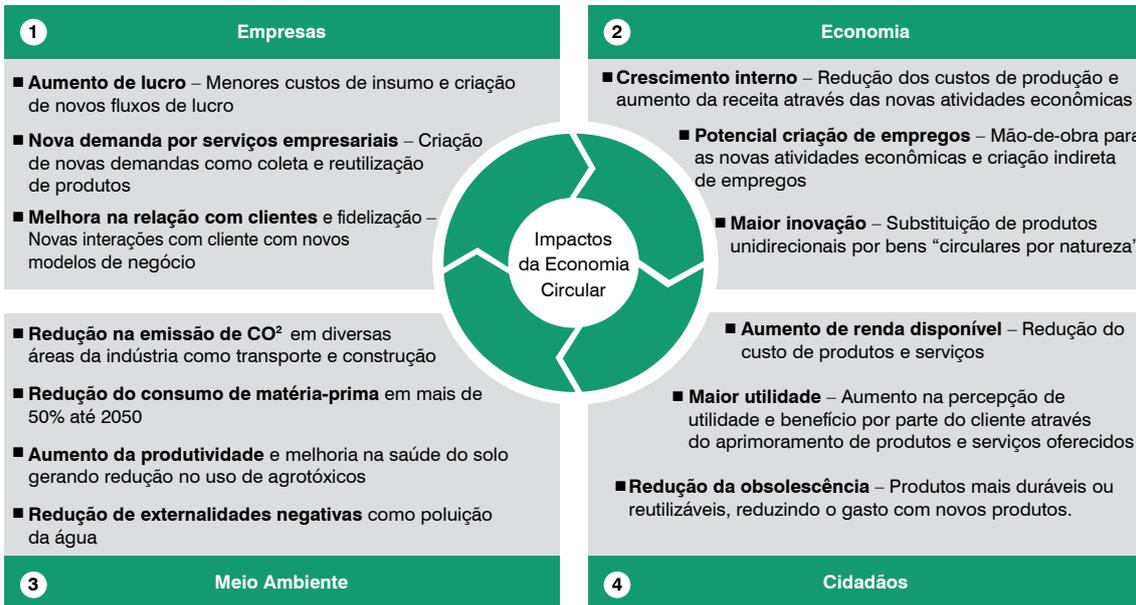
Além disso, o desenvolvimento de novos aplicativos integrados a novas máquinas presentes no ciclo biológico, impulsionados pela IoT, informação em tempo real e *Big Data*, pode impulsionar ainda mais as vantagens biológicas que o Brasil já possui.

6. IMPACTOS

De maneira geral, a transição para a Economia Circular pode gerar impactos positivos às empresas, à economia, ao meio ambiente e aos próprios cidadãos, caso sejam capturadas as oportunidades discutidas no capítulo anterior.

Os impactos podem ser: empresariais, como novas oportunidades de lucro e novas demandas por serviços; econômicos, como crescimento interno em novas atividades econômicas, possível criação de empregos e geração de um ciclo virtuoso de investimentos para suprir novas demandas; e ambientais, como redução da emissão de CO₂ e do consumo de matéria-prima. Adicionalmente, a Economia Circular pode gerar impactos aos cidadãos, com o aumento da renda disponível e o acesso a produtos de melhor qualidade a custos menores. A Figura 26 explora tais impactos:

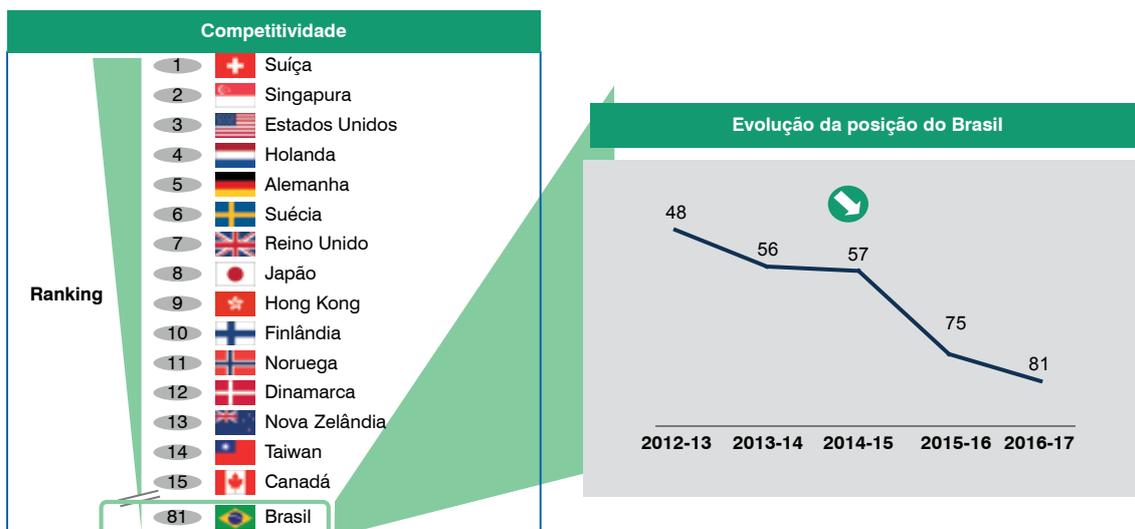
FIGURA 26 – IMPACTOS DA ECONOMIA CIRCULAR



Fonte: (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2016b)

Espera-se que estes impactos possam contribuir para o aumento da competitividade da indústria brasileira para reverter a tendência negativa dos últimos anos. O Brasil vem, ano a ano, perdendo posições no ranking de competitividade mundial (THE WORLD ECONOMIC FORUM, 2016), atingindo a 81ª posição entre 190 países, conforme ilustra a Figura 27.

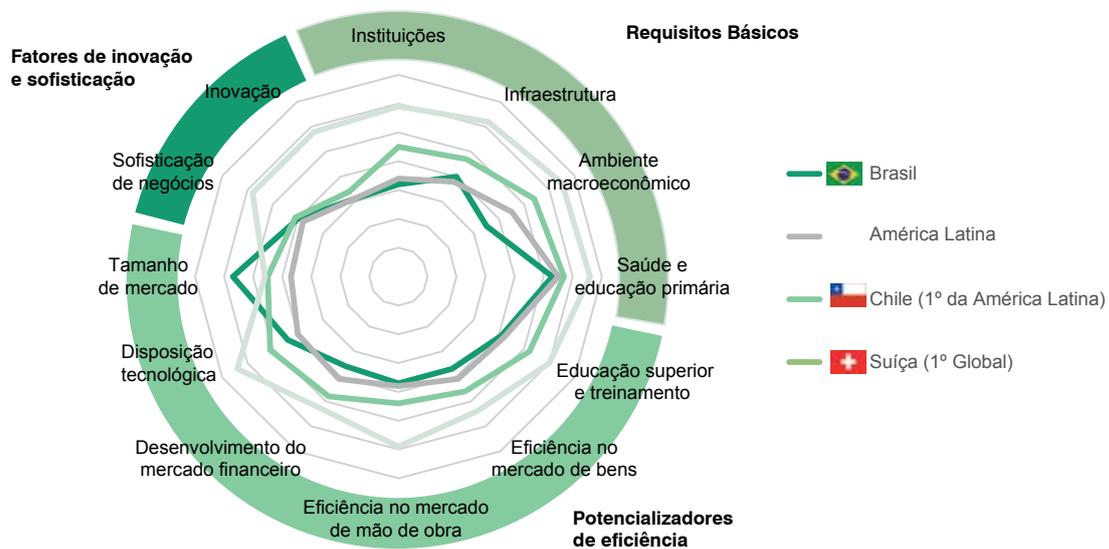
FIGURA 27 – COMPETITIVIDADE INDUSTRIAL, 2016-17



Fonte: (THE WORLD ECONOMIC FORUM, 2016), Análise ADVISIA OC&C Strategy Consultants

Em comparação a outros países (Figura 28), percebe-se alguns pontos de destaque negativo, como o ambiente macroeconômico, em que o Brasil fica atrás até mesmo da média da América Latina. Além disso, quando comparado com o Chile, país primeiro colocado na América Latina, o Brasil perde em todos os aspectos, exceto em tamanho de mercado. Em alguns pilares a diferença se mostra maior, como instituições, desenvolvimento do mercado financeiro e ambiente macroeconômico.

FIGURA 28 – COMPARAÇÃO DE PAÍSES NOS PILARES DE COMPETITIVIDADE, 2016–17



Fonte: (THE WORLD ECONOMIC FORUM, 2016), Análise ADVISIA OC&C Strategy Consultants

A transição à Economia Circular tem potencial de auxiliar a competitividade brasileira ao elevar o desempenho tanto em requisitos básicos – dados os impactos macroeconômicos advindos da melhora de competitividade brasileira – como também na melhora em potencializadores de eficiência e fatores de inovação, ao elevar o patamar em disposição tecnológica e, principalmente, em sofisticação de negócios.

A avaliação do pilar de **instituições** está relacionada à melhora no ambiente político e regulatório, que é condição necessária para que a transição para a Economia Circular ocorra. Da mesma forma, esta transição deve auxiliar na melhora da **infraestrutura**, principalmente em relação a novos fluxos logísticos.

O potencial crescimento interno, a criação de empregos, o aumento da produtividade e melhores oportunidades de lucro resultantes da Economia Circular podem impactar positivamente e também se beneficiar de um **ambiente macroeconômico** saudável.

Adicionalmente, os impactos da Economia Circular na sustentabilidade e no uso racional do meio ambiente podem melhorar a qualidade de vida e **saúde** das pessoas. A migração da necessidade de mão de obra resultante da Economia Circular e das tecnologias da Indústria 4.0 podem ser facilitadas com a melhora no sistema de **educação primária e ensino superior**, gerando uma força de trabalho mais bem qualificada.

A melhoria da **eficiência do mercado de bens** (sistema tributário e fiscal por exemplo) endereçam uma das principais barreiras apontadas à transição à Economia Circular. Novas tecnologias implementadas, conjuntamente com a transição à Indústria 4.0 e necessárias para diversos modelos de negócio da Economia Circular, podem alavancar a **inovação** e a **disposição tecnológica** do Brasil.

A inclusão social, devido a um possível aumento de renda disponível advindo dos impactos da Economia Circular, pode aumentar o **tamanho do mercado** brasileiro. A integração vertical e horizontal, juntamente com novos modelos de negócio, e a criação de soluções sistêmicas circulares podem, ainda, impactar positivamente no pilar de **sofisticação de negócios**.

Novamente, o avanço tecnológico gerado pelo desenvolvimento da Indústria 4.0 pode impulsionar diversos efeitos relacionados à Economia Circular, como o aumento da eficiência, a adição de ferramentas mais eficazes de gestão, desenvolvimento industrial, produtos e serviços melhores, menor impacto no meio ambiente, e melhorias sociais (CNI, 2016b).

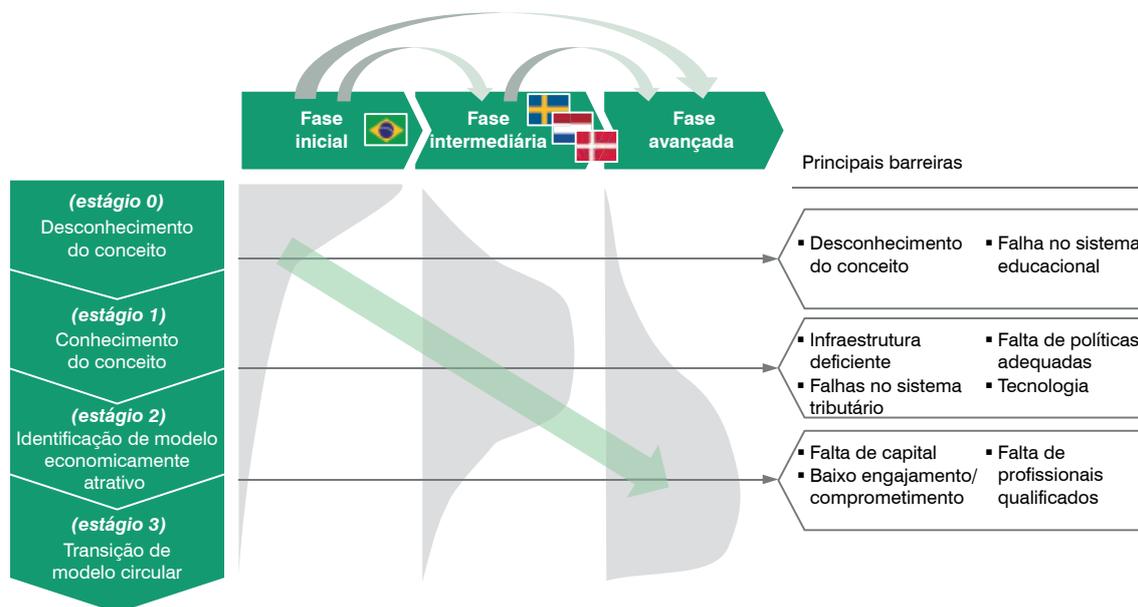
Em resumo, os esforços necessários para a remoção das barreiras que dificultam um maior desenvolvimento da Economia Circular no Brasil estão, de certa forma, alinhados aos esforços necessários para a evolução da competitividade industrial, e iniciativas de fomento à Economia Circular podem gerar impactos positivos no aumento da competitividade industrial como um todo, de forma direta e indireta.

7. CONCLUSÃO

A Economia Circular no Brasil encontra-se atualmente em uma **fase inicial**. Apesar de existirem algumas empresas que já estão transitando para um modelo circular e outras *startups* nascendo com elementos da Economia Circular em seus modelos de negócio, o conceito no país ainda é bastante recente e pouco difundido (**estágio 0**).

Comparando o Brasil com outros países como Holanda, Dinamarca e Suécia, já em **fase intermediária** e que possuem iniciativas públicas específicas visando à aceleração em direção a uma Economia Circular avançada, percebe-se uma diferença considerável na maturidade deste conceito. O desconhecimento permeando o sistema educacional, desde a educação básica até os níveis superiores, implica em poucos profissionais qualificados a pensarem de forma metódica e sistêmica no redesenho de produtos, processos circulares e, principalmente, em modelos de negócio circulares inovadores, além de consumidores que não valorizam produtos gerados a partir deste modelo. A Figura 29 apresenta, de forma esquemática, o estágio atual de desenvolvimento do Brasil e os requisitos para a transição para estágios posteriores.

FIGURA 29 – AVALIAÇÃO DO CENÁRIO BRASILEIRO ATUAL E PERSPECTIVA



Fonte: Análise ADVISIA OC&C Consultants

Uma vez vencida a barreira do desconhecimento (**estágio 1**), a transição para uma Economia Circular por parte da indústria e do empresário só acontecerá se os benefícios, principalmente os tangíveis, estiverem claros para os seus tomadores de decisão. Neste estágio, encontram-se outras barreiras que reduzem a atratividade de modelos circulares no Brasil e podem tornar este modelo economicamente menos atrativo, quando comparado ao modelo tradicional já consolidado, como por exemplo a carência de infraestrutura para logística reversa, falhas no sistema tributário e na regulamentação, e a falta de tecnologias em escala para valorização de resíduos importantes, entre outros aspectos.

Uma vez superadas estas barreiras e identificados modelos circulares economicamente atrativos (**estágio 2**), as empresas esbarram na necessidade de capital para investir, na falta de engajamento e motivação por parte dos executivos, que conviveram por anos com o modelo tradicional linear, e na carência de profissionais qualificados para executar esta transição.

Apenas quando estas barreiras forem superadas, a empresa implementará efetivamente o modelo de negócio circular (**estágio 3**).

Adicionalmente, o avanço das tecnologias digitais e disruptivas relacionadas à Indústria 4.0 aparece como catalizador para a Economia Circular, atuando como facilitador de novos modelos de negócio circulares e também podendo impactar no aumento da qualidade dos produtos e na possível redução dos custos de produção. Pode-se citar a integração vertical e horizontal, gerando indústrias mais eficazes e eficientes, a Internet das Coisas (IoT), facilitando a rastreabilidade, produção e logística, a impressão 3D, descentralizando a produção e aproximando o mercado consumidor do mercado produtor, além de diversos outros pontos já mencionados previamente. São exemplos de sinergias entre Economia Circular e Indústria 4.0 que impulsionam o fechamento dos ciclos de produção com custo logístico inferior ao atual, muitas vezes viabilizando a sua implantação.

Apesar das barreiras, o cenário brasileiro apresenta, ainda, condições e oportunidades únicas à transição para uma Economia Circular. Essas oportunidades compreendem: a possibilidade de criação de novos modelos circulares, podendo reduzir custos e gerar novas fontes de receita; o aproveitamento das vantagens sistêmicas e climáticas do Brasil, o que torna mais vantajosa a exploração do ciclo biológico circular; a proximidade da cadeia produtiva de alguns setores e a possibilidade de geração de emprego nos novos serviços oferecidos pela Economia Circular; o bom desempenho do Brasil em setores onde existe um ambiente regulatório favorável; novos critérios de aprovação de financiamento pelo BNDES e FINEP, favorecendo projetos com retorno social expressivo; e a captura dos benefícios de um parque industrial com potencial de expansão, ao contrário de outros países mais maduros, podendo gerar maior flexibilidade para pivotação de novos modelos.

A Figura 30 resume os principais fatores, ajustados ao cenário brasileiro, que dificultam ou impulsionam a transição para a Economia Circular, divididos em fatores ligados à economia, à cultura e sociedade, ao meio ambiente e ao governo.

FIGURA 30 – RESUMO DE PARTICULARIDADES DO CENÁRIO BRASILEIRO

Economia	Cultura e sociedade	Meio ambiente	Governo e política
<ul style="list-style-type: none"> + Oportunidade para novos modelos de negócio + Oportunidade no ciclo biológico + Proximidade do mercado produtor e mercado consumidor + Maior liberdade para testar e pivotar modelos circulares + Interesse em redução de custo em insumos + Aumento dos valores intangíveis das empresas (posicionamento de marca, ecologicamente correto) - Falta de infraestrutura em logística reversa - Baixo capital disponível para investimentos em infraestrutura e tecnologia 	<ul style="list-style-type: none"> + Aceitação da população em causas ambientais – Apoio da população como no caso da reciclagem do alumínio + Inclusão socioeconômica - Conceito pouco difundido - Valor dado pelo consumidor – População brasileira precisa ser conscientizada a valorizar os fatores intangíveis - Falta de regulamentação e estruturação de algumas profissões 	<ul style="list-style-type: none"> + Abundância de fontes de energia renováveis - Abundância de recursos naturais, reduzindo preocupação com recursos 	<ul style="list-style-type: none"> + Política Nacional dos Recursos Sólidos – Lei já vigente que explora alguns pontos da Economia Circular + Linhas de financiamento reformuladas + Novas parcerias – Isso pode ser verificado na parceria entre a fundação Ellen MacArthur e a USP, que é uma universidade estadual - Complexidade tributária e fiscal - Falta de legislação clara sobre Economia Circular - Excesso de burocracia e dificuldade em se fazer negócios - Momento político delicado gerando insegurança

Fonte: Análise ADVISIA OC&C Consultants

Apesar do atraso do Brasil comparativamente a outros países, as condições à transição para a Economia Circular parecem bastante favoráveis, uma vez que há evolução em relação à remoção das principais barreiras. Caso esta oportunidade seja aproveitada, juntamente com a evolução de outras tendências emergentes, como a Indústria 4.0, o Brasil tem a chance de dar um salto de evolução e assumir papel de protagonismo na temática da Economia Circular ao alcançar sua fase avançada.

REFERÊNCIAS

ABINEE. *Logística reversa: acordo mais próximo*. 2015. Disponível em: <<http://www.abinee.org.br/noticias/com446.htm>>. Acesso em: 31 jan. 2017.

ABRIL BRANDED CONTENT. *Indústria 4.0 impulsiona a reciclagem do aço*. 2016. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/tecnologia/industria-4-0-impulsiona-a-reciclagem-do-aco/>>. Acesso em: 12 jan. 2017.

ACCENTURE. *From rhetoric to reality: the circular economy Index of Dutch business*. [S.l.]: Accenture, 2016.

AMARAL, J. *Ricardo Glass, da Okena, o empreendedor que lucra despoluindo a água de outras empresas*. 2015. Disponível em: <<http://projetodraft.com/ricardo-glass-da-okena-o-empreendedor-que-lucra-despoluindo-agua-de-outras-empresas/>>. Acesso em: 19 jan. 2017,

ANRAP. *Na contramão do mercado, remanufatura cresce 10% ao ano*. 2016. Disponível em: <<http://www.anrap.org.br/noticias/na-contramao-do-mercado-remanufatura-cresce-10-ao-ano/>>. Acesso em: 17 jan. 2017.

AZEVEDO, J. L. *A economia circular aplicada no Brasil: Uma análise a partir dos instrumentos legais existentes para a logística reversa*. In: *Congresso nacional de excelência em gestão*, 11, 2015.

BASTOS, T. R. *15 usos de drones na agricultura e na pecuária*. 2015. Disponível em: <<http://revistagloborural.globo.com/Noticias/Pesquisa-e-Tecnologia/noticia/2015/05/15-usos-de-drones-na-agricultura-e-na-pecuaria.html>>. Acesso em: 27 jan. 2017.

BNDES. *BNDES aprova criação do fundo de energia sustentável*. 2016. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/bndes-aprova-criacao-do-fundo-de-energia-sustentavel!/ut/p/z0/IU9NS8NAEP0tHva47FBTq8egBbE-tXhTqXsp0M03H2pl0dxL13xuCZ8HLgwfvm8SwDVFw4BaNVfBj5G_xZre-Wy0fq2dYw_ylgvrhelG9Lpawup2FpxD_FowJ_>>. Acesso em: 10 fev. 2017.

BNDES. *BNDES divulga novas políticas operacionais e condições de financiamento*. 2017. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/bndes-divulga-novas-politicas-operacionais!/ut/p/z1/vZPLUslwFlafxUWXaWlvtLiryMglyEIQ2o2T-tGkbp01KGIrx6Q2VnWJ1GMwmt3O-PyfjDyO4gRHHDCuwYoLjQs_DaPAYG07HE2eBZshdOii4sz1n5Y3R1LfgM4xgFHNvqRy>>. Acesso em: 17 jan. 2017.

BRASIL. *Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010*. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso em: 23 jan. 2017>.

BRAUNGART, M.; MCDONOUGH, W. *Cradle to cradle: remaking the way we make things*. [S.l.]: North point, 2002.

CALIXTO, Bruno; CISCATI, Rafael. *Como a economia circular pode transformar lixo em ouro*. 2016. Disponível em: <<http://epoca.globo.com/colunas-e-blogs/blog-do-planeta/noticia/2016/06/como-economia-circular-pode-transformar-lixo-em-ouro.html>>. Acesso em: 11 jan. 2017.

BUCKLEY, T. *IEEFA Update: developing countries are disproportionately driving global growth in renewables*. 2016. Disponível em: <<http://ieefa>>.

org/ieefa-update-developing-countries-disproportionately-driving-global-growth-renewables/>. Acesso em: 9 fev. 2016.

CAR2GO. *Página principal*. 2017. Disponível em: <<https://www.car2go.com/>>. Acesso em: 30 jan. 2017.

CARVALHO, L. *ES vai ganhar fábrica que transforma pneus usados em energia*. 2016. Disponível em: <<http://aindustria.com.br/2016/09/23/es-vai-ganhar-fabrica-que-transforma-pneus-usados-em-energia/>>. Acesso em: 20 fev. 2017.

CETESB. *Decisão de diretoria nº 120/2016/C, de 01 de junho de 2016*. CETESB, São Paulo, 2016.

CICLO VIVO. *Ambev cria máquina que troca garrafas de vidro por desconto na próxima cerveja*. 2016. Disponível em: <<http://ciclovivo.com.br/noticia/ambev-cria-maquina-que-troca-garrafas-de-vidro-por-desconto-na-proxima-cerveja/>>. Acesso em: 18 jan. 2017.

CIGANA, C. *Agricultura 4.0 é nova fronteira no campo*. 2016. Disponível em: <<http://zh.clicrbs.com.br/rs/noticias/campo-e-lavoura/noticia/2016/09/agricultura-4-0-e-nova-fronteira-no-campo-7413654.html>>. Acesso em: 12 jan. 2017.

CNI. *Proposta de implementação dos instrumentos econômicos previstos na lei nº 12.305/2010 por meio de estímulos à cadeia de reciclagem e apoio aos setores produtivos obrigados à logística reversa*. Brasília: CNI, 2014.

CNI. *Desafios para a Indústria 4.0 no Brasil*. Brasília: CNI, 2016a.

CNI. *Sondagem especial: indústria 4.0. indicadores*. Brasília: CNI, 2016b.

CODOGNO, V. *Equação B2B para manter a relevância*. 2016. Disponível em: <<http://pme.estadao.com.br/noticias/noticias,equacao-b2b-para-manter-a-relevancia,6287,0.htm>>. Acesso em: 18 jan. 2017.

COHEN, D. Earth audit. *New scientist*, v. 194, n. 2605, p. 34-41, 2007.

COUTINHO, L. Encruzilhada para a indústria brasileira. *Valor econômico*. out. 2016. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/opiniaio/4754597/encruzilhada-para-industria-brasileira>>. Acesso em: 07 jun. 2017.

COUTINHO, L. G. *Marcos e desafios de uma política industrial contemporânea*. [S.l.]: BNDES, 2002.

CPA - Construction Products Association. *The future for construction product manufacturing: digitalisation, industry 4.0 and the circular economy*. London: CPA, 2016.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. (2012). *Circular Economy*. 2012. Acesso em 20 de 01 de 2017, disponível em Ellen Macarthur Foundation: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/news/circular-economy>

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. *Towards the circular economy*. v. 1. 2013a. Disponível em: <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/towards-the-circular-economy-vol-1-an-economic-and-business-rationale-for-an-accelerated-transition>>. Acesso em: 07 jun. 2017.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. *Towards the circular economy*. v. 2. 2013b. Disponível em: <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/towards-the-circular-economy-vol-2-opportunities-for-the-consumer-goods-sector>>. Acesso em: 07 jun. 2017.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. *Towards the circular economy*. v. 3. 2014. Disponível em: <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/towards-the-circular-economy-vol-3-accelerating-the-scale-up-across-global-supply-chains>>. Acesso em: 07 jun. 2017.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. *Growth within: a circular economy vision for a competitive Europe*. 2015a. Disponível em: <https://www.mckinsey.de/files/growth_within_report_circular_economy_in_europe.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2017.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. *Delivering the circular economy: a toolkit for policymakers*. 2015b. Disponível em: <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/delivering-the-circular-economy>>. Acesso em: 07 jun. 2017.

thurfoundation.org/assets/downloads/publications/ElleMacArthur-Foundation_PolicymakerToolkit.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2017.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. *CE100 Brasil*: evento de lançamento da ce100 Brasil. 2015c. Disponível em: <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/ce100/brasil>>. Acesso em: 07 jun. 2017.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. *Intelligent assets*: unlocking the circular economy potential. 2016a. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/ElleMacArthurFoundation_Intelligent_Assets_080216.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2017.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. *Rumo à economia circular*: O racional de negócio para acelerar a transição. 2016b. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Rumo-à-economia-circular_Updated_08-12-15.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2017.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. *1º Workshop de aceleração da CE100 Brasil*. 2016c. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/CE100-Brasil-Summary_FINAL.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2017.

EMBRACO. *Case Nat.Genius*: desafios e oportunidades. 2016. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/arquivo-download/?id=214635>>. Acesso em: 07 jun. 2017.

EMBRAPA. *Código florestal*. 2012. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/codigo-florestal>>. Acesso em: 09 fev. 2017.

EUROPEAN PARLIAMENTARY RESEARCH SERVICE. *Circular economy package*. 2016. Disponível em: <http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2016/583824/EPRS_BRI%282016%29583824_EN.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2017.

EXCHANGE 4 CHANGE BRASIL. *Circular business models*. [201?]. Disponível em: <http://e4cb.com.br/?page_id=165>. Acesso em: 24 jan. 2017,

EXCHANGE 4 CHANGE BRASIL. *Circular economy: theory*. [201?b]. Disponível em: <http://e4cb.com.br/?page_id=161>. Acesso em: 20 jan. 2017.

EXCHANGE 4 CHANGE BRASIL. *Technical material*. [201?c]. Disponível em: <http://e4cb.com.br/?page_id=728>. Acesso em: 02 jan. 2017.

FIEMG. *Simbiose industrial: a construção da economia circular em Minas Gerais*. Belo Horizonte: FIEMG, 2017.

FINEP. *Finep e RVO, da Holanda, assinam acordo de cooperação nesta terça, 21/6*. 2016. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/noticias/todas-noticias/5267-finep-e-rvo-da-holanda-assinam-acordo-de-cooperacao-nesta-terca-21-6>>. Acesso em: 27 jan. 2017.

GERHOLDT, J. *The 5 business models that put the circular economy to work*. 2015. disponível em: <<https://www.greenbiz.com/article/5-business-models-put-circular-economy-work>>. Acesso em 12 jan. 2017.

GOVERNMENTS GOING CIRCULAR. *Circular economy promotion law*. [201?]. Disponível em: <<http://www.govsgocircular.com/cases/circular-economy-promotion-law/>>. Acesso em: 13 jan. 2017.

GOVERNMENTS GOING CIRCULAR. *Law for promotion of effective utilization of resources Japan*. [201?]. Disponível em: <<http://www.govsgocircular.com/cases/law-for-promotion-of-effective-utilization-of-resources-japan/>>. Acesso em: 13 jan. 2017.

GOVERNMENTS GOING CIRCULAR. *Zero waste program of San Francisco*. [201?]. Disponível em: <<http://www.govsgocircular.com/cases/zero-waste-program-of-san-francisco/>>. Acesso em: 13 jan. 2017.

GUNTHER, M. *Disney world's biogas facility: a model for converting food waste into energy*. 2014. Disponível em: <<https://www.theguardian.com/sustainable-business/2014/oct/17/disney-world-biogas-food-waste-energy-clean-tech>>. Acesso em: 11 jan. 2017.

I:CO. *Closed loop alliance*. 2014. Disponível em: <<http://www.ico-spirit.com/en/ico-services/closed-loop-alliance/>>. Acesso em: 13 jan. 2017.

INPEV. *Sistema campo limpo: estatísticas*. [201?]. Disponível em: <<http://www.inpev.org.br/sistema-campo-limpo/estatisticas>>. Acesso em: 26 jan. 2017.

KALUNDBORG SYMBIOSIS. *Kalundborg symbiosis is the world's first working industrial symbiosis*. Disponível em: <<http://www.symbiosis.dk/en>>. Acesso em: 11 jan. 2017.

KARASKI, T. U. et al. *Embalagem e sustentabilidade: desafios e orientações no Contexto da economia circular*. São Paulo: CETESB; ABRE; CE-TEA/ITAL, 2016.

LACY, P.; GISSLER, A.; PEARSON, M. *Automotive's latest model: Redefining competitiveness through the circular economy*. [S.l.]: Accenture, 2016.

LOPES, E. *Para especialistas, bitributação sobre reciclados precisa ser revista*. 21 jun. 2016. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/seminariosfolha/2016/06/1784082-para-especialistas-bitributacao-sobre-reciclados-precisa-ser-revista.shtml>>. Acesso em 27 jan. 2017.

LUCHESE, E. *Economia circular será nova área de pesquisa e ensino na USP*. 20 set. 2016. Disponível em: <<http://jornal.usp.br/universidade/economia-circular-sera-nova-area-de-pesquisa-e-ensino-na-usp/>>. Acesso em 30 jan. 2017.

MAVROPOULOS, A. *Fourth industrial revolution and the future of recycling and waste management*. [S.l.]: Wasteless future. 2015.

MAVROPOULOS, A. *The new era of logistics: broadband is the only limit*. [S.l.]: Wasteless Future, 2016.

MCKINSEY. *Industry 4.0: how to navigate digitalization of the manufacturing sector*. [S.l.]: McKinsey & Company, 2015.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. *Brasil é líder em reciclagem de embalagens de agrotóxicos*. 2013. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/noticias/2013/03/brasil-e-lider-em-reciclagem-de-embalagens-de-agrotoxicos>>. Acesso em: 26 jan. 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Política nacional sobre mudança do clima*. [201?a]. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/politica-nacional-sobre-mudanca-do-clima>>. Acesso em: 9 fev. 2017,

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Plano nacional de recursos hídricos*. [201?b]. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/plano-nacional-de-recursos-hidricos>>. Acesso em: 09 fev. 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Acordo de Paris*. [201?c]. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris>>. Acesso em: 20 mar. 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Plano nacional*. [201?d]. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/producao-e-consumo-sustentavel/plano-nacional>>. Acesso em: 09 fev. 2017.

Nassif, A., Feijó, C., & Araújo, E. (2013). *Structural Change and Economic Development: Is Brazil catching up or falling behind?* UNCTAD.

NETHERLANDS. Ministry of Infrastructure and the Environment. *Government-wide programme for a circular economy*. [S.l.:s.n.], 2016.

ORANGE, R. *Waste not want not: Sweden to give tax breaks for repairs*. 19 set. 2016. Disponível em: <<https://www.theguardian.com/world/2016/sep/19/waste-not-want-not-sweden-tax-breaks-repairs>>. Acesso em: 18 jan. 2017.

PAIVA, T. *Modelo de negócios: B2Blue*. 2013. Disponível em: <<https://startupbizmodel.com/2013/03/28/modelo-de-negocios-b2blue/>>. Acesso em 19 de 1 de 2017,

PEGN TV. *Empresa fatura R\$ 2 milhões ao ano com compra e venda de lixo industrial*. 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/pme/noticia/2015/04/empresa-fatura-r-2-milhoes-ao-ano-com-compra-e-venda-de-lixo-industrial.html>>. Acesso em: 18 jan. 2017.

PHILIPS. *Lifecycle services*. [201?]. Disponível em: <<http://www.lighting.philips.com/main/services/lifecycle-services.html>>. Acesso em: 26 jan. 2017.

PHILIPS. *Serviços de ciclo de vida*. [201?]. Disponível em: <<http://www.lighting.philips.com.br/servicos/servicos-de-ciclo-de-vida.html>>. Acesso em: 26 jan. 2017.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. *Secretário-geral da ONU elogia nova Lei da Biodiversidade*. 2015. Disponível em: <<http://www2.planalto.gov.br/noticias/2015/05/secretario-geral-da-onu-elogia-nova-lei-da-biodiversidade>>. Acesso em: 09 fev. 2017.

REDERESÍDUOS. *REDERESÍDUOS*. [2016]. Disponível em: <<http://rede-residuo.com/s/>>. Acesso em: 20 mar. 2017.

REDONDO, J. C. Destino do lixo eletrônico vira um desafio planetário. 10 nov. 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2015/11/destino-do-lixo-eletronico-vira-um-desafio-planetario.html>>. Acesso em: 08 jun. 2017.

SÁ, S. de. *Schincariol aumenta vendas com projeto de reciclagem*. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/marketing/schincariol-aumenta-vendas-com-projeto-de-reciclagem/>>. Acesso em: 18 jan. 2017.

SANTIAGO, L. *Economia circular – FIEMG*. [S.l.]: Ellen MacArthur Foundation, 2016.

SINIR. *Logística reversa*. [201?]. Disponível em: <<http://sinir.gov.br/web/guest/logistica-reversa>>. Acesso em 23 de 1 de 2017

SOLABILITY. *The sustainable competitiveness report*. 2016. Disponível em: <<https://solability.com/global-sustainable-competitiveness-index/2250>>. Acesso em: 08 jun. 2017.

SOLER, F. D. *Economia circular: uma mudança no modelo econômico tradicional*. 2016. Disponível em: <<http://az545403.vo.msecnd.net/uploads/2016/06/3-fabricio.pdf>>. Acesso em: 08 jun. 2017.

SPLOSH. *How it works*. 2017. Disponível em: <<http://www.splosh.com/how-it-works/>>. Acesso em: 30 jan. 2017.

STRATASYS. *Schneider electric's 'factory of the future' strategy incorporates stratasys 3d printing to improve manufacturing efficiencies and accelerate time to market*. 2016. Disponível em: <<http://investors.stratasys.com/releasedetail.cfm?ReleaseID=991247>>. Acesso em: 27 jan. 2017.

TEARFUND. *Fechando o ciclo*. Disponível em: <http://www.tearfund.org/~media/Files/TILZ/Circular_economy/2016-Tearfund-Fechando-o-ciclo-Sum-Pt.pdf?la=en>. Acesso em: 08 jun. 2017.

DOMENECH, Teresa; DAVIES, M. Structure and morphology of industrial symbiosis networks: the case of Kalundborg. *Procedia social and behavioral sciences*, v. 10, pp. 79-89, 2011.

THE SCOTTISH GOVERNMENT. *Making things last: a circular economy strategy for Scotland*. Edinburgh: [s.n.], 2016.

THE WORLD ECONOMIC FORUM. *The global competitiveness report: 2014–2015*. 2014. Disponível em: <http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2014-15.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2017.

THE WORLD ECONOMIC FORUM. *The global competitiveness report: 2015–2016*. 2015. Disponível em: <http://www3.weforum.org/docs/gcr/2015-2016/Global_Competitiveness_Report_2015-2016.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2017.

THE WORLD ECONOMIC FORUM. *The global competitiveness report: 2016–2017*. 2017. Disponível em: <<https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2016-2017-1>>. Acesso em: 08 jun. 2017.

UNEP; FRANKFURT SCHOOL, BNEF. *Global trends in renewable energy investment*. Frankfurt am Main. 2016. Disponível em: <<https://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-26477-rapport-pnue-enr.pdf>>. Acesso em: 08 jun. 2017.

VEIRANO ADVOGADOS. *Entraves no acordo setorial*. [2017]. Disponível em: <http://www.veirano.com.br/por/contents/view/entraves_no_acordo_setorial>. Acesso em: 31 jan. 2017.

VOTORANTIM CIMENTOS. *Coprocessamento*. [2009]. Disponível em: <<http://www.votorantimcimentos.com.br/htms-ptb/responsabilidade/coprocessamento.htm>>. Acesso em 13 jan. 2017.

WORLD BANK GROUP. *Doing business 2017*. 2017. Disponível em: <<http://www.doingbusiness.org/reports/global-reports/doing-business-2017>>. Acesso em: 08 jun. 2017.

APÊNDICE A – LISTA DE ENTREVISTAS REALIZADAS

Adriano Scarpa Tonaco

FIEMG

Aldo Roberto Ometto

USP São Carlos

Alexandre Gobbo Fernandes

EPEA Brasil

Beatriz Luz

Exchange 4 Change Brasil

Bruno Pereira

DOW

Carolina Zoccoli

FIRJAN

Douwe Jan Joustra

Implement Circular Economy - ICE Amsterdam

Flávio de Miranda Ribeiro

CETESB

Guilherme Brammer

WiseWaste

Guilherme Zanforlin

FIEMG

João Carlos Redondo

ABINEE

Juliana Laboissière de Azevedo

Autora da "A Economia Circular aplicada no Brasil: uma análise a partir dos instrumentos legais existentes para logística reversa"

Léa Gejer

Flock

Luisa Santiago

Ellen MacArthur Foundation

Luiz Ricardo Berezowski

Embraco - Empresa Brasileira de Compressores

Marcelo Prim

SENAI / Nacional

Mileide Cubo

Sintronics

Oswaldo Barbosa de Oliveira Junior

Duratex - Divisão Deca

Vinicius Cardoso de Barros Fornari

Unidade de Política Industrial da CNI

Wagner Soares Costa

FIEMG

CNI

Robson Braga de Andrade

Presidente

DIRETORIA DE RELAÇÕES INSTITUCIONAIS – DRI

Mônica Messenberg Guimarães

Diretora de Relações Institucionais

Davi Bomtempo

Assessor

Carine Becker Griebler

Apoio Técnico

Gerência Executiva de Meio Ambiente e Sustentabilidade – GEMAS

Shelley de Souza Carneiro

Gerente Executivo de Meio Ambiente e Sustentabilidade

Wanderley Coelho Baptista

Sergio de Freitas Monforte

Equipe Técnica

DIRETORIA DE COMUNICAÇÃO – DIRCOM

Carlos Alberto Barreiros

Diretor de Comunicação

Gerência Executiva de Publicidade e Propaganda – GEXPP

Carla Gonçalves

Gerente Executiva de Publicidade e Propaganda

André Augusto Dias

Produção Editorial

DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL – DDI

Carlos Eduardo Abijaodi

Diretor de Desenvolvimento Industrial

Gerência Executiva de Política Industrial – GEPI

João Emílio Padovani Gonçalves

Gerente Executivo de Política Industrial

Vinícius Cardoso de Barros Fornari

Equipe Técnica

DIRETORIA DE SERVIÇOS CORPORATIVOS – DSC

Fernando Augusto Trivellato

Diretor de Serviços Corporativos

Área de Administração, Documentação e Informação – ADINF

Maurício Vasconcelos de Carvalho

Gerente Executivo de Administração, Documentação e Informação

Alberto Nemoto Yamaguti

Normalização

Advisia Consultoria de Gestão Empresarial Ltda.

Consultoria



Confederação Nacional da Indústria

CNI. A FORÇA DO BRASIL INDÚSTRIA