

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

FLÁVIA PRADO BROCCHI

**PROPOSTA E ANÁLISE DE CLASSIFICAÇÃO DE INDICADORES MICRO E
MESO PARA ECONOMIA CIRCULAR: ESTUDO DE CASO**

SÃO CARLOS

2020

FLÁVIA PRADO BROCCHI

PROPOSTA E ANÁLISE DE CLASSIFICAÇÃO DE INDICADORES MICRO E MESO
PARA ECONOMIA CIRCULAR: ESTUDO DE CASO

Monografia apresentada ao Curso de
Engenharia Ambiental, da Escola de
Engenharia de São Carlos da Universidade de
São Paulo, como parte dos requisitos para
obtenção do título de Engenheiro Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Aldo Roberto Ometto

SÃO CARLOS

2020

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Dr. Sérgio Rodrigues Fontes da EESC/USP com os dados inseridos pelo(a) autor(a).

P863p	<p>Prado Brocchi, Flávia</p> <p>PROPOSTA E ANÁLISE DE CLASSIFICAÇÃO DE INDICADORES MICRO E MESO PARA ECONOMIA CIRCULAR: ESTUDO DE CASO / Flávia Prado Brocchi; orientador Aldo Roberto Ometto. São Carlos, 2020.</p> <p>Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2020.</p> <p>1. Economia Circular. 2. Indicadores. 3. Classificação. 4. Circularidade. 5. Modelo econômico. I. Título.</p>
-------	---

Eduardo Graziosi Silva - CRB - 8/8907

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato(a): **Flavia Prado Brocchi**

Data da Defesa: 30/11/2020

Comissão Julgadora:

Resultado:

Aldo Roberto Ometto (Orientador(a))


Aprovada

Efigênia Rossi

Aprovada

Danika Andrea Castillo Ospina

Aprovada



Prof. Dr. Marcelo Zaiat

Coordenador da Disciplina 1800091- Trabalho de Graduação

Agradecimentos

Gostaria de agradecer meus pais, Renata e Maurício, e minhas irmãs, Fernanda e Marina, pelo suporte e apoio que sempre me deram, o que me permitiu finalizar a graduação em um curso tão alinhado com meus propósitos e valores como pessoa e profissional – “Um dia ainda irei mudar o mundo”.

Minhas irmãs de coração, Beatriz e Lara, que acompanharam de perto minha graduação e estiveram presentes nos momentos mais importantes dela.

A turma da Engenharia Ambiental 014, pela parceria, amizade e todos os momentos que compartilhamos nestes anos de faculdade, em especial ao Caio Minoru, sem ele esses anos não seriam tão especiais quanto foram.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Aldo Roberto Ometto, pelo apoio no desenvolvimento do trabalho, e à Efigênia Rossi, por todo o suporte nesta última etapa da minha graduação.

Por fim, a todas as professoras, professores, funcionárias e funcionários da Escola de Engenharia de São Carlos – USP, que contribuíram de alguma forma para minha formação como engenheira ambiental.

Resumo

BROCCHI, F. P. **Proposta e análise de classificação de indicadores micro e meso para Economia Circular: Estudo de caso.** 2020. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso). – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2020.

O modelo econômico predominante no mundo hoje consiste em um modelo linear, no qual os sistemas produtivos e de comercialização operam sob a lógica de produção, uso e descarte, com consumo excessivo de recursos naturais, baixa eficiência dos ciclos produtivos, além de descarte elevado de resíduos no meio, bem como a geração de poluição nos mais diversos níveis e ecossistemas. Em resposta aos impactos negativos gerados por este modelo surge a Economia Circular, uma proposta econômica que ganhou repercussão em 2014 - devido ao lançamento no ano de um relatório no Fórum Econômico Mundial por organizações referenciais no tema - e que sugere uma mudança sistêmica nos ciclos produtivos, minimizando ao máximo as entradas e saídas dos sistemas, priorizando a recirculação de matéria e energia, reduzindo, e em certos casos eliminando, os impactos ambientais e sociais negativos e trazendo novas oportunidades para a economia e negócios. Com o intuito de se mensurar a *performance* de organizações no âmbito da Economia Circular, e assim dar mais visibilidade ao tema nos negócios das organizações, foram desenvolvidos globalmente diversos indicadores de Economia Circular, pelo meio acadêmico e corporativo, que estão disponíveis hoje na literatura. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo propor uma classificação destes indicadores existentes para facilitar o uso dos mesmos, a nível de ciclo de produto (micro) e relações entre organizações e negócios (meso), a qual permite visualizar os parâmetros trabalhados por cada indicador, bem como a especificidade de cada um e área de atuação. Além disso, o trabalho sugere um método de seleção de indicadores utilizando um estudo de caso (empresa do ramo têxtil). Foram aplicados os indicadores CEIP (micro) e CECAC (meso) na empresa analisada, o que demonstrou um maior engajamento da mesma com a circularidade no âmbito meso (resultado de 93,4% no CECAC) em comparação com o nível micro (resultado de 68% no CEIP), entretanto, ambas as aplicações demonstram o comprometimento da organização com conceitos de Economia Circular e preocupação ambiental, sendo os indicadores ferramentas essenciais para representar este comprometimento e permitir tomadas de ações no campo da circularidade.

Palavras-chave: Economia Circular. Indicadores. Classificação. Circularidade. Modelo econômico.

Abstract

BROCCHI, F. P. Proposal and analysis of classification of micro and meso indicators for Circular Economy: Case study. 2020. Dissertation. Graduation Thesis – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2020.

The prevailing economic model in the world today consists of a linear model, in which the production and commercialization systems operate under the logic of production, use and disposal, with excessive consumption of natural resources, low efficiency of the production cycles, in addition to high disposal of waste in the environment, as well as the generation of pollution at the most diverse levels and ecosystems. In response to the negative impacts generated by this model, the Circular Economy emerges, an economic proposal that gained repercussion in 2014 - due to the launch in the year of a report at the World Economic Forum by leading organizations on the topic - and which suggests a systemic change in the productive cycles, minimizing the entry and exit of the systems as much as possible, prioritizing the recirculation of material and energy, reducing, and in some cases eliminating, negative environmental and social impacts and bringing new opportunities for the economy and business. In order to measure the performance of organizations within the scope of Circular Economy, and thus give more visibility to the topic in the organizations' businesses, several Circular Economy indicators were developed globally, by the academic and corporate environment, which are available today in the literature. Thus, the present work aimed to propose a classification of these existing indicators to facilitate their use, at the level of product cycle (micro) and relationships between organizations and businesses (meso), which allows viewing the parameters worked by each indicator, as well as the specificity of each and area of activity. In addition, the work suggests a method of selecting indicators using a case study (textile company). The CEIP (micro) and CECAC (meso) indicators were applied in the analyzed company, which demonstrated a greater engagement with circularity in the meso scope (result of 93.4% in CECAC) compared to the micro level (result of 68% in CEIP), however, both applications demonstrate the organization's commitment to the concepts of Circular Economy and environmental concern, and indicators are essential tools to represent this commitment and allow actions to be taken in the circularity field.

Keywords: Circular Economy. Indicators. Classification. Circularity. Economic model.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama sistêmico com as definições da Economia Circular	28
Figura 2 - Tecnologia de revestimento desenvolvido pela <i>Cypris Materials</i> em um programa da <i>Biomimicry Institute</i>	36
Figura 3 - Sistema B.L.O.T.S. em uso em uma via em cidade litorânea.....	37
Figura 4 - Estudo bibliográfico de distribuição dos indicadores de Economia Circular identificados	43
Figura 5 - Parte do portfólio da Empresa analisada, em que os produtos são feitos de algodão orgânico ou material reciclado	77
Figura 6 - Painel de resultado da aplicação do indicador CEIP em formato resumido	80
Figura 7 - <i>Layout</i> da planilha referente ao questionário do indicador CEIP, tendo como exemplo as três primeiras questões	83
Figura 8 - Exemplo de <i>darshboard</i> gerado pelo indicador CEIP, com a classificação do produto e de suas fases do ciclo de vida de acordo com princípios de Economia Circular.....	84
Figura 9 - <i>Ecobags</i> da Empresa analisada, que podem ser feitas tanto de material reciclado, quanto de algodão orgânico.....	91
Figura 10 - Pontuação e resultado da aplicação do indicador CEIP ao negócio da Empresa analisada	97
Figura 11 - Página do site da Empresa analisada sobre a matéria-prima utilizada em sua produção.	105
Figura 12 - <i>Ranking</i> de empresas holandesas referente ao indicador CECAC e cada um dos parâmetros analisados.....	109

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Categorias levantadas na classificação de indicadores de Economia Circular do estudo de Saidani <i>et al.</i> (2019).	44
Tabela 2 - Indicadores de Economia Circular de níveis micro e meso identificados pelo estudo realizado por Rossi <i>et al.</i> (2019)	46
Tabela 3 - Variáveis levantadas referentes aos indicadores de dimensão micro, e seus respectivos setores e descrições.....	53
Tabela 4- Categorias referentes ao tipo de análise proposta pelo indicador de dimensão micro e temática de aplicação quando esta é específica.	59
Tabela 5 - Classificação proposta para os indicadores de Economia Circular de nível micro presentes em literatura	60
Tabela 6 - Variáveis analisadas em indicadores de dimensão meso, seus respectivos setores e descrições.....	65
Tabela 7 - Categorias referentes ao tipo de análise proposta pelo indicador de dimensão meso e temática de aplicação quando esta é específica.	70
Tabela 8 - Classificação proposta para os indicadores de Economia Circular de nível meso presentes em literatura.	71
Tabela 9 - Painel de resultado da aplicação do indicador CET.....	80
Tabela 10 - Indicadores selecionados para análise da <i>performance</i> da Empresa analisada segundo os conceitos de Economia Circular.	81
Tabela 11 - Questões abordadas pelo indicador CEIP de acordo com a fase do ciclo de vida do produto analisada.	83
Tabela 12 - Questionário do indicador CECAC, com suas categorias, grupos (1 ao 13), e pontuação disponível por critérios.....	86
Tabela 13 - Aplicação do indicador CEIP ao produto <i>Ecobag</i> da Empresa analisada.....	93
Tabela 14 - Aplicação do indicador CECAC ao negócio e sistema de produção e comercialização da Empresa analisada.....	100
Tabela 15 - Plano de Ações referente aos parâmetros trabalhados pelos indicadores CEIP e CECAC que apresentam oportunidade de melhoria.	115

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	22
2.	OBJETIVOS.....	25
2.1.	OBJETIVOS GERAIS	25
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
3.	REVISÃO DE LITERATURA	26
3.1.	ECONOMIA CIRCULAR: ORIGEM E CONCEITOS	26
3.2.	ESCOLAS DE PENSAMENTO QUE COMPÕEM A ECONOMIA CIRCULAR	29
3.2.1.	Economia De Performance (ou De Serviços)	30
3.2.2.	Cradle-To-Cradle (“Berço Ao Berço”)	31
3.2.3.	Ecologia Industrial	33
3.2.4.	Biomimética.....	35
3.2.5.	Blue Economy.....	37
3.3.	AS ESCOLAS DE PENSAMENTO E A ECONOMIA CIRCULAR	38
3.4.	ECONOMIA CIRCULAR: CONTEXTUALIZAÇÃO NO MUNDO E NO BRASIL	39
3.5.	INDICADORES DE ECONOMIA CIRCULAR	41
3.6.	LEVANTAMENTO DE INDICADORES DE ECONOMIA CIRCULAR EXISTENTE NA LITERATURA E CATEGORIZAÇÃO EXISTENTE	42
4.	METODOLOGIA	49
4.1.	CLASSIFICAÇÃO DOS INDICADORES	49
4.2.	ESTUDO DE CASO	50
4.3.	MÉTODO DE SELEÇÃO DE INDICADORES	50
4.4.	APLICAÇÃO DOS INDICADORES SELECIONADOS NO ESTUDO DE CASO E ANÁLISES	51
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	53
5.1.	CLASSIFICAÇÃO INDICADORES MICRO.....	53
5.2.	CLASSIFICAÇÃO INDICADORES MESO.....	65
5.3.	ANÁLISE CLASSIFICAÇÃO E VARIÁVEIS (DIFERENÇAS MICRO VS MESO)	75
5.4.	SELEÇÃO DE INDICADORES PARA APLICAÇÃO EM UM ESTUDO DE CASO	76
5.4.1.	Contextualizando o estudo de caso	76
5.4.2.	Seleção dos indicadores a serem aplicados de acordo com as atividades da empresa	78
5.4.2.1.	Seleção indicador micro.....	78
5.4.2.2.	Seleção indicador meso.....	80
5.4.3.	Indicadores selecionados para o estudo de caso	82
5.4.3.1.	Circular Economy Indicator Prototype (CEIP).....	82
5.4.3.2.	Circular Economy Company Assessment Criteria (CECAC).....	85
5.4.4.	Aplicação dos indicadores	90
5.4.5.	Resultado das aplicações dos indicadores	91

5.4.5.1.	Indicador CEIP.....	91
5.4.5.2.	Indicador CECAC	99
5.4.6.	Comparação dos resultados com outros estudos de caso (CECAC).....	108
5.4.7.	Comparação dos resultados dos indicadores (CEIP e CECAC)	111
5.4.8.	Eficiência dos indicadores CEIP e CECAC para a realidade da empresa analisada	112
5.5.	PLANO DE AÇÕES PARA EMPRESA ANALISADA DE ACORDO COM RESULTADOS OBTIDOS	114
6.	CONCLUSÃO	119
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	123
	ANEXOS	132
	Anexo I – Lista de químicos banidos de Cradle-to-Cradle.....	132
	Anexo II - Matérias-primas consideradas críticas pela Comissão Europeia.....	134
	APÊNDICES	135
	Apêndice A – Questionário aplicado ao estudo de caso para aplicação do indicador CEIP	135
	Apêndice B – Questionário aplicado ao estudo de caso para aplicação do indicador CECAC	137

1. INTRODUÇÃO

O consumo desenfreado de recursos naturais finitos, a geração massiva de resíduos industriais dispostos de forma incorreta, bem como a poluição generalizada (do ar, água e solo), configuram o modelo econômico linear atualmente predominante no mundo. Como o nome sugere, o modelo apresenta apenas uma direção e sentido, sendo responsável pelo esgotamento de matérias-primas e poluição de ecossistemas naturais. Isso ocorre pois a economia linear dominou o processo de evolução da economia global em um sistema de consumo e extração de matérias-primas virgens para a produção de mercadorias, uso e descarte dessas mercadorias na forma de resíduo, tendo como fundamento o consumo de recursos e não o uso restaurativo e otimizado dos mesmos, havendo ainda uma previsão de intensificação desse modelo uma vez que até 2030 a população da classe média global deve mais do que dobrar, totalizando-se em um número próximo de 5 bilhões de pessoas (*Ellen MacArthur Foundation* - EMF, 2015).

Dessa forma, a longo prazo, o modelo econômico linear gera um déficit econômico - além de um déficit social e ambiental também - pois resulta em fatores como o desperdício estrutural, que compreende desde o desperdício de alimentos na cadeia de valor até o desperdício de produtos/ambientes que ficam por um longo período de tempo inutilizados no dia-a-dia e que poderiam ser comercializados como serviço; o aumento da volatilidade dos preços de produtos provenientes de recursos finitos da natureza, de acordo com a variação de oferta de tais recursos que reflete em seu valor econômico; o próprio risco de oferta dos recursos naturais finitos como matéria-prima, devido à intensa exploração dos mesmos; a degradação do capital natural, que afeta a produtividade da economia; e o aumento das tendências regulatórias, como impostos sobre a emissão de carbono, sobre aterros sanitários, dentre outras externalidades negativas que impactam o sistema econômico (EMF, 2015).

Como alternativa à linearidade da produção e seus impactos negativos tem-se o modelo de produção circular, que prevê um sistema que se assemelhe ao máximo a um ciclo fechado. Este modelo é regido pelo conceito de Economia Circular, a qual, segundo a EMF (2015), tem por princípios controlar o consumo de recursos naturais e equilibrar os fluxos de recursos renováveis; promover a circulação de matéria e energia no sistema em seu nível máximo, otimizando o uso de ambos os fatores; e minimizar desperdícios e impactos negativos externos ao ciclo. Dessa forma, os fluxos de entrada e saída nos sistemas de produção tendem a serem mínimos, resultando em ciclos mais eficientes, produtivos, com menor impacto ambiental, compensando ao longo do tempo o déficit econômico gerado pela economia linear.

O cenário global atual mostra-se favorável ao desenvolvimento da Economia Circular, uma vez que os avanços tecnológicos que existem hoje permitem a criação de negócios circulares no sentido de contribuírem para o compartilhamento de conhecimento na área, possibilitam o rastreamento mais efetivo de materiais nos ciclos, otimizam as condições de logística e logística reversa dos sistemas e colaboram para o uso de energias renováveis (EMF, 2015). Além disso, a EMF (2015) ainda aponta que modelos de negócios que priorizam serviços, ao invés da obtenção dos produtos que permitem o acesso à estes serviços, estão emergindo, possibilitando que as pessoas tornem-se usuárias e não apenas consumidoras, sendo o caso de serviços de aluguel e compartilhamento que mostram-se cada vez mais como tendências atuais. A fundação também levanta que o aumento contínuo da urbanização e uma maior concentração da população nas cidades intensifica a demanda pelos serviços de compartilhamento, bem como de ciclos reversos e de coleta e tratamento de resíduos, requerendo cada vez mais logísticas simples e eficazes, além de aumento da escala de prestadores de serviços.

Atualmente a EMF, fundação internacional referência no tema de Economia Circular que trabalha iniciativas com empresas, governos e com o meio acadêmico, com o intuito de se acelerar a transição rumo à circularidade dos sistemas, apresenta diversos estudos de caso globais que comprovam a relevância que este novo modelo econômico apresenta hoje em meio ao modelo linear, comprovando assim sua eficiência e benefícios.

No âmbito econômico a Economia Circular trás oportunidades uma vez que intensifica o fluxo financeiro pelo aumento da receita, devido aos novos serviços que oferece e à redução dos custos por um uso mais otimizado dos insumos nos ciclos, o que a longo prazo pode resultar no crescimento do PIB (Produto Interno Bruto) de um país; o modelo também promove significativas reduções no custo em materiais para produção, desenvolvendo sistemas mais eficientes que permitem maior vida útil aos produtos, com uma reduzida demanda de insumos e recursos para produção, barateando assim o sistema produtivo como um todo; com a implementação da circularidade também há o surgimento de novos empregos para atender à necessidade de mão de obra em processos como reciclagem e remanufatura, logística reversa, inovações da área, entre outros; além disso, se trata de um modelo econômico inovador que requer, por exemplo, o desenvolvimento de novas redes de prospecção, avanços tecnológicos, criação de novos sistemas e materiais, fatores que também movimentam a economia como um todo (EMF, 2015).

Sendo a Economia Circular então um modelo econômico que está emergindo e mostrando-se satisfatório aos negócios e organizações que a utilizam, nota-se uma tendência no

aumento da necessidade de se mensurar a circularidade de sistemas produtivos, negócios e organizações por meio de indicadores, o que é apontado pelo estudo de Saidani *et al.* (2019).

Os indicadores de circularidade são capazes de medir o nível de engajamento de um objeto analisado com os conceitos de Economia Circular segundo a perspectiva de determinados parâmetros do tema e, ainda de acordo com Saidani *et al.* (2019), métodos de avaliações com o uso de indicadores permitem uma melhor compreensão para os *stakeholders* do sistema analisado sobre a circularidade, levando em conta que este ainda é um conceito recente e pode apresentar diferentes interpretações, além disso os indicadores dão visibilidade sobre o envolvimento de uma organização com o tema, podendo também embasar tomadas de decisões para os setores sustentabilidade e meio ambiente em organizações, e suportarem a comunicação e conscientização de *stakeholders* sobre o assunto.

Globalmente diversos indicadores de Economia Circular foram desenvolvidos até hoje pelo meio acadêmico, organizações privadas e públicas, sendo possível localizá-los na literatura em artigos, websites e publicações, havendo inclusive levantamentos bibliográficos dos indicadores existentes, como o realizado por Saidani *et al.* (2019) e por Rossi *et al.* (2019) em seus estudos. Porém, cada indicador realiza sua avaliação e mensuração de circularidade pela perspectiva de parâmetros diferentes, analisando temas diferentes, sob dimensões e aspectos diferentes, existindo dessa forma uma (ou mais) melhor(es) opção(ões) de indicador(es) para um dado objeto de estudo específico, de acordo com o espectro de indicadores disponíveis. Com isso, é de extrema importância a categorização dos mesmos para dar visibilidade do campo e método de análise de cada indicador existente, de forma a guiar um usuário na seleção daquele melhor a ser utilizado para avaliação da circularidade do sistema em questão.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVOS GERAIS

Desenvolvimento de classificação e análise de indicadores micro e meso de Economia Circular presentes em literatura de acordo com os temas e setores trabalhados pelos mesmos, e proposição de um método de seleção destes indicadores para aplicação em um estudo de caso.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para atender ao objetivo geral do trabalho foram determinados também os seguintes objetivos específicos:

- Desenvolver classificação para indicadores de Economia Circular de dimensões micro e meso presentes em literatura e analisar o resultado;
- Selecionar indicadores para aplicação em estudo de caso com base em critérios aplicados na classificação elaborada;
- Aplicar indicadores selecionados e analisar o resultado da *performance* do estudo de caso quanto aos conceitos de Economia Circular levantando pontos fortes e de melhoria;
- Realizar comparativo entre os resultados dos indicadores e analisar a eficiência de cada um na mensuração da *performance* circular;
- Propor Plano de Ação para os pontos de melhoria levantados e expor reflexões e conclusões sobre a aplicação e análise de indicadores de Economia Circular.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. ECONOMIA CIRCULAR: ORIGEM E CONCEITOS

De acordo com EMF (2017), os conceitos de Economia Circular, uma economia que tem suas atividades pautadas no respeito ao meio ambiente e à sociedade e que trabalha com a eliminação de resíduos nos sistemas produtivos, com a preocupação em manter produtos e materiais em uso contínuo e com a busca pela regeneração dos sistemas naturais, apresenta origens históricas e antigas, tendo seu surgimento em diversas escolas filosóficas. Segundo a EMF, a noção de circularidade ressurgiu significativamente após a Segunda Guerra Mundial em países industrializados, quando a tecnologia permitiu a realização de estudos que mostravam a natureza complexa do mundo e do meio ambiente, a qual se assemelhava a um metabolismo não-linear e cíclico (e não a uma “máquina” de ações lineares). Com isso, os conceitos de retroalimentação e estudos de sistemas cíclicos começaram a ganhar espaço.

Segundo a Confederação Nacional da Indústria - CNI (2018), a proposta contemporânea que temos de uma Economia Circular é uma junção de diversas escolas de pensamento e que ganhou repercussão mundial desde 2014, devido ao lançamento de um relatório feito em colaboração com a EMF, “*Towards the Circular Economy: Accelerating the scale-up across global supply chains*”, no Fórum Econômico Mundial. Dessa forma, a Economia Circular vem como uma alternativa à economia linear, no sentido de inovar a forma de consumir os recursos naturais, de produzir, de consumir e comercializar produtos, e de lidar com produtos e materiais que chegam ao fim de seu ciclo de vida.

O caráter linear da economia predominante no mundo hoje, da lógica produção-consumo-descarte, tem se mostrado ineficaz para combater os grandes problemas da sociedade contemporânea, como a pobreza e desigualdade social, as mudanças climáticas, falta de recursos hídricos, esgotamento dos recursos naturais e perda da biodiversidade no planeta, sendo então pautada em um pensamento de curto prazo que visa a redução de custos e potencialização dos lucros do ponto de vista dos negócios (CNI, 2018). Além desse tipo de economia ser incapaz de enfrentar esses desafios socioambientais, ela mostra-se também como a própria geradora dos mesmos. Com isso, a Economia Circular vem com o papel de redefinir a noção convencional de desenvolvimento econômico, e dissociá-la do consumo de recursos finitos e geração massiva de resíduos descartados no meio (EMF, 2017).

De acordo com a EMF (2015), a Economia Circular se caracteriza, então, por ser um modelo econômico restaurativo e regenerativo, que visa a manutenção constante de um alto

nível de utilidade e valor de materiais e produtos, garantindo a eficiência na produção e na utilização dos mesmos. Dessa forma, se estabelece um ciclo contínuo e fechado de produção-consumo-reaproveitamento de matéria e energia, se extraindo o mínimo possível da natureza, otimizando ao máximo a produção e consumo de bens materiais (para que assim seja possível poupar o consumo de recursos naturais finitos), fazendo o uso de fontes renováveis e de preferência limpas, reaproveitando ao máximo dentro do ciclo os subprodutos e resíduos gerados, fazendo com que ocorram o mínimo possível de “entradas” e “saídas” do sistema.

Este modelo econômico, segundo a EMF (2015), se apoia em três princípios, esquematizados na Figura 1:

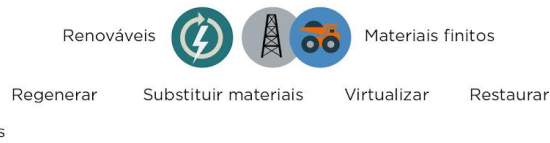
- Buscar ao máximo desmaterializar produtos e serviços, priorizando sua entrega virtual quando possível e, quando se faz necessário materializar esta entrega, optar sempre por recursos renováveis ou com alta produtividade (de forma a minimizar o consumo do capital natural). Além disso, sempre estimular a regeneração dos recursos naturais, como a regeneração do solo e cursos d'água;
- Desenhar produtos de forma a colaborar para sua circulação no sistema, por meio de processos como reuso, remanufatura e reciclagem (neste caso, sistemas circulares priorizam os menores circuitos, como manutenção ao invés da reciclagem, de forma a preservar matéria e energia nos processos), além de colaborar para a máxima extensão possível de sua vida útil, o que também pode ser feito por meio da prática de compartilhamento dos produtos (como por exemplo, serviços de aluguel), que maximizam sua utilização. Estimula-se também o desenho de produtos que levem em conta materiais biodegradáveis que se decompõem seguramente no meio ambiente, uma vez que em sistemas circulares procura-se projetar produtos de forma a regenerar novos valores no pós-consumo;
- Reduzir ao máximo danos aos sistemas básicos, como de alimentos, mobilidade, habitação, educação, saúde e entretenimento, e excluir qualquer externalidade negativa passível de ser causada à terra, ao ar e à água (como por exemplo a disposição de materiais tóxicos no solo e na água e a poluição do ar).

Figura 1 - Diagrama sistêmico com as definições da Economia Circular

PRINCÍPIO

1

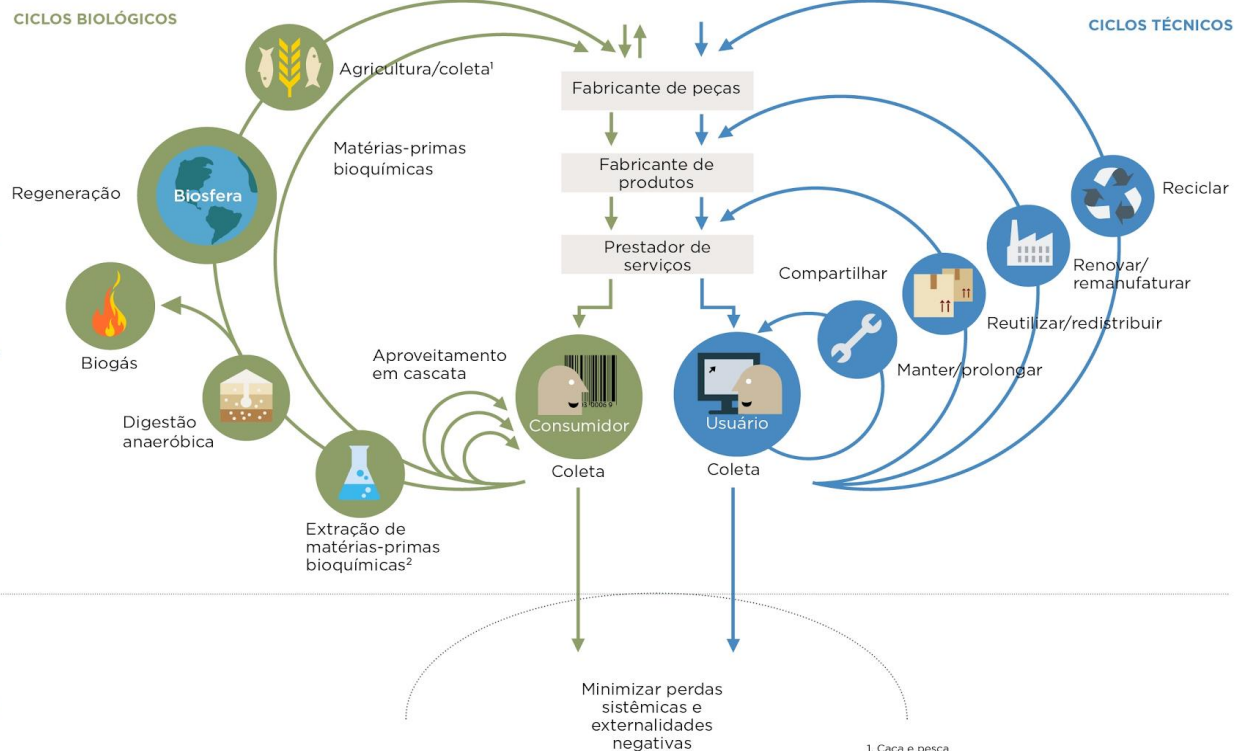
Preservar e aprimorar o capital natural controlando estoques finitos e equilibrando os fluxos de recursos renováveis



PRINCÍPIO

2

Otimizar o rendimento de recursos fazendo circular produtos, componentes e materiais em uso no mais alto nível de utilidade o tempo todo, tanto no ciclo técnico quanto no biológico.



PRINCÍPIO

3

Estimular a efetividade do sistema revelando e excluindo as externalidades negativas desde o princípio

1. Caça e pesca
2. Pode aproveitar tanto resíduos pós-colheita como pós-consumo insumo

Fonte: Ellen MacArthur Foundation, SUN, and McKinsey Center for Business and Environment; Drawing from Braungart & McDonough, Cradle to Cradle (C2C).

Fonte: EMF (2015)

Na Figura 1 é possível compreender a relação entre os três princípios citados, bem como a dinâmica que a Economia Circular propõe para os ciclos biológicos e técnicos. Os ciclos biológicos consistem nos ciclos dos nutrientes renováveis e “naturais”, que se decompõem na natureza, sendo então o ciclo no qual ocorre o consumo de nutrientes e possível regeneração dos mesmos. Já os ciclos técnicos são aqueles em que ocorre o fluxo de matéria e energia dos nutrientes finitos na natureza, os quais não são passíveis de serem consumidos mas sim utilizados, a Economia Circular preza pela recuperação e restauração destes materiais para serem posteriormente reaproveitados no fim do ciclo de vida (EMF, 2015).

Com isso, quanto ao *Princípio 1*, no contexto do ciclo biológico prioriza-se a utilização de fontes renováveis e regeneração dos recursos naturais, enquanto no ciclo técnico é necessário

realizar a gestão de estoques de materiais finitos prezando pela sua restauração e buscando pela virtualização dos serviços.

Para o *Princípio 2* o foco é otimizar todo fluxo de matéria e energia do ciclo pela recirculação dos produtos e componentes no sistema, tanto por processos biológicos, como a regeneração e reaproveitamento de subprodutos, quanto por processos técnicos como a reciclagem e remanufatura dos produtos. Neste *Princípio* nota-se que para o ciclo técnico cada processo condiz com uma etapa do sistema produtivo, como por exemplo, a reciclagem é feita para destinar os produtos da mesma ao fabricante de peças, e o compartilhamento é feito em uma dimensão de usuários apenas. Já no caso do ciclo biológico a recirculação é feita de maneira macro no sentido da regeneração, além de poder ser feita como “aproveitamento em cascata”, que ocorre quando um material biológico pode ser reutilizado em outras aplicações consecutivas vezes após ser utilizado em sua aplicação original.

No *Princípio 3* o foco para ambos os ciclos é a minimização de todas as “saídas” do sistema, como perdas e desperdícios de matéria e energia, bem como minimizar ao máximo qualquer externalidade negativa que polua o meio ambiente.

Ainda, de acordo com a *British Standard Institution* (BSI) (2017), instituição britânica responsável por divulgar o primeiro guia para apoiar organizações a implementarem conceitos de Economia Circular em seus sistemas (BS 8001:2017), os princípios da Economia Circular podem ser entendidos por:

- Pensamento sistêmico e abordagem holística;
- Criar valor a partir da inovação e da gestão sustentável de recursos;
- Gestão de impactos diretos e indiretos em todos os sistemas impactados;
- Colaboração entre organizações, tendo a criação de valor mútuo;
- Otimizar o uso dos materiais, mantendo-os com seu maior valor e utilidade no ciclo;
- Transparência para com todos os *stakeholders*.

3.2. ESCOLAS DE PENSAMENTO QUE COMPÕEM A ECONOMIA CIRCULAR

Os princípios e conceitos da Economia Circular são então uma integração de diversas escolas de pensamento, e não é possível interligar suas origens à uma única data ou autor, sendo suas aplicações práticas lideradas por um pequeno número de acadêmicos, líderes intelectuais e empresas (EMF, 2017). De acordo com a EMF, as seguintes escolas de pensamento destacam-se na composição da proposta contemporânea de Economia Circular.

3.2.1. Economia De *Performance* (ou De Serviços)

O conceito de Economia de *Performance* foi liderado pelo arquiteto e economista Walter Stahel no fim da década de 1970, e defende a ideia de uma economia que priorize o fluxo de serviços em detrimento do fluxo de bens materiais, o que ficou conhecido como “Economia de Serviço Funcional”, além de também desenvolver a abordagem de “ciclo fechado” para sistemas produtivos, destacando ideias como a extensão da vida útil do produto, recirculação de produtos que chegam ao fim de sua vida útil e prevenção do desperdício (EMF, 2017).

O consumo de produtos na forma de serviço e o conceito de ciclo produtivo fechado proporcionam maior atribuição de valor agregado ao uso do produto pelo máximo período de tempo possível, o que desacelera o consumo de bens materiais pela otimização do uso dos mesmos, resultando em um menor consumo de matéria e energia no sistema (Laurindo, 2016).

De acordo com Stahel (2010), a Economia de *Performance* pode agregar sustentabilidade à economia por proporcionar riqueza e desenvolvimento econômico de acordo com o aumento do valor agregado dos produtos, pode aumentar a oferta de empregos uma vez que os processos de se manter um ciclo fechado e agregar valor ao produto por meio de tecnologias requer trabalho, e reduzir o consumo de matéria e energia. O autor também explica que, a Economia Industrial (ou convencional) que conhecemos é pautada em estratégias de curto prazo que priorizam o fluxo monetário quantitativo ao invés do caráter qualitativo dos serviços prestados. Ou seja, podem haver inúmeros serviços em diversas áreas, como educação, saúde e transporte, que movimentam significativa quantia de capital, e este fluxo de capital mostra-se como o único ou mais importante indicador para avaliar o desenvolvimento socioeconômico da sociedade, porém este é um método falho e raso, por não levar em conta a qualidade dos serviços prestados e sua eficiência de acordo com seu investimento financeiro. De forma a agregar mais qualidade e valor aos serviços e produtos, a Economia de *Performance* destaca ações baseadas em conhecimento, avanços científicos e tecnológicos, estratégias de suficiência e eficiência, bem como soluções inovadoras e inteligentes (Laurindo, 2016).

O ciclo fechado de produção proposto por Walter Stahel também modifica o papel das fontes e matérias-primas no ciclo. De acordo com Stahel (2010), os bens materiais de hoje serão as fontes e insumos de amanhã pelo preço de ontem, logo, nenhuma matéria seria perdida ou não aproveitada no sistema, uma vez que os componentes de um produto que chega ao fim de sua vida útil podem se transformar em matéria-prima para o mesmo ciclo ou para um ciclo de

produção diferente, e ainda assim apresentará valor agregado compondo novamente um produto no mercado.

Walter Stahel também criou o *Product Life Institute* em 1982 na cidade de Genebra na Suíça, a mais antiga consultoria na Europa que trabalha com sustentabilidade e questões ambientais. O foco desta organização são estratégias que impulsionam o desenvolvimento econômico por meio de iniciativas que também trabalham o mínimo consumo de recursos naturais possível, além de promover o conceito de Economia de Serviço Funcional, de forma a integrar objetivos sustentáveis à negócios e sistemas produtivos.

3.2.2. *Cradle-To-Cradle* (“Berço Ao Berço”)

O conceito *Cradle-to-Cradle* foi desenvolvido pelo designer e arquiteto William McDonough e pelo químico Michael Braungart, e tem como premissa um ciclo produtivo que além de buscar a redução dos impactos ambientais também prevê transformações sistêmicas, por exemplo, não apenas o desenho de um produto à base de material reciclado, mas também a análise de todos os componentes do produto, uma vez que mesmo um produto reciclado pode conter componentes que permitam que sua reciclagem seja feita apenas uma vez, e dessa forma logo será destinado ao aterro, podendo então conter materiais tóxicos e perigosos que entrariam em contato com o meio ambiente (McDonough e Braungart, 2004). Dessa forma, o design para *Cradle-to-Cradle* visa a recuperação contínua de componentes dentro do ciclo de vida do produto (EMF, 2017), e o uso de componentes que não sejam prejudiciais ao meio ambiente e à saúde humana.

O termo, do inglês “Berço ao Berço”, foi criado por Walter Stahel, o autor do conceito de “Economia de *Performance*”, no final de 1970 (EMF, 2017). De acordo com Vavolizza (2016), este termo foi criado com base na expressão “*Cradle to Grave*”, do inglês “Berço à Cova”, que por sua vez relaciona-se ao caráter linear das premissas da Revolução Industrial, em que os produtos são produzidos por matérias-primas virgens, chegam ao fim de seu ciclo de vida e são descartados. Dessa forma, o *Cradle-to-Cradle* faz menção à um sistema cíclico, no qual os resíduos podem ser incorporados novamente ao ciclo de produção podendo ser utilizados como matérias-primas, voltando ao “berço”.

Este conceito, de acordo com a EMF (2017), está pautado nos seguintes pilares:

- No sistema de produção não existem resíduos, os produtos devem ser desenhados para serem reaproveitados (por reuso, reciclagem, remanufatura, etc.) constantemente em metabolismos biológicos e técnicos, ou seja, utilizando nutrientes dos recursos naturais

e devolvendo os mesmos ao meio ambiente de forma segura e não nociva (no ciclo biológico), por meio por exemplo do uso de material biodegradável, e mantendo componentes sintéticos e minerais (que são os componentes “técnicos”, muito encontrados em eletrônicos e automóveis) sempre em circulação no ciclo do produto, de forma que os ciclos de vida dos produtos são desenhados de forma segura à saúde humana e ao meio ambiente. Para isso, é necessário um sistema de coleta eficiente para recuperar o valor dos materiais ao fim do ciclo de vida;

- O uso de energias renováveis deve ser maximizado de forma a tornar o sistema sustentável;
- A diversidade e responsabilidade social devem ser valorizadas, bem com a diversidade dos metabolismos técnicos e biológicos.

De acordo com os autores do conceito de *Cradle-to-Cradle* (2004), o mesmo vai além de uma proposta de renovação de sistemas de produção por meio de reaproveitamento de resíduos e aumento da eficiência do uso de matéria e energia, uma vez que, além de reduzir impactos negativos dos sistemas, visa realmente transformar as atividades prejudiciais ao meio ambiente.

Neste sentido, McDonough e Braungart levantam críticas sobre as principais premissas da “Ecoeficiência”, um conceito proposto no Brasil pelo *Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável* (CEBDS) em 1996 que, de acordo com Ribeiro (2007, *apud* Vieira *et al*, 2016 p. 10), tem como objetivo o investimento em iniciativas pautadas no menor consumo de recursos, menor desperdício de matéria/energia e geração de poluição, resultando assim em economia e benefício financeiro. Pela lógica da Ecoeficiência, otimizando o consumo e uso de matéria e energia no ciclo os custos de consumo de novos recursos e os custos de processos de tratamento, destinação ou reaproveitamento de resíduos seriam menores, traçando então um paralelo entre um sistema mais rentável e com menor impacto ambiental.

Os autores criticam a Ecoeficiência no sentido da premissa de redução de resíduos tóxicos e de utilização de matérias-primas virgens, bem como da desmaterialização de produto, uma vez que rebatem que estas premissas apenas desaceleram os impactos ambientais, como esgotamento de recursos naturais e poluição, mas que tais impactos continuam a acontecer; sobre a premissa de reaproveitamento de resíduos, como o reuso ou reciclagem, defendem que podem haver produtos compostos por materiais tóxicos e nocivos ao meio ambiente e que, por meio destes processos, os materiais seriam apenas “transferidos para outros locais” ou outros produtos, e continuariam tendo o potencial de causar danos ao meio; sobre as regulamentações

e legislações ambientais vigentes, que buscam atenuar emissões e estabelecer níveis “aceitáveis” de poluição, os autores colocam que estas iniciativas não trabalham com a causa do problema e com o replanejamento da estratégia para dissolver a raiz das emissões, mas apenas atenuam e minimizam o problema (Vavolizza, 2016).

Com isso, o *Cradle-to-Cradle* é pautado no conceito de “Ecoefetividade”, também desenvolvido por McDonough e Braungart, e que sugere trabalhar diretamente com o design do produto de forma correta, com uso de componentes não agressivos ao meio ambiente em ciclos totalmente fechados sem a entrada de matérias-primas virgens e caso seja necessária a saída de algum componente do ciclo o mesmo não pode causar impacto negativo ao meio, ao invés de fazer de forma “menos mal” as coisas erradas (McDonough e Braungart, 2004).

3.2.3. Ecologia Industrial

Segundo Mariuzzo (2019), o conceito de Ecologia Industrial, assim como outras iniciativas do ramo ambientalista, ganharam força na década de 1970 após a criação do *Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente* (PNUMA) em 1972, que abriu espaço para o fomento de conceitos neste segmento.

Em 1989, Robert Ayres, um físico e economista americano, criou o conceito de “Metabolismo Industrial”, o qual contempla o estudo dos fluxos de matéria e energia nos sistemas produtivos, relacionando os mesmos à organismos vivos (Erkman, 1997, *apud* Ruiz, 2013 p. 05). Logo após, surge o termo “Ecologia Industrial”, desenvolvido por Robert Froesch e Nicholas Gallopoulos (Ruiz, 2013). Este conceito nasce da ideia de integrar os sistemas de produção, que até então funcionavam sob a lógica linear pós Revolução Industrial, aos sistemas naturais que encontramos no meio ambiente, traçando um funcionamento análogo entre os ecossistemas naturais e o ecossistema industrial (Trevisan *et al.*, 2016 p. 206).

Nesse sentido, o objetivo da Ecologia Industrial é construir ciclos de produtos fechados e que se assemelham o máximo possível aos ciclos da natureza, que por sua vez são ciclos autossustentáveis e retroalimentados que podem interagir com outros ciclos em um fluxo de matéria e energia equilibrado. Para fazer com que os ciclos dos produtos funcionem desta forma os resíduos são reutilizados como insumos (tanto no próprio ciclo quanto em outros ciclos “parceiros”), não havendo a geração de subprodutos indesejados na produção (EMF, 2017).

De acordo com Clift e Allwood (2011), o foco deste conceito se pauta em:

- Desenhar o produto com o objetivo de se ter a menor quantidade possível de subprodutos indesejáveis;

- Utilizar os bens materiais da forma mais otimizada possível, fazendo com que os períodos em que os produtos estão “em uso” sejam os mais longos possíveis, o que pode ser feito por meio do compartilhamento de produtos, como a realização de aluguéis e utilização de produtos como serviço - aqui desenvolve-se o termo PSS (“*Product-Service System*”, do inglês, “Produto-Serviço Sistema”, ou “Produto Como Serviço”), que consiste na comercialização do direito de uso de um bem material, e não do direito de propriedade desse bem (Borchardt, 2010), fomentando iniciativas que temos hoje de serviços e compartilhamento como *Uber* (serviço de transporte por compartilhamento de veículo, sem a necessidade de compra de um veículo), *Airbnb* (serviço de estadia para viagens, por aluguel e compartilhamento de imóveis que já se encontram em uso), *Blablacar* (serviço de transporte e caronas por compartilhamento de veículos, otimizando o uso do mesmo), entre outros;
- Estender ao máximo a vida útil dos produtos e realizar sempre que necessário a manutenção e reparo daqueles que estão em uso;
- Desenhar o produto na concepção de ter produtos que podem ser desmontados e que seus componentes sejam separados e coletados, e possam ser posteriormente reutilizados ou reciclados;
- Priorizar a venda de serviços ao invés da venda de produtos e bens materiais, desmaterializando assim o mercado.

De maneira geral, pode-se dizer que a Ecologia Industrial apresenta três elementos centrais (Erkman, 1997, *apud* Ruiz, 2013 p. 08):

- O conceito é pautado em uma visão sistêmica que leva em conta a integração de todos os aspectos do sistema produtivo e suas relações com o meio ambiente;
- Não prioriza o fluxo monetário de um sistema (assim como os conceitos de economia convencionais), foca na análise dos complexos fluxos de entrada e saída de matéria e energia nos sistemas;
- Considera os avanços tecnológicos cruciais para o desenvolvimento de uma economia sustentável.

Dessa forma, ao contrário das tradicionais iniciativas no campo da gestão ambiental, a Ecologia Industrial apresenta um caráter mais amplo e holístico, buscando avaliar o sistema como um todo de forma mais complexa e completa, e não apenas processos específicos, com ações voltadas para resultados a longo prazo (Gertler, 1995, *apud* Ruiz, 2013 p. 09).

3.2.4. Biomimética

O conceito de Biomimética foi desenvolvido por Janine Benyus em 1997, e tem como princípio criar soluções inovadoras para problemas humanos com base em designs e processos que imitam a natureza, no sentido de absorver as melhores “ideias” da natureza e dos ecossistemas e integrá-las aos sistemas produtivos (EMF, 2017). O termo “Biomimética” é uma junção das palavras gregas “bios”, que significa vida, e “mimesis”, que quer dizer imitação, ou seja, é com inspiração nos ciclos da natureza e da vida que são propostas inovações e soluções no campo da engenharia, pela Biomimética (Gead, 2006, *apud* Ogliari e Melo, 2015 p. 93).

De acordo com a EMF (2017), o conceito é pautado nos seguintes princípios:

- Utilizar os processos e sistemas da natureza como modelo para desenvolver soluções no campo da engenharia;
- As inovações desenvolvidas devem ter sua sustentabilidade mensurada a partir de sua aproximação com os sistemas naturais (quanto mais próximas desses sistemas, mais sustentáveis são);
- Concepção de natureza como mentora, a partir do momento em que a natureza e o meio ambiente não apresentam o papel principal de oferecer recursos naturais aos sistemas produtivos mas sim ser uma inspiração para a modelagem desses sistemas.

Dessa forma, na aplicação da disciplina da Biomimética é necessário ter um olhar observador para a natureza, seus comportamentos e características, no sentido de criar soluções espelhadas nela. Como exemplo, tem-se algumas soluções de programas oferecidos pelo *Biomimicry Institute*, um instituto norte-americano que apoia soluções sustentáveis embasadas nos princípios da biomimética.

A solução da empresa norte-americana *Cypris Materials* é uma delas, que consiste no desenvolvimento de um revestimento colorido para superfícies, que é aplicado como se fosse uma tinta, e apresenta a tecnologia para refletir raios solares em uma nanoestrutura, melhorando a eficiência energética de construções e automóveis por absorver menos o calor externo, além disso permite o uso de uma paleta de cores diversa sem a utilização de substâncias tóxicas (Biomimicry Institute, 2020). De acordo com o instituto, o revestimento foi desenvolvido com base no funcionamento dos pigmentos presentes nas asas de borboletas, penas de pavão e gemas de opala, feitos de substâncias que produzem cores brilhantes com propriedades de refletirem raios solares devido à suas nanoestruturas, como mostra a Figura 2.

Figura 2 - Tecnologia de revestimento desenvolvido pela *Cypris Materials* em um programa da *Biomimicry Institute*



Fonte: *Biomimicry Institute* (2020).

Outro exemplo de solução desenvolvida por meio de programas do Biomimicry Institute embasados na disciplina da biomimética foi o “Biomimetic Land Ocean Treatment System” (B.L.O.T.S.), do inglês “Sistema de Tratamento Biomimético do Oceano Terrestre” (Biomimicry Institute, 2019). Este sistema busca atender ao problema de inundações em cidades litorâneas que, de acordo com o instituto, são fenômenos cada vez mais comuns nestas regiões devido às consequências das mudanças climáticas, que acarretam no derretimento de calotas polares elevando os níveis dos oceanos.

Seu funcionamento contempla a captação, direcionamento (ou canalização), filtração e armazenamento de água no caso de um significativo acúmulo de água em ruas, calçadas e demais vias públicas. Dessa forma, a água captada pelas inundações pode ser armazenada localmente, podendo ser reutilizada, ou destinada à rede pública de captação de águas residuais/pluviais.

O sistema é pautado na biomimética uma vez que cada porção do sistema foi elaborado com base no funcionamento da natureza, em sistemas considerados chave para cada porção. Com isso, a captação da água foi desenvolvida com inspiração na absorção de água que ocorre no intestino delgado dos seres vivos, o direcionamento do líquido inspirado nos vasos linfáticos, a filtração de partículas com base na filtração que ocorre nas raízes dos manguezais e o armazenamento do fluído inspirado em plantas que comumente realizam este armazenamento e em determinadas espécies peixes que armazenam água em seus órgãos.

Figura 3 - Sistema B.L.O.T.S. em uso em uma via em cidade litorânea



Fonte: *Biomimicry Institute* (2019).

Dessa forma, em qualquer solução baseada nos princípios da biomimética é necessário um estudo prévio do funcionamento dos sistemas e fluxos naturais para o desenvolvimento de inovações eficientes, rentáveis e sustentáveis.

3.2.5. *Blue Economy*

O conceito de *Blue Economy*, do inglês “Economia Azul”, foi criado pelo empresário belga Gunter Pauli em 2010 (Cordioli, 2017). O conceito pauta as ações da Fundação ZERI (*Zero Emissions Research and Initiatives*, do inglês “Pesquisas e Iniciativas com Zero Emissões”), também fundada por Gunter, em 1994. Esta organização, de acordo com a Fundação ZERI Brasil (2020), tem o objetivo de fomentar iniciativas de Emissões Zero internacionalmente, seguindo do princípio de que nenhum resíduo gerado em um sistema produtivo deve ser descartado, e sim reaproveitado como matéria-prima e insumo, seja no mesmo ciclo ou em outro.

Em termos gerais, indústrias que trabalham com a Economia Azul baseiam seus sistemas no funcionamento dos ciclos da natureza, garantindo ciclos produtivos eficientes com o mínimo desperdício de matéria e energia, buscando aproveitar resíduos e não enxergá-los como um problema (Pauli, 2010, *apud* Cordioli, 2017, p. 14). De acordo com Laurindo (2016), pode-se entender a Economia Azul como composta por três pilares: análises de *input-output* (de entradas no sistema, como matérias-primas e energia, e saídas, como resíduos e subprodutos), e/ou Avaliação do Ciclo de Vida e/ou outras ferramentas para garantir o uso dos resíduos de um ciclo de produção como insumos em outro ciclo; assegurar ciclos fechados de

matéria e energia, minimizando as entradas e saídas do mesmo; e abordar sistemas regionais com a participação de diferentes *stakeholders* para garantir a maior eficiência dos ciclos.

Neste sentido, a Avaliação do Ciclo de Vida, ou “ACV”, consiste em uma disciplina que propõe a avaliação de todo o ciclo de vida de um produto no âmbito de potenciais impactos ambientais relacionados a este ciclo, desde a concepção e/ou consumo de matérias-primas e sua produção, até seu uso/consumo e o fim de sua vida útil, analisando a interação de cada etapa do ciclo com o meio ambiente (Curran, 1996, *apud* Seo e Kulay, 2006 p. 05). Este conceito permite dar visibilidade do desempenho ambiental de todos os processos do ciclo de vida do produto abrindo espaço para possíveis planos de ações para mitigação dos impactos rumo à uma maior conservação do meio ambiente.

Segundo o *TheBlueEconomy.Org*, o conceito de Economia Azul pode então ser entendido como o conjunto de 21 princípios que dizem respeito à práticas inovadoras que geram benefícios em diversas esferas, além de gerarem empregos e capital social, e são baseadas na disciplina da física e nas características diversas, inconstantes e cíclicas da natureza. Tais práticas buscam “oferecer mais utilizando menos” de acordo com uma maior eficiência do sistema, evitando desperdícios e utilizando resíduos e subprodutos gerados no ciclo, analisando assim a necessidade de consumo de recursos naturais e enfatizando o uso da energia solar como uma fonte importante de energia renovável. Além disso, os princípios também salientam o uso de recursos locais e regionais, valorizando assim comunidades e biodiversidade local, assim como de materiais biodegradáveis e realização de parcerias para o alcance de objetivos sustentáveis, principalmente no quesito de indústrias que utilizam os resíduos de outras como insumo para suas produções.

3.3. AS ESCOLAS DE PENSAMENTO E A ECONOMIA CIRCULAR

Tendo visibilidade das escolas de pensamento que deram origem ao conceito de Economia Circular nota-se que o mesmo carrega traços de todas elas. Com isso, engloba ideias como trabalhar com ciclos cada vez mais fechados, com a maior otimização possível do uso de matéria e energia nos mesmos, utilizando resíduos e subprodutos como insumos, além de garantir um maior valor agregado aos produtos quando prioriza-se o uso dos mesmos por meio de serviços de qualidade e não apenas como consumo de bens materiais, de acordo com a Economia de *Performance* de Stahel.

O conceito também considera o desenho de produtos que sejam desenvolvidos e produzidos para serem reaproveitados no fim do ciclo de vida constantemente, além de garantir

o uso de fontes renováveis de energia na produção e de materiais não nocivos ao meio ambiente em sua composição, a partir da análise de todos os componentes e processos que permeiam o produto, assim como prevê o conceito de *Cradle-to-Cradle* de McDonough e Braungart.

A Economia Circular também busca sistematizar os fluxos produtivos e seu funcionamento de forma análoga aos fluxos naturais que encontramos em ecossistemas na Terra, trabalhando com ciclos autossustentáveis que são retroalimentados, com foco na análise das entradas e saídas dos sistemas e fazendo com que as mesmas sejam minimizadas, assim como na Ecologia Industrial de Frosch e Gallopoulos, e também levantar soluções inovadoras para problemas de engenharia que levem em conta um *mindset* de sustentabilidade podendo ser inspirado em sistemas da natureza, da mesma forma que ocorre na Biomimética de Benuys.

Além disso o conceito também engloba a realização de parcerias que permitam o fluxo de matéria e energia entre ciclos de produção, potencializando o reaproveitamento de resíduos e subprodutos como insumos, maximizando a eficiência dos ciclos e tornando-os auto sustentáveis, assim como descreve a Economia Azul de Pauli.

3.4. ECONOMIA CIRCULAR: CONTEXTUALIZAÇÃO NO MUNDO E NO BRASIL

De acordo com a EMF (2015), pesquisas realizadas pelo próprio instituto evidenciam que as iniciativas da Economia Circular estão ganhando relevância em meio à economia linear, superando a “prova de conceito”, ou seja, já existem dados que provam os benefícios dessas iniciativas nos âmbitos econômico, ambiental e social. Dessa forma, hoje temos inúmeros exemplos pelo mundo listados pela EMF de empresas e governos que adotaram práticas circulares e foram bem sucedidos, como o desenvolvimento de embalagens biodegradáveis e de produtos projetados para serem facilmente desmontáveis (de forma a otimizar o reaproveitamento de seus componentes), até exemplos de criação de serviços e prospecção de aluguéis no lugar da compra e consumo de produtos. Segundo o instituto, estes exemplos são semelhantes no sentido de trabalharem com a otimização do desempenho total do sistema, com um olhar amplo para suas entradas, saídas e recirculações, e não um olhar apenas para um componente individual do sistema.

Até o momento tem-se visibilidade de que o mundo é apenas 8,6% circular, segundo o *The Circularity GAP Report 2020*, um relatório realizado pela *Circle Economy* para o ano de 2020 que analisa globalmente as iniciativas relacionadas a Economia Circular em diversos países e calcula o GAP, ou seja, a “distância”, que temos no mundo entre o cenário atual e um

cenário ideal de uma economia 100% circular. O relatório afirma que realmente estamos muito distantes de um cenário ideal uma vez que a economia linear e a lógica de “produção-consumo-descarte” se encontra profundamente inserida na sociedade, mas que, por outro lado, mesmo mostrando um progresso lento é possível detectar uma onda global no campo da circularidade, tanto de iniciativas privadas quanto públicas.

Dentre as iniciativas globais no campo da Economia Circular é possível destacar países como a Suécia, Holanda, Escócia, Dinamarca, países da União Europeia, China e Japão quanto à políticas públicas criadas para o fomento da circularidade, como incentivos a gestão e tratamento de resíduos e metas de circularidade traçadas nestes países, além de iniciativas em empresas privadas de países como Estados Unidos, Alemanha, Inglaterra, Dinamarca e Holanda, como recirculação de matéria e energia em ciclos produtivos ou entre dois ou mais ciclos, serviços de compartilhamento e aluguel, entre outras (CNI, 2017).

De acordo com uma publicação da CNI em 2017, “Economia Circular: uma abordagem geral no contexto da indústria 4.0”, a Economia Circular no Brasil se encontra em uma fase inicial, também chamada de “estágio 0”, em comparação com a repercussão do conceito globalmente. Dessa forma, o conceito ainda é pouco difundido e conhecido no país quando comparado com outros países, havendo poucos profissionais atuando na área e agregando a visão sistêmica de circularidade em sistemas produtivos já existentes, e poucas empresas e *startups* brasileiras trabalhando com iniciativas circulares hoje.

No campo de iniciativas públicas brasileiras voltadas à Economia Circular é possível destacar políticas como a *Política Nacional dos Resíduos Sólidos* (PNRS), para gestão e tratamento de resíduos com foco na responsabilidade compartilhada entre os *stakeholders*, acordos setoriais e logística reversa; bem como o *Plano Nacional de Recursos Hídricos* (PNRH), que visa a gestão das águas no território e a disponibilidade hídrica; o *Novo Código Florestal*, com ações regulatórias para a proteção da vegetação nativa; entre outros (CNI, 2017). Quanto às iniciativas privadas a CNI (2017) levanta exemplos como a utilização de resíduos de terceiros como insumo para o sistema produtivo realizado pela *Votorantim*; o serviço de conexão de empresas para a utilização e valorização de resíduos oferecido pela *B2Blue*; a coleta, reciclagem e uso como matéria-prima dos próprios produtos ao fim do ciclo de vida realizado pela *HP*; dentre outras.

3.5. INDICADORES DE ECONOMIA CIRCULAR

De acordo com Nuintin e Nakao (2010), indicadores evidenciam a realidade atual de um objeto de avaliação, bem como sua evolução, sobre determinado aspecto por meio de representações qualitativas e/ou quantitativas. Dessa forma, um indicador tem a função de mensurar o comportamento de um objeto na perspectiva de um dado parâmetro, gerando resultados passíveis de serem interpretados.

Como por exemplo, é possível mensurar a quantidade de resíduo orgânico (parâmetro) gerada por um restaurante (objeto) em um determinado intervalo de tempo por meio da captação de dados qualitativos, e interpretando os resultados desta análise entende-se se o estabelecimento está gerando muito ou pouco resíduo, o que pode embasar possíveis planos de ações, como elaboração de programas de reaproveitamento de resíduos, entre outros. Assim nota-se a importância dos indicadores para tomadas de decisão em organizações, empresas, órgãos públicos, entre outros.

No âmbito da Economia Circular, a mensuração do desempenho circular de organizações por indicadores é essencial para avaliar e desenvolver os negócios no campo da sustentabilidade, apesar de ainda não ser uma prática comum em empresas atualmente (Sassanelli *et al.*, 2019, *apud* Rossi *et al.*, 2019 p. 02). Os indicadores de Economia Circular dão visibilidade do quanto e como uma organização está envolvida com uma visão sistêmica e ampla de seus processos e das relações dos mesmos com o meio ambiente e a sociedade, por meio de parâmetros intimamente relacionados aos conceitos de circularidade. Como por exemplo, a mensuração dos processos de recirculação de matéria no ciclo (quantidade de material reciclado, remanufaturado, reutilizado, etc.), ou mensuração do consumo de recursos naturais no sistema, como água e energia, ou até a mensuração do impacto social que o negócio em análise proporciona. A partir deste tipo de levantamento é possível compreender os pontos de melhoria e fortalezas da empresa neste tema e traçar planos de ações e metas para aumentar o engajamento circular da mesma.

Além disso, a sustentabilidade tem se mostrado um campo abstrato para algumas organizações, uma vez que as mesmas mostram dificuldades em definir metas neste tema, que se apresenta com definições diferentes para cada *stakeholder* (Earley, 2017, *apud* Saidani *et al.*, 2019, p. 543). Neste sentido, os indicadores podem nortear o entendimento de todas as partes sobre a Economia Circular e seus conceitos, bem como auxiliar as organizações com a definição das metas de sustentabilidade e circularidade (Saidani *et al.*, 2019).

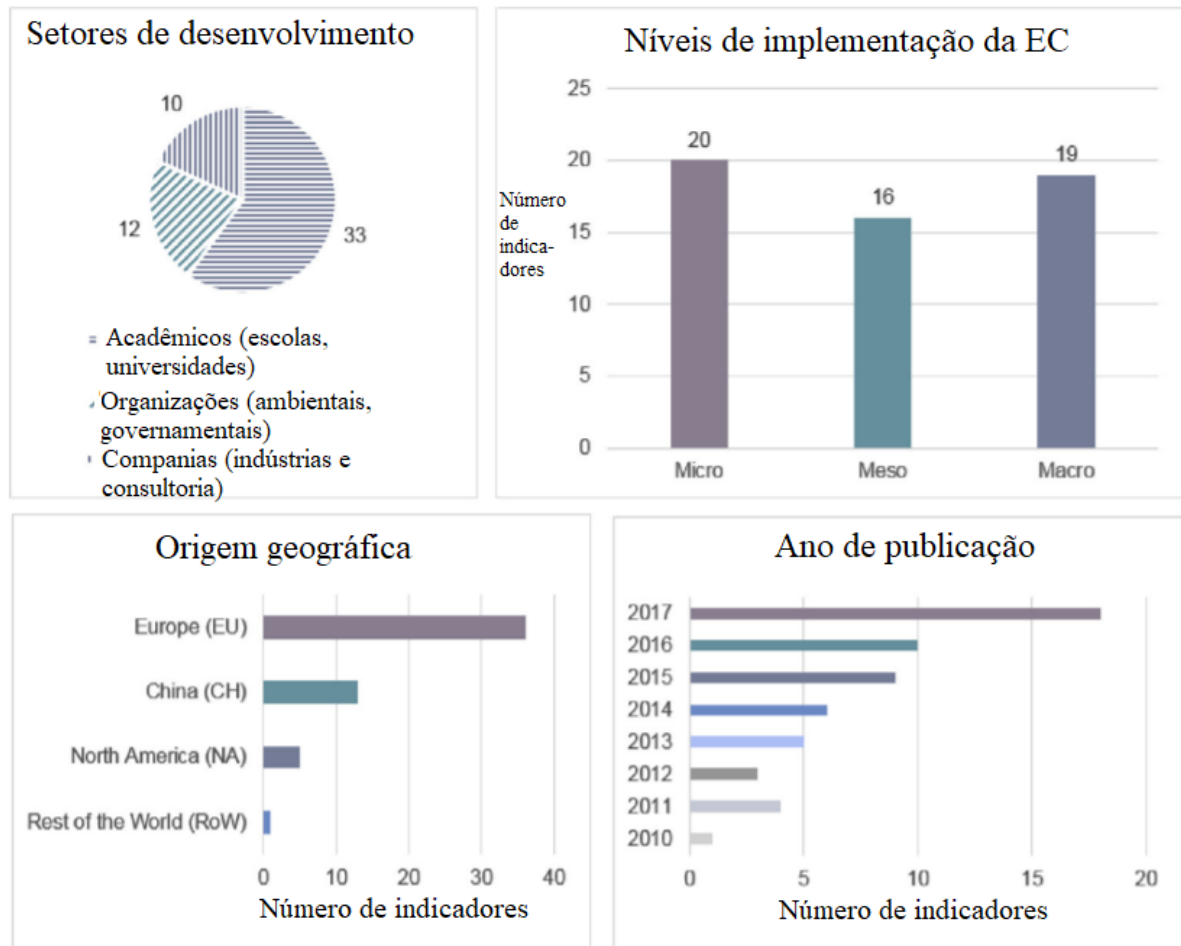
De acordo com Saidani *et al.* (2019), os indicadores de Economia Circular são classificados em três dimensões (ou níveis): nível micro, os quais trabalham com parâmetros relacionados diretamente aos processos que ocorrem com os produtos do ciclo produtivo, com os sistemas que permeiam a organização e com os consumidores do negócio analisado; nível meso, no qual se encaixam indicadores que analisam a interação entre organizações e seus ciclos, bem como as parcerias realizadas, trocas e compartilhamento de matéria e energia entre duas ou mais organizações (de forma a otimizarem as entradas e saídas, prezando pela recirculação entre seus ciclos e pela preservação ambiental); e nível macro, que levam em conta a mensuração dos conceitos de circularidade em uma dimensão de cidades, regiões ou até de país, com análises dos sistemas, ciclos e organizações (públicas e privadas) contidos nestes espaços e suas interações no campo da circularidade.

Nos últimos anos alguns indicadores de Economia Circular foram desenvolvidos a níveis micro, meso e macro, tanto pelo meio acadêmico e de pesquisa universitária, quanto por consultorias e empresas privadas que trabalham com o tema, bem como por agentes públicos, porém, se faz necessária uma organização dos indicadores já existentes para melhor visibilidade da aplicabilidade de cada um, uma vez que ainda hoje não se tem um conhecimento disseminado da exata definição de Economia Circular podendo gerar diversas interpretações sobre um mesmo indicador e, dessa forma, é importante o desenvolvimento de ferramentas para a seleção de melhores indicadores a serem utilizados em determinado caso por meio da classificação daqueles já existentes em literatura (Saidani *et al.*, 2019).

3.6. LEVANTAMENTO DE INDICADORES DE ECONOMIA CIRCULAR EXISTENTE NA LITERATURA E CATEGORIZAÇÃO EXISTENTE

Tem-se hoje na literatura uma classificação de indicadores de Economia Circular que foi desenvolvida em 2018 pelo meio acadêmico da França em conjunto com os Estados Unidos, pelos autores Michael Saidani, Bernard Yannou, Yann Leroy, François Cluzel e Alissa Kendall. De acordo com os autores, esta classificação é realizada com base em classificações existentes de ferramentas de *eco-design* (disciplina que propõe um desenho de produto pautado na sustentabilidade e preservação do meio ambiente) e de indicadores de sustentabilidade, levando em conta os conceitos e aspectos da Economia Circular como um todo. Neste sentido, o estudo faz o levantamento de 55 indicadores existentes na literatura que se caracterizam de acordo com a Figura 4 abaixo.

Figura 4 - Estudo bibliográfico de distribuição dos indicadores de Economia Circular identificados



Fonte: Adaptado de Saidani *et al.* (2019).

No levantamento feito pelo estudo é possível notar que a maior parte dos indicadores existentes em bibliografias hoje são desenvolvidos pelo meio acadêmico, o que aponta que este meio está mais envolvido com o assunto do que outras organizações públicas e privadas, bem como empresas e consultorias. Além disso, percebe-se também uma tendência em se trabalhar com indicadores de dimensão micro, para análises do ciclo do produto em si e todos os processos que envolvem a organização com foco em suas atividades e sistemas internos. Nota-se também que o desenvolvimento de indicadores de Economia Circular se concentram principalmente nos países da União Europeia, pela significativa quantidade de indicadores desenvolvidos por organizações europeias, e destacam-se também a China e países da América do Norte. Pelo quadro de *Ano de publicação* conclui-se também que existe uma tendência no aumento da elaboração de novos indicadores com o passar do tempo, a partir do ano de 2010, uma vez que o tema se populariza cada vez mais e a cada ano mais organizações se conscientizam sobre a importância em mensurar a circularidade de sistemas com o objetivo de

fomentar o desenvolvimento sustentável na sociedade, tendência também descrita pelo *Circle Economy* no relatório de 2020.

O estudo de Saidani *et al.* (2019) propõe uma classificação de dez categorias nas quais os indicadores podem ser classificados, e que busca categorizá-los desde suas dimensões, até os temas trabalhados pelos mesmos (reciclagem, remanufatura, etc.) e seus métodos de análise (quantitativo e/ou qualitativo), entre outros parâmetros. Na Tabela 1 encontram-se as categorias utilizadas nesta classificação, bem como a descrição de cada uma.

Tabela 1 - Categorias levantadas na classificação de indicadores de Economia Circular do estudo de Saidani *et al.* (2019) (continua).

Categoria (ou critério)	Descrição
Níveis	Definição da dimensão trabalhada pelo indicador: micro, meso ou macro.
Ciclos	Tipo de processos analisados pelo indicador: manutenção/extensão vida útil, reuso/remanufatura e reciclagem).
<i>Performance</i>	Aspectos abordados pelo indicador: intrínsecos - todos os processos que são realizados no sistema para obter circularidade (recirculação, economia de matéria-prima, etc.) - e impactos - todos os resultados e impactos do sistema como um todo, de acordo com os aspectos intrínsecos presentes.
Perspectiva	Qual temporalidade é considerada pelo indicador: aspectos atuais do objeto de estudo e/ou aspectos potenciais de circularidade do objeto.
Usos	A finalidade de se utilizar o indicador: para fins de análise e informação, e/ou para embasar tomadas de decisão ou planos de ações, e/ou para comunicar a <i>performance</i> circular da comunicação a algum <i>stakeholder</i> , e/ou para fins educacionais e de conscientização.

Tabela 1 - Categorias levantadas na classificação de indicadores de Economia Circular do estudo de Saidani *et al.* (2019) (conclusão).

Transversalidade	Especificidade do indicador: se ele pode ser utilizado em diferentes segmentos, indústrias e setores de forma genérica, ou se ele é específico para ser utilizado em determinado setor/área.
Dimensão	Complexidade do indicador, podendo traduzir a circularidade em um único resultado (entendido como de “baixa dimensão”), ou realizando uma análise mais complexa de maior dimensão.
Unidades	Tipo de método utilizado pela análise do indicador: qualitativo ou quantitativo.
Formato	Como é realizado o cálculo do indicador: por meio de fórmulas matemáticas, planilha no Excel, ferramentas em websites, entre outros.
Fonte	Tipo da organização autora do indicador: meio acadêmico, empresas privadas, consultorias, agentes públicos, entre outros.

Fonte: Saidani *et al.* (2019).

Vale ressaltar que na categoria de *Ciclos* os processos considerados são apenas aqueles presentes no ciclo técnico proposto pela EMF em 2015, sem considerar o ciclo biológico e processos como a regeneração. Além disso, os indicadores que se enquadram em uma baixa *Dimensão*, sendo traduzidos por um único resultado, são indicadores de análises mais simples e enxutas, típicos para promover uma visão gerencial do sistema e embasar tomadas de decisões neste sentido. Já os indicadores de dimensões mais elevadas e mais complexos são utilizados normalmente por *experts* da área analisada.

Além deste estudo e proposta de classificação, foi desenvolvido também em 2019 outro levantamento feito por Rossi *et al.*, que deu origem ao artigo “Indicadores de economia circular para organizações considerando sustentabilidade e modelos de negócios: casos de plásticos, têxteis e eletroeletrônicos”, com foco em indicadores dos níveis micro e meso presentes na literatura até hoje. Este levantamento resultou na listagem de 50 indicadores por meio de análises bibliográficas, sendo 31 de nível micro e 19 de nível meso, e um indicador que se enquadra em ambos os níveis. Segue na Tabela 2 o resultado deste estudo e os indicadores identificados.

Tabela 2 - Indicadores de Economia Circular de níveis micro e meso identificados pelo estudo realizado por Rossi *et al.* (2019) (continua).

Nível micro	
Indicador	Fonte
<i>BIM-based Whole-life Performance Estimator</i> (BWPE)	AKANBI et al., 2018
<i>Building Circularity Indicators</i> (BCI)	VERBERNE, 2016
<i>Circular Economy Indicator Prototype</i> (CEIP)	CAYZER; GRIFFITHS; BEGHETTO, 2017
<i>Circular Economy Measurement Scale</i> (CEMS)	NUNEZ-CACHO et al., 2018
<i>Circular Economy Index</i> (CEI)	DI MAIO; REM, 2015
<i>Circular Economy Performance Indicator</i> (CEPI)	HUYSMAN et al., 2017
<i>Circular Economy Toolkit</i> (CET)	EVANS; BOCKEN, 2013
<i>Circular Pathfinder</i> (CP)	RESCOM, 2017a
<i>Circularity Index</i> (CI)	CULLEN, 2017
<i>Circularity Potential Indicator</i> (CPI)	SAIDANI et al., 2017
<i>Circularity Calculator</i> (CC)	RESCOM, 2017b
<i>Closed Loop Calculator</i> (CLC)	KINGFISHER, 2014
<i>Ease of Disassembly Metric</i> (eDim)	VANEGAS et al., 2018
<i>Eco-efficient Value Ratio</i> (EVR)	SCHEEPENS; VOGTLÄNDER; BREZET, 2016
<i>Economic-Environmental Indicators</i> (EEI)	FREGONARA et al., 2017
<i>Economic-Environmental Remanufacturing</i> (EER)	VAN LOON; VAN WASSENHOVE, 2018
<i>End-of-Life Recycling Rates</i> (EoL-RR)	GRAEDEL et al., 2011
<i>Input-Output Balance Sheet</i> (IOBS)	MARCOCAPELLINI, 2017
<i>Longevity & Circularity</i> (L&C)	FIGGE et al., 2018
<i>Material Circularity Indicator</i> (MCI)	ELLEN MACARTHUR FOUNDATION; GRANTA, 2015
<i>Material Reutilization Part</i> (C2C)	C2C, 2014
<i>Mine site MFA Indicator</i> (MI)	LÈBRE; CORDER; GOLEV, 2017
<i>Multidimensional Indicator Set</i> (MIS)	NELEN et al., 2014
<i>Product-Level circularity Metric</i> (PCM)	LINDER; SARASINI; VAN LOON, 2017
<i>Recycling Indices</i> (RIs)	VAN SCHAIK; REUTER, 2016
<i>Recycling Rates</i> (RR)	HAUPT; VADENBO; HELLWEG, 2017

Tabela 2 - Indicadores de Economia Circular de níveis micro e meso identificados pelo estudo realizado por Rossi *et al.* (2019) (conclusão).

<i>Resource Duration Indicator (RDI)</i>	FRANKLIN-JOHNSON; FIGGE; CANNING, 2016
<i>Reuse Potential Indicator (RPI)</i>	PARK; CHERTOW, 2014
<i>Set of Indicators to Assess Sustainability (SIAS)</i>	GOLINSKA et al., 2015
<i>Sustainability Indicators (SI)</i>	MESA; ESPARRAGOZA; MAURY, 2018
<i>Sustainable Circular Index (SCI)</i>	AZEVEDO; GODINA; MATIAS, 2017
Nível meso	
<i>Assessing Circular Trade-offs (ACT)</i>	CIRCLE ECONOMY, 2015
<i>Assessing Resource productivity for industrial parks using adjusted raw Material Consumption (ARMC)</i>	HU et al., 2017
<i>Circle Assessment (CA)</i>	CIRCLE ECONOMY, 2014
<i>Circular Benefits Tool (CBT)</i>	ADVANCING SUSTAINABILITY LTD, 2013
<i>Circular Economic Value (CEV)</i>	FOGARASSY et al., 2017
<i>Circular Economy Company Assessment Criteria (CECAC)</i>	VBDO, 2015
<i>Circular Economy Toolbox US (CETUS)</i>	US CHAMBER OF COMMERCE FOUNDATION, 2017
<i>Circularity Assessment Tool (CAT)</i>	PGGM, 2015
<i>Circularity Indicator Project (ICT)</i>	VIKTORIA SWEDISH ICT, 2015
<i>Circularity material indicator (CIRC)</i>	PAULIUK et al., 2017
<i>Emergy Analysis of an Industrial Park (EAIP)</i>	GENG et al., 2010
<i>Evaluation Indicator System of Circular Economy (EISCE)</i>	ZHOU; CHEN; XIAO, 2013
<i>Five Category Index Method (FCIM)</i>	LI; SU, 2012
<i>Hybrid LCA Model (HLCAM)</i>	GENOVESE et al., 2017
<i>Indicator Standards for Sector-integrated Eco-industrial Parks (ISSEP)</i>	GENG et al., 2009
<i>Industrial Park Circular Economy Indicator System (IPCEIS)</i>	GENG et al., 2012
<i>Resource Productivity (RP)</i>	WEN; MENG, 2015
<i>Sustainable Circular Index (SCI)</i>	AZEVEDO; GODINA; MATIAS, 2017
<i>Value-based Resource Efficiency (VRE)</i>	DI MAIO et al., 2017

Fonte: Rossi *et al.* (2019).

Este estudo, realizado pelo Rossi *et al.* (2019), contempla os indicadores presentes no levantamento feito por Saidani *et al.* (2019) além de outros desenvolvidos por organizações, consultorias e pelo meio acadêmico. O objetivo do estudo é compreender os indicadores já existentes em literatura, a eficiência dos mesmos e suas vantagens e desvantagens, para assim embasar o desenvolvimento, pelos autores, de um conjunto de indicadores que fossem multissetoriais, ou seja, indicadores que relacionassem os conceitos de Economia Circular com um modelo de negócio circular e com os pilares de sustentabilidade (econômico, ambiental e social), de acordo com Rossi *et al.* (2019), uma vez que a Economia Circular é um conceito complexo e precisa ser analisado diante de diversos aspectos e não apenas de um.

Neste sentido, no mesmo artigo de Rossi *et al.* (2019) é apresentado o desenvolvimento de um conjunto de 18 indicadores de nível micro, qualitativos e quantitativos, distribuídos dentre os três pilares da sustentabilidade: pilar ambiental, considerado como “material” no estudo, que abrange indicadores que trabalham temas relacionados ao tipo e quantidade de matéria-prima utilizada, processos como reciclagem, reuso e remanufatura, vida útil do produto, entre outros; pilar econômico, o qual consiste em indicadores que analisam custos, receitas e taxas econômicas; e o pilar social, no qual os indicadores trabalham temas como *stakeholders*, funcionários internos e o mercado como um todo. Este conjunto de 18 indicadores recebe a denominação de *Circular Economy Indicator - Plastic, Textile and Electro-eletronic - USP* (de sigla: CEI-PTE-USP).

4. METODOLOGIA

4.1. CLASSIFICAÇÃO DOS INDICADORES

A classificação dos indicadores de Economia Circular de dimensão micro e meso consistiu em categorizá-los, em formato de tabela, de acordo com os temas trabalhados pelos mesmos, e para isso foi realizada uma análise das fontes dos indicadores existentes em bibliografia levantados no estudo de Rossi *et al.* (2019). O conjunto de indicadores desenvolvidos neste artigo (CEI-PTE-USP) foram considerados no presente trabalho como um só indicador micro, composto por 18 parâmetros. Dessa forma, a classificação dos indicadores foi realizada com base em 32 indicadores micro e 19 meso.

Para categorizá-los, os indicadores foram estudados em ordem alfabética, e a cada indicador analisado eram levantados temas de Economia Circular trabalhados pelo mesmo, como por exemplo “Reciclagem”, “Matéria-prima”, etc. Quando se analisava um novo indicador era preciso levantar seus temas trabalhados e analisar se o mesmo trabalhava também temas que os outros indicadores já analisados trabalhavam. Com isso, os temas de dimensão micro foram listados a partir da análise dos indicadores micro e os temas de dimensão meso a partir da análise dos indicadores meso.

Os temas levantados consistem em palavras-chave que se remetem à variáveis que influenciam o nível da performance do objeto analisado quanto aos conceitos de Economia Circular do ponto de vista de determinado indicador, podendo estas variáveis serem entendidas como os parâmetros utilizados pelos indicadores para mensuração desta performance. A categorização foi feita então em formato de tabela, na qual é possível visualizar todas as variáveis levantadas nas linhas, e os indicadores nas colunas. Caso um indicador trabalhe com uma determinada variável, a linha referente à mesma apresenta um “X” na coluna do indicador.

Neste estudo as variáveis são assinaladas apenas quando o indicador faz referência explícita sobre o tema. Dessa forma, é possível que um indicador trabalhe indiretamente com uma variável e a mesma não esteja assinalada para ele na tabela, uma vez que o objetivo desta classificação é sinalizar os temas considerados “chave” para cada indicador, e com isso apontar qual o melhor indicador a ser utilizado para um determinado caso quando há um direcional de estudar uma variável específica. Logo, caso o objetivo de uma análise seja estudar, por exemplo, a variável “Reciclagem”, a classificação proposta irá apontar apenas indicadores que consideram esta variável como uma das protagonistas no cálculo da performance circular, e que a mencionam diretamente.

A classificação em tabela da maior visibilidade sobre qual é o melhor indicador a ser escolhido para um usuário que busca calcular a performance de uma organização quanto à Economia Circular, pois é possível que o mesmo busque na tabela pelos parâmetros que deseja avaliar em seu estudo, e assim consiga chegar a um indicador que melhor se enquadre para realização da avaliação desejada. Além disso, foi realizada também uma análise das tabelas elaboradas para ambas dimensões, de forma a compreender os parâmetros mais comuns dentre os indicadores, as diferenças dos indicadores quanto ao número de parâmetros trabalhados e as diferenças entre os temas trabalhados pelas dimensões micro e meso.

4.2. ESTUDO DE CASO

De forma a propor um método de seleção, dentre os indicadores considerados no presente trabalho, de um indicador a ser utilizado em determinado estudo, considerou-se o estudo de caso de uma organização, a qual foi contextualizada quanto a seu ramo de atuação e características de seu negócio de forma a se levantarem critérios com base neste contexto, que seriam posteriormente aplicados nos indicadores para seleção dos indicadores mais recomendados a serem utilizados no estudo de caso para dimensão micro e meso.

Um estudo de caso, de acordo com Yin (2005, *apud* Lima *et al.*, 2012, p. 132-133), consiste em uma investigação de caráter empírico que possibilita que um fenômeno contemporâneo seja estudado com base na vida real, sendo uma estratégia de pesquisa abrangente. Além disso, é um método que reúne diversas informações detalhadas que auxiliam na compreensão de uma situação mais ampla (Bruyne *et al.*, 1977, *apud* Lima *et al.*, 2012, p. 132). Dessa forma, o estudo de caso do presente trabalho visa demonstrar, com base em informações específicas de uma organização existente, de que forma é possível selecionar um indicador de Economia Circular para aplicá-lo em um caso por meio de critérios relacionados à classificação dos indicadores considerados no trabalho.

4.3. MÉTODO DE SELEÇÃO DE INDICADORES

Para realizar a seleção dos indicadores a serem aplicados foram determinados critérios que operam na lógica da exclusão, ou seja, critérios que quando aplicados nos indicadores existentes excluem aqueles que não se enquadram nas características desejadas, funcionando como um “filtro” para a seleção de um (ou mais) indicador(es) ideal(ais) para o estudo de caso em análise.

Seguem os critérios considerados para a seleção dos indicadores:

1. Temas específicos: neste critério, excluem-se os indicadores que trabalham com temas específicos que não se enquadram no ramo de atuação do estudo de caso (ex: se o estudo de caso se trata de uma empresa automobilística são excluídos indicadores que trabalhem especificamente com indústrias químicas);
2. Preferência de tipo de análise: neste caso, determina-se o tipo de análise que se deseja realizar para o estudo de caso (qualitativa ou quantitativa), e excluem-se aqueles indicadores que trabalham com o tipo de análise indesejada;
3. Especificidade do indicador: caso o objetivo seja trabalhar com indicadores mais específicos, excluem-se aqueles indicadores que trabalham com mais de 50% dos temas (variáveis) presentes na classificação e, caso o objetivo seja trabalhar com indicadores mais amplos, excluem-se aqueles que trabalham com 50% ou menos dos temas (variáveis) presentes na classificação;
4. Variáveis ou temas desejáveis: elenca-se aproximadamente dez temas (ou variáveis) desejáveis de se trabalhar com o indicador, selecionando aquele(s) indicador(es) que trabalhe(m) com um maior número dentre estes temas elencados.

Após a aplicação dos critérios é possível que exista mais de um indicador ideal para o estudo de caso em questão, neste caso, recomenda-se realizar uma análise mais completa dos indicadores selecionados, entendendo de que forma são imputadas as informações e dados nos indicadores (em números, percentuais, respostas de lógica “sim/não”, etc.), e como funciona a geração do resultado dos mesmos (em formato de “nota”, um feedback em formato de texto sobre a circularidade dos parâmetros avaliados, dentre outras possibilidades), para assim avaliar qual a melhor opção de indicador a se seguir de acordo com o objetivo da análise.

4.4. APLICAÇÃO DOS INDICADORES SELECIONADOS NO ESTUDO DE CASO E ANÁLISES

Foram então selecionados um indicador de cada dimensão por meio dos critérios estabelecidos, e os indicadores foram aplicados ao estudo de caso por meio de questionários compostos pelas questões de cada indicador. Os questionários foram aplicados na organização analisada nos dias 25 de Março e 01 de Abril de 2020, por meio de ligação de celular com uma das sócias fundadoras da empresa (é composta por dois sócios). Os dados a serem inseridos para o cálculo dos indicadores foram coletados pelas três fontes a seguir:

- Ligação e aplicação do questionário com uma das sócias fundadoras;
- Análise do *website* da empresa;
- Análise de um e-mail institucional enviado por um representante comercial da empresa, contendo informações dos produtos, catálogo de produtos e suas composições materiais e explicação da cultura e do modelo de negócio da empresa.

Cruzando as informações dessas três fontes foi possível gerar a análise e cálculo dos indicadores selecionados para o estudo de caso.

Com isso, foi possível mensurar o nível da performance da organização analisada quanto aos conceitos de Economia Circular considerados pelos indicadores utilizados, de forma a visualizar aspectos do estudo de caso que estão em linha com estes conceitos, aspectos que apresentam uma performance mediana, além de melhorias e oportunidades da organização analisada no campo da Economia Circular.

Com os resultados da aplicação dos indicadores foi possível analisar também o funcionamento dos indicadores e sua eficiência e características de mensuração do nível de circularidade, bem como visualizar as diferenças entre as análises de dimensão micro e meso. De acordo com os resultados gerados com a aplicação dos indicadores, foi possível também propor um plano de ação para desenvolver os pontos de melhoria da organização analisada quanto à Economia Circular.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. CLASSIFICAÇÃO INDICADORES MICRO

Para realizar a classificação dos indicadores micro foram levantadas 26 variáveis distribuídas em quatro frentes temáticas, de acordo com as frentes propostas por Rossi (2019): econômica, ambiental, material e social. Por se tratar de dimensão micro, todas as frentes estão relacionadas a algum aspecto do produto, dos processos que permeiam o sistema da organização, bem aos seus consumidores e *stakeholders*.

A frente econômica consiste em variáveis relacionadas a aspectos econômicos do ciclo dos produtos, como levantamentos monetários (custos, lucros e valores em geral), dinâmicas de mercado que permeiam este ciclo, bem como formas de se realizar a comercialização do produto e *stakeholders* incluídos no sistema. A frente ambiental trabalha questões como fluxos de entrada e saída (de matéria e energia) dos ciclos dos produtos, impactos ambientais dos ciclos, design e composição do produto.

Já as variáveis relacionadas a características dos componentes e substâncias do produto, bem como processos possivelmente aplicados ao mesmo durante seu ciclo, foram enquadradas no âmbito material. Por fim, variáveis que tratam das pessoas e equipes engajadas no sistema de produção do produto foram consideradas de temática social.

Segue, na Tabela 3, as respectivas variáveis desenvolvidas e suas descrições.

Tabela 3 - Variáveis levantadas referentes aos indicadores de dimensão micro, e seus respectivos setores e descrições (continua).

Setor	Variável	Descrição
Econômico	Produto como serviço	Avalia a possibilidade de se comercializar o produto como serviço e não como bem material, de acordo com a dinâmica de aluguel.
	<i>Stakeholders</i>	Avalia a relação entre <i>stakeholders</i> (como consumidores, fornecedores, parceiros de negócio, etc.) e etapas do ciclo de vida do produto.
	Concorrência no mercado	Avalia o negócio em comparação com concorrentes.

Tabela 3 - Variáveis levantadas referentes aos indicadores de dimensão micro, e seus respectivos setores e descrições (continuação).

Econômico	Valor econômico	Apresenta levantamentos monetários como custos, lucros, rentabilidade de processos (reciclagem, etc.) e valor econômico de produtos e seus componentes.
	Logística integrada	Avalia os processos de logística reversa e as dinâmicas de transporte presentes no ciclo de vida do produto.
Ambiental	Design do produto	Avalia se existe análise do desenho do produto e de seus componentes de acordo com os conceitos de Economia Circular.
	Energia	Apresenta levantamento como custos e valores energéticos no ciclo de vida do produto, bem como avaliação do tipo de energia utilizada (renovável ou não).
	Matéria-prima virgem	Avalia e/ou mensura a entrada de matéria-prima virgem no ciclo de vida do produto.
	Fontes renováveis	Avalia a utilização de fontes renováveis de matéria e energia a serem utilizadas no ciclo de vida do produto.
	Embalagens	Avalia a influência da embalagem na performance circular do ciclo de vida do produto, e/ou apresenta o custo econômico de embalagens.
	Rejeito	Apresenta levantamento dos resíduos não aproveitados no ciclo de vida do produto.
	Impactos ambientais	Avalia temas como a emissão de poluentes e/ou consumo desnecessário de recursos naturais, bem como outros impactos ambientais ligados ao ciclo de vida do produto.
Material	Durabilidade	Avalia o tempo de vida útil do produto.
	Manutenção	Avalia a possibilidade de se realizar manutenção do produto.

Tabela 3 - Variáveis levantadas referentes aos indicadores de dimensão micro, e seus respectivos setores e descrições (continuação).

Material	Recuperabilidade	Avalia a possibilidade de se recuperar as funções originais do produto e/ou de seus componentes no fim de vida útil do produto, podendo haver quantificação desta porção recuperável.
	Desmontagem	Avalia a possibilidade de desmontagem e/ou tempo de desmontagem de um produto no fim de seu ciclo de vida.
	Reúso	Avalia a possibilidade do produto ser reutilizável e/ou ser feito de material/produto reutilizado, podendo haver quantificação da porção reutilizável.
	Recondicionamento	Avalia a possibilidade do produto ser recondicionado, ou seja, reutilizado após determinadas reparações para atender às suas funções originais, e/ou quantifica a porção a ser recondicionada.
	Remanufatura	Avalia a possibilidade do produto ser remanufaturado e/ou ser feito de produto remanufaturado, podendo haver quantificação desta porção remanufaturável.
	Reciclagem	Avalia a possibilidade do produto ser reciclado e/ou ser feito de material/produto reciclado, podendo haver quantificação desta porção reciclável.
	Biodegradabilidade	Avalia a possibilidade do produto ser biodegradável e/ou ser feito de material biodegradável, podendo haver quantificação desta porção biodegradável.
	Toxicidade	Avalia a possibilidade do produto ter componentes tóxicos e/ou quantifica os componentes tóxicos presentes.

Tabela 3 - Variáveis levantadas referentes aos indicadores de dimensão micro, e seus respectivos setores e descrições (conclusão).

Social	Cultura da organização	Avalia a cultura da organização segundo conceitos da Economia Circular.
	Qualidade do trabalho	Avalia a qualidade do meio de trabalho, bem como a produtividade do trabalho.
	Contratação/treinamento	Levantamento das contratações e treinamentos dos empregados realizados pela organização analisada.
	Segurança do trabalho	Levantamento do número de acidentes e/ou trabalhadores que apresentam rotina de trabalho de risco na organização analisada.

Fonte: A autora (2020).

Quanto ao setor econômico, a variável *Produto como serviço* é pautada no conceito de PSS, da Ecologia Industrial, explicado anteriormente. Dessa forma, existem indicadores que consideram a possibilidade de uma organização disponibilizar seu produto como um serviço, por meio de aluguel, como um medidor da performance circular. Existem indicadores que consideram como parâmetros também as relações entre *stakeholders* do negócio analisado, como por exemplo, a existência de relações e parcerias que são estratégicas segundo o âmbito da Economia Circular.

O setor econômico também considera variáveis como a *Concorrência no mercado* e *Valor econômico*, sempre levando em conta um contexto pró meio ambiente, e a variável *Logística integrada*, que é composta por duas frentes: os fluxos de transporte que existem no sistema analisado – como transporte de matérias-primas, de produto acabado, entre outros – e a logística reversa e todas as atividades que permeiam o tema que, de acordo com a Política Nacional dos Resíduos Sólidos de 2010, consiste em iniciativas compartilhadas e advindas de *stakeholders* do ciclo de vida do produto (como fabricantes, distribuidores, comerciantes, etc.) com o intuito de reduzir os impactos ambientais do ciclo, bem com os resíduos e rejeitos gerados no mesmo, por meio da coleta e restituição dos resíduos para serem reaproveitados no próprio ciclo ou em outro. Este é um processo que também demanda logística de transportes e muitas vezes pontos de coleta, entre outras ações, para se recuperar um produto ao fim de seu ciclo de vida.

O setor ambiental apresenta variáveis que trabalham com a composição do produto, como *Design do produto*, que avalia como o produto foi desenhado, ou seja, como todos os aspectos de composição do produto se relacionam com os conceitos de Economia Circular durante todo o ciclo de vida do produto, desde a captação de matérias-primas, até a produção, o fim do ciclo e possíveis etapas de reaproveitamentos de matéria e/ou energia deste produto.

Há também variáveis relacionadas às entradas do sistema de produção, como *Energia*, *Matéria-prima virgem* – que seria o estudo de matéria-prima não proveniente de nenhum sistema de reaproveitamento, ou seja, que prevê o consumo de recursos naturais virgens materiais para a produção – e *Fontes renováveis* – que consiste na análise do uso de fontes de matéria e energia que, segundo Goldemberg *et al.* (2007), ao consumidas, são repostas imediatamente pela natureza, não havendo o risco de serem esgotadas.

O setor ambiental também trabalha com as temáticas de *Embalagens* e sua influência na performance circular do caso analisado, *Rejeito*, tratando-se de materiais que serão descartados do ciclo de vida do produto analisado e não serão reaproveitados, e possíveis *Impactos ambientais* de diversas naturezas relacionados ao ciclo de vida do produto.

O setor material trabalha variáveis relacionadas às características do produto, como *Durabilidade*, *Biodegradabilidade* e a possibilidade do produto ser decomposto por ações biológicas quando descartado no meio ambiente sem gerar resíduos poluentes, e *Toxicidade* e a presença de compostos tóxicos no produto. A definição de toxicidade, por sua vez, pode variar entre os indicadores, pois eles não são construídos com base na mesma referência sobre este tema, sendo que as fontes de cada indicador podem ser de países diferentes com diferentes listagens de substâncias consideradas tóxicas.

Dessa forma se faz necessário uma análise mais aprofundada do que o indicador considera como componente tóxico, do que o usuário que irá aplicar o indicador deseja considerar como tóxico para sua análise, levando em conta que em um sentido amplo substâncias tóxicas ao meio ambiente são aquelas que causam alguma mudança no meio e interferem nos ciclos de matéria e energia negativamente.

O setor também trabalha variáveis relacionadas aos processos que podem ser aplicados no produto durante seu ciclo de vida em prol da mitigação dos impactos ambientais relacionados a este ciclo e dos conceitos de Economia Circular. São variáveis como *Manutenção* e a possibilidade do produto receber reparo para seguir cumprindo sua função original, caso apresente algum defeito, estendendo sua vida útil; *Recuperabilidade* das funções originais do produto ou de seus componentes ao fim da vida útil para que os mesmos possam ser reaproveitados em seu próprio sistema ou em sistemas de terceiros; *Desmontagem* e a

possibilidade de se dissociar componentes ou peças do produto de forma a aproveitá-las em ciclos de vida de outros produtos, ao fim do ciclo de vida do produto original; *Reúso* do produto ou de seus componentes ao fim do ciclo de vida, não havendo nenhum processo que altere a estrutura ou propriedades dos mesmos (SEBRAE RJ, 2006), podendo utilizá-los para suas funções originais ou outras funções; *Recondicionamento* do produto, quando é possível realizar reparos e consertos em um produto que apresenta um quadro funcional já distante de suas características originais após seu uso (ou por ser produzido já com defeito), com o intuito de se recuperar estas características e apresentar-se como um produto “novo” novamente (definição utilizada pelos indicadores que trabalham com este termo) – dessa forma se difere da variável de *Manutenção*, pois esta não prevê especificamente que o produto pode ser considerado como “novo” para ser comercializado novamente; *Remanufatura*, que também consiste em um processo de estender a vida útil do produto como o recondicionamento, a fim de recuperar a condição de “novo” do produto, porém, conta não apenas com reparos e manutenção, mas também com etapas de desmontagem, limpeza, testes e remontagem do produtos de acordo com Zanette (2008), conferindo um processo de “re-produção” mais complexa para posterior comercialização do produto; e *Reciclagem*, a qual prevê um beneficiamento e modificações na estrutura no produto (ou de seus componentes) ao fim de seu ciclo de vida, para que possam ser utilizados no mesmo ou em outro ciclo (SEBRAE RJ, 2006).

O setor social é composto por variáveis relacionadas aos funcionários da organização, bem como questões de qualidade e segurança do trabalho, realizações de contratações e treinamentos focados em um maior impacto social e ambiental, e a relação da cultura da organização com os conceitos de Economia Circular, o que está intimamente ligado à seu modelo de negócio também.

Nesta classificação, além das variáveis, foram considerados mais sete tipos de categorias nas quais são possíveis de se enquadrar os indicadores, sendo duas delas relacionadas ao tipo de análise que é realizada pelos indicadores, podendo ser considerada análise qualitativa, quando os parâmetros levantados pelo indicador consistem em informações e não dados, por exemplo: “é possível reciclar o produto ao fim de sua vida útil”.

Neste caso, não se sabe exatamente quanto do produto é possível de se reciclar (dados em quantidade), mas se obtém respostas como “sim” ou “não”, ou meio termos determinados pelo indicador. A análise pode ser também quantitativa, neste caso os parâmetros consistem em dados e quantidades como “30% do produto pode ser reciclado após o fim de sua vida útil”. Existem indicadores que trabalham com ambas as análises, apresentando parâmetros qualitativos e quantitativos em suas análises.

As outras cinco categorias referem-se ao tema trabalho pelo indicador quando se tratam de temas específicos. Segue, na Tabela 4 as sete categorias levantadas para a análise de classificação.

Tabela 4- Categorias referentes ao tipo de análise proposta pelo indicador de dimensão micro e temática de aplicação quando esta é específica.

Categoria
Análise qualitativa
Análise quantitativa
Construção civil
Resíduos plásticos
Resíduos metálicos
Mineração
Resíduos eletrônicos

Fonte: A autora (2020).

Com isso, indicadores que trabalham com algum dos temas específicos da Tabela 4 apresentam análises com base nesses temas, sendo necessário então que a organização que seja analisada por eles trabalhe com as temáticas propostas pelos mesmos, de forma a conferir uma avaliação efetiva e coerente da performance circular do caso.

A classificação dos indicadores micro, então, resultou na Tabela 5, na qual é possível visualizar as variáveis e categorias trabalhadas por cada um.

Tabela 5 - Classificação proposta para os indicadores de Economia Circular de nível micro presentes em literatura (continua).

Indicador	BWPE	BCI	CEIP	CEMS	CEI	CEPI	CET	CP
Análise qualitativa		X	X	X			X	X
Análise quantitativa	X	X	X		X	X		
Construção civil	X	X		X				
Resíduos plásticos						X		
Resíduos metálicos								
Mineração								
Resíduos eletrônicos								
Produto como serviço			X				X	
<i>Stakeholders</i>			X				X	
Concorrência no mercado								
Valor econômico					X		X	
Logística integrada			X	X			X	
Design do produto	X	X	X	X	X		X	X
Energia			X	X			X	
Matéria-prima virgem		X		X		X	X	
Fontes renováveis			X	X				
Embalagens			X					
Rejeito	X	X	X	X			X	
Impactos ambientais				X		X	X	
Durabilidade	X	X	X				X	X
Manutenção			X	X			X	X
Recuperabilidade	X	X		X				
Desmontagem	X	X					X	
Reúso	X	X	X	X			X	X
Recondicionamento				X			X	X
Remanufatura			X				X	X
Reciclagem	X		X	X	X	X	X	X
Biodegradabilidade			X				X	X
Toxicidade	X		X	X			X	
Cultura da organização				X				
Qualidade do trabalho								
Contratação/treinamento								
Segurança do trabalho								
Fonte	AKANBI et al., 2018	VERBERNE, 2016	CAYZER; GRIFFITHS; BEGHETTO, 2017	NUNEZ-CACHO et al., 2018	DI MAIO; REM, 2015	HUYSMAN et al., 2017	EVANS; BOCKEN, 2013	RESCOM, 2017a

Fonte: A autora (2020).

Tabela 5 – Classificação proposta para os indicadores de Economia Circular de nível micro presentes em literatura (continuação).

Indicador	CI	CPI	CC	CLC	eDim	EVR	EEI	EER
Análise qualitativa		X		X	X			
Análise quantitativa	X		X		X	X	X	X
Construção civil								
Resíduos plásticos								
Resíduos metálicos								
Mineração								
Resíduos eletrônicos								
Produto como serviço		X		X				
<i>Stakeholders</i>		X						
Concorrência no mercado						X		
Valor econômico		X	X			X	X	X
Logística integrada		X	X			X		X
Design do produto		X		X		X		X
Energia	X					X	X	
Matéria-prima virgem								
Fontes renováveis						X		
Embalagens								
Rejeito			X					
Impactos ambientais						X		X
Durabilidade		X						
Manutenção		X	X	X			X	
Recuperabilidade	X							
Desmontagem		X		X	X		X	X
Reúso		X				X		X
Recondicionamento			X					X
Remanufatura		X	X			X		X
Reciclagem		X	X			X	X	X
Biodegradabilidade						X		
Toxicidade								
Cultura da organização								
Qualidade do trabalho								
Contratação/treinamento								
Segurança do trabalho								
Fonte	CULLEN, 2017	SAIDANI et al., 2017	RESCOM, 2017b	KINGFISHER, 2014	VANEGAS et al., 2018	SCHEEPENS; VOGTLÄNDER; BREZET, 2016	FREGONARA et al., 2017	VAN LOON; VAN WASSENHOVE, 2018

Fonte: A autora (2020).

Tabela 5 – Classificação proposta para os indicadores de Economia Circular de nível micro presentes em literatura (continuação).

Indicador	EoL-RR	IOBS	L&C	MCI	C2C	MI	MIS	PCM
Análise qualitativa					X			
Análise quantitativa	X	X	X	X	X	X	X	X
Construção civil								
Resíduos plásticos								
Resíduos metálicos	X				X			
Mineração						X		
Resíduos eletrônicos							X	
Produto como serviço								
<i>Stakeholders</i>					X			
Concorrência no mercado								
Valor econômico		X				X	X	X
Logística integrada					X			X
Design do produto		X		X	X			
Energia					X	X		
Matéria-prima virgem	X	X	X	X		X		X
Fontes renováveis		X						
Embalagens								X
Rejeito				X		X		
Impactos ambientais						X	X	
Durabilidade		X	X	X				
Manutenção		X						
Recuperabilidade			X	X	X		X	
Desmontagem			X		X			X
Reúso		X						X
Recondicionamento			X					X
Remanufatura		X						X
Reciclagem	X	X	X		X		X	X
Biodegradabilidade					X			
Toxicidade								
Cultura da organização								
Qualidade do trabalho								
Contratação/treinamento								
Segurança do trabalho								
Fonte	GRAEDEL et al., 2011	MARCOCAPELLI NI, 2017	FIGGE et al., 2018	ELLEN MACARTHUR FOUNDATION; GRANTA, 2015	C2C, 2014	LÈBRE; CORDER; GOLEV, 2017	NELEN et al., 2014	LINDER; SARASINI; VAN LOON, 2017

Fonte: A autora (2020).

Tabela 5 – Classificação proposta para os indicadores de Economia Circular de nível micro presentes em literatura (conclusão).

Indicador	RI	RR	TDI	RPI	SIAS	SI	SCI	CEI- PTE- USP
Análise qualitativa								X
Análise quantitativa	X	X	X	X	X	X	X	X
Construção civil								
Resíduos plásticos								
Resíduos metálicos								
Mineração								
Resíduos eletrônicos								
Produto como serviço								
Stakeholders								X
Concorrência no mercado								X
Valor econômico				X			X	X
Logística integrada								
Design do produto	X					X		X
Energia					X		X	X
Matéria-prima virgem			X			X		
Fontes renováveis								X
Embalagens								
Rejeito					X	X	X	
Impactos ambientais					X			
Durabilidade			X					X
Manutenção								
Recuperabilidade	X	X	X	X	X	X		X
Desmontagem								
Reúso				X		X		X
Recondicionamento			X					X
Remanufatura					X			X
Reciclagem	X	X	X			X	X	X
Biodegradabilidade								
Toxicidade							X	X
Cultura da organização								X
Qualidade do trabalho					X		X	
Contratação/treinamento					X		X	X
Segurança do trabalho					X		X	
Fonte	VAN SCHAİK; REUTER, 2016	HAUPT; VADENBO; HELLWEG, 2017	FRANKLIN- JOHNSON; FIGGE; CANNING, 2016	PARK; CHERTOW, 2014	GOLINSKA et al., 2015	MESA; ESPARRAGO ZA; MAURY, 2018	AZEVEDO; GODINA; MATIAS, 2017	Circular Economy Innovation Center – USP, 2020

Fonte: A autora (2020).

Por meio desta classificação é possível também visualizar qual a variável/categoria mais trabalhada dentre os indicadores, bem como quais indicadores trabalham o maior número de variáveis/categorias.

A análise quantitativa é uma análise mais comum de ser realizada dentre os indicadores de dimensão micro, ocorrendo em 27 dos casos, enquanto a análise qualitativa é trabalhada apenas por 10 dos 32 indicadores estudados. O tema específico *Construção civil* é o mais abordado dentre os temas específicos existentes na tabela.

Além disso, *Reciclagem* é a variável mais trabalhada nos indicadores analisados, aparecendo em 24 dos casos, seguida da variável *Design do produto* que está presente em 17 indicadores, e *Recuperabilidade*, presente em 15 dos casos. As variáveis menos trabalhadas, estando presente em apenas 2 casos cada uma, são *Cultura da organização*, *Qualidade do trabalho* e *Segurança do trabalho* do setor social, *Embalagens* do setor ambiental e *Concorrência no mercado* do setor econômico.

Dessa forma, nota-se que o setor material é aquele abordado por um maior número de indicadores dentre os analisados, seguido pelo setor ambiental, econômico e, por último, pelo setor social, o qual apresenta o menor número de variáveis e variáveis que são poucas utilizadas pelos indicadores.

O indicador que trabalha o maior número de variáveis é o *Circular Economy Toolkit* (CET), que analisa 18 das 26 variáveis disponíveis (neste caso, desconsidera-se as sete categorias, por não se tratarem de parâmetros do indicador), podendo ser entendido como o indicador que trabalha temas mais abrangentes dentre os 32 indicadores analisados. Em seguida, tem-se os indicadores *Circular Economy Indicator Prototype* (CEIP) e CEI-PTE-USP, que trabalham 15 variáveis cada um.

O indicador que trabalha o menor número de variáveis, sendo então um indicador de caráter específico, é o *ease of Disassembly Metric* (eDiM), trabalhando com apenas um tipo de variável, *Desmontagem*. Seguido dele, temos o *Circularity Index* (CI), *End-of-Life Recycling Rates* (EoL-RR) e *Recycling Rates/Collection Rate* (RR/CR), que trabalham apenas duas variáveis cada um.

5.2. CLASSIFICAÇÃO INDICADORES MESO

Para a classificação dos indicadores de dimensão meso foram elaboradas 21 variáveis taxonômicas, de forma a categorizar os indicadores quanto aos assuntos trabalhados pelos mesmos. Estas variáveis, assim como aquelas referentes à dimensão micro, se enquadram nas frentes econômica, ambiental, material e social, como mostra a Tabela 6.

Tabela 6 - Variáveis analisadas em indicadores de dimensão meso, seus respectivos setores e descrições (continua).

Setor	Variável	Descrição
Econômico	Cenários de fim de ciclo do produto	Apresenta levantamento de possíveis cenários de fim de ciclo do produto e como eles afetam os negócios e a performance circular do sistema.
	Eficiência no processo de produção	Apresenta levantamento da eficiência produtiva de um sistema em relação ao quanto foi investido no mesmo (em termos de matéria, energia e/ou valores monetários), ou seja, analisa o aproveitamento dos inputs do sistema.
	Modelo de negócio	Avalia se a organização analisada leva em conta conceitos de Economia Circular em suas estratégias de negócio.
	Parcerias estratégicas	Avalia se existem parcerias estratégicas que beneficiam a performance circular do sistema.
	Pensamento a longo prazo	Avalia se as organizações analisadas tomam iniciativas a longo prazo para melhorarem a performance circular de seus sistemas.

Tabela 6 - Variáveis analisadas em indicadores de dimensão meso, seus respectivos setores e descrições (continuação).

Econômico	Produto como serviço	Avalia a possibilidade de comercialização do produto como um serviço, por meio do aluguel.
	Rentabilidade	Avalia se o negócio é rentável considerando conceitos de Economia Circular e/ou o quão rentável é.
	<i>Stakeholders</i>	Avalia a relação entre <i>stakeholders</i> (como consumidores, fornecedores, parceiros de negócio, etc.) e etapas do ciclo de vida do produto.
	Tecnologia e inovação	Avalia se existe investimento em tecnologia e inovação relacionados a conceitos de Economia Circular e/ou o quanto é investido.
	Valor econômico	Apresenta levantamentos monetários como o valor do produto no mercado, e/ou dos outputs da produção (como produtos e subprodutos) e/ou dos inputs da produção (como gastos com matéria-prima e energia).
Ambiental	Cadeia de suprimentos	Apresenta levantamento de inputs do sistema de produção como matéria, energia e mão-de-obra, e/ou dos tipos de fontes de produção (sustentáveis ou não sustentáveis).

Tabela 6 - Variáveis analisadas em indicadores de dimensão meso, seus respectivos setores e descrições (continuação).

Ambiental	Impactos ambientais	Avalia temas como a emissão de poluentes e/ou consumo desnecessário de recursos naturais, bem como outros impactos ambientais ligados ao ciclo de vida do produto.
	Investimento ambiental	Avalia se a organização analisada realiza investimento para geração de impacto ambiental positivo.
	Recirculação de matéria	Avalia se ocorre a recirculação de matéria no ciclo de vida do produto (por exemplo, por meio de reciclagem ou reúso), tanto no caso do próprio produto e/ou dos resíduos de sua produção.
	Geração de rejeitos	Avalia como está a geração de rejeitos da organização analisada (resíduos que não são reaproveitados, e são descartados) e se houve diminuição.
Material	Extensão vida útil	Avalia se há uma preocupação para estender a vida útil do produto.
	Perdas de material/energia no ciclo	Apresenta levantamento de perdas de matéria e energia nos processos que permeiam o ciclo de vida do produto.
	Recuperação de matéria	Avalia a possibilidade de se recuperar as funções originais do produto e/ou seus componentes quando os mesmos atingem a vida útil.

Tabela 6 - Variáveis analisadas em indicadores de dimensão meso, seus respectivos setores e descrições (conclusão).

Social	Cultura da organização	Avalia a cultura da organização quanto ao modelo de negócio circular.
	Impactos sociais	Avalia os impactos das atividades realizadas pela organização na sociedade (tanto de forma positiva quanto negativa).
	Qualidade do trabalho	Avalia a qualidade do meio de trabalho para os funcionários e as contratações que ocorrem (considerando número de mulheres contratadas e deficientes).

Fonte: A autora (2020).

As variáveis do setor econômico consideradas para a classificação dos indicadores de dimensão meso consistem em visões amplas sobre como o negócio analisado se relaciona com conceitos de Economia Circular, e os diferentes *Cenários de fim de ciclo do produto* que uma organização pode apresentar (como por exemplo, cenários de maior ou menor reaproveitamento de resíduos do processo) e como os mesmos afetam seu modelo de negócio e sua performance circular.

Dessa forma, existe a própria variável de *Modelo de negócio*, que analisa como a estratégia da uma organização trabalha a Economia Circular em seus negócios, de *Pensamento a longo prazo*, que leva em conta se existe um planejamento quanto à performance circular da organização, além de ser um setor que abrange também variável relacionada à *Eficiência no processo de produção* analisado, tendo em vista que um processo com uma menor eficiência não aproveita o potencial que poderia aproveitar de suas entradas no sistema, gerando desperdícios e impactos ambientais relacionados a isso.

Também considera-se variáveis como *Stakeholders* em um âmbito mais amplo (como no caso das variáveis de indicadores micro), e de forma mais específica *Parcerias estratégicas* feitas para potencializar a performance circular do sistema, além de variáveis ligadas intimamente à questão econômica como *Rentabilidade* dos negócios e *Valor econômico* (esta funcionando de forma análoga à variável de mesmo nome da dimensão micro). A variável de *Produto como serviço* também é considerada para esta dimensão e, por fim, há a variável de

Tecnologia e inovação, que analisa existência de investimento pelas organizações em tecnologias e inovações em seu sistema de produção.

O setor ambiental abrange de forma ampla os aspectos ambientais trabalhados pelos indicadores também, apresentando variáveis relacionadas ao ciclo de vida dos produtos como *Cadeia de suprimentos*, *Recirculação de matéria* e *Geração de rejeito*, além da variável de *Impactos ambientais*, que analisa qualquer tipo de impacto ao meio ambiente relacionado à atividade da organização analisada, e de *Investimento ambiental*, que avalia se uma organização investe para gerar impacto ambiental positivo, ou seja, não no sentido de mitigar os impactos causados por suas atividades, mas sim trabalhar para recuperar uma área degradada ou um rio poluído por outros fatores que não os de suas próprias atividades.

O setor material, assim como na dimensão micro, consiste em variáveis voltadas para características dos produtos e processos passíveis de serem realizados nos mesmos, só que de uma forma mais ampla no caso da dimensão meso, havendo maior conexão com o ciclo como um todo. Com isso, conta-se com variáveis como *Extensão vida útil* dos produtos, e se existem processos no ciclo de vida do produto que garantem esta extensão, ou se o produto é desenhado para garanti-la.

Também há a variável de *Perda de matéria/energia no ciclo* dos produtos, que está ligada à eficiência no processo de produção e o quanto de matéria/energia que não conseguem ser aproveitados, bem como a variável de *Recuperação de matéria*, que engloba todos os processos passíveis de ocorrerem para que um produto e/ou seus componentes não sejam descartado ao fim de sua vida útil e possam ser recuperados e reaproveitados.

O setor social apresenta as mesmas variáveis de *Cultura da organização* e *Qualidade do trabalho* da dimensão micro, considerando também a variável de *Impactos sociais*, que se difere das outras por analisar os aspectos sociais externos à organização, e entender como as atividades da mesma afetam a sociedade como um todo.

Foram elaboradas também seis categorias na classificação destes indicadores, sendo duas delas também referentes ao tipo de análise que é feita pelo indicador para se mensurar a performance circular (análise qualitativa ou quantitativa). As quatro categorias restantes referem-se ao contexto de atuação do indicador quando existe uma temática específica, sendo necessário também neste caso que, para garantir uma avaliação efetiva de performance circular, a organização analisada pelos indicadores que trabalham os temas específicos também esteja incluída na temática dos mesmos.

Segue na Tabela 7 as categorias elaboradas para classificação dos indicadores de dimensão meso

Tabela 7 - Categorias referentes ao tipo de análise proposta pelo indicador de dimensão meso e temática de aplicação quando esta é específica.

Categoria
Análise qualitativa
Análise quantitativa
Indústria metalúrgica
Indústria química
Indústria de manufatura
Parques Industriais

Fonte: A autora (2020).

A temática de *Parques Industriais* se difere das demais categorias de temas específicos por não consistir em indicadores que analisam determinado ramo de indústrias, mas sim que analisam organizações que fazem parte de parques industriais (também conhecidos como “eco-parques industriais”).

De acordo com Chertow (2007, *apud* Trevisan *et al.*, 2016, p. 210), um parque industrial é um grupo de empresas que compartilham recursos naturais, energia, infraestrutura e informações entre si de forma eficiente e sustentável nos âmbitos econômico, ambiental e social, colocando em prática os princípios de simbiose industrial. Esta, por sua vez, trata-se de uma relação de cooperação entre as organizações, que propõe que os resíduos gerados no sistema de uma determinada indústria sejam aproveitados por uma outra indústria presente em seu parque industrial (Felicio, 2013).

Com isso, é possível gerar um maior aproveitamento de matéria e energia, resultando em um sistema mais eficiente e com menor consumo de recursos naturais virgens e menor geração de resíduo.

Portanto, consequentemente, se a análise de um indicador está inserida em um contexto de parques industriais o indicador trabalha com a variável de *Parcerias estratégicas*, uma vez que existe parceria entre as indústrias que apresentam relação de simbiose industrial de forma estratégica, com um propósito que impacta o negócio como um todo.

Segue, na Tabela 8, a classificação desenvolvida para os indicadores de nível meso.

Tabela 8 - Classificação proposta para os indicadores de Economia Circular de nível meso presentes em literatura (continua).

Indicador	ACT	ARMC	CA	CBT	CEV	CECAC	CETUS
Análise qualitativa						X	
Análise quantitativa	X	X	X	X	X		X
Indústria metalúrgica							
Indústria química							
Indústria de manufatura							
Parques industriais		X					
Indústrias chinesas							
Parcerias estratégicas		X	X			X	
Modelo de negócio	X		X	X		X	X
<i>Stakeholders</i>				X		X	
Cultura da organização						X	
Pensamento a longo prazo			X			X	
Valor econômico	X	X					
Tecnologia e inovação			X			X	
Produto como serviço							X
Cenários de fim de ciclo do produto	X						
Eficiência no processo de produção		X					
Rentabilidade	X	X		X		X	X
Extensão vida útil			X			X	X
Recirculação de matéria	X		X		X	X	X
Perdas de material/energia no ciclo							
Recuperação de matéria							X
Cadeia de suprimentos	X	X	X	X	X	X	X
Geração de rejeitos				X	X	X	X
Impactos ambientais				X			X
Investimento ambiental							
Qualidade do trabalho							
Impactos sociais				X			
Fonte	CIRCLE ECONOMY, 2015	HU et al., 2017	CIRCLE ECONOMY, 2014	ADVANCING SUSTAINABILITY LTD, 2013	FOGARASSY et al., 2017	VBDO, 2015	US CHAMBER OF COMMERCE FOUNDATION, 2017

Fonte: A autora (2020).

Tabela 8 – Classificação proposta para os indicadores de Economia Circular de nível meso presentes em literatura (continuação).

Indicador	CAT	ICT	CIRC	EAIP	EISCE	FCIM
Análise qualitativa						
Análise quantitativa	X	X	X	X	X	X
Indústria metalúrgica			X		X	
Indústria química						X
Indústria de manufatura						
Parques industriais				X		
Indústrias chinesas						X
Parcerias estratégicas			X	X		
Modelo de negócio	X	X				
<i>Stakeholders</i>	X			X		X
Cultura da organização						
Pensamento a longo prazo	X					
Valor econômico		X				X
Tecnologia e inovação						X
Produto como serviço		X				
Cenários de fim de ciclo do produto						
Eficiência no processo de produção					X	X
Rentabilidade		X		X	X	X
Extensão vida útil						
Recirculação de matéria		X	X	X		X
Perdas de material/energia no ciclo			X		X	
Recuperação de matéria			X			
Cadeia de suprimentos				X	X	X
Geração de rejeitos				X		X
Impactos ambientais				X	X	X
Investimento ambiental						X
Qualidade do trabalho						
Impactos sociais						
Fonte	PGGM, 2015	VIKTORI A SWEDIS H ICT, 2015	PAULIU K et al., 2017	GENG et al., 2010	ZHOU; CHEN; XIAO, 2013	LI; SU, 2012

Fonte: A autora (2020).

Tabela 8 – Classificação proposta para os indicadores de Economia Circular de nível meso presentes em literatura (conclusão).

Indicador	HLCAM	ISSEP	IPCEIS	RP	SCI	VRE
Análise qualitativa						
Análise quantitativa	X	X	X	X	X	X
Indústria metalúrgica						
Indústria química						
Indústria de manufatura					X	
Parques industriais		X	X	X		
Indústrias chinesas		X	X			
Parcerias estratégicas		X	X	X		
Modelo de negócio					X	
<i>Stakeholders</i>		X				
Cultura da organização						
Pensamento a longo prazo						
Valor econômico		X	X	X		X
Tecnologia e inovação						
Produto como serviço						
Cenários de fim de ciclo do produto	X					
Eficiência no processo de produção			X	X		X
Rentabilidade		X			X	X
Extensão vida útil						
Recirculação de matéria	X	X	X		X	
Perdas de material/energia no ciclo			X	X		X
Recuperação de matéria	X					
Cadeia de suprimentos	X	X	X	X	X	X
Geração de rejeitos		X	X			
Impactos ambientais	X	X				
Investimento ambiental		X				
Qualidade do trabalho					X	
Impactos sociais		X				X
Fonte	GENOVE SE et al., 2017	GENG et al., 2009	GENG et al., 2012	WEN; MENG, 2015	AZEVED O; GODINA; MATIAS, 2017	DI MAIO et al., 2017

Fonte: A autora (2020).

De acordo com a Tabela 8 notou-se que para a dimensão meso é mais comum que um indicador trabalhe de forma quantitativa do que qualitativa, uma vez que existe só um caso, dentre os indicadores analisados, em que há análise qualitativa, no indicador *Circular Economy Company Assessment Criteria* (CECAC). Todos os outros 18 indicadores analisados apresentam caráter quantitativo. Sobre as categorias de temas específicos, aquela mais trabalhada pelos indicadores analisados é a de *Parques Industriais*, tema presente em 5 dos 9 indicadores que trabalham temas específicos.

Além disso, existem indicadores que, além de trabalharem com temas específicos, foram desenvolvidos no contexto de um país específico também. É o caso dos indicadores FCIM, ISSEP e IPCEIS, que surgiram da demanda de se analisar a performance circular de indústrias chinesas: indústrias químicas no caso do FCIM, e indústrias contidas em parques industriais no caso do ISSEP e IPCEIS.

De acordo com Li *et al.* (2012), autor do artigo referente ao FCIM, o desenvolvimento econômico na China vem acompanhado por diversos impactos ambientais, como a poluição e o esgotamento de recursos naturais, e é urgente a busca por um desenvolvimento sustentável para o país. As indústrias chinesas foram aquelas que apresentaram maiores emissões de dióxido de carbono (CO₂) até o ano de 2018, segundo o *Global Carbon Atlas*, sendo nomeado o país que mais consome recursos naturais pela *Organização das Nações Unidas* (ONU) em 2013.

Com isso, é o primeiro país que desenvolve nacionalmente indicadores de Economia Circular para proporcionar reconhecimento mundial de suas iniciativas no tema (Geng *et al.*, 2012), o que explica a existência de indicadores neste estudo focados no contexto do sistema de produção chinês.

Além disso, a Tabela 8 também mostra que, dentre os possíveis parâmetros a serem abordados pelos indicadores de dimensão meso no presente estudo, o parâmetro relacionado à *Cadeia de suprimentos* é o mais presente, aparecendo em 16 indicadores de um total de 19. Seguido dele, o parâmetro *Recirculação de matéria* com 13 casos, e *Rentabilidade* com 12. Aqueles menos trabalhados pelos indicadores se concentram no setor social, sendo *Cultura da organização* e *Qualidade do trabalho*.

Dessa forma, a partir da análise das variáveis trabalhadas pelos indicadores do estudo notou-se que o setor econômico é aquele mais trabalhado pelos mesmos, sendo o segundo setor mais trabalhado o ambiental, seguido do material e por último, o social.

O indicador que se apresentou como aquele mais abrangente entre os estudados, tratando de um maior número de temas, foi o CECAC novamente, que trabalha 11 das 21

variáveis apresentadas (desconsidera-se aqui as categorias da Tabela 7), seguido dos indicadores FCIM e ISSEP, que trabalham 10 variáveis cada um. Os indicadores de caráter mais específico entre os estudados trabalham 3 variáveis cada, sendo eles o CEV, que aborda apenas parâmetros do setor ambiental, e o CAT, que aborda apenas parâmetros do setor econômico.

5.3. ANÁLISE CLASSIFICAÇÃO E VARIÁVEIS (DIFERENÇAS MICRO VS MESO)

É possível notar a diferença na dimensão das variáveis elaboradas para os indicadores micro e meso, uma vez que aquelas referentes aos primeiros são mais específicas para a análise do produto, de seu ciclo de vida e processos de entrada e saída deste sistema, enquanto que as variáveis da classificação dos indicadores meso apresentam um caráter mais amplo sobre o negócio da organização como um todo e os relacionamentos externos da mesma, assim como a gestão do sistema de produção de forma geral.

Dessa forma, é possível notar que os temas das variáveis meso muitas vezes englobam os temas de dimensão micro, como é o caso das variáveis micro de *Reciclagem*, *Recondicionamento*, *Recuperabilidade*, *Remanufatura*, *Reuso* e *Desmontagem* que são consideradas de forma mais generalizada na análise meso em *Recirculação de matéria*, ou *Energia*, *Matéria-prima virgem* e *Fontes renováveis* que estão contidas na variável meso *Cadeia de suprimentos*, por exemplo.

Além disso, nos temas específicos levantados por ambas as dimensões nas Tabela 4 e Tabela 7, percebe-se que no caso da dimensão micro a maioria dos temas são sobre resíduos, e para dimensão meso os temas trabalham ramos industriais, que seriam categorias mais amplas e abrangentes do que as primeiras.

Com isso, há um maior número de variáveis micro no setor material, que é aquele que leva em conta as características do produto e processos passíveis de se ocorrerem ao produto no ciclo de vida. Existe também um significativo número de variáveis micro na frente ambiental, já que são variáveis que tratam do processo de produção do produto, assim como as entradas e saídas do sistema e impactos gerados no processo de forma micro e específica.

Para os indicadores meso a frente econômica foi predominante quanto ao número de variáveis por ser uma dimensão que trabalha principalmente com questões de negócio e estratégia, assim como a relação entre o ciclo de vida do produto com o modelo de negócio da organização. O segundo setor com maior número de variáveis neste caso é o ambiental, trabalhando questões de impacto ambiental e alguns fatores gerais sobre *inputs/outputs* do ciclo

de vida. Como o setor material é um setor um pouco mais específico sobre os processos do produto, não há tanto enfoque no mesmo para a dimensão meso quando comparado à micro, assim como não há tanto enfoque no setor econômico para indicadores micro.

Analogamente à quantidade de variáveis por setor em cada dimensão, o setor mais trabalhado pelos indicadores micro também é o material, da mesma forma que o setor mais trabalhado pela dimensão meso é o econômico.

Com a análise das Tabela 5 e Tabela 8 também foi possível concluir que, dentre os indicadores do estudo, aqueles de dimensão meso trabalham em média um maior número de variáveis disponíveis quando comparados aos de dimensão micro, sendo que os primeiros trabalham, em média, 30% das variáveis disponíveis, e os indicadores de dimensão micro, 27%. Este ponto reforça o caráter abrangente dos indicadores meso, uma vez que costumam trabalhar um maior número de temas quando comparados aos indicadores de dimensão micro, que no geral têm um caráter mais específico.

A classificação de ambas as dimensões de indicadores também mostrou que a análise quantitativa é predominante para indicadores meso, uma vez que há apenas um indicador que trabalha com análise qualitativa nesta dimensão. No caso dos indicadores micro a análise qualitativa é mais comum de se encontrar, porém, a quantitativa é trabalhada por um maior número de indicadores, como visto anteriormente.

A frente social não é significativamente trabalhada por nenhuma das dimensões de indicadores analisadas. Foi possível notar a diferença na percepção desta frente pelas diferentes dimensões de indicadores: os indicadores de dimensão micro trabalharam a frente Social de forma mais específica e com foco nos funcionários da organização analisada e em seu trabalho, já os indicadores de dimensão meso trabalharam esta frente de forma mais ampla, considerando, além dos funcionários do sistema analisado, a sociedade e possíveis impactos gerados à ela.

5.4. SELEÇÃO DE INDICADORES PARA APLICAÇÃO EM UM ESTUDO DE CASO

5.4.1. Contextualizando o estudo de caso

O estudo de caso a ser trabalhado para aplicação dos indicadores e análise do funcionamento e parâmetros dos mesmos, bem como a avaliação dos resultados obtidos, será uma empresa que trabalha com a produção e comercialização de produtos têxteis a partir da obtenção de tecido por seus fornecedores. O portfólio da mesma consiste em camisetas, *ecobags*, aventais e bonés feitos de componentes orgânicos ou reciclados. Os produtos podem

ser personalizados e vendidos para determinadas marcas (que é o caso de uniformes ou produtos de campanha para empresas/organizações), e são comercializados tanto para fins de varejo como atacado.

A equipe da empresa analisada é composta, em sua maioria, por ex detentos, uma iniciativa realizada pelos sócios da organização para aumentar a inclusão dessa população no mercado de trabalho e assim auxiliar na diminuição da criminalidade na cidade de São Paulo.

Figura 5 - Parte do portfólio da empresa analisada, em que os produtos são feitos de algodão orgânico ou material reciclado



Fonte: Catálogo da empresa analisada (2019).

Essa organização foi selecionada para o presente trabalho por apresentar constantemente na mídia e em eventos a responsabilidade ambiental e social de seu negócio, tendo como slogan “*A etiqueta socioambiental*”. Dessa forma, seria um estudo de caso interessante de ser trabalhado devido ao seu potencial em ser um *benchmark* no assunto no Brasil. É importante destacar que nenhum dos indicadores analisados no trabalho é adaptado para a realidade brasileira. Com isso, não espera-se que a organização a ser analisada apresente notas próximas às máximas, mas que se encontre acima da média em relação à iniciativas de Economia Circular.

A empresa analisada é uma empresa de pequeno porte, iniciou oficialmente suas atividades em 2015, e nasceu pela iniciativa em realizar o trabalho de inclusão de egressos do sistema penitenciário, empregando estas pessoas para trabalharem em um sistema produtivo que levasse em conta também atitudes em prol do meio ambiente, uma vez que, segundo entrevista com os sócios da empresa realizada em 2017 pela DRAFT, a moda é o setor que apresenta um dos maiores impactos ambientais.

A empresa então utiliza como matéria-prima da maioria de seus produtos tecidos feitos de algodão orgânico que, segundo a mesma, reduz o consumo de água em 91%, a emissão de

gases de efeito estufa em 46% e o consumo de energia primária em 62% quando comparado à produção de algodão convencional.

Outra composição muito utilizada pela empresa também são tecidos feitos de um mix de algodão reciclado e PET reciclado. O algodão neste caso é obtido pelo desfibramento de tecido de algodão usado, gerando assim um novo tecido, utilizando as fibras provenientes de garrafas PET recicladas, o que propõe a reutilização de materiais e também garante menor consumo de água na produção. Além disso, toda pigmentação dos produtos é feita com pigmentos naturais, de forma a diminuir os danos que o produto pode ocasionar caso seja descartado no meio ambiente.

5.4.2. Seleção dos indicadores a serem aplicados de acordo com as atividades da empresa

Foi selecionado um indicador de cada dimensão (micro e meso) para que os mesmos fossem aplicados no contexto do estudo de caso: o sistema de produção, o negócio e a comercialização de artigos têxteis da empresa analisada.

Para esta seleção foi necessário determinar critérios que filtrassem os indicadores, tendo como resultado a escolha daqueles que a aplicação no estudo de caso fosse coerente, uma vez que por se tratar de uma empresa da indústria têxtil não cabe a utilização de indicadores que trabalhem com outros tipos específicos de indústrias e produções.

Como não há um indicador, nem no plano micro e nem no meso, que trabalhe com o ramo da produção têxtil e, tendo-se como objetivo realizar uma análise ampla e completa do estudo de caso, priorizou-se a seleção de indicadores de caráter multissetorial e que trabalhassem parâmetros considerados chave para uma análise de Economia Circular.

5.4.2.1. Seleção indicador micro

Para determinar o indicador micro a ser utilizado, considerou-se os seguintes critérios:

- Desconsiderou-se indicadores que trabalham temas específicos, como construção civil, resíduos plásticos, resíduos metálicos, mineração e resíduos eletrônicos;
- Desconsiderou-se indicadores que trabalham apenas com análise quantitativa, de forma a mitigar o risco de não ser possível obter os dados para o indicador, por tratar-se de dados numéricos e específicos;

- Considerou-se indicadores que trabalhassem com mais de 50% dos parâmetros totais (tipo de análise e temas específicos não se enquadram em parâmetro), de forma a compor um estudo abrangente dos aspectos da empresa analisada quanto à Economia Circular;
- Selecionou-se o indicador que trabalhasse com o maior número de parâmetros entendidos como de natureza abrangente e importantes para análises de produtos e sistemas circulares, sendo estes parâmetros: *Produto como serviço, Stakeholders, Logística integrada, Design do produto, Energia, Impactos ambientais, Manutenção, Reúso, Reciclagem, Toxicidade e Cultura da organização.*

Por meio dos critérios foi selecionado o indicador *Circular Economy Toolkit* (CET). Porém, ao analisar as informações que alimentam o questionário deste indicador e a forma como é gerado o resultado de performance circular no mesmo, considerou-se também utilizar o segundo indicador que trabalha o maior número de parâmetros considerados mais relevantes e abrangentes (referente ao último critério estabelecido), o *Circular Economy Indicator Prototype* (CEIP).

Com isso, comparou-se o questionário dos dois indicadores e as respostas possíveis a serem inseridas em cada um, uma vez que ambos se tratam de perguntas múltipla escolha.

Notou-se que o CET é composto por escolha de respostas mais amplas, por exemplo, ao responder o quanto de material reciclado é utilizado pelo produto como matéria-prima, o CET permite respostas como “100% de material reciclado é utilizado”, “Meio-termo” ou “Alto percentual de matéria-prima virgem e não reciclada”, sempre utilizando a lógica de dois extremos de resposta e um meio termo, enquanto no CEIP é possível, neste caso, selecionar o exato percentual de material reciclado utilizado, bem como fornece um espectro maior de alternativas a serem assinaladas, apresentando-se como mais preciso. Isso não significa que um indicador seja melhor ou pior que o outro, mas que para este caso busca-se uma ferramenta que analisa de forma mais assertiva o estudo de caso.

Além disso, a forma como é gerado o resultado da performance circular em cada um também interferiu na escolha do indicador. O resultado no CET apresenta-se como uma tabela com cada tema trabalhado pelo indicador e a oportunidade de melhora de cada um de acordo com conceitos de Economia Circular, como mostra o exemplo da Tabela 9.

Tabela 9 - Painel de resultado da aplicação do indicador CET.

Área analisada	Potencial de melhora
Diminuição de material	Baixa oportunidade
Otimizar materiais	Média oportunidade
Simbiose Industrial	Baixa oportunidade
Uso	Baixa oportunidade
Manutenção/Reparo	Baixa oportunidade
Reúso/Redistribuição	Baixa oportunidade
Recondicionamento/Remanufatura	Baixa oportunidade
Reciclagem do Produto	Baixa oportunidade
Produto como Serviço	Baixa oportunidade

Fonte: Circular Economy Toolkit, Assesment Tool (2013).

No caso do CEIP, o resultado gera uma nota do produto analisado de acordo com a performance circular, bem como uma nota para cada fase do ciclo de vida, apresentando um resultado mais visual que o CET e mostrando realmente quanto o produto está envolvido com os conceitos de Economia Circular analisados pelo indicador (“*Ranking*”), como mostra o exemplo da Figura 6.

Figura 6 - Paine de resultado da aplicação do indicador CEIP em formato resumido

Classificação do Produto	Ranking do Produto	Ciclo de Vida	Classificação	Ranking
45%	Bom	Design/Redesign	19%	Pobre
		Fabricação	100%	Excelente
		Comercialização	50%	Bom
		Em Uso	40%	Razoável
		Fim de Uso	29%	Razoável
		TOTAL	45%	Bom

Fonte: Cayzer *et al.* (2017).

Com isso, selecionou-se o indicador CEIP para se utilizar no estudo de caso, entendendo-se que, pelas questões apresentadas, seria o mais indicado neste caso.

5.4.2.2. Seleção indicador meso

Para determinar o indicador meso a ser utilizado, considerou-se os seguintes critérios:

- Desconsiderou-se indicadores que trabalhassem temas específicos como *Indústria metalúrgica* e *Indústria química* (não desconsiderou-se os temas *Indústria de manufatura* e *Parques industriais*, pois entende-se que o estudo de caso pode se encaixar nesta denominação);

- Considerou-se indicadores que trabalhassem com mais de 50% dos parâmetros totais, para conferir abrangência de temas no estudo;
- Considerou-se o indicador que trabalhasse com o maior número de parâmetros dentre aqueles entendidos como os mais importantes e mais amplos: *Modelo de negócio, Stakeholders, Cultura da organização, Produto como serviço, Rentabilidade, Extensão vida útil, Recirculação de matéria, Cadeia de suprimentos, Impactos ambientais e Impactos Sociais*.

No caso dos indicadores meso não considerou-se o critério relativo ao tipo de análise (qualitativa ou quantitativa), uma vez que apenas um indicador apresenta análise qualitativa, e o restante, quantitativa.

Dessa forma, de acordo com os critérios, foi selecionado o indicador *Circular Economy Company Assessment Criteria* (CECAC) que, apesar de apresentar dinâmica de dualidade nas respostas múltipla escolha (alternativas de “sim” ou “não” às perguntas), o que pode significar um estudo menos preciso devido à ausência de espectros nas respostas, tem o formato esperado de apresentação do resultado da performance circular da organização, trabalhando com esquema de pontuação assim como o CEIP.

Além disso, o indicador também coincide com ser o único que utiliza análise qualitativa, um aspecto desejado nesta seleção de indicadores. Contudo, entende-se que este seja o indicador mais indicado para o caso trabalhado.

Definiu-se, então, os indicadores selecionados para a análise da performance de circularidade da empresa analisada, como mostra a Tabela 10.

Tabela 10 - Indicadores selecionados para análise da performance da empresa analisada segundo os conceitos de Economia Circular.

Indicador	Dimensão
<i>Circular Economy Indicator Prototype</i> (CEIP)	Micro
<i>Circular Economy Company Assessment Criteria</i> (CECAC)	Meso

Fonte: A autora (2020).

5.4.3. Indicadores selecionados para o estudo de caso

5.4.3.1. *Circular Economy Indicator Prototype (CEIP)*

O indicador CEIP foi desenvolvido por Cayzer *et al.* (2017) com base no indicador micro MCI, elaborado pela EMF. Isso se deu por meio da adaptação do MCI pela empresa de varejo Kingfisher, que ao testar a abordagem deste indicador em casos reais desenvolveu o protótipo “Kingfisher Calculador de Circularidade” (KCC), que por sua vez deu origem ao CEIP a partir de revisões bibliográficas e entrevistas com profissionais que eram referência em Economia Circular em 2014 para a construção do indicador (profissionais de organizações como a EMF, Advancing Sustainability, 3MW Circular Economy Consultancy, entre outras).

As entrevistas consistiam em temas como expectativas sobre indicadores de Economia Circular e benchmarks no assunto, demanda e uso de indicadores de sustentabilidade no ramo das empresas dos entrevistados e questões gerais sobre o modelo de Economia Circular e sobre sustentabilidade. Dessa forma, o questionário do CEIP surge por meio da inclusão de novas questões no questionário referente ao protótipo KCC.

O CEIP então é composto por 15 questões de múltipla escolha com o objetivo de avaliar a performance circular de produtos com base nos conceitos de Economia Circular, em que a maioria das questões são de natureza qualitativa, nas quais são fornecidas alternativas pré-estabelecidas pelo indicador como resposta, havendo também questões de caráter quantitativo, em que é possível assinalar percentuais de quantidade, como por exemplo porcentagem de material que é reciclado, ou porcentagem de energia renovável utilizada no processo.

Seu modelo é feito em uma planilha de Excel na qual é possível visualizar o questionário e assinalar a resposta para cada questão. Cada questão apresenta uma pontuação máxima já pré-definida, e cada alternativa respondida gera uma determinada pontuação de acordo com as fórmulas estabelecidas na planilha, ao final do questionário é possível ter a pontuação final do produto.

Por se tratar de um indicador de dimensão micro, suas questões são divididas em 5 fases (ou setores) do ciclo de vida do produto: *Design/Redesign* (composto por 3 questões), para análise do desenho de produto e da relação de seus componentes com conceitos de Economia Circular; *Fabricação* (composto por 2 questões), que avalia os temas de energia e resíduos sólidos na produção; *Comercialização* (composto por 3 questões), para avaliar como o produto é colocado no mercado pelo vendedor e de que forma isso pode ser feito de forma mais “circular”; *Em Uso* (composto por 4 questões), que levanta questões relacionadas a como o

produtor/vendedor se responsabiliza pela manutenção do produto e como o uso do mesmo se relaciona com conceitos da Economia Circular; e *Fim de Uso* (composto por 3 questões), no qual é avaliado questões de logística reversa e reaproveitamento do produto ao fim do ciclo de vida.

Na Figura 7 é possível visualizar o *layout* da seção de questionário do indicador, e na Tabela 11 todas as perguntas referentes a cada setor descrito. Para cada questão há uma seção de “Comentários” que explica a relação das respostas com a pontuação gerada.

Figura 7 - *Layout* da planilha referente ao questionário do indicador CEIP, tendo como exemplo as três primeiras questões

CICLO DE VIDA	QUESTÃO	RESPOSTA	PONTOS	DISPONÍVEL	COMENTÁRIOS
DESIGN / REDESIGN	Q1 O produto é feito de material reciclado / reutilizado? <small>Avalie qual% do peso total do produto é proveniente de fontes de material não-virgem; fontes reutilizadas (incluindo remanufaturadas e biodegradáveis) e recicladas.</small>	<div>0% + 0% = 0%</div> <div>Reutilizado* Reciclado Total</div> <div><small>* Inclui remanufaturadas e biodegradáveis</small></div>	0	20	Até 20 pontos disponíveis para conteúdo reutilizado / reciclado. Componentes reutilizados são aqueles que tiveram uma vida útil completa e foram coletados, rearmados, reconicionados ou remanufaturados pelo fornecedor. Materiais reciclados são aqueles provenientes de fluxos de resíduos pós-consumo ou de um esquema de devolução de fornecedores.
	Q2 O produto é mais leve que a versão anterior? <small>Avalie o progresso do peso do produto. Isso deve ser minimizado em todas as versões através de modificações nas dimensões (volume) ou alterações nos materiais (densidade).</small>	Não	0	2	0 pontos em que o peso total do produto avaliado é maior que o peso total de uma versão anterior ou do produto que está substituindo.
	Q3 Existe uma lista completa de materiais e substâncias para o produto? <small>Ajude o fabricante a entender os produtos químicos presentes no produto, para que possam ser avaliados quanto ao seu potencial de afetar adversamente a saúde humana ou ambiental.</small>	<div>Sim + Nenhum</div> <div> Produto químico incluído na lista proibida C2C de produtos químicos Material incluído na lista C2C de matérias-primas críticas </div>	5	5	<p>2 pontos para produtos que possuem uma lista completa de materiais e substâncias disponíveis para cada componente e os materiais contidos no componente.</p> <p>2 pontos de bônus em que nenhum dos materiais e substâncias da lista de materiais está incluído na lista de produtos químicos proibidos Cradle to Cradle (C2C).</p> <p>1 ponto de bônus em que nenhum dos materiais e substâncias da lista de materiais está incluído na lista de matérias-primas críticas da Comissão Europeia (CE).</p>

Fonte: Cayzer *et al.* (2017).

Tabela 11 - Questões abordadas pelo indicador CEIP de acordo com a fase do ciclo de vida do produto analisada (continua).

Fase do Ciclo de Vida	Questão
Design/ Redesign	Q1. O produto é feito de material reutilizado/reciclado?
	Q2. O produto é mais leve que versões anteriores?
	Q3. Existe lista completa de todos os materiais/substâncias que compõem o produto?
Fabricação	Q4. Existe lista completa da energia utilizada na produção?
	Q5. Existe lista completa dos resíduos sólidos da produção?
Comercialização	Q6. Qual embalagem está sendo utilizada?
	Q7. Qual a vida útil do produto?
	Q8. Existe opção de aluguel para o produto?
Em Uso	Q9. O status de uso e a identificação do produto podem ser estabelecidos?
	Q10. O produto pode ser reparado?
	Q11. O produto pode ser reutilizado?
	Q12. O produto ajuda a diminuir o descarte por meio de seu uso?

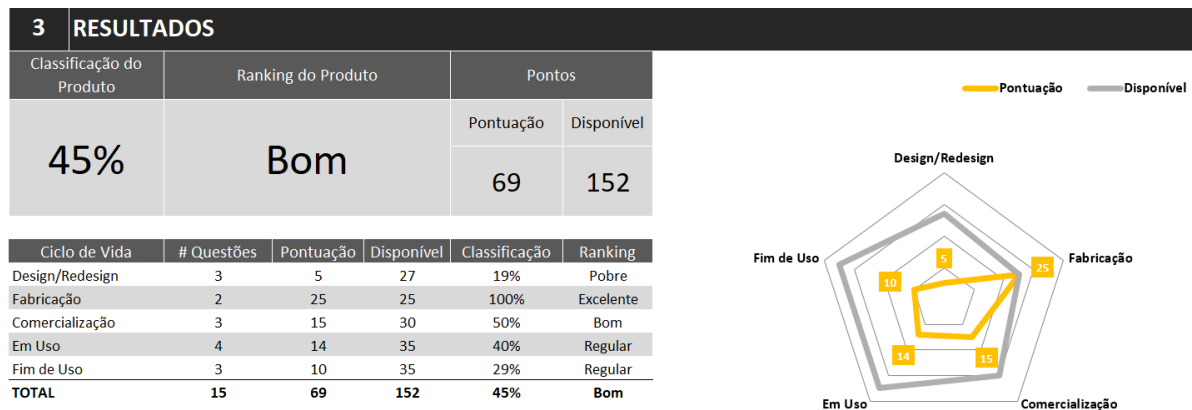
Tabela 11 - Questões abordadas pelo indicador CEIP de acordo com a fase do ciclo de vida do produto analisada (conclusão).

Fim de Uso	Q13. Qual esquema de logística reversa está disponível ao produto?
	Q14. O produto é separado de outros produtos no final de sua vida útil?
	Q15. Os materiais do produto recuperado pós-uso são devolvidos à cadeia de suprimentos?

Fonte: Cayzer *et al.* (2017).

Com as respostas do questionário completas, a planilha gera um *dashboard* no qual é possível visualizar a classificação final do produto quanto à sua circularidade, a classificação de cada fase do ciclo de vida do produto, e um gráfico comparativo entre essas fases, de acordo com o exemplo da Figura 8.

Figura 8 - Exemplo de *dashbboard* gerado pelo indicador CEIP, com a classificação do produto e de suas fases do ciclo de vida de acordo com princípios de Economia Circular



Fonte: Cayzer *et al.* (2017).

O *dashboard* permite uma análise visual da performance de cada fase do ciclo de vida do produto, apresentando a classificação (em percentual) de cada setor analisado segundo a pontuação total disponível por setor e o *ranking* de cada um com base nessa classificação, deixando mais claro os aspectos que estão em linha com os conceitos de Economia Circular e aqueles que necessitam de um melhor desenvolvimento no tema.

Com isso, tanto o produto quanto os setores analisados em seu ciclo de vida podem ser classificados como “Pobre” (classificação abaixo de 20%), “Razoável” (classificação entre 20% e 40%), “Bom” (classificação entre 40% e 60%), “Muito Bom” (classificação entre 60% e 75%) ou “Excelente” (classificação maior que 75%).

A pontuação disponível para cada setor e para cada questão varia e, dessa forma, o peso de cada fase do ciclo de vida para análise da performance circular do produto é diferente para

o indicador. Isso se dá devido à maior relevância em relação aos princípios de Economia Circular de determinadas fases, o que foi determinado pela análise de literatura e pelas entrevistas aos profissionais no momento de formulação do indicador, que estabeleceu um maior peso aos setores de *Em Uso* e *Fim de Uso*, e um menor peso aos setores de *Fabricação* e *Design/Redesign* (Cayzer et al., 2017).

Com isso, temas de logística reversa e reaproveitamento de produtos no fim do ciclo de vida, bem como a manutenção da vida útil do produto, são mais relevantes na análise deste indicador, e temas como impactos ambientais na produção e composição das matérias-primas do produto são menos relevantes.

5.4.3.2. Circular Economy Company Assessment Criteria (CECAC)

O indicador meso CECAC foi desenvolvido pela *Associação Holandesa de Investidores para o Desenvolvimento Sustentável*, a VBDO, organização holandesa responsável por fomentar investimentos na área de sustentabilidade no setor financeiro e em empresas no geral. Os critérios do indicador foram elaborados pela VBDO e posteriormente validados em conjunto com 14 organizações consideradas *stakeholders* para o tema, do setor público, privado e do terceiro setor, e com a consultoria Accenture, em 2014.

O indicador consiste em um questionário composto por 41 questões de caráter qualitativo que apenas permitem respostas de lógica “sim” ou “não”, e são divididas em quatro categorias, que por sua vez são divididas em grupos, divididos em critérios e, em alguns casos, subcritérios. Os critérios e/ou subcritérios são as questões do questionário em si.

Quando se trata apenas de critérios cada questão apresenta pontuação máxima de 1 ponto, dessa forma, se a resposta à questão for “Sim” soma-se 1 ponto, e se for “Não” não soma-se nenhum ponto para o critério analisado. No caso de haver subcritérios, a pontuação total do critério consiste em um número maior que 1 que é calculado de acordo com a pontuação de cada subcritério.

A pontuação final do indicador é calculada segundo a pontuação gerada em cada categoria, considerando também o peso de cada categoria, já estabelecido pelo indicador. As categorias consistem em: *Estratégia e Governança* (pontuação máxima de 10 pontos e peso de 30% na nota final), que avalia a estratégia da empresa em relação a Economia Circular e o quanto a organização está envolvida com estes conceitos, bem como suas metas de curto e longo prazo relacionadas ao tema; *Implementação* (pontuação máxima de 11 pontos e peso de 30% na nota final), que trabalha com temas de receita gerada por produtos/sistemas circulares na

empresa, design dos produtos comercializados, bem como o envolvimento da organização com *inputs* e *outputs* da sua produção que prezem pelos conceitos de Economia Circular; *Inovação* (pontuação máxima de 8 pontos e peso de 20% na nota final), que levanta questões como o lançamento de novos produtos e modelos circulares, assim como o orçamento destinado à este tipo de produtos/modelos, bem como todas as parcerias que a empresa realiza no âmbito da Economia Circular; e *Comunicação e Envolvimento* (pontuação máxima de 6 pontos e peso de 20% na nota final), relacionado à interação da empresa com seus *stakeholders* internos e externos, e a sua comunicação e conscientização dos mesmos sobre temas de Economia Circular trabalhados pela organização.

Na Tabela 12 é possível visualizar as questões abordadas por cada categoria, bem como a pontuação disponível por critério.

Tabela 12 - Questionário do indicador CECAC, com suas categorias, grupos (1 ao 13), e pontuação disponível por critérios (continua).

#	Questão	Pontos Disponíveis
Estratégia e Governança		
1.	Estratégia	
1.1.	A estratégia corporativa ou de sustentabilidade faz referência explícita à economia circular ou conceitos relacionados, como economia de base biológica, de cradle-to-cradle, ciclo de materiais, desperdício zero e neutralidade de CO ₂ / energia / emissões?	1
1.2.	A empresa especifica por que a economia circular é importante para seus negócios?	1
2.	Estratégia a longo prazo	
2.1.	A empresa tem uma visão de longo prazo para (pelo menos) 2025?	1
2.2.	A empresa tem uma visão de longo prazo para (pelo menos) 2050?	1
3.	Metas	
3.1.	A empresa estabeleceu metas SMART em sua ambição circular?	1
3.2.	A empresa estabeleceu os seguintes objetivos relacionados à economia circular:	2
3.2.1.	Porcentagem ou quantidade de resíduos reduzida no processo de produção?	
3.2.2.	Porcentagem ou quantidade de materiais/produtos usados que são reutilizados, reciclados, renováveis, de base biológica ou sustentável?	
3.2.3.	Porcentagem ou quantidade de produtos no final do ciclo de vida que são reutilizados, reciclados, recuperados, remanufaturados, reparados ou reconicionados?	

Tabela 12 - Questionário do indicador CECAC, com suas categorias, grupos (1 ao 13), e pontuação disponível por critérios (continuação).

3.2.4.	Porcentagem ou quantidade de energia renovável?	
3.3.	Alguns desses objetivos circulares vão além da esfera direta de influência da empresa (por exemplo, eles também requerem cooperação com fornecedores)?	1
3.4.	O progresso em relação a essas metas circulares é claramente relatado e inclui uma declaração sobre se as metas foram ou não atingidas?	1
4.	Prestação de contas	
4.1.	Está claro quem é responsável pela implementação da estratégia de sustentabilidade?	1
Implementação		
5.	Receita de produtos e serviços circulares	
5.1.	É claro que receita é gerada a partir de produtos e serviços circulares?	1
5.2.	Os produtos e serviços circulares constituem mais de 5% da receita total da empresa?	1
5.3.	A porcentagem acima aumentou no último ano?	1
6.	Design do produto	
6.1.	A empresa realizou avaliações circulares/do ciclo de vida de alguns de seus produtos ou serviços existentes?	1
6.2.	A empresa desenvolveu uma abordagem clara com o objetivo de:	4
6.2.1.	Substituição de materiais insustentáveis por materiais reutilizados/reciclados/renováveis/de base biológica/sustentável?	
6.2.2.	Redução de desperdícios na produção?	
6.2.3.	Redução do desperdício no consumo (por exemplo, através da locação de produtos)?	
6.2.4.	Aumento da reutilização de materiais no final do ciclo de vida dos produtos?	
6.2.5.	Prolongamento da vida útil do produto?	
6.2.6.	Gerenciamento de ciclos de materiais ou garantia de mercadorias?	
6.2.7.	Manter os componentes do produto puros, impedindo a mistura com outras substâncias?	
6.2.8.	Separar o ciclo técnico (de produtos montados) do ciclo biológico (de materiais)?	
6.3.	A empresa contribui ativamente para a reciclagem de materiais?	1
7.	Suprimentos	
7.1.	A empresa formulou expectativas em relação ao desempenho circular de seus fornecedores?	1
7.2.	A empresa estabeleceu um limite mínimo de conteúdo reutilizado / renovável / de base biológica para alguns produtos para se qualificar para compra?	1

Tabela 12 - Questionário do indicador CECAC, com suas categorias, grupos (1 ao 13), e pontuação disponível por critérios (conclusão).

Inovação		
8.	Modelos de negócios circulares (por exemplo, novas estruturas de propriedade, loops de produtos / materiais / serviços fechados, desperdício zero, reciclagem)	
8.1.	A empresa testou um ou mais modelos ou produtos de negócios circulares no ano passado e relata os resultados?	1
8.2.	Todos os pilotos circulares têm um plano de implementação?	1
8.3.	A empresa lançou um ou mais modelos de negócios circulares ou produtos nos últimos anos?	1
9.	Orçamento para inovação	
9.1.	A empresa declara o orçamento disponível para a inovação sustentável?	1
10.	Parcerias estratégicas	
10.1.	A empresa se envolve em uma ou mais parcerias da cadeia de suprimentos destinadas a realizar uma cadeia de suprimentos circular ou melhorar o desempenho circular de seus produtos?	1
10.2.	A empresa é membro de organizações que visam uma transição circular, como Circle Economy, MVO Nederland (Iniciativa Circular Economy), De Groene Zaak, Dutch Sustainable Growth Coalition e Ellen MacArthur Foundation?	1
10.3.	A empresa descreve seu nível de participação em suas parcerias de economia circular mais importantes no ano passado?	1
10.4.	Está explorando possibilidades de usar o fluxo de resíduos de outras empresas como insumo para seus próprios processos de produção ou redirecionar seus resíduos para os processos de produção de outras empresas?	1
Comunicação e Envolvimento		
11.	Clientes	
11.1.	Os clientes estão envolvidos ativamente em tópicos de economia circular por meio de mídia interativa (por exemplo, aplicativos, plataformas de discussão on-line ou eventos)?	1
12.	<i>Stakeholders</i>	
12.1.	A empresa se envolveu com <i>stakeholders</i> externos na economia circular no ano passado (em um diálogo com <i>stakeholders</i>)?	1
12.2.	A empresa se envolveu com <i>stakeholders</i> internos (funcionários) em economia circular no ano passado (por exemplo, em um diálogo com as <i>stakeholders</i> ou treinamento)?	1
13.	Fomento à conscientização	
13.1.	Informações gerais sobre a importância da economia circular estão disponíveis no site corporativo?	1
13.2.	Informações específicas da empresa sobre o desempenho circular de alguns produtos ou serviços estão disponíveis no site corporativo?	1
13.3.	A empresa compartilha experiências/desafios/lições aprendidas com o trabalho em economia circular?	1

Fonte: VBDO (2015).

Para cada caso de critérios que apresentam subcritérios, existe um cálculo específico para se chegar à pontuação final do critério:

- Critério 3.2.: 1 ponto caso a organização satisfaça apenas 1 dos subcritérios, 2 pontos caso satisfaça 2 ou mais subcritérios;
- Critério 6.2.: 1 ponto para cada subcritério com resposta “sim” caso a organização satisfaça até 3 subcritérios, 4 pontos no total caso satisfaça 4 ou mais subcritérios.

Para então calcular a performance de uma organização segundo os conceitos de Economia Circular utilizando o indicador CECAC é necessário realizar a soma da pontuação por categoria, e aplicar o peso de cada categoria na conta, resultando em um percentual que representa o nível de engajamento da empresa em relação a iniciativas circulares, como é demonstrado no cálculo a seguir.

$$C(\%) = \frac{(0,3 \times a) + (0,3 \times b) + (0,2 \times c) + (0,2 \times d)}{T} \times 100$$

Em que:

C: nível de circularidade da organização;

a: pontuação da categoria *Estratégia e Governança*;

b: pontuação da categoria *Implementação*;

c: pontuação da categoria *Inovação*;

d: pontuação da categoria *Comunicação e Envolvimento*;

T: pontuação total disponível em todas as categorias.

Nota-se que cada categoria contribui de uma forma diferente para a pontuação final do indicador, de acordo com a pontuação que pode acumular e o peso que apresenta na nota final, o que esclarece quais são os conceitos de Economia Circular de dimensão meso que são mais relevantes para uma análise de circularidade de empresas segundo a VBDO e as organizações que foram consultadas para elaboração deste indicador.

Considerando isso, a categoria de *Implementação* é aquela que mais influencia na nota final, apresentando 11 pontos disponíveis e 30% de peso, seguida da categoria *Estratégia e Governança*, que apresenta 10 pontos disponíveis e 30% de peso também. A categoria que tem menor relevância no cálculo do indicador é a de *Comunicação e Envolvimento*, com 6 pontos disponíveis e 20% de peso na nota final.

Logo, este é um indicador que mede a circularidade de organizações considerando maior relevância a temas como design do produto e ações de mitigação de impacto ambiental ao longo do ciclo de vida, investimento financeiro da empresa em iniciativas circulares e a forma como o modelo de negócio e as metas da organização levam em conta conceitos da Economia Circular. Questões como a forma que a empresa envolve os *stakeholders* em geral com o tema de circularidade apresentam menos peso no indicador.

5.4.4. Aplicação dos indicadores

Para aplicação dos indicadores no negócio da empresa analisada foi necessário adaptá-los em formato de questionário, de forma a coletar as respostas de todos os pontos para “alimentar” cada indicador. Foi realizada então uma entrevista com uma representante da empresa (uma das sócias da organização) nos dias 25 de Março e 01 de Abril de 2020 para obtenção dos dados e informações.

No CEIP, como muitas questões se tratam de respostas específicas, para cada questão foram apresentadas todas as alternativas possíveis à empresa, e foram assinaladas as respostas mais próximas à realidade de seu negócio e sistema produtivo - por ser um indicador que trabalha com temas amplos, sua aplicação ao estudo de caso foi bem efetiva.

Dentre os parâmetros medidos apenas um não se aplicava ao caso estudado por se tratar de uma avaliação sobre o status do uso do produto e ações de manutenção fornecidas, ou seja, existência de ID/modelo/série do produto e possibilidade de registro online do produto no sistema da empresa para suporte de manutenção. Este foi um tema julgado como não aplicável no caso de compras dos artigos têxteis que compõem o negócio da empresa analisada. Dessa forma este parâmetro não apresentou peso na nota final do indicador.

No caso do CECAC todas as questões se aplicam ao estudo de caso, o que é uma característica comum dentre os indicadores de dimensão meso, uma vez que tratam de temas abrangentes do negócio e dos inputs/outputs do sistema de produção como um todo. Além disso, por se tratar de um questionário que permite apenas respostas “sim”/“não” é um indicador mais fácil de se aplicar quando comparado ao CEIP, uma vez que não é necessário o exercício de buscar encaixar a realidade do estudo de caso às alternativas que o indicador oferece, e sim analisar o parâmetro levantado para decidir entre uma resposta positiva ou negativa.

5.4.5. Resultado das aplicações dos indicadores

5.4.5.1. Indicador CEIP

Como o CEIP tem sua análise embasada em um produto, considerou-se as *Ecobags* feitas de material reciclado, que são vendidas pela organização para tal análise. As *Ecobags* em geral podem ser utilizadas como bolsas ou sacolas, e substituem o uso de sacolas plásticas ou outras sacolas descartáveis no momento da compra de alimentos ou outros tipos de produtos. Elas são então uma alternativa sustentável em comparação ao uso de sacolas convencionais, uma vez que podem ser utilizadas múltiplas vezes, diminuindo a quantidade de resíduos destinados ao meio ambiente - que muitas vezes são descartados de forma incorreta - e evitando a sobrecarga de aterros sanitários.

Figura 9 - *Ecobags* da Empresa analisada, que podem ser feitas tanto de material reciclado, quanto de algodão orgânico



Fonte: Catálogo do estudo de caso (2019).

O tecido utilizado em aventais e *Ecobags* da empresa, são feitos de material 100% reciclado, sendo a matéria-prima um mix de algodão desfibrado (processo similar à reciclagem que permite o reaproveitamento do tecido após utilizado) e PET reciclado, dessa forma não há em sua composição materiais denominados tóxicos ao meio ambiente de acordo com a lista de químicos banidos em cradle-to-cradle e matérias-primas consideradas críticas pela Comissão Europeia (substâncias contidas nos Apêndices A e B), evitando assim a poluição do meio ambiente quando o produto chega ao fim de seu ciclo de vida e é descartado.

Além disso, também apresenta um menor impacto ambiental em sua produção por não haver o consumo de matéria-prima virgem, e por diminuir a quantidade de resíduo gerado no

mercado têxtil, uma vez que a fonte de sua matéria-prima são produtos usados e reciclados - que usualmente são descartados no fim do ciclo de vida. Entretanto, como o material das *Ecobags* já é um material reciclado, não é possível reciclar novamente o produto no final de sua vida útil, que apresenta uma estimativa de 12 anos, segundo a empresa - um período longo quando comparado aos outros produtos deste tipo.

A empresa analisada recebe produtos têxteis usados por meio de sua plataforma online, ou pelo contato direto com seus clientes. Recebem produtos, em sua maioria, de fabricação não própria, uma vez que o tempo de vida da empresa (6 anos) ainda é inferior ao tempo de vida útil de seus próprios produtos (aproximadamente 12 anos), dessa forma os mesmos ainda não atingiram o final de seu ciclo de vida desde que a empresa foi fundada. Ainda assim, estão abertos a receberem seus próprios produtos também.

Parte do material recolhido é destinado, por meio da organização, à empresas que realizam o desfibramento têxtil, transformando este tecido em matéria-prima que pode ser utilizada na cadeia de suprimentos da empresa analisada. Em situações nas quais os produtos ainda se encontram em boas condições, são doados à instituições para serem reutilizados.

Dessa forma, a empresa colabora com a logística reversa do tipo de produtos que comercializa, de terceiros ou próprios. Quanto aos produtos de fabricação própria, quando atingirem sua vida útil podem retornar à empresa e serem destinados à doação, caso estejam em bom estado, à reciclagem, no caso de produtos que não são feitos de material reciclado - o que não é o caso das *Ecobags* analisadas neste estudo -, ou destinados ao descarte correto.

Na Tabela 13 é apresentado o resultado da aplicação do questionário referente à este indicador, e a pontuação calculada para cada questão de acordo com parâmetros de cálculo do CEIP.

Tabela 13 - Aplicação do indicador CEIP ao produto *Ecobag* da empresa analisada (continua).

Questão	Resposta	Pontos	Observação
Design/Redesign			
Q1. O produto é feito de material reutilizado/reciclado?	100% Reciclado e 0% Reutilizado	10/20	Matéria-prima: 100% algodão reciclado com PET reciclado.
Q2. O produto é mais leve que versões anteriores?	Não	0/2	Não houve variação de peso e/ou densidade entre as versões do produto.
Q3. Existe lista completa de todos os materiais/substâncias que compõem o produto?	Sim	5/5	Não há material/substância da lista de químicos banidos em Cradle-to-cradle (C2C) e da lista de matérias-primas críticas da Comissão Europeia (de acordo com Apêndices A e B).
Fabricação			
Q4. Existe lista completa da energia utilizada na produção?	Sim	7/10	A produção da empresa conta com 71,7% de energia renovável.
Q5. Existe lista completa dos resíduos sólidos da produção?	Sim	11/15	90% dos resíduos sólidos gerados são reutilizados para confecção de outros produtos da marca (carteiras de tecido).
Comercialização			
Q6. Qual embalagem está sendo utilizada?	Embalagem reutilizada múltiplas vezes	4/5	Reutilização de caixas de papelão de mercados para vendas em grande quantidade.
Q7. Qual a vida útil do produto?	10 anos +	10/10	Vida útil de aproximadamente 12 anos (estimativa, já que empresa tem apenas 6 anos).
Q8. Existe opção de aluguel para o produto?	Não	0/15	-
Em uso			
Q9. O status de uso e a identificação do produto podem ser estabelecidos?	N/A	0/0	Não aplicável para o caso de comercialização de artigos têxteis.

Tabela 13 - Aplicação do indicador CEIP ao produto *Ecobag* da empresa analisada (conclusão).

Q10. O produto pode ser reparado?	O produto pode ser reparado com ferramentas padrão e manual de reparo on-line	5/5	Atendimento para reparo nos primeiros anos de uso em casos que o produto apresente algum defeito.
Q11. O produto pode ser reutilizado?	2 opções dentre as alternativas	4/10	Sim - o produtor tem plataforma online para receber artigos têxteis usados e pode destiná-los a instituições que realizam o reúso dos mesmos (ou ao descarte correto).
Q12. O produto ajuda a diminuir o descarte por meio de seu uso?	Uma alternativa a um produto geralmente consumível	5/5	<i>Ecobags</i> são uma alternativa às sacolas plásticas no momento de compras, já que permitem múltiplas vezes de utilização.
Fim de uso			
Q13. Qual esquema de logística reversa está disponível ao produto?	Esquema de devolução de qualquer produto desse tipo sem incentivo	12/15	A empresa recebe de volta artigos têxteis usados - de produção própria e de terceiros - porém não apresenta programas e divulgação de incentivo para os consumidores realizarem esta ação.
Q14. O produto é separado de outros produtos no final de sua vida útil?	É separado pelo vendedor, e mais de 25% retornam ao fabricante	10/10	Por meio da plataforma online do vendedor que permite o recebimento de produtos usados.
Q15. Os materiais do produto recuperado pós-uso são devolvidos à cadeia de suprimentos?	40% por Reúso e 40% por Reciclagem	10/10	Podem ser destinados à doação caso estejam em bom estado (reúso); destinados à empresas que realizam sua reciclagem caso o produto seja reciclável; ou destinados ao descarte correto quando as duas opções anteriores não forem viáveis.

Fonte: Cayzer *et al.* (2017).

Em geral, o indicador mostrou-se bem efetivo para avaliação da circularidade das *Ecobags* da empresa analisada já que cerca de 90% das questões se aplicavam ao caso estudado, com a exceção de apenas uma das questões. Há também determinadas alternativas que não condizem com a realidade do negócio analisado, apesar da questão se apresentar em linha com a análise. Foi o caso da Questão 10, que levanta o ponto da possibilidade de reparação do

produto, apresentando as seguintes alternativas: “Nenhum serviço de reparo ou substituição oferecido”, “Reparo oferecido pelo revendedor/fabricante, cobrado”, “Reparação nacional por empresas especializadas, cobrado”, “O produto pode ser reparado com ferramentas padrão e manual de reparo on-line” e “Garantia vitalícia ou aluguel”. Como, no caso analisado, as *Ecobags* podem receber reparo do vendedor se apresentarem algum defeito nos primeiros anos de uso, sendo um trabalho que não é cobrado, considerou-se a opção “O produto pode ser reparado com ferramentas padrão e manual de reparo on-line” para adequar a pontuação à realidade do negócio, uma vez que esta reparação não é cobrada mas ao mesmo tempo não ocorre a garantia vitalícia do produto.

O sistema de produção da empresa é composto por duas fábricas têxteis, uma delas utiliza energia elétrica vinda da rede convencional da cidade, e a outra utiliza grande parte de sua energia oriunda de fonte solar. Por meio do questionário, a representante da empresa informou que cerca de 40% da energia total da produção (levando em conta as duas fábricas) poderia ser considerada como energia renovável não proveniente do sistema convencional.

Dessa forma, para o cálculo do total de energia renovável presente na produção, considerou-se os 40% provenientes de fonte não-convencional e o percentual de energia renovável existente na matriz energética do estado de São Paulo que, de acordo com a Agência Paulista de Promoção de Investimentos e Competitividade (INVESTSP), equivale a 53,1%.

$$R\% = 40\% + (60\% \times 53,1\%) = 71,7\%$$

Podendo-se concluir que a energia renovável total presente no sistema é de $R = 71,7\%$.

No sistema de produção da empresa ocorre a reutilização das rebarbas, que são pequenos pedaços de tecido que sobram da confecção dos produtos. Estes pedaços são em grande maioria (cerca de 90% dos resíduos gerados) usados para a produção de carteiras de pano, também comercializadas pela empresa.

No caso da embalagem do produto, existem duas possibilidades: para produtos vendidos em unidade não há embalagem, para vendas de múltiplas unidades, a empresa reutiliza caixas de papelão comumente disponíveis em supermercados, ou compram caixas de papelão para comercializar os produtos. Dessa forma, para responder à Questão 6, considerou-se o melhor caso para vendas de várias unidades, que seria o reuso de embalagens.

Na Questão 11 do indicador, sobre a reutilização do produto, o indicador possibilita que sejam assinaladas de duas a todas alternativas apresentadas pelo mesmo, dessa forma, assinalou-se as alternativas referentes à afirmação de que o vendedor/produtor *apresenta uma*

plataforma online para recebimento de produtos usados - afirmativo, no caso da comunicação que a empresa faz pelo site - e que o mesmo dá suporte a *centros de reutilização desses produtos* - afirmativo pela empresa destinar produtos usados à doação, dependendo do estado.

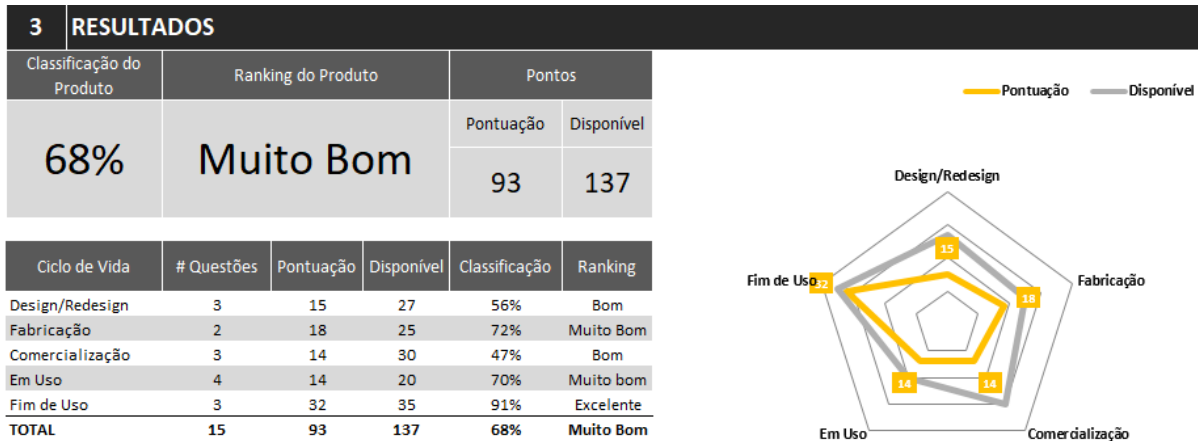
Dessa forma, é possível afirmar que há esquema de logística reversa do produto, porém, não é uma ação incentivada pelo vendedor ou por outros *stakeholders* - não há programas de incentivo ou uma comunicação direta com o consumidor para incentivá-lo, apenas um anúncio no site sobre a empresa realizar este tipo de serviço -, como mostra a Questão 13.

Assim, segundo a empresa, é possível considerar que mais de 25% do produto retorna ao fabricante no final do ciclo de vida, tendo em vista que neste caso o vendedor e o fabricante são a mesma organização, uma vez que a empresa se dispõe a coletar 100% de seus produtos usados - principalmente em um cenário futuro, quando os mesmos atingirem sua vida útil -, e ainda produtos de terceiros.

Quanto à Questão 15, foi considerado que o produto retorna à cadeia de suprimentos, após sua separação no final de seu ciclo de vida, em 40% por meio do reúso e 40% por meio da reciclagem. Foram definidos estes percentuais uma vez que parte do produto usado que a empresa coleta por meio da logística reversa, seja de produção própria ou de terceiros, é destinada ao reúso pela doação à *stakeholders* da empresa (instituições carentes). Parte deste produto coletado é destinado à reciclagem, quando é possível realizar este processo no tecido em questão, e o restante, se totalizando em aproximadamente 20%, o qual não é possível ser reutilizado - por não se apresentar em bom estado - e nem reciclado - pelas limitações da composição do produto -, é destinado ao descarte correto pela empresa.

O indicador gera um *dashboard* para uma análise ampla dos pontos levantados, apresentando a classificação geral do produto quanto à sua circularidade, além da classificação de cada setor analisado, como mostra a Figura 10.

Figura 10 - Pontuação e resultado da aplicação do indicador CEIP ao negócio da empresa analisada.



Fonte: Cayzer *et al.* (2017).

De acordo com os parâmetros trabalhados pelo indicador, a empresa se mostra acima da média (pontuação acima de 50%) quanto à circularidade de seu sistema, apresentando o resultado “Muito Bom” - resultado atingido para classificação do produto entre 60% e 75% em relação à pontuação máxima do questionário - e classificação de 68% sobre a pontuação total disponível pelo indicador.

Segundo a classificação de circularidade setorial do indicador, e o mapa comparativo ao lado, foi conferida classificação máxima - “Excelente” - ao setor de *Fim de Uso*, no qual a pontuação do estudo de caso foi a mais próxima em relação à pontuação total disponível (91% da pontuação disponível). Isso ocorre pois a empresa mostra-se responsável quanto aos produtos ao fim de ciclo de vida dos mesmos, tanto pelos próprios produtos quanto pelos produtos de terceiros, por meio do recebimento de produtos usados e destinação dos mesmos à reutilização, reciclagem ou descarte correto - mesmo que sem incentivo, como explicado anteriormente. Este setor não apresenta a nota percentual máxima por não haver incentivo por parte da empresa - ou por parte de outro *stakeholder* - para realização de logística reversa.

Os setores de *Fabricação* e *Em Uso* se apresentaram acima da média em relação aos parâmetros do indicador, apresentando a nota “Muito Bom” para performance circular, e pontuação de 72% e 70%, respectivamente. Dessa forma, no gráfico da Figura 10 se apresentam mais distantes da pontuação total disponível em comparação ao setor de *Fim de Uso*.

No caso de *Fabricação*, a pontuação se deve pela preocupação da empresa em utilizar em grande parte fontes de energias renováveis em sua produção, e pelo reaproveitamento de 90% dos resíduos gerados em sua própria cadeia produtiva. Este setor não apresentou nota máxima uma vez que a energia renovável não representa mais do que 75% da energia total

utilizada na produção, e por não haver 100% do reaproveitamento de resíduos gerados na produção. Porém, em resposta ao questionário aplicado à empresa eles nos informaram que aproveitam ao máximo estes resíduos, não sendo possível alcançar o reaproveitamento de 100% em sua totalidade.

O setor *Em Uso* obteve o resultado de 70% da pontuação disponível devido ao suporte de reparo ao produto que a empresa oferece nos primeiros anos de uso do mesmo - evitando assim que o produto tenha uma vida útil menor do que o previsto -; ao serviço de recebimento de produtos usados disponibilizado pela empresa analisada, com divulgação deste serviço em seu site corporativo e realização de apoio à instituições que realizam o reúso dos produtos por meio de doações; e pelo fato do produto analisado - *Ecobags* - ser uma alternativa mais sustentável quando comparada ao uso de sacolas plásticas ou outras sacolas descartáveis.

Este setor não apresentou nota máxima devido à Questão 11, uma vez que não é oferecido pela empresa por meio de plataforma online informações ao consumidor sobre como reutilizar o produto, além de não haver um teste de qualidade certificado para produtos usados. Este último ponto, por sua vez, não é aplicável à produtos têxteis assim como àqueles comercializados pela empresa, pois não é necessário realizar um teste de qualidade com este tipo de produto quando o mesmo chega ao final de sua vida útil, já que esta “avaliação” de qualidade é feita de maneira holística pelo usuário do produto e/ou fornecedor e/ou outro *stakeholder*.

Os piores setores, segundo a avaliação do indicador CEIP, foram de *Design/Redesign*, com pontuação de 56%, e *Comercialização*, com 47%, recebendo a nota “Bom”, que seria uma nota mediana/regular para os parâmetros analisados. Sendo assim, são os setores que mostram-se mais distantes da pontuação total disponível no gráfico da Figura 10.

Quanto ao primeiro, a pontuação foi penalizada principalmente pela empresa não apresentar uma “melhora” quanto à densidade do produto ao longo do tempo, não havendo variação no peso do produto desde que o mesmo entrou no mercado, logo, não havendo diminuição na quantidade de material e matéria-prima utilizada.

Além disso, as *Ecobags* analisadas também não têm em sua composição tecidos reutilizados, o que também compromete a nota final neste caso (já que foi apenas considerado material reciclado como matéria-prima, sendo que este material totaliza 100% do *input* na produção deste produto). O parâmetro melhor avaliado para este setor foi o referente ao levantamento de materiais e substâncias que compõe o produto, já que a empresa realiza este controle e não há a presença de componentes tóxicos segundo a lista de químicos banidos em *cradle-to-cradle* e matérias-primas consideradas críticas pela Comissão Europeia.

Quanto à *Comercialização*, a questão que mais influencia no resultado deste setor é a ausência de serviço de aluguel para o produto, uma das ferramentas mais eficazes quando se trata de Economia Circular, por disponibilizar ao cliente o serviço que o produto oferece e não o produto em si, permitindo a utilização do mesmo por um maior número de usuários e aumentando seu intervalo útil (tempo no qual está em uso), diminuindo assim a produção em massa do produto e seu descarte, o que diminui também os impactos ambientais relacionados ao ciclo de vida do produto.

O parâmetro referente à embalagem é bem avaliado neste setor (pontuação $\frac{4}{5}$), uma vez que a embalagem é reutilizada diversas vezes, por se tratar de uma caixa de papelão usada, disponibilizada por comércios. Para se obter nota máxima neste quesito seria necessário que o produto não apresentasse embalagem alguma, porém, no caso de vendas de grandes quantidades do produto esta alternativa não é viável. A vida útil do produto também é um ponto que influencia a nota deste setor, sendo uma questão que apresenta pontuação máxima (Questão 7), uma vez que a vida útil das *Ecobags*, de acordo com estimativa da empresa, é de aproximadamente 12 anos (alta, de acordo com a avaliação do indicador).

5.4.5.2. Indicador CECAC

Como o indicador CECAC analisa o negócio e o ciclo de produção e comercialização como um todo, não foi necessário selecionar um produto para seu estudo. Segue na Tabela 14 o resultado da aplicação do questionário à empresa analisada, a pontuação para cada questão ou bloco de questões, e observações que embasam a resposta de cada questão quando necessário.

Tabela 14 - Aplicação do indicador CECAC ao negócio e sistema de produção e comercialização da empresa analisada (continua).

#	Questão	Resp. (Pontos)	Observação
Estratégia e Governança			
1.	Estratégia		
1.1.	A estratégia corporativa ou de sustentabilidade faz referência explícita à economia circular ou conceitos relacionados, como economia de base biológica, de cradle-to-cradle, ciclo de materiais, desperdício zero e neutralidade de CO2 / energia / emissões?	SIM (1)	Cradle-to-cradle e ciclo de materiais.
1.2.	A empresa especifica por que a economia circular é importante para seus negócios?	SIM (1)	No site e em eventos fala sobre os impactos de iniciativas circulares no meio ambiente e na sociedade.
2.	Estratégia a longo prazo		
2.1.	A empresa tem uma visão de longo prazo para (pelo menos) 2025?	SIM (1)	-
2.2.	A empresa tem uma visão de longo prazo para (pelo menos) 2050?	SIM (1)	-
3.	Metas		
3.1.	A empresa estabeleceu metas SMART em sua ambição circular?	SIM (1)	-
3.2.	A empresa estabeleceu os seguintes objetivos relacionados à economia circular:		
3.2.1.	Porcentagem ou quantidade de resíduos reduzida no processo de produção?	SIM	Quando há resíduos, são reutilizados ou doados.
3.2.2.	Porcentagem ou quantidade de materiais/produtos usados que são reutilizados, reciclados, renováveis, de base biológica ou sustentável?	SIM	Existem linhas que utilizam algodão e PET reciclado em sua composição, e linhas que utilizam algodão orgânico.

Tabela 14 - Aplicação do indicador CECAC ao negócio e sistema de produção e comercialização da empresa analisada (continuação).

3.2.3	Porcentagem ou quantidade de produtos no final do ciclo de vida que são reutilizados, reciclados, recuperados, remanufaturados, reparados ou recondicionados?	SIM	-
3.2.4	Porcentagem ou quantidade de energia renovável?	SIM (2)	Duas fábricas operam para a produção da marca, uma utiliza energia convencional e a outra em grande parte energia solar. Cerca de 70% da energia total utilizada é renovável (de acordo com cálculo no indicador CEIP).
3.3.	Alguns desses objetivos circulares vão além da esfera direta de influência da empresa (por exemplo, eles também requerem cooperação com fornecedores)?	SIM (1)	Toda a matéria-prima apresenta uma base sustentável.
3.4.	O progresso em relação a essas metas circulares é claramente relatado e inclui uma declaração sobre se as metas foram ou não atingidas?	NÃO (0)	Os dados são recolhidos mas não há declaração.
4.	Prestação de contas		
4.1.	Está claro quem é responsável pela implementação da estratégia de sustentabilidade?	SIM (1)	Os dois sócios.
Implementação			
5.	Receita de produtos e serviços circulares		
5.1.	É claro que receita é gerada a partir de produtos e serviços circulares?	SIM (1)	A maioria dos produtos e serviços são considerados circulares.
5.2.	Os produtos e serviços circulares constituem mais de 5% da receita total da empresa?	SIM (1)	-
5.3.	A porcentagem acima aumentou no último ano?	SIM (1)	-
6.	Design do produto		
6.1.	A empresa realizou avaliações circulares/do ciclo de vida de alguns de seus produtos ou serviços existentes?	SIM (1)	De todos seus produtos têxteis, com foco nos inputs da produção.
6.2.	A empresa desenvolveu uma abordagem clara com o objetivo de:		
6.2.1	Substituição de materiais insustentáveis por materiais reutilizados/reciclados/renováveis/de base biológica/sustentável?	SIM	Já iniciaram o negócio com material sustentável.

Tabela 14 - Aplicação do indicador CECAC ao negócio e sistema de produção e comercialização da empresa analisada (continuação).

6.2.2	Redução de desperdícios na produção?	SIM	Reutilizam 90% do resíduo gerado.
6.2.3	Redução do desperdício no consumo (por exemplo, através da locação de produtos)?	NÃO	Não há serviço de locação do produto ou outra técnica de redução do desperdício no consumo.
6.2.4	Aumento da reutilização de materiais no final do ciclo de vida dos produtos?	NÃO	Realizar a reutilização sim, mas o aumento dela não.
6.2.5	Prolongamento da vida útil do produto?	SIM	-
6.2.6	Gerenciamento de ciclos de materiais ou garantia de mercadorias?	SIM	-
6.2.7	Manter os componentes do produto puros, impedindo a mistura com outras substâncias?	SIM	Não usam mescla de tecidos em seus produtos - dificulta a reciclagem.
6.2.8	Separar o ciclo técnico (de produtos montados) do ciclo biológico (de materiais)?	SIM (4)	O design dos produtos tem a preocupação de não utilizar componentes que agridam a natureza com seu descarte, evitando o uso de químicos/com consumo reduzido de água/sem mescla de tecidos; e a empresa se preocupa em reutilizar/descartar corretamente resíduos têxteis, evitando que entrem em contato com a natureza incorretamente.
6.3.	A empresa contribui ativamente para a reciclagem de materiais?	SIM (1)	Pelo tipo de matérias-primas utilizadas e por dar suporte à reciclagem de produtos no fim do ciclo de vida.

Tabela 14 - Aplicação do indicador CECAC ao negócio e sistema de produção e comercialização da empresa analisada (continuação).

7.	Suprimentos		
7.1.	A empresa formulou expectativas em relação ao desempenho circular de seus fornecedores?	SIM (1)	Analizou as etapas do ciclo de vida dos produtos que dependem do fornecedor para a escolha de um fornecedor com bom desempenho circular.
7.2.	A empresa estabeleceu um limite mínimo de conteúdo reutilizado / renovável / de base biológica para alguns produtos para se qualificar para compra?	NÃO (0)	Não há esse valor especificado.
Inovação			
8.	Modelos de negócios circulares (por exemplo, novas estruturas de propriedade, loops de produtos / materiais / serviços fechados, desperdício zero, reciclagem)		
8.1.	A empresa testou um ou mais modelos ou produtos de negócios circulares no ano passado e relata os resultados?	SIM (1)	-
8.2.	Todos os pilotos circulares têm um plano de implementação?	SIM (1)	-
8.3.	A empresa lançou um ou mais modelos de negócios circulares ou produtos nos últimos anos?	SIM (1)	Todos os modelos/produtos são considerados circulares, e houve lançamento de produto no ano.
9.	Orçamento para inovação		
9.1.	A empresa declara o orçamento disponível para a inovação sustentável?	SIM (1)	-
10.	Parcerias estratégicas		
10.1.	A empresa se envolve em uma ou mais parcerias da cadeia de suprimentos destinadas a realizar uma cadeia de suprimentos circular ou melhorar o desempenho circular de seus produtos?	SIM (1)	Todas.
10.2.	A empresa é membro de organizações que visam uma transição circular, como Circle Economy, MVO Nederland (Iniciativa Circular Economy), De Groene Zaak, Dutch Sustainable Growth Coalition e Ellen MacArthur Foundation?	SIM (1)	Ex: <i>Bem te vi</i> e <i>Gerando Falcões</i> .
10.3.	A empresa descreve seu nível de participação em suas parcerias de economia circular mais importantes no ano passado?	SIM (1)	Parcerias são divulgadas no website da empresa.

Tabela 14 - Aplicação do indicador CECAC ao negócio e sistema de produção e comercialização da empresa analisada (conclusão).

10.4.	Está explorando possibilidades de usar o fluxo de resíduos de outras empresas como insumo para seus próprios processos de produção ou redirecionar seus resíduos para os processos de produção de outras empresas?	SIM (1)	Já faz isso pelo uso de algodão e PET reciclado.
Comunicação e Envolvimento			
11.	Clientes		
11.1.	Os clientes estão envolvidos ativamente em tópicos de economia circular por meio de mídia interativa (por exemplo, aplicativos, plataformas de discussão on-line ou eventos)?	SIM (1)	Principalmente por meio de eventos.
12.	<i>Stakeholders</i>		
12.1.	A empresa se envolveu com <i>stakeholders</i> externos na economia circular no ano passado (em um diálogo com <i>stakeholders</i>)?	SIM (1)	Doação de retalhos para cooperativa de mulheres ex-detentas.
12.2.	A empresa se envolveu com <i>stakeholders</i> internos (funcionários) em economia circular no ano passado (por exemplo, em um diálogo com as <i>stakeholders</i> ou treinamento)?	SIM (1)	Confecção de máscaras utilizando retalhos com o time interno.
13.	Fomento à conscientização		
13.1	Informações gerais sobre a importância da economia circular estão disponíveis no site corporativo?	SIM (1)	A importância de conceitos como cradle-to-cradle; não utilização de componentes agressivos ao meio ambiente em seus produtos; destinação correta de tecidos utilizados; etc.
13.2	Informações específicas da empresa sobre o desempenho circular de alguns produtos ou serviços estão disponíveis no site corporativo?	SIM (1)	-
13.3	A empresa compartilha experiências/desafios/lições aprendidas com o trabalho em economia circular?	SIM (1)	Por meio de eventos.

Fonte: VBDO (2015).

Por meio do questionário referente ao indicador meso selecionado foi possível notar que o negócio da empresa, assim como a dinâmica dos inputs e outputs de sua produção, bem como sua relação com os temas de ciclo de vida de produto e com seus *stakeholders* internos e externos evidencia a consciência da organização quanto à responsabilidade ambiental e social, e consequentemente, quanto aos conceitos de Economia Circular.

A empresa faz menção e salienta a importância de conceitos da Economia Circular em seu site - como mostra a Figura 11 - e em eventos ou canais de comunicação. Conceitos como *Cradle-to-Cradle*, utilização de material reciclado ou orgânico como matéria-prima, destinação de produtos usados à reciclagem ou ao reúso, não utilização de componentes tóxicos nos produtos - como determinadas pigmentações que são utilizadas em tecidos convencionais -, e iniciativas relacionadas à responsabilidade social, são exemplos deste engajamento.

Dessa forma, grande parte da pontuação do indicador se deu pela empresa mostrar-se engajada no assunto tanto no âmbito de seus *stakeholders* internos (equipe) quanto externos (clientes, fornecedores, instituições parceiras, etc.), demonstrando preocupação com os impactos ambientais e sociais que seu negócio gera.

Figura 11 - Página do site da empresa analisada sobre a matéria-prima utilizada em sua produção

Máscaras COVID-19 ▾ Sobre a PanoSocial ▾ Camisetas sustentáveis ▾ produtos ecológicos ▾ orçamentos

Loja

MATÉRIA-PRIMA ECOLÓGICA

Nossa principal matéria-prima:
100% algodão orgânico.

Seguindo o conceito do “**cradle to cradle**” utilizamos principalmente 100% Algodão Orgânico. Sem mescla de tecidos.

Boicotamos o uso de algodão comum e PET, este ultimo muitas vezes nem é reciclado e também solta polímeros na água em cada lavagem.

Outras composições têxteis:

Algodão desfibrado/reciclado com PET Reciclado (para EcoBags e ToteBags)

Estas opções de composição têxtil são de empresas que produzem tecido à partir de ‘desfibramento têxtil’ segundo Programa de Reciclagem de Resíduos Sólidos Industriais. Diminuindo assim a carga de resíduos descartados no meio ambiente. O que era “lixo” vira uma nova matéria-prima. Tecidos feitos sem necessidade de uso d’água, adição de tintas ou corantes e livres de processos químicos.

Fonte: *Website* da empresa analisada (2020).

Dessa forma, a empresa é membro de organizações diretamente ligadas a impacto socioambiental, como a *Bem Te Vi*, um negócio de impacto social que capta fundos para investimentos financeiros em empresas que apresentam impacto social e ambiental positivo, que é o caso da empresa. Também é membro da rede *Gerando Falcões*, que tem como objetivo

a qualificação profissional de jovens e adultos e a consequente geração de renda à famílias de periferias e favelas em São Paulo, com foco em pessoas egressas do sistema penitenciário - questão que também é o foco nas iniciativas de responsabilidade social da empresa analisada.

As parcerias que a organização estabelece também contam com empresas que trabalham questões sociais e/ou ambientais, como as ONGs que trabalham com a causa ambiental *Greenpeace* e *WWF*, a organização *Sustainable Brands*, que fomenta iniciativas sustentáveis no mercado e comércio de marcas, a *Virada Sustentável*, um evento que ocorre em diversas cidades do Brasil para incentivar práticas e culturas sustentáveis, entre outros.

Além disso, a empresa também mostrou-se engajada aos conceitos de circularidade para objetivos futuros, tendo planos e metas claras sobre o assunto para os próximos anos. Apresenta também objetivos claros para os dias de hoje quanto ao uso de matérias-primas não virgens, a reutilização de material ao fim do ciclo de vida, a redução do desperdício e resíduos na produção, ao uso de energia renovável, ao prolongamento de vida útil do produto, entre outros.

A empresa realizou também avaliações do ciclo de vida de todos os produtos de seu portfólio. Para produtos que podem ser reciclados, como aqueles provenientes de algodão orgânico, há a preocupação no momento de design em não utilizar mescla de tecidos ou componentes tóxicos, de forma a manter o material puro e facilitar o processo de reciclagem ao final do ciclo de vida, assim como considerar inputs mais limpos em seu sistema de produção, como tecidos feitos de algodão orgânico que, como salienta a empresa, consome 90% menos água em sua produção do que tecidos feitos de algodão convencional. Também é parte de sua matéria-prima, como analisado no indicador CEIP, tecidos feitos que material reciclado.

A receita gerada pela empresa é diretamente relacionada à produtos e modelos circulares, uma vez que todos os modelos e produtos estão relacionados à Economia Circular, sendo assim, qualquer produto e modelo novo testado e/ou lançado também são considerados circulares.

Com a aplicação do questionário foi possível também pontuar algumas oportunidades em relação a iniciativas que a empresa ainda não trabalha, como declarar o atingimento de suas metas circulares, o que não é realizado ainda devido à falta de mão de obra na equipe, apesar de existir o levantamento sobre estes resultados, porém sem declaração ao público.

Como analisado também pelo indicador CEIP, a empresa não trabalha com aluguel de produtos ou outras formas de se diminuir o desperdício no momento de consumo de seus produtos e, além disso, não almeja aumentar o nível de reutilização de material no fim do ciclo de vida e nem define um limite mínimo em relação às características sustentáveis de um material para qualificar sua compra do fornecedor.

De acordo com os dados imputados no indicador, foi possível calcular o percentual de circularidade que a organização apresenta, segundo os parâmetros considerados e o peso de cada setor analisado, como explicado anteriormente na seção **7. Indicadores selecionados para o estudo de caso**. Dessa forma, tem-se o cálculo do resultado (C):

$$C = \frac{(0,3 \times 9) + (0,3 \times 10) + (0,2 \times 8) + (0,2 \times 6)}{9,1} \times 100 = 93,4\%$$

A organização analisada apresentou uma nota bem elevada na aplicação do indicador CECAC, tendo uma pontuação próxima à pontuação máxima de 100%, de acordo com os parâmetros considerados. Os setores de *Inovação* e de *Comunicação e Envolvimento* apresentaram nota máxima (100%) quando aplicados ao estudo de caso. Já os setores de *Estratégia e Governança* e de *Implementação* apresentaram nota de, respectivamente, 90% e 90,9%.

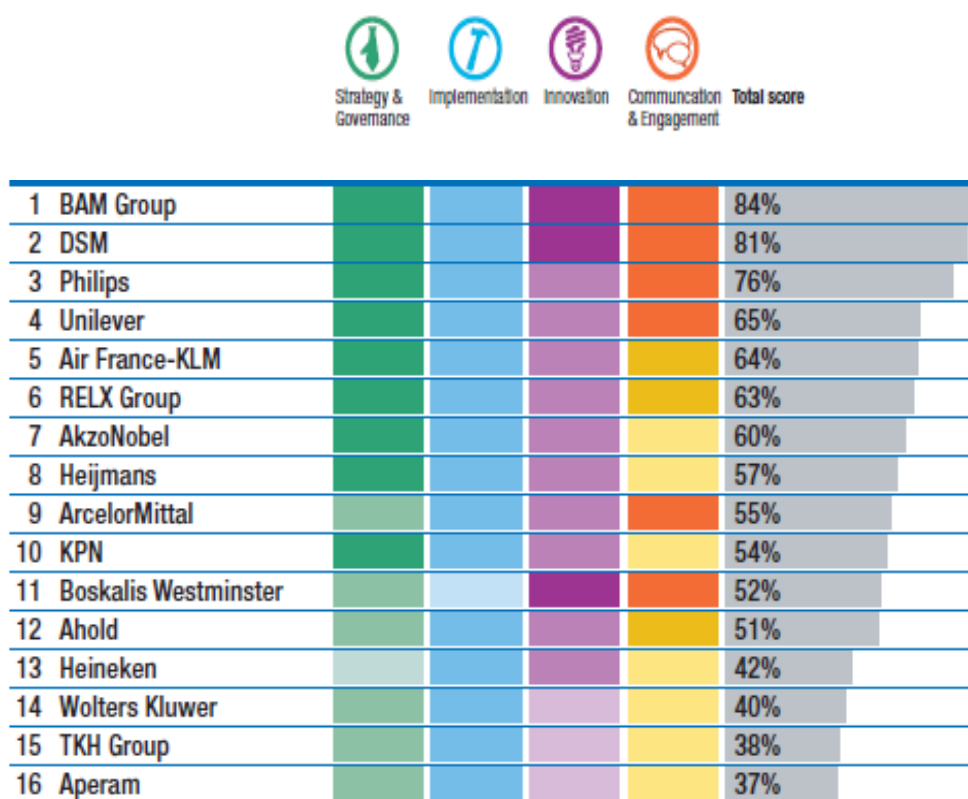
O pior setor avaliado, *Estratégia e Governança*, não apresentou nota máxima devido à ausência de relato elaborado pela empresa que declare o atingimento ou não das metas circulares. A empresa realiza o levantamento desta avaliação de metas, porém não há divulgação aos *stakeholders* e público.

Já o setor de *Implementação* não atingiu a nota máxima para o estudo de caso pela empresa não apresentar iniciativas voltadas à diminuição do desperdício no momento de consumo de seus produtos, como a disponibilização do serviço de aluguel de produtos, assim como explicado na análise do indicador CEIP; pela empresa não apresentar metas e ambições que visem o aumento do nível de reutilização de material no fim de ciclo de vida, por exemplo por meio do uso de maior quantidade de matérias-primas provenientes do reaproveitamento de materiais, ou um maior número de iniciativas voltadas à reutilização dos produtos colocados no mercado (atualmente a iniciativa existente é o recebimento que a empresa faz de produtos usados por meio de sua plataforma online, e posterior destinação correta, com priorização do reúso, e em segundo plano reciclagem seguido de descarte correto); e, por fim, pela empresa não definir um limite mínimo de características circulares para qualificar seus fornecedores, como a quantidade de energia renovável utilizada pelos mesmos, ou quantidade de resíduos e nível de reaproveitamento de material que os fornecedores apresentam em seu sistema de produção, entre outras iniciativas.

5.4.6. Comparação dos resultados com outros estudos de caso (CECAC)

Em estudo feito no final de 2015 pela VBDO, Associação Holandesa de Investidores para o Desenvolvimento Sustentável, a qual desenvolveu o indicador em questão, é divulgada a aplicação do indicador CECAC em 52 empresas holandesas, a maioria de grande porte e de segmentos variados - nomes como Philips, Unilever, Heineken e Shell foram considerados neste levantamento. Conforme a Figura 12, o estudo apresentou como resultado que, na média, as empresas analisadas apresentaram uma pontuação de 28% para este indicador, sendo que apenas 23% das empresas apresentou nota igual ou maior que 50%, e 3 das empresas apresentaram nota igual ou maior que 75%, sendo a pontuação máxima atingida de 84%.

Figura 12 - *Ranking* de empresas holandesas referente ao indicador CECAC e cada um dos parâmetros analisados



16	Arcadis					37%
18	Telegraaf Media Groep					36%
19	Wessanen					31%
19	Shell					31%
21	Corbion					30%
22	Beter Bed					27%
23	Kendrion					26%
23	ASML					26%
25	Ballast Nedam					24%
26	BE Semiconductor Ind.					22%
27	Gemalto					20%
27	Nutreco					20%
27	Ten Cate					20%
30	Airbus Group					19%
31	Wereldhave					18%
32	Crown van Gelder					17%
33	Aalberts Industries					16%
33	PostNL					16%
33	Accell Group					16%
36	Sligro					13%
36	SBM Offshore					13%
38	ASM International					11%
39	Grontmij					9%
40	AMG					8%
40	Acomo					8%
42	TNT Express					6%
43	Eurocommercial Properties					5%
43	Holland Colours					5%
43	Nedap					5%
46	NSI					3%
47	Fugro					0%
47	Macintosh Retail Group					0%
47	OCI Nitrogen					0%
47	Ordina					0%
47	Vastned					0%
47	Vopak					0%

Legenda:

	0-3 points		0-3 points		0-2 points		0-2 points
	4-7 points		4-7 points		3-5 points		3-4 points
	8-10 points		8-11 points		6-8 points		5-6 points

Fonte: VBDO (2015).

Salvas as diferenças de porte entre a empresa analisada (pequeno porte) e as empresas analisadas neste estudo (já que esta característica não seria uma limitação, uma vez que não há este tipo de restrição nos estudos da VBDO), a primeira se mostra acima da média em relação

ao engajamento com a Economia Circular hoje em comparação às empresas holandesas no ano de 2015.

Importante considerar neste caso que houve uma evolução das empresas em todo o mundo, e principalmente na Europa, em relação ao tema de Economia Circular desde 2015 (o que fica claro pelo aumento de iniciativas circulares divulgadas pelas empresas na mídia nos últimos 5 anos, e pelo crescente engajamento que empresas têm apresentado sobre o tema, em destaque à Agenda 2030 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU¹, apresentada em 2015 e acatada por diversas organizações), logo, é provável que hoje as empresas analisadas no estudo apresentem pontuações melhores. Por outro lado, é necessário considerar também que a Holanda sempre se mostrou à frente do Brasil quando se trata de iniciativas circulares (GONZALES, 2018).

Dessa forma, é possível considerar o estudo de caso como *benchmark* no âmbito da Economia Circular no Brasil para uma perspectiva de indicador meso, podendo seu negócio servir como exemplo e parâmetro para demais empresas que desejam se desenvolver quanto à circularidade de seus sistemas.

Para o caso do CEIP não foi possível localizar em bibliografia a aplicação do indicador em estudos de casos passíveis de servirem como comparativos para os resultados atingidos pela empresa analisada, dessa forma, não se pode concluir que a organização pode ser considerada como *benchmark* de circularidade para o nível micro também, sendo possível apenas considerar que a mesma apresenta uma performance muito boa (e acima da média) quanto aos conceitos de Economia Circular pela perspectiva micro, de acordo com os resultados atingidos para o CEIP pelo estudo de caso.

1. De acordo com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (ipea): é um Plano da Organização das Nações Unidas (ONU) com 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável para 2030, para governos, agentes públicos e privados, meio acadêmico e sociedade civil, com o intuito de promover a paz universal, erradicar a pobreza, preservar o meio ambiente e promover vida digna a todos.

5.4.7. Comparação dos resultados dos indicadores (CEIP e CECAC)

Os resultados da *performance* da empresa analisada quanto aos conceitos de Economia Circular para os indicadores CEIP e CECAC apresentaram significativa diferença de 25 pontos entre a pontuação do resultado de cada indicador, uma vez que os parâmetros utilizados por cada um trabalham, no geral, temáticas diferentes (apesar de trabalharem alguns temas em comum) sob uma perspectiva diferente, além do objeto de análise de cada indicador ser distinto do outro, para o caso do CEIP consiste em um produto em específico, e para o CECAC consiste no negócio e estratégia da organização como um todo.

O tema em comum que é trabalhado por ambos os indicadores sob uma mesma lógica, salvo as diferenças entre as dimensões micro e meso, é a existência de serviço de aluguel de produtos oferecido pela empresa para os clientes, sendo um ponto de melhoria apontado em ambos os indicadores. No caso do CECAC, a ausência deste serviço na organização impacta aproximadamente 3% da nota final do indicador, enquanto que no CEIP impacta 11%, o que potencializa a diferença de pontuação entre os indicadores.

Além disso, existem diversos temas que são trabalhados por ambos os indicadores mas a forma de abordagem dos mesmos e o número de perguntas em cada um dos questionários culmina para a diferença entre as pontuações dos indicadores. É o caso dos seguintes temas: redução de resíduos em produção; quantidade de matérias-primas proveniente de fontes reaproveitadas (por meio de reúso, reciclagem, entre outros) ou sustentáveis; quantidade de produtos da organização no fim do ciclo de vida que são reaproveitados; quantidade de energia renovável; redução de desperdício em produção; prolongamento da vida útil.

Enquanto o CECAC busca entender se existem objetivos para atender a melhoria destes pontos diante dos conceitos de Economia Circular, o CEIP mensura cada ponto diante destes conceitos, como por exemplo, levanta o percentual de energia renovável que é utilizada, ou o percentual de resíduos da produção que podem ser reaproveitados. Com isso, para todas as respostas positivas e pontos acumulados que o primeiro apresenta sobre estes temas, a pontuação do CEIP é comprometida pela mensuração que é feita para cada ponto, não apresentando pontuação máxima para a maioria dos tópicos relacionados aos temas citados. Isso, atrelado ao menor número de tópicos abordados pelo CEIP, faz com que as respostas do questionário do indicador tenham um maior impacto negativo na nota quando comparado ao CECAC.

Além disso, o indicador CECAC trabalha com diversos temas de dimensão meso, não trabalhados pelo CEIP, que suportam uma pontuação mais elevada uma vez que são pontos

fortes da empresa analisada, como a influência da Economia Circular na estratégia do negócio da organização, o que faz também com que as metas a longo prazo da empresa estejam engajadas com o tema.

Essa proximidade do negócio e da cultura da organização com o tema também faz com que existam responsáveis pelas iniciativas sustentáveis na empresa, com que exista um levantamento claro e positivo sobre a receita de produtos/serviços circulares bem como sobre a inovação para estes produtos/serviços, seu orçamento e parcerias estratégicas no âmbito da Economia Circular. Outro tema de dimensão meso que também impacta positivamente a pontuação do indicador para a empresa é a comunicação da mesma com clientes, *stakeholders* e sociedade sobre conceitos circulares.

Dessa forma, a empresa foi melhor avaliada pela análise do CECAC, o que nos mostra que, de um ponto de vista de parâmetros meso, levando em conta uma visão ampla sobre a estratégia e o negócio da empresa, suas metas e objetivos, sua estratégia financeira e de inovação, sua relação com *stakeholders* internos e externos e sua comunicação corporativa, a empresa apresenta uma ótima performance quanto aos conceitos de Economia Circular. Porém, segundo uma abordagem micro, de análise de um dos produtos de seu portfólio, é possível detectar um maior número de pontos de melhoria, principalmente devido aos temas abordados e ao caráter mais detalhista e quantitativo dos mesmos pelo indicador CEIP.

5.4.8. Eficiência dos indicadores CEIP e CECAC para a realidade da empresa analisada

A eficiência da aplicação dos indicadores selecionados para mensuração da performance da empresa analisada quanto aos conceitos de Economia Circular, em relação às temáticas consideradas por ambos os indicadores, foi alta.

Tanto o CECAC quanto o CEIP trabalham um elevado número de temas em seus parâmetros, sendo que o primeiro trabalha com 52% das variáveis consideradas para dimensão meso (Tabela 8), enquanto a média dos indicadores meso quanto ao número de variáveis trabalhadas pelos mesmos é de 30%, e o CEIP trabalha com 58% das variáveis consideradas em sua dimensão (Tabela 5), sendo a média do número de variáveis trabalhadas pelos indicadores micro 27%. Além disso, o CECAC considera em seus parâmetros 70% dos temas desejados em se analisar no estudo de caso na dimensão meso, e o CEIP 82% dos temas na dimensão micro.

Dessa forma, entende-se que ambos os indicadores apresentam uma ampla abordagem de temas, em cada uma das dimensões, trabalhando grande parte dos temas considerados “chave” para o estudo de caso em questão, logo, mostram uma alta eficiência de suas aplicações na empresa analisada quanto às temáticas consideradas.

Quanto à forma de abordagem dos temas, notou-se que o indicador CECAC tem um caráter generalista quanto às respostas que podem ser imputadas ao mesmo, devido à lógica de respostas “sim/não” que não contemplam um espectro de possibilidades, além de realizar grande parte de seu levantamento pautado em objetivos, metas e intenções do negócio e da estratégia da organização, apresentando pouca análise sobre a mensuração do que a organização faz quanto às iniciativas circulares, como por exemplo, quantidade de material reaproveitado no ciclo, quantidade de matéria-prima de base sustentável, etc.

Como a grande maioria das respostas na aplicação deste indicador foram positivas, caso o CECAC levasse em conta os pontos de consideração de espectros nas respostas e perguntas que buscassem mensurar de forma mais clara as iniciativas da organização hoje, isso faria provavelmente com que a pontuação final do indicador fosse menor, estando assim mais próxima da realidade da empresa.

Esta modificação na forma de abordagem dos temas no CECAC também faria com que algumas questões que tiveram resposta negativa apresentassem uma maior pontuação no indicador, com respostas pautadas em um maior espectro de alternativas, porém, entende-se que isso seria passível de ocorrer em um menor número de questões para aquelas que obtiveram “não” como resposta - como a Questão 3.4, sobre o progresso das metas circulares e seus relatos e declarações, a Questão 6.2.4 sobre materiais no fim de ciclo de vida que são reutilizados e a Questão 7.2 sobre as características circulares dos insumos obtidos pelos fornecedores - em relação àquelas que obtiveram “sim” como resposta - como as questões relacionadas à redução de resíduos em produção, aspectos circulares das matérias-primas, quantidade de produtos no fim do ciclo de vida que são reaproveitados, quantidade de energia renovável, redução de desperdício em produção e prolongamento da vida útil. Com isso, conclui-se que a pontuação mais próxima da realidade para este indicador seria menor do que o resultado de 93,4% obtido.

Quanto à abordagem de temas no CEIP, o indicador apresenta certo espectro em suas alternativas, porém a abrangência de espectros ainda é um pouco reduzida, e em determinados casos não é aplicável para qualquer ramo de produto analisado, havendo certas dificuldades na aplicação do indicador para o caso da empresa analisada.

Como por exemplo, a Questão 7 poderia apresentar um espectro maior quanto ao tempo de vida útil do produto, a Questão 9 poderia ser desenvolvida de uma forma que fosse aplicável

à todos os ramos de produto (para o estudo de caso foi assinalada como “Não aplicável”), a Questão 10, sobre a possibilidade de reparação, e a Questão 11, sobre possibilidades de reuso do produto, poderiam apresentar espectros passíveis de serem relacionados a todos os ramos de produtos, além da Questão 14 que poderia apresentar um maior espectro sobre a quantidade de produtos que conseguem ser separados de outros ao fim da vida útil.

Com isso, como o CEIP apresenta um número de questões reduzido, isso poderia fazer com que as respostas de cada questão muitas vezes não estejam próximas da realidade da organização analisada, e ainda tenham um peso significativo na nota final do indicador. Mesmo assim, no caso da organização analisada, foi possível assinalar alternativas em que a pontuação do tema analisado estivesse bem próxima da realidade, mesmo que a descrição das alternativas em si não estivesse alinhada com o ramo do produto analisado ou que o espectro fornecido para as alternativas não correspondesse exatamente com a realidade da empresa. Além disso, as questões nas quais foi possível imputar um percentual quantitativo favorecem muito para um resultado bem próximo da realidade.

Dessa forma, acredita-se que o resultado do indicador CEIP de 68% para o estudo de caso, referente à análise do produto *Ecobag*, mostra-se mais próximo da realidade do que o resultado do indicador CECAC, relativo à análise do negócio e estratégia da organização como um todo, e que, mesmo com os pontos de melhoria relacionados à aplicação do CEIP, o mesmo reflete de forma realista a performance da organização quanto aos conceitos de Economia Circular na dimensão micro, enquanto o resultado do CECAC superestima esta performance em sua análise de dimensão meso.

5.5. PLANO DE AÇÕES PARA EMPRESA ANALISADA DE ACORDO COM RESULTADOS OBTIDOS

Com a aplicação dos dois indicadores, e considerando as dimensões micro e meso de ambos, elaborou-se um Plano de Ações que englobou os pontos de melhoria tanto na esfera de produto, no caso do CEIP, quanto na esfera de negócio, produção e comercialização como um todo, no caso do CECAC.

Segue, na Tabela 15, o Plano de Ações consolidado para os pontos de melhoria do estudo de caso analisado quanto aos conceitos de Economia Circular.

Tabela 15 - Plano de Ações referente aos parâmetros trabalhados pelos indicadores CEIP e CECAC que apresentam oportunidade de melhoria.

Indicador analisado	Ponto de melhoria	Plano de Ação
CEIP	Ausência de incentivo por parte da empresa, ou outros <i>stakeholders</i> , para estimular a logística reversa das <i>Ecobags</i> .	Programa de crédito para compensar os usuários que retornarem produtos têxteis usados à empresa.
CEIP	Apresentar menos de 75% de energia renovável na produção das <i>Ecobags</i> (apresenta 71%).	Realizar o uso de pelo menos 5,2% a mais de energia renovável na fábrica que inicialmente só utiliza energia convencional.
CEIP	Não é oferecido pela empresa por meio de plataforma online informações ao consumidor sobre como reutilizar as <i>Ecobags</i> .	Disponibilizar na plataforma online tutoriais DIY (“ <i>Do It Yourself</i> ”, do inglês, “Faça Você Mesmo”) sobre como reutilizar os tecidos de artigos têxteis usados.
CEIP	Não apresentar uma “melhora” quanto à densidade das <i>Ecobags</i> ao longo do tempo - o produto não apresentou diminuição de seu peso ao longo do tempo.	Analisar junto aos fornecedores se é viável produzir <i>Ecobags</i> com menos material.
CEIP	As <i>Ecobags</i> não apresentam em sua composição tecidos reutilizados - apenas reciclados.	Realizar o reúso de tecidos como matéria-prima nas <i>Ecobags</i> .
CEIP e CECAC	Ausência de serviço de aluguel para os produtos.	Incluir serviço de aluguel no negócio da empresa.
CECAC	Ausência de relato elaborado pela empresa que declare o atingimento ou não das metas circulares.	Criar uma cadeira na equipe responsável por essa tarefa e pela gestão ambiental do negócio.
CECAC	A empresa não almeja aumentar o nível de reutilização de material no fim do ciclo de vida.	Enfatizar cultura de meio ambiente e sustentabilidade na empresa com a criação de uma cadeira no time voltada para esta área.
CECAC	A empresa não define um limite mínimo em relação às características sustentáveis de um material para qualificar sua compra do fornecedor.	Definição pelo novo setor de meio ambiente e divulgação aos <i>stakeholders</i> .

Fonte: A autora (2020).

Como foi analisado pelo indicador CEIP, existe um fluxo de logística reversa, tanto para as *Ecobags* quanto para os demais produtos têxteis da empresa, porém não há forma de incentivo para que o consumidor destine os produtos no fim do ciclo de vida de volta à empresa. Dessa forma, propõe-se que a organização desenvolva um esquema de crédito, para beneficiar

os indivíduos que realizem esta logística. A cada produto destinado de volta à empresa o consumidor poderá acumular créditos que fornecerão descontos nas compras de itens da marca.

Com isso, a empresa receberia mais produtos usados, podendo realizar parcerias estratégicas ao seu negócio: como estaria contribuindo para a arrecadação de matéria-prima às empresas que realizam desfibramento têxtil, por meio do oferecimento de tecidos usados à estas empresas, o fornecimento de tecido desfibrado das mesmas empresas à empresa analisada poderia ser realizado com um maior desconto de preço.

Além disso, para que esta seja uma manobra ainda mais rentável à organização, a dinâmica de crédito pode estar ligada ao desconto em itens da loja feitos de resíduos da própria produção (que é o caso das carteiras feitas de tecido), considerando que estes seriam itens com custos de produção (matéria-prima) menores à empresa.

Conforme a resposta da empresa ao questionário aplicado, a produção das *Ecobags* e dos demais produtos consiste no uso de duas fábricas, uma delas utiliza praticamente em sua totalidade energia renovável, e a outra, energia convencional (parte renovável, parte não). Com isso, para se potencializar o uso de energia renovável no geral, a saída seria em investir neste tipo de energia na fábrica que faz uso de energia convencional. Neste caso, não seria necessário que 100% da energia desta fábrica fosse de fonte renovável (o que seria o cenário ideal em termos ambientais), uma vez que para a melhora deste parâmetro o percentual total de energia renovável precisaria atingir, no mínimo, 75%. Seria o suficiente, então, que esta fábrica passasse a utilizar apenas 5,2% a mais de energia renovável para atingir este valor.

Recomenda-se, neste caso, que o tipo de energia a ser instalado seja energia solar, uma vez que a outra fábrica que opera para a organização já apresenta a expertise deste tipo de energia por utilizá-la, e seria a opção mais viável dentre as energias renováveis apresentadas pelo CEIP: para a energia eólica é necessário um determinado regime de ventos que não é típico da cidade de São Paulo, para a energia de biomassa seria necessário que a empresa apresentasse este material para a queima e geração de energia, e energias como aquelas provenientes de hidrelétrica ou geotérmica apresentam complexidade e dimensões de operações muito elevadas, não sendo viáveis para um contexto de geração de energia local.

Para fomentar a prática de reutilização de *Ecobags* e demais produtos têxteis que atingiram o fim do ciclo de vida, é proposto que a empresa forneça em sua plataforma online tutoriais sobre como reutilizar tecidos usados pela dinâmica de “Faça você mesmo” (DIY), ou seja, que as pessoas consigam realizar este trabalho sozinhas em casa. É possível que a empresa desenvolva os tutoriais sozinha ou por meio de parcerias com influenciadores digitais da área, que já são uma presença marcante no assunto e tem conhecimento para isso. É recomendado

que essa atividade seja realizada em forma de vídeo para ser uma interação mais dinâmica com o público. Dessa forma, seria possível reutilizar os tecidos para confecção de bolsas, carteiras, itens de decoração, entre outros.

Quanto à questão da densidade das *Ecobags*, que é um parâmetro que não apresentou mudanças ao longo do tempo, propõe-se que a empresa analise, junto aos fornecedores de tecido desfibrado, alternativas de produção de um tecido mais fino, ou que a empresa busque outros fornecedores que apresentem um percentual de matéria menor daquele utilizado em seus produtos. Neste caso, é necessária uma avaliação de qualidade por parte da organização quanto à utilização de um tecido mais fino. Esta avaliação pode ocorrer com *stakeholders* internos ou com externos (consumidores), que seria o cenário ideal.

Outra questão a ser trabalhada no plano de ação seria a utilização de tecidos usados como matéria-prima das *Ecobags*, uma vez que este produto é proveniente de fonte reciclada, porém não reutilizada. Isso pode ser feito por meio do uso desses tecidos para confecção de bolsos internos ou externos na bolsa, ou para a construção de artes e estampas na mesma.

A ausência de serviço de aluguel foi um ponto sinalizado por ambos os indicadores, e é uma prática muito fomentada pelos conceitos de Economia Circular, em especial pela Ecologia Industrial. Com a prática de “produto como serviço” (PSS), a empresa venderia o uso de seus produtos têxteis, por meio do aluguel, e não os produtos em si. Propõe-se então que a Empresa realize este tipo de iniciativa, ao menos para produtos que a utilidade esteja alinhada ao conceito de PSS. No caso das *Ecobags*, por exemplo, é possível disponibilizá-las como serviço em locais propícios para seu uso, como supermercados, mercados e shoppings. Permitindo que os usuários possam alugar as bolsas no momento da compra por um valor muito reduzido, evitando o uso de sacolas descartáveis e não sendo necessário investir um valor mais alto na compra de *Ecobags*, e devolverem ao mesmo local ou em pontos de aluguel espalhados por estabelecimentos.

Seria possível estabelecer o mesmo serviço para produtos como aventais e uniformes, por serem produtos corporativos (e não pessoais/individuais) que podem vir a ser utilizados múltiplas vezes por diferentes clientes caso não haja a impressão de logo ou marca na estampa, ou seja possível retirar características impressas específicas dos clientes, e neste caso não havendo pontos de aluguel em estabelecimentos mas sim a realização de aluguel direto com a empresa.

Com a aplicação de ambos os indicadores ficou claro a responsabilidade ambiental que a organização apresenta frente ao seu negócio e ao seu sistema de produção e comercialização. Dessa forma, para potencializar ainda mais essa cultura da empresa, organizar e poder transmitir

de forma ainda mais completa as iniciativas ligadas à sustentabilidade realizadas, considerou-se no plano de ação para o estudo de caso também a criação de uma cadeira dentro da equipe para trabalhar questões especificamente voltadas ao meio ambiente.

Esta pessoa seria responsável por elaborar um *Relatório de Sustentabilidade* de forma a declarar o atingimento ou não das metas circulares por meio do acompanhamento anual dos indicadores ambientais da empresa, como percentual de reaproveitamento de resíduos na produção, consumo de energia, consumo de água, percentual do material recuperado por logística reversa, percentual de material reciclado que a empresa aproveita como matéria-prima, entre outros.

Inclusive, também propõe-se que seja estabelecido e divulgado neste relatório o limite mínimo em relação às características sustentáveis das matérias-primas para qualificação de compra pela empresa do fornecedor. Isso torna o relatório mais completo em termos de conceitos de Economia Circular, uma vez que leva em conta o comprometimento da empresa à sustentabilidade em termos de matéria-prima e *inputs* de linha. Com isso, a performance circular da empresa torna-se mais visível à seus *stakeholders*.

Além disso, esta pessoa seria responsável também por todas as ações de gestão de ambiental da empresa, como monitoramento de aspectos ambientais, realização de certificações ambientais e análises do ciclo de vida dos produtos de forma a sinalizar as oportunidades que a empresa ainda apresenta neste setor, e propor plano de ações para o alcance de metas ambientais ainda mais ambiciosas, como o aumento no nível de reutilização de material no fim do ciclo de vida.

Entende-se que a criação de uma vaga no time pode ter limitações em termos de novas contratações, logo, recomenda-se que a organização analise esta possibilidade e, caso não seja possível, destine a função desta cadeira à alguém já presente na equipe que tenha domínio do assunto. Como já sinalizado pelo questionário do indicador CECAC, os dois sócios da empresa são os responsáveis pela implementação da estratégia de sustentabilidade, porém acredita-se que seria mais efetivo que uma terceira pessoa se tornasse a responsável para não sobrecarregar nenhum integrante do time.

6. CONCLUSÃO

A partir da classificação de indicadores de Economia Circular micro e meso proposta pelo presente trabalho foi possível atribuir melhor visibilidade ao tema de circularidade à organizações interessadas, tornando assim mais visível os temas, aspectos e setores trabalhados por cada indicador proveniente de levantamento bibliográfico, expondo de forma clara o campo de aplicação de cada um.

Esta categorização também possibilitou uma análise ampla dos indicadores presentes no estudo, sendo possível concluir que os indicadores de nível micro são focados no âmbito material uma vez que neste nível de indicadores as análises são em geral mais específicas e têm foco nas características do produto e nos processos que permeiam seu ciclo de vida, existindo aqueles que trabalham temas mais abrangentes e um maior número de variáveis, como o CET, e indicadores mais específicos que englobam menor número de temas, como o eDiM.

Da mesma forma, concluiu-se que o âmbito econômico é aquele mais focado pelos indicadores meso, pois o foco dessa dimensão são fatores mais amplos e abrangentes como o negócio e a estratégia das organizações como um todo, sendo possível pontuar também casos de indicadores menos específicos dentre os mesos, como o CECAC, e mais específicos, como o CEV e CAT. Além disso, ambos os níveis de indicadores tendem a trabalhar com a análise quantitativa ao invés da qualitativa, e apresentam um menor foco para o âmbito social dentre todos os setores.

Com isso, a classificação em formato de tabela oferece visibilidade sobre a especificidade dos indicadores, qual setor é o foco de sua análise (ambiental, econômico, material ou social) e que tipo de análise é feita pelo mesmo (qualitativa e/ou quantitativa), sendo estes pontos que juntos auxiliam na escolha de um melhor indicador a ser utilizado em um determinado caso.

Dessa forma, os critérios de seleção elaborados no contexto do estudo de caso analisado podem sustentar e guiar a construção de critérios na seleção de melhores indicadores para outros estudos de caso, facilitando assim a escolha e o próprio uso dos indicadores existentes em literatura. Além disso, na seleção dos indicadores notou-se que é possível ter mais de um indicador que responda aos critérios levantados, portanto se fez necessária uma análise mais específica no caso do nível micro, selecionando-se o CEIP ao invés do CET, pela maior precisão nos *inputs* das respostas no primeiro e pelo resultado do mesmo ser em formato de nota/percentual.

A aplicação dos indicadores CEIP e CECAC no contexto da organização analisada reforçou o comprometimento da mesma com iniciativas de Economia Circular, uma vez que a organização se mostrou acima da média quanto à performance circular para os níveis micro e meso de análise. Foi possível pontuar as fortalezas da empresa dentro deste tema, como sua preocupação com os processos de fim de ciclo de vida dos produtos, englobando ações de logística reversa, coleta e reaproveitamento, e suas iniciativas circulares na fabricação e durante o uso dos produtos, como apontado pelo indicador CEIP, além de seu engajamento com a Economia Circular no campo estratégico e de negócio, bem como em suas metas, inovações, relações com *stakeholders* e na sua comunicação corporativa, conforme apontou o indicador CECAC.

Os resultados dos indicadores, e de cada setor e parâmetro que os mesmos trabalham, possibilitaram também a visualização dos pontos fracos da organização quanto aos conceitos de circularidade, como a ausência de serviço de aluguel dos produtos (oportunidade apontada por ambos os indicadores), de forma a suportar a proposição de um Plano de Ações que tem como objetivo auxiliar a empresa no alcance de notas máximas para os indicadores analisados.

A partir da aplicação de ambos os indicadores concluiu-se que a organização em questão apresenta uma ótima performance circular de acordo com o nível meso, apresentando nota próxima da máxima na aplicação do CECAC (93,4%), podendo inclusive ser considerada como *benchmark* no âmbito da Economia Circular no Brasil na perspectiva deste nível.

A empresa também apresentou uma performance muito boa de acordo com o nível micro, segundo a análise de um de seus produtos (*Ecobags*), tendo uma nota acima da média na aplicação do CEIP (68%), porém, na análise deste nível, foi possível levantar um maior número de pontos de melhoria, tendo então um Plano de Ações que aborda mais ações voltadas às oportunidades de nível micro em comparação com o nível meso.

Em contrapartida, concluiu-se também que o resultado do indicador CECAC é superestimado devido ao caráter generalista das possíveis respostas aos parâmetros deste indicador, que utiliza a lógica “sim/não”, não considerando espectros de respostas. Não foi realizada análise para mensurar o quanto superestimado foi o resultado, porém, entende-se que um resultado mais realista seria menor do que 93,4%. No caso do CEIP, apesar de algumas questões não se aplicarem à realidade da empresa, foi possível chegar em um resultado bem próximo da realidade devido aos espectros considerados em cada parâmetro do indicador.

O desenvolvimento do trabalho apresentou determinadas limitações, uma vez que na elaboração da classificação dos indicadores e levantamento de variáveis haviam certas variáveis que não foram consideradas na categorização por não serem relevantes devido ao seu alto nível

de especificidade, aparecendo por exemplo em apenas um indicador, o que resulta em ausência de informações nas tabelas construídas. Além disso, na aplicação dos indicadores no estudo de caso analisado também houve limitações pois haviam certas questões, principalmente no indicador CEIP, que não se aplicavam à realidade da organização, sendo necessário incluir informações aproximadas para o cálculo deste indicador. As limitações não deslegitimam a eficiência das análises feitas e a elaboração de resultados verídicos.

Por fim, a aplicação e análise dos resultados do CEIP e CECAC no estudo da empresa analisada mostra de que forma indicadores de Economia Circular têm o potencial de evidenciar os aspectos em que a organização está mais ou menos engajada com iniciativas circulares uma vez que levantam parâmetros de forma sistêmica e com uma visão do negócio como um todo, podendo embasar tomadas de decisão e ações no tema, sendo também ferramentas eficientes para detectar casos de *Greenwashing* - segundo Lovato (2013), são casos de empresas que arrecadam consumidores e melhoram sua imagem por meio de publicidades que sugerem seu comprometimento ambiental, mas que não condizem com a realidade das empresas, as quais muitas vezes realizam atividades que vão contra a conservação ambiental.

Com isso, entende-se que é de extrema importância a existência de uma classificação deste tipo de indicador para fomentar o uso dos mesmos e nortear cada vez mais discussões no sentido de potencializar a performance circular no meio corporativo, acadêmico e de políticas públicas. Para que este trabalho de classificação de análise de indicadores tenha continuidade é possível realizar uma classificação ainda mais específica dos indicadores existentes com estudo bibliográfico dos mesmos, categorizando-os de forma mais detalhada quanto ao setor de organização que analisam (plásticos, têxtil, eletrônicos, etc.). Além disso, propõe-se também o desenvolvimento de uma forma mais ágil e rápida para a seleção de indicadores, como uma planilha de *Excel* em que seja possível incluir os critérios de seleção desejáveis e por meio de fórmulas e cálculos a própria planilha gere o resultado de “melhor indicador” a ser utilizado para o estudo de caso a ser analisado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Advancing Sustainability LTD. **Sustainability**. Inglaterra: Advancing Sustainability LTD, 2013. Disponível em: <https://www.advancingsustainability.com/wwd-sustainability>. Acesso em: 08/06/2019;

AKANBI, L. A. et al. Salvaging building materials in a circular economy: A BIM-based whole-life performance estimator. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 129, p. 175–186, 1 fev. 2018;

AZEVEDO, S.G.; GODINA, R.; MATIAS, J.C.O. Proposal of a Sustainable Circular Index for Manufacturing Companies. Portugal: **Resources**, 2017, DOI:10.3390/resources6040063, 24p.;

Bemtevi. **A Bemtevi – Sobre nós**. Disponível em: <https://www.bemtevi.is/bemtevi/>. Acesso em: 22/04/2020;

BIO BY DELOITTE. **Study on Data for a Raw Material System Analysis: Roadmap and Test of the Fully Operational MSA for Raw Materials**. European Commission, 2015. Disponível em: <https://www.certifico.com/component/attachments/download/2886>. Acesso em: 10/05/2019;

BIOMIMICRY INSTITUTE, Global Design Challenge, Launchpad Program. **Biomimetic Land Ocean Treatment System (B.L.O.T.S.)**. Missoula, 2019. Disponível em: <https://biomimicry.org/solution/biomimetic-land-ocean-treatment-system-b-l-o-t-s/>. Acesso em: 06/07/2020;

BIOMIMICRY INSTITUTE, Ray of Hope Prize Program. **Cypris Materials**, Inc. Missoula, 2020. Disponível em: <https://biomimicry.org/solution/cypris/>. Acesso em: 13/07/2020;

C2C. **Impact study: Technical report—Pilot study impact study of the cradle to cradle certified products program.**, 2014. Disponível em: www.c2ccertified.org/impact-study. Acesso em: 10/05/2019;

CAYZER, S.; GRIFFITHS, P.; BEGHETTO, V. Design of indicators for measuring product performance in the circular economy. **International Journal of Sustainable Engineering**, v. 10, n. 4–5, p. 289–298, 2017;

CIRCLE ECONOMY. **ACTIAM LAUNCHING CUSTOMER FOR CIRCULARITY ASSESSMENT TOOL**. Amsterdam: Circle Economy e PGGM, 2015. Disponível em: <https://www.circle-economy.com/news/actiam-launching-customer-for-circularity-assessment-tool#.Wic4cnlryM8>. Acesso em: 20/06/2019;

CIRCLE ECONOMY. **ASSESSING CIRCULAR TRADE-OFFS**. Amsterdam: Circle Economy e PGGM, Novembro de 2014. Disponível em: <https://www.circle-economy.com/news/assessing-circular-trade-offs#.Wic7PHlryM8>. Acesso em: 08/06/2019;

CIRCLE ECONOMY. **CIRCLE ASSESSMENT**. Amsterdam: Circle Economy e PGGM, 2014. Disponível em: <https://circle-lab.com/assessment/>. Acesso em: 08/06/2019;

CIRCLE ECONOMY. **The Circularity GAP Report 2020**. Amsterdam: Platform for Accelerating the Circular Economy (PACE), 2020;

CLIFT, R.; ALLWOOD, J. **Rethinking the Economy**. ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, Reino Unido, Março, 2011. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/news/rethinking-the-economy>. Acesso em: 05/07/2020;

COMISSÃO EUROPEIA. COMUNICAÇÃO DA COMISSÃO AO PARLAMENTO EUROPEU, AO CONSELHO, AO COMITÉ ECONÓMICO E SOCIAL EUROPEU E AO COMITÉ DAS REGIÕES. **Resiliência em matérias-primas essenciais**: o caminho a seguir para mais segurança e sustentabilidade. Bruxelas, Agosto de 2020, 27 p.;

Confederação Nacional da Indústria (CNI). **Economia circular**: oportunidades e desafios para a indústria brasileira. Brasília: CNI, 2018. 64 p.;

Confederação Nacional da Indústria (CNI). **Economia circular**: Uma abordagem geral no contexto da Indústria 4.0. Brasília: CNI, 2017. 75 p.;

CORDIOLI, F. E. **Proposta de uma Ferramenta para Avaliar os Princípios da Economia Circular** em Empresas que Praticam Remanufatura. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017;

CULLEN, J. M. Circular Economy: Theoretical Benchmark or Perpetual Motion Machine? **Journal of Industrial Ecology**, v. 21, n. 3, p. 483–486, 1 jun. 2017;

DE OLIVEIRA, D. R. **PROPOSIÇÃO DE ABORDAGEM PARA AVALIAÇÃO DE CIRCULARIDADE ATRAVÉS DE FERRAMENTAS DE ECONOMIA CIRCULAR E DA METODOLOGIA DE ACV: ESTUDO APLICADO EM UM PAINEL SOLAR FOTOVOLTAICO DE SILÍCIO CRISTALINO**. Curitiba, 2019. 154 p.;

DI MAIO, F.; REM, P. C. A Robust Indicator for Promoting Circular Economy through Recycling. **Journal of Environmental Protection**, v. 06, n. 10, p. 1095, 9 out. 2015;

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Economia Circular** - Conceito. Reino Unido, 2017. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular/conceito>. Acesso em: 03/07/2020;

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **RUMO À ECONOMIA CIRCULAR: O RACIONAL DE NEGÓCIO PARA ACELERAR A TRANSIÇÃO**. Reino Unido, 2015. 21p.;

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION; GRANTA. **Circularity Indicators: An Approach to Measuring Circularity**, 2015. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/resources/apply/circularity-indicators>. Acesso em: 10/05/2019;

EVANS, J.; BOCKEN, N. **Circular Economy Toolkit**, 2013. Disponível em: <http://www.circulareconomytoolkit.com>. Acesso em: 15/05/2019;

FELICIO, M. C. **Proposta de um Indicador para Monitorar a Evolução da Simbiose Industrial em Parques Eco-Industriais Segundo a Perspectiva de Sistemas Dinâmicos**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18156/tde-24042013-142206/publico/DissertFelicioMiriaCamargoCorrig.pdf>. Acesso em: 06/06/2020;

FIGGE, F. et al. Longevity and Circularity as Indicators of Eco-Efficient Resource Use in the Circular Economy. **Ecological Economics**, v. 150, p. 297–306, 2018;

FOGARASSY, C.; KOVACS, A.; HORVATH, B.; BOROCZ, M. **The development of a circular evaluation (CEV) tool - Case Study for the 2024 Budapest Olympics**. Hungria: The Hungarian Academy Of Sciences, Hungarian Agricultural Engineering, 2017, n.31, p. 10-20;

FRANKLIN-JOHNSON, E.; FIGGE, F.; CANNING, L. Resource duration as a managerial indicator for Circular Economy performance. **Journal of Cleaner Production**, v. 133, p. 589–598, 2016;

FREGONARA, E. et al. Economic-Environmental Indicators to Support Investment Decisions: A Focus on the Buildings' End-of-Life Stage. **Buildings**, v. 7, n. 3, p. 65, 21 jul. 2017;

GENG Y.; FU, J.; SARKIS, J.; XUE, B. Towards a national circular economy indicator system in China: An evaluation and critical analysis. China/Estados Unidos: **Jornal of Clean Production**, 2012, n. 23, p. 216–224, DOI:10.1016/j.jclepro.2011.07.005;

GENOVESE, A.; ACQUAYE, A. A.; FIGUEROA, A.; KOH, S.C.L. Sustainable supply chain management and the transition towards a circular economy: Evidence and some applications. Reino Unido: **Omega**, 2017, n. 66, p. 344–357, DOI:10.1016/j.omega.2015.05.015;

Gerando Falcões. **Nossa história**. São Paulo, 2019. Disponível em: <https://gerandofalcoes.com/conheca>. Acesso em: 22/04/2020;

Global Carbon Atlas. **CO2 Emissions**. Paris: BNP Paribas Foundation, 2018. Disponível em: <http://www.globalcarbonatlas.org/en/CO2-emissions>. Acesso em 06/06/2020;

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. **Energias Renováveis: Um futuro sustentável**. REVISTA USP, São Paulo, n.72, p. 6-15, dezembro/fevereiro 2006-2007;

GOLINSKA, P. et al. Grey Decision Making as a tool for the classification of the sustainability level of remanufacturing companies. **Journal of Cleaner Production**, Decision-support models and tools for helping to make real progress to more sustainable societies. v. 105, p. 28–40, 15 out. 2015;

GRAEDEL, T. E. et al. What Do We Know About Metal Recycling Rates? **Journal of Industrial Ecology**, v. 15, n. 3, p. 355–366, 1 jun. 2011;

HAUPT, M.; VADENBO, C.; HELLWEG, S. Do We Have the Right Performance Indicators for the Circular Economy?: Insight into the Swiss Waste Management System. **Journal of Industrial Ecology**, v. 21, n. 3, p. 615–627, 1 jun. 2017;

HUYSMAN, S. et al. Performance indicators for a circular economy: A case study on post-industrial plastic waste. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 120, p. 46–54, 1 maio 2017;

INVESTSP – Agência Paulista de Promoção de Investimentos e Competitividade. **Infraestrutura – Energia**. São Paulo. Disponível em: <https://www.investe.sp.gov.br/por-que-sp/infraestrutura/energia/>. Acesso em: 11/04/2020;

IOANNOU, E.; HANEKROOT, L.; REIJNGOUD, A. **Benchmark Circular Business Practices 2015 - A comparative study of 52 Dutch listed companies**. Amsterdam: Dutch Association of Investors for Sustainable Development (VBDO), 2015, 35p;

KINGFISHER. **The business opportunity of closed loop innovation**, 2014. Disponível em: https://www.kingfisher.com/sustainability/files/downloads/kingfisher_closed_loop_innovation.pdf. Acesso em: 15/05/2019;

KURLAK, W. et al. **State of the art on the recovery of refractory metals from urban mines** MSP-REFRAM, , 2015. Disponível em: <http://dss.msprefram.idener.es/Deliverables/GetFile?Guid=4f957604-64e3-4033-92bb-534cd760f6d1>. Acesso em: 18/05/2019;

LAURINDO, M. **A VIABILIDADE DA ECONOMIA CIRCULAR À LUZ DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS**: Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Econômicas) – Centro Sócio Econômico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016;

LÈBRE, É.; CORDER, G.; GOLEV, A. The Role of the Mining Industry in a Circular Economy: A Framework for Resource Management at the Mine Site Level. **Journal of Industrial Ecology**, v. 21, n. 3, p. 662–672, 1 jun. 2017;

LI, R.H.; SU, C.H. Evaluation of the circular economy development level of Chinese chemical enterprises. China: **Procedia Environmental Sciences**, 2012, 13, p. 1595–1601, DOI:10.1016/j.proenv.2012.01.151;

LIMA, J. P. C.; ANTUNES, M. T. P.; NETO, O. R. M.; PELEIAS, I. R. ESTUDOS DE CASO E SUA APLICAÇÃO: PROPOSTA DE UM ESQUEMA TEÓRICO PARA PESQUISAS NO CAMPO DA CONTABILIDADE. **Revista de Contabilidade e Organizações**, Ribeirão Preto, SP, v. 6, n. 14, p. 127-144, jan-abr 2012;

LINDER, M.; SARASINI, S.; VAN LOON, P. A Metric for Quantifying Product-Level Circularity. **Journal of Industrial Ecology**, v. 21, n. 3, p. 545–558, 2017;

LOVATO, M. L. GREENWASHING NO BRASIL: quando a sustentabilidade ambiental se resume a um rótulo. In: I CONGRESSO INTERNACIONAL DE DIREITO AMBIENTAL E ECOLOGIA POLÍTICA – UFSM, III SEMINÁRIO ECOLOGIA POLÍTICA E DIREITO NA AMÉRICA LATINA, 2013, Santa Maria, RS. **Anais [...]**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2013. p. 162 – 171;

MACHADO, A. P. **A PANOSOCIAL EMPREGA EX-DETENTOS, USA ALGODÃO ORGÂNICO E MOSTRA, NA PRÁTICA, OUTRO CAMINHO PARA A MODA**. 2017.

Disponível em: <https://www.projetodraft.com/a-panosocial-emprega-ex-detentos-usa-algodao-organico-e-mostra-na-pratica-outro-caminho-para-a-moda/>. Acesso em: 21/05/2020;

MAIO, F. D.; REM, P. C.; BALDÉ, K.; POLDER, M. Measuring resource efficiency and circular economy: A market value approach. Amsterdam: **Resources, Conservation and Recycling**, 2017, v. 122, p. 163-171, ISSN: 0921-3449, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.02.009>;

MARCOCAPELLINI. **Measuring the products circularity**, 2017. Disponível em: <https://www.capcon.it/en/measuring-the-products-circularity-meeting-at-italian-council-presidency/>. Acesso em: 18/05/2019;

MARIUZZO, P. **Sustentabilidade inspira e estimula ecologia industrial**. Jornal da Unicamp, Campinas, Agosto, 2019. Disponível em: <https://www.unicamp.br/unicamp/index.php/ju/noticias/2019/08/26/sustentabilidade-inspira-e-estimula-ecologia-industrial>. Acesso em: 05/07/2020;

McDonough Braungart Design Chemistry, LLC. **Banned List of Chemicals Cradle to Cradle Certified™**. Amsterdam: MBDC, LLC, 2012, 06 p. Disponível em: <https://www.c2ccertified.org/resources/detail/cradle-to-cradle-certified-banned-list-of-chemicals>. Acesso em: 22/10/2020;

MCDONOUGH, W.; BRAUNGART, M. **The Cradle-to-Cradle Alternative** (2004). William McDonough, Virginia, 2004. Disponível em: <https://mcdonough.com/writings/cradle-cradle-alternative/>. Acesso em: 05/07/2020;

MESA, J.; ESPARRAGOZA, I.; MAURY, H. Developing a set of sustainability indicators for product families based on the circular economy model. **Journal of Cleaner Production**, v. 196, p. 1429–1442, 20 set. 2018;

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Logística Reversa**. Brasília: MMA, 2020. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-perigosos/logistica-reversa#:~:text=A%20PNRS%20define%20a%20log%C3%ADstica,em%20outros%20ciclos%20produtivos%2C%20ou>. Acesso em: 14/09/2020;

Nações Unidas Brasil. **Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. Brasília, 2020. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 26/04/2020;

NELEN, D. et al. A multidimensional indicator set to assess the benefits of WEEE material recycling. **Journal of Cleaner Production**, v. 83, p. 305–316, 15 nov. 2014;

NUINTIN, A. A.; NAKAO, S. H. **A definição de indicadores do desempenho e da qualidade para o processo de produção**: estudo de casos do processo de produção do café. Florianópolis: UFSC, 2010. v.7, n. 14, p. 51-74, jul./dez., 2010;

NUNEZ-CACHO, P. et al. What Gets Measured, Gets Done: Development of a Circular Economy Measurement Scale for Building Industry. **Sustainability**, v. 10, n. 7, p. 2340, jul. 2018;

OGLIARI, A.; MELO, L. M. **A biomimética no desenvolvimento de produtos**: a relação entre forma e função para obtenção de leiautes iniciais. Santa Catarina: DAPesquisa, 2015. v.10, n.14, p. 87-104, Novembro, 2015;

Pano Social – A Etiqueta Socioambiental. **CATALOGO**. São Paulo, Março de 2019;

Pano Social – A Etiqueta Socioambiental. **Matéria-prima sustentável**. São Paulo, 2020. Disponível em: <http://panosocial.com.br/materia-prima-sustentavel/>. Acesso em: 22/04/2020;

PARK, J. .; CHERTOW, M. R. Establishing and testing the “reuse potential” indicator for managing wastes as resources. v. 137, p. 45–53, 2014;

PAULIUK, S.; KONDO, Y.; NAKAMURA, S.; NAKAJIMA, K. Regional distribution and losses of end-of-life steel throughout multiple product life cycles – insights from the global multiregional MaTrace model. Alemanha/Japão: **Resources, Conservation and Recycling**, 2017, p. 84–93;

Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). **China é o país que mais utiliza recursos naturais no mundo, aponta estudo do PNUMA**. Brasília: PNUMA, 2013. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/china-e-o-pais-que-mais-consome-recursos-naturais-do-mundo-aponta-estudo-do-pnuma/#:~:text=China%20%C3%A9%20o%20pa%C3%ADs%20que%20mais%20consome%20recursos,mundo%2C%20aponta%20estudo%20do%20PNUMA>. Acesso em 06/06/2020;

RESCOM. **Circular Pathfinder**, 2017a. Disponível em: <https://rescomd58.eurostep.com/idealco/pathfinder/>. Acesso em: 18/05/2019;

RESCOM. **Circularity Calculator**, 2017b. Disponível em: <http://www.circularitycalculator.com/>. Acesso em: 18/05/2019;

ROSSI, E.; BERTASSINI, A. C.; FERREIRA, C. S.; AMARAL, W. A. N.; OMETTO, A. R. **Circular Economy Indicators for Organizations Considering Sustainability and Business Models**: Plastic, textile and electro-eletronic cases. *Journal of Cleaner Production*, São Carlos, p. 1-14, 2019;

RUIZ, R. H. **Ecologia Industrial**: Avaliação do Ecopolo Industrial de Santa Cruz, no Rio de Janeiro. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental). Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013;

SAIDANI, M. et al. **Hybrid top-down and bottom-up framework to measure products' circularity performance**. In: PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING DESIGN, ICED. 2017;

SAIDANI, M.; YANNOU, B.; LEROY, Y.; CLUZEL, F.; KENDALL, A. A taxonomy of circular economy indicators. **Journal of Cleaner Production**, Paris, 2019, p. 542-559;

SCHEEPENS, A. E.; VOGTLÄNDER, J. G.; BREZET, J. C. Two life cycle assessment (LCA) based methods to analyse and design complex (regional) circular economy systems. Case: Making water tourism more sustainable. **Journal of Cleaner Production**, v. 114, p. 257–268, 2016;

SEO, E.S.M.; KULAY, L. A. Avaliação do ciclo de vida: Ferramenta gerencial para tomada de decisão. **InterfacEHS. Revista de gestão integrada em saúde do trabalho e meio ambiente**. São Paulo, 2006;

SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO - SEBRAE/RJ. **Manual de Gerenciamento de Resíduos** - Guia de procedimento passo a passo. 2. ed. Rio de Janeiro: GMA, 2006. 27p.;

STAHEL, W. R. **The Performance Economy**. 2. ed. Grã Bretanha, 2010. 349 p.; Sustainable Brands. **About Sustainable Brands**. Disponível em: <https://sustainablebrands.com/corporate>. Acesso em: 22/04/2020;

The Blue Economy. **The Blue Economy Principles**. Genebra, 2016. Disponível em: <https://www.theblueeconomy.org/principles.html>. Acesso em: 19/07/2020;

The Product-Life Institute. **Welcome to The Product-Life Institute**. Geneva (Switzerland), 2013. Disponível em: <http://www.product-life.org/>. Acesso em: 03/07/2020;

TREVISAN, M.; NASCIMENTO, L. P.; MADRUGA, L. R. R. G.; NEUTZLING, D. M.; FIGUEIRÓ, P. S.; BOSSLE, M. B. Ecologia industrial, simbiose industrial e ecoparque industrial: Conhecer para aplicar. **Sistema e Gestão Revista Eletrônica** v. 11, n. 2, p. 204-215, 2016;

U.S. Chamber of Commerce Foundation. **Measuring Circular Economy**. Estados Unidos: U.S. Chamber of Commerce Foundation, 2017. Disponível em: <https://www.uschamberfoundation.org/circular-economy-toolbox/about-circularity/measuring-circular-economy>. Acesso em: 20/06/2019;

VAN LOON, P.; VAN WASSENHOVE, L. N. Assessing the economic and environmental impact of remanufacturing: a decision support tool for OEM suppliers. **International Journal of Production Research**, v. 56, n. 4, p. 1662–1674, 16 fev. 2018;

VAN SCHAIK, A.; REUTER, M. A. Recycling Indices Visualizing the Performance of the Circular Economy. **World of Metallurgy – ERZMETALL**, v. 69, n. 4, p. 5–20, 2016;

VANEGAS, P. et al. Ease of disassembly of products to support circular economy strategies. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 135, p. 323–334, 2018;

VAVOLIZZA, R. **ESTUDO SOBRE A APLICABILIDADE DA TEORIA CRADLE TO CRADLE C2C PARA A EMPRESA TÊXTIL CATARINENSE**. 2016. Dissertação (Mestrado em Design). Setor de Artes, Comunicação e Design, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016;

VERBERNE, J. J. H. **Building circularity indicators an approach for measuring circularity of a building**. Mestrado em Engenharia e Gestão da Construção—Holanda: Eindhoven University of Technology, 2016;

Vereniging van Beleggers voor Duurzame Ontwikkeling (VBDO). **About VBDO**. Utrecht, 2020. Disponível em: <https://www.vbdo.nl/en/about-vbdo/>. Acesso em: 15/05/2020;

VIEIRA, J. H.; COSTA, M. O.; MARIANO, F. O.; SOUZA, F. A. **ESTUDO SOBRE A CONTRIBUIÇÃO DA ECOEFICIÊNCIA PARA A MELHORIA DO DESEMPENHO ECONÔMICO DAS ORGANIZAÇÕES** CONFORME AS PUBLICAÇÕES DO CNEG NOS ANOS DE 2008 A 2013. *In*: Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, 2016, Manhuaçu. **Anais** [...]. Manhuaçu: FACIG/FAVENI, 2016;

Viktoria Swedish ICT. **Measuring business model circularity as a means to promote resource productivity**. Suíça: Viktoria Swedish ICT, 2015. Disponível em: <https://www.viktoria.se/projects/measuring-product-circularity-resource>. Acesso em: 20/06/2019;

Virada Sustentável. **O que é a Virada?** 2020. Disponível em: <https://www.viradasustentavel.org.br/o-que-e-a-virada>. Acesso em: 22/04/2020;

WEN, Z.; MENG, X. Quantitative assessment of industrial symbiosis for the promotion of circular economy: A case study of the printed circuit boards industry in China's Suzhou New District. China: **Journal of Clean Production**, 2015, n. 90, p. 211–219, DOI:10.1016/j.jclepro.2014.03.041;

ZANETTE, E. T. **A Remanufatura no Brasil e no Mundo: Conceitos e Condicionantes**. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008;

ZERI. Sobre - **Fundação ZERI Brasil**. Genebra, 2020. Disponível em: <http://www.zeri.org.br/sobre>. Acesso em: 19/07/2020;

ZHOU, Z.; CHEN, X.; XIAO, X. **On Evaluation Model of Circular Economy for Iron and Steel Enterprise Based on Support Vector Machines with Heuristic Algorithm for Tuning Hyper-parameters**. China: Business School, Central South University, 2013. *Appl. Math. Inf. Sci.*, n. 6, p. 2215-2223.

ANEXOS

Anexo I – Lista de químicos banidos de Cradle-to-Cradle.

SUBSTANCE	SUBSTANCE
Metals	1,2-Dichlorobenzene
Arsenic	1,3-Dichlorobenzene
Cadmium	1,4-Dichlorobenzene
Chromium VI	1,2,4-Trichlorobenzene
Mercury	1,2,4,5-Tetrachlorobenzene
Flame Retardants	Pentachlorobenzene
Hexabromocyclododecane	Hexachlorobenzene
Penta-BDE	PCB and Ugilec
Octa-BDE	Short-chain chlorinated paraffins
Deca-BDE	OTHERS
Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDEs)	Pentachlorophenol
Tetrabromobisphenol A	Nonylphenol
Tris(1,3-dichloro-2-propyl)phosphate	Octylphenol
Phthalates	Nonylphenol ethoxylates
Bis(2-ethylhexyl)phthalate	Octylphenol ethoxylates
Butyl benzyl phthalate	Tributyltin
Dibutyl phthalate	Trioctyltin
Halogenated Polymers	Triphenyltin
Polyvinyl chloride (PVC)	Perfluorooctane sulfonic acid
Polyvinylidenechloride (PVDC)	Perfluorooctanoic acid
Chlorinated polyvinyl chloride (CPVC)	
Polychloroprene	
Chlorinated Hydrocarbons	

Fonte: Cradle to Cradle Products Innovation Institute, 2012.

SUBSTANCE
Metals
Arsenic
Chromium VI
Mercury
Cadmium
Lead*
Flame Retardants
Hexabromocyclododecane
Penta-BDE
Octa-BDE
Deca-BDE
Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDEs)
Tetrabromobisphenol A
Tris(1,3-dichloro-2-propyl)phosphate
Phthalates
Bis(2-ethylhexyl)phthalate
Butyl benzyl phthalate
Dibutyl phthalate
Halogenated Polymers
Polyvinyl chloride (PVC)
Polyvinylidenechloride (PVDC)
Chlorinated polyvinyl chloride (CPVC)
Polychloroprene
Polytetrafluoroethylene (PTFE)*

SUBSTANCE
Chlorinated Hydrocarbons
1,2-Dichlorobenzene
1,3-Dichlorobenzene
1,4-Dichlorobenzene
1,2,4-Trichlorobenzene
1,2,4,5-Tetrachlorobenzene
Pentachlorobenzene
Hexachlorobenzene
PCB and Ugilec
Short-chain chlorinated paraffins
Other
Pentachlorophenol
Nonylphenol
Octylphenol
Nonylphenol ethoxylates
Octylphenol ethoxylates
Tributyltin
Trioctyltin
Triphenyltin
Perfluorooctane sulfonic acid
Perfluorooctanoic acid
Polycyclic Aromatic Hydrocarbons*
PAH group (as defined in TRI)
Benzo(a)pyrene
5-Methylchrysene
Acenaphthene

SUBSTANCE
Anthracene
Benz(a)anthracene
Benz(j)aceanthrylene
Benzo(b)fluoranthene
Benzo(c)phenanthrene
Benzo(g,h,i)perylene
Benzo(j)fluoranthene
Benzo(k)fluoranthrene
Chrysene
Cyclopenta(c,d)pyrene
Dibenzo(a,h)anthracene
Dibenzo(a,h)pyrene
Dibenzo(a,i)pyrene
Dibenzo(a,l)pyrene
Fluoranthene
Fluorene
Indeno(1,2,3,c,d)pyrene
Naphthalene
Phenanthrene
Pyrene

Fonte: Cradle to Cradle Products Innovation Institute, 2012.

Anexo II - Matérias-primas consideradas críticas pela Comissão Europeia.

Antimónio	Háfnio	Fósforo	Barita
Elementos de terras raras pesados	Escândio	Berílio	Elementos de terras raras leves
Silício-metal	Bismuto	Índio	Tântalo
Borato	Magnésio	Tungsténio	Cobalto
Grafite natural	Vanádio	Carvão de coque	Borracha natural
Bauxite	Espatoflúor	Nióbio	Lítio
Gálio	Metais do grupo da platina	Titânio	Germânio
Fosfato natural	Estrôncio		

Fonte: COMISSÃO EUROPEIA, 2020.

APÊNDICES

Apêndice A – Questionário aplicado ao estudo de caso para aplicação do indicador CEIP

1. Fonte matéria-prima:
R: Ecobag: 0% Reutilizado e 100% Reciclado (PET reciclado).
2. O produto é mais leve (tem menos material/é menos denso) que versões anteriores?
R: Não.
3. Existe levantamento de todos os materiais/substâncias que compõem o produto?
Se Sim: existe pelo menos um banido da lista de químicos de C2C? / ou, existe pelo menos um contido na lista de matérias-primas críticas da União Europeia?
R: Sim, não e não.
4. Existe levantamento da energia utilizada na produção (fonte e quantidade)?
Se sim: sabe-se o percentual de energia renovável? (>75% / entre 25 e 75% / <25%)
R: Sim, 40% renovável (uma das fábricas tem energia solar).
5. Existe levantamento dos resíduos sólidos da produção (quantidade e tipo)?
Se sim: percentual dos resíduos que são reutilizados neste ciclo ou em outro?
R: Sim existe levantamento, 90% são reutilizados.
6. A embalagem:
 - Não é reciclável?
 - Feita de vários materiais e é reciclável?
 - Feita apenas de material reciclado?
 - Feita só de papel/papelão?
 - É reutilizada várias vezes?
 - Não é necessário embalagem?
 R: Produto é enrolado em barbante feito de resíduo de pó da produção. É utilizada caixa papelão de mercado para empacotar (reutilização).
7. Vida útil do produto:
 - > 2 anos?
 - entre 2 e 3?
 - entre 4 e 5?
 - entre 6 e 9 ?
 - 10 anos/é alugável?
 R: 12 anos.
8. Existe opção do produto ser alugado no mercado?
R: Não.
9. O produto pode ser reparado?
 - Não
 - Sim
 - Sim por empresa específica
 - Sim, por atendimento online

- Tem garantia para reparo ou é alugável

R: Sim, por atendimento online.

10. O produto pode ser reutilizado?

- Produtor oferece reparo para o produto
- Produtor tem uma plataforma online para vender/comprar/alugar produtos usados
- Produtor suporta centros de reutilização do produto
- Produtor oferece informação online sobre como reutilizar os produtos

R: Produtor tem uma plataforma online para vender/comprar/alugar produtos usados e Produtor suporta centros de reutilização do produto (por meio de doações de produtos usados e destinação dos mesmos às empresas que fazem a reciclagem).

11. O produto ajuda a diminuir o lixo pelo seu uso?

- Não
- Permite reciclagem ou compostagem
- Permite reúso e evita descarte
- Permite a extensão da vida útil de outro produto
- É uma alternativa ao uso comum do produto (ex.: bateria recarregável)
- Pode ser alugado

R: É uma alternativa ao uso comum do produto (alternativa a sacolas plásticas).

12. Logística reversa:

- Não há
- Produtor faz, mas sem incentivo
- Produtor faz com incentivo
- Vendedor faz, mas sem incentivo
- Vendedor faz com incentivo

R: Vendedor faz, mas sem incentivo (ex: reutilização de uniforme que a organização produz: empresa faz a ponte entre consumidor e organização que faz essa reutilização).

13. O produto é separado de outros ao fim de sua vida útil?

- Não
- > 50% desse tipo de produto é descartado com lixo comum
- Produto é separado de outros lixos/resíduos pelo vendedor
- > 25% volta para o fornecedor/vendedor
- É compostável/biodegradável

R: > 25% volta para o fornecedor/vendedor.

14. Produto pós uso:

- % Reutilizado – 40%
- % Reciclado – 40%

R: Parte é reutilizado, quando estão em bom estado, e parte é reciclado, quando é um tecido passível de ser destinado às empresas que realizam a reciclagem.

Apêndice B – Questionário aplicado ao estudo de caso para aplicação do indicador CECAC

Avaliando Estratégia

- 1.1. A estratégia corporativa ou de sustentabilidade faz referência explícita à economia circular ou conceitos relacionados, como economia de base biológica, de cradle-to-cradle, ciclo de materiais, desperdício zero e neutralidade de CO2 / energia / emissões? – R: SIM
- 1.2. A empresa especifica por que a economia circular é importante para seus negócios? – R: SIM

Avaliando Estratégia de longo prazo

- 2.1. A empresa tem uma visão de longo prazo para (pelo menos) 2025? – R: SIM
- 2.2. A empresa tem uma visão de longo prazo para (pelo menos) 2050? – R: SIM

Avaliando Metas

- 3.1. A empresa estabeleceu metas SMART (especificar/mensurar/atingível/relevante/temporal) em sua ambição circular? – R: SIM
- 3.2. A empresa estabeleceu os seguintes objetivos relacionados à economia circular:
- 3.2.1. Porcentagem ou quantidade de resíduos reduzida no processo de produção – R: SIM (resíduos são guardados e doados).
- 3.2.2. Porcentagem ou quantidade de materiais / produtos usados que são reutilizados, reciclados, renováveis, de base biológica ou sustentável – R: SIM
- 3.2.3. Porcentagem ou quantidade de produtos no final do ciclo de vida que são reutilizados, reciclados, recuperados, remanufaturados, reparados ou reconicionados – R: SIM (tecidos feitos de algodão reciclado com PET reciclado)
- 3.2.4. Porcentagem ou quantidade de energia renovável – R: SIM (existem duas fábricas para produção, uma trabalha com energia renovável – energia solar – e a outra com energia convencional)
- 3.3. Alguns desses objetivos circulares vão além da esfera direta de influência da empresa (por exemplo, eles também requerem cooperação com fornecedores)? – R: SIM
- 3.4. O progresso em relação a essas metas circulares é claramente relatado e inclui uma declaração sobre se as metas foram ou não atingidas? – R: NÃO (os dados são recolhidos mas não são reportados pois não há funcionários responsáveis por esta função).

Avaliando Responsabilidade

- 4.1. Está claro quem é responsável pela implementação da estratégia de sustentabilidade? – R: SIM (os dois sócios)

Avaliando Receitas de produtos e serviços circulares

- 5.1. É claro que receita é gerada a partir de produtos e serviços circulares? – R: SIM
- 5.2. Os produtos e serviços circulares constituem mais de 5% da receita total da empresa? – R: SIM (praticamente 100%).
- 5.3. A porcentagem acima aumentou no último ano? – R: SIM

Avaliando Design do produto

- 6.1. A empresa realizou avaliações circulares / do ciclo de vida de alguns de seus produtos ou serviços existentes? – R: SIM (de todos)
- 6.2. A empresa desenvolveu uma abordagem clara com o objetivo de:

6.2.1. Substituição de materiais insustentáveis por materiais reutilizados / reciclados / renováveis / de base biológica / sustentável - R: SIM (já iniciaram o modelo de negócio considerando material sustentável)

6.2.2. Redução de desperdícios na produção - R: SIM (reutilizam resíduos)

6.2.3. Redução do desperdício no consumo (por exemplo, através da locação de produtos) - R: NÃO

6.2.4. Aumento da reutilização de materiais no final do ciclo de vida dos produtos - R: NÃO (não tem o objetivo de aumentar a reutilização além daquela que já fazem)

6.2.5. Prolongamento da vida útil do produto (durável) - R: SIM

6.2.6. Gerenciamento de ciclos de materiais ou garantia de mercadorias - R: SIM

6.2.7. Manter os componentes do produto puros, impedindo a mistura com outras substâncias - R: SIM (recebem resíduos têxteis e priorizam a reciclagem dos mesmos, ou descarte correto; não usam mescla de tecidos para mantê-los puros de forma a facilitar reciclagem)

6.2.8. Separar o ciclo técnico (de produtos montados) do ciclo biológico (de materiais) - ou seja, fazer com que os componentes biológicos voltem para a biosfera (água, materiais) e não deixar que componentes não-biológicos não acabem na biosfera (priorizando sempre a reutilização). - R: SIM (o design dos produtos tem a preocupação de não utilizar componentes que agredam a natureza com seu descarte, evitando o uso de químicos/com consumo reduzido de água/sem mescla de tecidos (ciclo biológico); e a empresa se preocupa em reutilizar/descartar corretamente resíduos têxteis, evitando que entrem em contato com a natureza incorretamente (ciclo técnico))

6.3. A empresa contribui ativamente para a reciclagem de materiais? - R: SIM (coleta e destina produtos usados para a reciclagem)

Analisando Compras

7.1. A empresa formulou expectativas em relação ao desempenho circular de seus fornecedores? - R: SIM

7.2. A empresa estabeleceu um limite mínimo de conteúdo reutilizado / renovável / de base biológica para alguns produtos para se qualificar para compra? - R: NÃO

Analisando Modelos de negócios circulares (por exemplo, novas estruturas de propriedade, ciclo de produtos / materiais / serviços fechados, desperdício zero, otimização)

8.1. A empresa testou um ou mais modelos ou produtos de negócios circulares no ano passado e relata os resultados? - R: SIM

8.2. Todos os pilotos circulares têm um plano de implementação? - R: SIM

8.3. A empresa lançou um ou mais modelos de negócios circulares ou produtos nos últimos anos? - R: SIM (todos os produtos são circulares, e houve lançamento de produto nos últimos anos)

Analisando Orçamento de inovação

9.1. A empresa declara o orçamento disponível para a inovação sustentável? - R: SIM

10. Parcerias estratégicas

10.1. A empresa se envolve em uma ou mais parcerias da cadeia de suprimentos destinadas a realizar uma cadeia de suprimentos circular ou melhorar o desempenho circular de seus produtos? - R: SIM (todas)

10.2. A empresa é membro de organizações que visam uma transição circular, como Circle Economy, MVO Nederland (Iniciativa Circular Economy), De Groene Zaak, Dutch Sustainable Growth Coalition e Ellen MacArthur Foundation? - R: SIM (exemplos: Grupo Bem te vi e Gerando Falcões em São Paulo)

10.3. A empresa descreve seu nível de participação em suas parcerias de economia circular mais importantes no ano passado? - R: SIM (divulgadas no *website*)

10.4. Está explorando possibilidades de usar o fluxo de resíduos de outras empresas como insumo para seus próprios processos de produção ou redirecionar seus resíduos para os processos de produção de outras empresas? - R: SIM (já fazem isso: algodão e PET reciclado como matéria-prima e destinam produtos usados à empresas que realizam a reciclagem)

Analisando Clientes

11.1. Os clientes estão envolvidos ativamente em tópicos de economia circular por meio de mídia interativa (por exemplo, aplicativos, plataformas de discussão on-line ou eventos)? - R: SIM (em eventos, mídia não)

Analisando Stakeholders

12.1 A empresa se envolveu com *stakeholders* externos na economia circular no ano passado (em um diálogo com *stakeholders*)? - R: SIM (ex: doação de retalhos para cooperativa de mulheres regressas do sistema penitenciário)

12.2 A empresa se envolveu com *stakeholders* internos (funcionários) em economia circular no ano passado (por exemplo, em um diálogo com as *stakeholders* ou treinamento)? - R: SIM (ex: produção de máscaras com retalhos de produção pelo time interno)

Aumentando a conscientização

13.1. Informações gerais sobre a importância da economia circular estão disponíveis no site corporativo? - R: SIM (principalmente conceito de *Cradle-to-Cradle*)

13.2. Informações específicas da empresa sobre o desempenho circular de alguns produtos ou serviços estão disponíveis no site corporativo? - R: SIM (impactos ambientais negativos/positivos de seus produtos)

13.3. A empresa compartilha experiências / desafios / lições aprendidas com o trabalho em economia circular? - R: SIM (em eventos)