

ANDRÉ HANDFAS MAGALNIC

**ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE UM MODELO DE PRODUÇÃO DE
CICLO FECHADO (*CRADLE TO CRADLE*) EM UMA EMPRESA DA INDÚSTRIA
TÊXTIL**

São Paulo

2019

ANDRÉ HANDFAS MAGALNIC

**ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE UM MODELO DE PRODUÇÃO DE
CICLO FECHADO (*CRADLE TO CRADLE*) EM UMA EMPRESA DA INDÚSTRIA
TÊXTIL**

Trabalho de Formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do diploma de
Engenheiro de Produção

São Paulo

2019

ANDRÉ HANDFAS MAGALNIC

**ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE UM MODELO DE PRODUÇÃO DE
CICLO FECHADO (*CRADLE TO CRADLE*) EM UMA EMPRESA DA INDÚSTRIA
TÊXTIL**

Trabalho de Formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do diploma de
Engenheiro de Produção

Orientador: Prof. Dr. João Amato Neto

São Paulo

2019

FICHA CATALOGRÁFICA

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer aos meus pais, pelo constante apoio durante toda minha vida, em especial nos momentos difíceis. Obrigado por sempre acreditarem em mim e buscarem a todo momento estar ao meu lado. Minhas conquistas só foram possíveis por causa da ajuda de vocês.

Aos meus irmãos, nos quais me espelho para me tornar uma pessoa melhor. A amizade de vocês e os conselhos já dados me ajudaram a trilhar esse caminho.

À Mariana, por me incentivar na busca pelos meus objetivos e por estar presente nos bons e nos maus momentos.

Aos meus amigos da faculdade, pelo companheirismo durante essa jornada. Tenho a certeza de que os bons momentos vividos tornaram esses anos mais leves e muito prazerosos.

À Cris e ao Osni, pelo carinho desde o início da faculdade e por todas as conversas que tivemos.

À Léa, por me introduzir ao tema da economia circular, pela disposição em ajudar e pelas dicas dadas durante a elaboração do trabalho.

À Daniella, por abrir as portas de sua empresa para visitas e por se dispor a compartilhar informações de seu negócio.

Por fim, ao Professor João Amato Neto, não só por aceitar ser meu orientador, como também pela ajuda e conselhos durante toda a elaboração do trabalho.

RESUMO

A economia linear, modo de produção amplamente difundido durante a revolução industrial, ainda é a forma produtiva predominante em todo o mundo. Entretanto, os prejuízos econômicos, ambientais e sociais refletem o quão ultrapassada se encontra a indústria nos dias de hoje. Nesse contexto, diversas vertentes da economia circular surgiram propondo uma mudança drástica no ciclo de vida dos produtos. Uma dessas escolas de pensamento é o *Cradle to Cradle*, que visa a sustentabilidade através do design, ou seja, a criação de produtos que tenham maior durabilidade e que sejam reinseridos na economia depois do seu uso sem perda de qualidade. O trabalho realizado analisa o atual modelo de produção de uma empresa da indústria têxtil focada na confecção de roupas. De forma a estabelecer o problema e sua relevância, foram estudados os materiais utilizados na confecção de roupas a fim de compreender profundamente a origem de cada matéria-prima. Além disso, foram utilizados métodos para quantificar os impactos ambientais dos processos empregados. Com isso, soluções foram propostas visando alterar a lógica atual de criação e descarte de resíduos e reduzir a quantidade de materiais destinados ao aterro sanitário. Com o auxílio de métodos de valoração de projetos, espera-se provar a viabilidade da aplicação das soluções propostas e, por conseguinte, apresentar um plano para a implementação vasta da economia circular e, em especial, do *Cradle to Cradle* em uma empresa da indústria têxtil.

Palavras-chave: Resíduo. Aterro sanitário. Cradle to Cradle. Indústria têxtil. Viabilidade.

ABSTRACT

The linear economy, which was the model of production widely diffused during the industrial revolution, is still the predominant productive form throughout the world. However, the economic, environmental and social damages reflect how outdated the industry is today. In this context, several aspects of the circular economy have emerged proposing a drastic change in the product life cycle. One of these schools of thought is the Cradle to Cradle, which aims to create sustainable measures through design, that is, the creation of products that have greater durability and that can be reinserted into the economy after its use without loss of quality. The work carried out analyzes the current production model of a textile industry company focused on making clothes. In order to establish the problem and its relevance, the materials used were studied for the purpose of deeply understanding the origin of each raw material. In addition, methods were used to quantify environmental impacts of all processes used. Thereby, solutions were proposed to change the current logic of waste creation and disposal and reduce the amount of material destined to the landfill. With the help of project valuation methods, it is expected to prove the feasibility of applying the proposed solutions and, therefore, to present a plan for the wide implementation of the circular economy, and the Cradle to Cradle in a textile industry company.

Keywords: Waste. Landfill. Cradle to Cradle. Textile industry. Feasibility.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Princípios da economia circular	20
Figura 2: Ciclos técnico e biológico	21
Figura 3: Fases e Aplicações de uma ACV	27
Figura 4: Presença das empresas por estado.....	35
Figura 5: Classificação de fibras têxteis	36
Figura 6: <i>The Upcycle Chart</i>	43
Figura 7: Diagrama de Ishikawa para o envio de resíduos ao aterro.....	49
Figura 8: Efeito cascata da conscientização ambiental	52
Figura 9: Fluxo da Produção	53
Figura 10: Foto da máquina de corte	53
Figura 11: Fotos das visitas para constatação dos armazéns de resíduos.....	54
Figura 12: Processo de produção da Viscose Raiom.....	57
Figura 13: Definição das entradas e saídas do processo de obtenção do poliéster.....	59
Figura 14: Definição das entradas e saídas da confecção da roupa de poliéster	61
Figura 15: Avaliação do ciclo de vida da roupa de poliéster.....	62
Figura 16: Avaliação do ciclo de vida da roupa de poliéster – imagem ampliada	63
Figura 17: Análise de Pareto dos tecidos na geração de resíduos têxteis.....	73
Figura 18: Demonstrativo financeiro mensal da mudança proposta	75
Figura 19: Indicadores financeiros para o projeto	76
Figura 20: Cálculo da economia gerada pela reutilização do poliéster	76
Figura 21: Cálculo da receita gerada pela venda das sobras de algodão	80
Figura 22: Impactos financeiros da solução para a Kabriolli	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Estratégias do <i>Cradle to Cradle</i>	20
Tabela 2: Métodos de simplificação do ACV	28
Tabela 3: Volume total de resíduos sólidos coletados, segundo as Grandes Regiões.....	31
Tabela 4: Quantidade de lixo coletado por destinação no Brasil	31
Tabela 5: Produção de tecidos no Brasil por tipo de fibra (em toneladas).....	37
Tabela 6: Desperdício por produto	37
Tabela 7: Inovações de modelo de negócio para reduzir os ciclos de recursos.....	38
Tabela 8: Inovações de modelo de negócio para reduzir os ciclos de recursos.....	39
Tabela 9: Composição dos Tecidos Utilizados na Confecção.....	56
Tabela 10: Processo de Reciclagem de tecidos têxteis.....	65
Tabela 11: Consumo de Fibras no Brasil – 1999	70
Tabela 12: Quantidade de tecido necessário para confecção por categoria de peça	72
Tabela 13: Margem de lucro por tecido.....	72
Tabela 14: Volume de vendas mensal por tecido	79

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACV	Avaliação de Ciclo de Vida
CSR	<i>Corporate Social Responsibility</i> / Responsabilidade Social Corporativa
C2CCPS	<i>Cradle to Cradle Certified Product Standard</i>
GGT	Gamaglutamiltransferase
PET	Polietileno Tereftalato
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
ROI	<i>Return on Investment</i> / Retorno Sobre Investimento
TIR	Taxa Interna de Retorno
VPL	Valor Presente Líquido
WBCSD	<i>World Business Council for Sustainable Development</i> / Conselho Mundial de Negócios para o Desenvolvimento Sustentável

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	A Empresa.....	14
1.2	Problema e motivação.....	15
1.3	Objetivo e estrutura do trabalho.....	16
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1	Economia Linear.....	17
2.1.1	<i>Cradle to Grave</i>	17
2.2	Economia Circular	18
2.2.1	<i>Cradle to Cradle</i>	20
2.2.2	<i>Triple Bottom Line</i>	21
2.2.2.1	Performance Social	22
2.2.2.2	Performance Econômica	22
2.2.2.3	Performance Ambiental	22
2.2.3	Eco-Eficiência	23
2.2.4	Eco-Eficácia	23
2.3	Reciclagem.....	24
2.4	Definição de <i>Co-opetition</i>	25
2.5	As Fases da Evolução Ambiental	25
2.6	Avaliação do Ciclo de Vida	26
2.7	Avaliação do Impacto	29
2.8	Política Nacional de Resíduos Sólidos	30
2.9	Aterros Sanitários	30
2.10	Economia Compartilhada.....	31
2.11	Casos de Sucesso da Economia Circular	32
2.12	Indústria Têxtil.....	34
2.12.1	Panorama Geral	34
2.12.2	<i>Fast Fashion</i>	35
2.12.3	Utilização de Tecidos	36
2.12.4	Desperdício na Indústria Têxtil	37
2.13	Modelos de Negócio	37
2.13.1	Estratégias de Modelos de Negócio Circulares	38
2.14	Métodos de Valoração de Projetos	39

2.14.1	VPL	39
2.14.2	<i>Payback</i>	40
2.14.3	Taxa Interna de Retorno	40
2.14.4	Retorno Sobre Investimento	41
3	METODOLOGIA	43
3.1	Identificação do Problema	44
3.2	Observação dos Processos	44
3.3	Análise do Inventário	45
3.4	Avaliação dos Impactos	46
3.5	Proposta de Soluções	46
3.6	Viabilidade Financeira das Soluções	47
3.7	Plano de Implementação	47
4	DESENVOLVIMENTO DO MODELO	49
4.1	Identificação do Problema	49
4.1.1	Questão Ambiental	50
4.1.2	Questão Econômica	50
4.1.3	Questão Social	51
4.1.4	Questão Estratégica	51
4.1.5	Relevância do Problema	52
4.2	Observação dos Processos	52
4.2.1	Enfestagem	53
4.2.2	Separação de Resíduos	54
4.2.3	Coleta de Resíduos	55
4.2.4	Reciclagem de Resíduos Têxteis	55
4.3	Análise do Inventário	55
4.4	Avaliação dos Impactos	58
4.5	Proposta de Soluções	64
4.5.1	Parcela Inferior do Gráfico	64
4.5.1.1	Reciclagem Interna	64
4.5.1.2	Separação das Fibras	66
4.5.1.3	Trabalho Social com Retalhos	67
4.5.2	Parcela Superior do Gráfico	68
4.5.2.1	Mudança no Portfólio de Produtos	68
4.6	Viabilidade Financeira das Soluções	71

4.6.1	Reciclagem Interna.....	73
4.6.2	Separação das Fibras	76
4.6.3	Trabalho Social com Retalhos.....	77
4.6.4	Mudança no Portfólio de Produtos.....	78
4.7	Plano de Implementação	81
5	CONCLUSÃO	85
5.1	Objetivos Propostos	85
5.2	Próximos Passos	86
5.3	Aprendizados	86
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87

1 INTRODUÇÃO

Desde a Revolução Industrial, a produção de bens é realizada em larga escala sob uma ótica da economia circular, na qual recursos naturais são extraídos para a manufatura, os produtos são consumidos e, ao final de seu uso, muitas vezes breve, o descarte é feito sem grandes precauções. Esse conceito implica que os produtos são projetados e desenhados de forma a cumprirem certa função para que, depois de um período limitado, sejam descartados desperdiçando o valor inerente de cada recurso. Evidentemente, isso causa a geração de uma quantidade grande de lixo que, além de ter um impacto ambiental negativo, gera um gasto financeiro considerável.

A alocação desse lixo tornou-se um tema muito debatido. Como espaço é um recurso caro e limitado e, dado que deixar certos materiais à exposição do ar causam problemas, a forma criada para se lidar com isso foi a incineração. Esse processo visa eliminar os resíduos e fazer proveito da energia gerada na queima. Entretanto, os gases liberados pela combustão são tóxicos para os seres vivos e podem causar sérios problemas. Ademais, diversos rios são entulhados de resíduos, afetando a qualidade da água e a vida animal.

Fica claro que os impactos ambientais são muitos e a sua gravidade é alta. Já os impactos econômicos não são tão evidentes, apesar de igualmente severos. Todo o tratamento do lixo tem um custo associado e, com o crescimento da população e do consumo humano, esse custo aumentou nas últimas décadas. Além disso, os materiais ainda possuem valor e o seu descarte representa um grande desperdício.

Com o passar das décadas, alguns métodos foram criados com o objetivo de minimizar o desperdício. Dentre eles, destacam-se os três “Rs” da sustentabilidade, que significam reduzir, reutilizar e reciclar. Ainda que essas iniciativas auxiliem na temática dos resíduos, elas têm um limite de até onde podem chegar. Em um contexto de aumento de produtividade e de globalização no qual existe um entusiasmo para que os produtos cheguem ao maior número de pessoas no mundo, o foco na atenuação não cativa a atenção dos indivíduos. Além disso, essas ações geralmente são efetivas apenas no curto prazo. A reciclagem, por exemplo, é associada com perda de qualidade, ou *downcycling*, uma vez que os produtos são criados com foco apenas em sua utilização primária.

Entretanto, isso é passível de mudança. É possível fazer reuso de um produto, após sua função primária, com a manutenção da qualidade ou até mesmo um ganho dela, ou *upcycling*, foco dado pela economia circular. A viabilidade desse avanço passa pela mudança da forma pela qual os produtos são criados. Produzir circularmente indica que os produtos sejam

ilimitadamente reutilizados, de forma a sempre retornar ao início da cadeia produtiva, fechando o ciclo. Dentre as escolas de pensamento da economia circular o *Cradle to Cradle* (Do Berço ao Berço) busca uma melhora no desenho dos produtos com a finalidade que eles retornem ao início da cadeia após seu consumo. Esse conceito tem três princípios fundamentais: resíduos devem ser utilizados como nutrientes, o uso de energias renováveis e a celebração da diversidade. Através disso, é possível criar a base para a solução do modelo *Cradle to Grave* (Do Berço ao Túmulo), sistema de produção da economia linear.

1.1 A Empresa

A Kabriolli, empresa na qual o trabalho foi desenvolvido, é uma fábrica de confecção têxtil, voltada para o vestuário feminino. Foi fundada em 1979, na tentativa de abrir um novo negócio para a sua família. Em 1988, a geração seguinte da família juntou-se à fundadora para ajudar nas operações da empresa, iniciando uma nova fase de expansão e investimentos. Em 1995, a empresa mudou-se para uma nova sede, localizada no bairro da Água Branca, em São Paulo, com 5 mil m², onde pôde expandir os seus negócios. Já em 2009, a empresa abriu mais uma unidade fabril, localizada em Campo Grande, no Mato Grosso do Sul, ocupando uma área de 20 mil m², com 6 mil m² de área construída.

O mercado no qual a empresa está inserida é chamado de *fast fashion*, no qual a demanda muda rapidamente de acordo com as tendências da moda. Isso exige agilidade da empresa e impossibilita que ela trabalhe com grandes estoques de roupas. O foco da atuação é com a moda jovem e adulta, em especial para a classe C e tem como principais clientes grandes magazines, como C&A, Renner e Havan. Esses compradores exercem um forte poder de barganha nas negociações com a Kabriolli devido ao volume de tecidos comprados. Todas as compras são feitas com planilha aberta, ou seja, a fábrica é obrigada a mostrar aos magazines seus custos com fornecedores para fixação do preço de venda. Evidentemente que isso causa um encurtamento das margens operacionais da empresa.

Já em relação ao início da cadeia de valor, 90% dos tecidos usados na confecção são importados da China, através de três importadoras brasileiras: Focus Importadora, Royal Importadora e Adar Importadora. A compra de materiais internacionais torna os resultados financeiros da empresa suscetíveis à variação do câmbio. A recente subida do dólar causou uma grande redução em pedidos de alguns magazines, expondo a dependência da empresa a alguns compradores. Diante disso, a Kabriolli decidiu criar uma marca própria, chamada Olli, com foco nas classes A e B, visando suprir a demanda que tinha sido reduzida. Apesar de a estratégia

ter funcionado, a empresa optou por encerrar as vendas da marca própria assim que os pedidos dos magazines voltaram ao patamar padrão, uma vez que essas vendas geram uma maior margem de lucro para a companhia.

No tocante à ótica de otimização dos processos, a empresa objeto do presente estudo já havia sido estudada pelo autor. Durante três visitas que tinham como finalidade determinar gargalos da produção, a questão dos resíduos mostrou-se como outra dificuldade enfrentada pela corporação.

1.2 Problema e motivação

O setor têxtil brasileiro é responsável pela geração de 170 mil toneladas de resíduos por ano, dos quais aproximadamente 80% têm como destinação o aterro sanitário ou lixões (SEBRAE, 2014). Esses resíduos, que podem ser gerados tanto antes do consumo quanto depois dele, são materiais que possuem valor inerente e, portanto, poderiam ser reinseridos na própria indústria têxtil ou em setores relacionados.

Entretanto, a maneira como a confecção de roupas é pensada no Brasil atualmente tem como foco unicamente sua utilização primária. Sendo assim, os materiais não são desenhados para serem recicláveis e, mesmo aqueles que podem ser reaproveitados, passam por um processo de *downcycling*, ou seja, de perda de qualidade. Nesse caso, é comum a necessidade de adicionar matérias virgens para suprir a perda de qualidade. Essa mistura dificulta que o produto possa ser reciclado novamente, aumentando ainda mais a probabilidade de que o destino seja o aterro.

A temática ambiental ganhou extrema relevância recentemente e gerou questionamentos por parte dos consumidores em relação ao modo de produção da indústria têxtil. Dessa maneira, existe uma pressão por mudanças imediatas e as empresas devem adequar-se para seguirem competindo no mercado. No entanto, essas transformações não são simples e requerem a participação de diversos elos da cadeia produtiva.

A própria existência de diversos intermediários na cadeia têxtil, dentre eles, fornecedores, fabricantes, magazines e empresas de tratamento de resíduos, dificulta o rastreio do impacto ambiental e o completo entendimento de onde estão as causas do problema.

Nesse sentido, um estudo que busque averiguar possíveis causas para a destinação dos resíduos têxteis em aterros sanitários pode auxiliar na compreensão mais abrangente da problemática e assim possibilitar uma série de sugestões que visem reduzir ou, idealmente, eliminar essa adversidade.

1.3 Objetivo e estrutura do trabalho

O foco do trabalho foi entender as principais causas do envio de resíduos têxteis para o aterro sanitário e criar soluções para diminuir ou eventualmente eliminar esse contingente. Além dessa análise, um estudo de viabilidade econômica foi feito para definir a exequibilidade das soluções em um setor no qual há pouco ou nenhum espaço para perda de margem de lucro. Para tanto, o trabalho foi estruturado da seguinte forma.

No capítulo 2 foi feita uma revisão sobre assuntos relativos às diferenças entre a economia linear e circular e como a transição pode ser realizada. Além disso, um panorama da indústria têxtil, tanto em termos econômicos quanto em termos ambientais, foi necessário para gerar contextualização para o trabalho. Por fim, alguns casos de sucesso envolvendo a temática da produção circular também foram destacados para gerar conhecimento em torno de inovações já existentes.

Já no capítulo 3, foi identificada a metodologia que será aplicada no restante do trabalho com base em uma sugestão de pesquisadores da matéria.

O capítulo 4, por sua vez, contém todas as análises feitas durante o projeto, os resultados obtidos e as sugestões de mudanças devidamente justificadas, seguindo a metodologia descrita no capítulo anterior.

Por fim, o capítulo 5 representa uma conclusão do que foi descoberto durante o trabalho e a sua contribuição em termos acadêmicos e práticos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo não tem a pretensão de se estender por todas as áreas que a sustentabilidade possa englobar, mas sim gerar um conhecimento específico dos temas necessários para a realização deste trabalho. Assuntos de menor relevância para esse estudo foram incluídos devido à complementariedade com o epicentro do estudo.

Um panorama da indústria têxtil englobando tanto dados relativos ao tamanho do mercado quanto informações sobre o funcionamento atual da cadeia também é importante para o melhor entendimento da relevância do problema a ser tratado e para quantificação dos impactos.

2.1 Economia Linear

A economia linear transforma recursos naturais em produtos para venda através de uma série de passos de agregação de valor até que, no momento da venda, a posse e a responsabilidade dos riscos e do desperdício são transferidas ao comprador (STAHEL, 2016). Dessa forma, a economia linear ignora os impactos ambientais que são consequência do consumo de recursos e da disposição de resíduos e resulta em mais poluição, desperdício e extração de recursos naturais (SAUVÉ, BERNARD e SLOAN, 2016). Stahel (2016) explica que o que conduz esse modelo de produção é a moda, a emoção e o progresso, o que faz com que as empresas lucrem através de vendas de grandes volumes de produtos baratos.

Na ótica do consumidor, é mais barato comprar uma nova versão do produto do que encontrar alguém que conserte o original, até porque, em muitos casos, os produtos são desenhados para durarem apenas um certo período para encorajar o usuário a comprar o novo modelo (BRAUNGART e MCDONOUGH, 2002, p. 28).

2.1.1 Cradle to Grave

O conceito *Cradle to Grave*, em português, do berço ao túmulo, sumariza a economia linear. Recursos são extraídos, transformados em produtos, vendidos e eventualmente descartados em algum tipo de túmulo, normalmente um aterro ou incinerador (BRAUNGART e MCDONOUGH, 2002, p. 27).

2.2 Economia Circular

O conceito de economia circular surgiu pela primeira vez em 1989, cunhado por David Pearce, ao endereçar a ligação entre quatro funções econômicas do meio ambiente. O ambiente fornece amenidade, é um sistema fundamental de suporte à vida e é tanto base de recursos quanto um espaço para disposição das atividades econômicas (ANDERSEN, 2007).

A economia circular é um meio para fechar o laço do fluxo de materiais inserido no sistema econômico. Diferentemente do modelo tradicional de economia linear, a abordagem circular encoraja processos de regeneração que imitam ecossistemas naturais, em uma lógica na qual recursos naturais são transformados em produtos manufaturados, os quais, posteriormente, serão usados como recursos para outras indústrias (XUE, 2010).

A economia circular pode ser descrita como um sistema regenerativo no qual entradas e desperdícios de recursos e vazamentos de energia são minimizados através da desaceleração, fechamento e aproximação dos *loops* de material e de energia (GEISSDOERFER, SAVAGET, *et al.*, 2017).

A BSI Standards Publication (2017) criou um quadro que auxilia empresas a implementarem os princípios da economia circular. Essa abordagem envolve oito etapas que são seguidas de forma sequencial. Entretanto, cada empresa pode começar por um estágio diferente em virtude dos distintos níveis de maturidade relativos à circularidade em que elas se encontram.

O primeiro passo, chamado de *Framing*, visa entender a relevância da economia circular para o seu negócio. Isso deve ser feito através de um mapeamento dos *stakeholders* que são essenciais para a análise da situação atual da empresa e a compreensão de quais os interesses e a relação deles com a companhia. Além disso, é necessário criar uma consciência interna dos benefícios da transição para a economia circular e gerar entusiasmo em relação a isso.

O segundo passo, que se enquadra como a definição do escopo, tem como finalidade identificar quais sistemas devem ser explorados, através da compreensão de problemas e suas causas, da identificação de riscos e oportunidades e da clarificação dos objetivos das ações que devem ser tomadas. Vale ressaltar a importância de relacionar a visão da empresa com a economia circular e como esta pode auxiliar ou minar a proposição de valor no longo prazo. Assim, a definição de uma estratégia de alto nível pode ser criada, com objetivos definidos e um roteiro para atingi-los.

Enfim, no terceiro passo, a geração de ideias é realizada. A definição de objetivos claros e tópicos para serem explorados devem estar alinhados com os problemas identificados no

estágio anterior. A lista de ideias deve estar acompanhada de uma priorização que esteja de acordo com a visão da empresa de economia circular, os objetivos e a estratégia. Todos esses pontos são concebíveis através da identificação dos riscos e premissas associados a cada ideia.

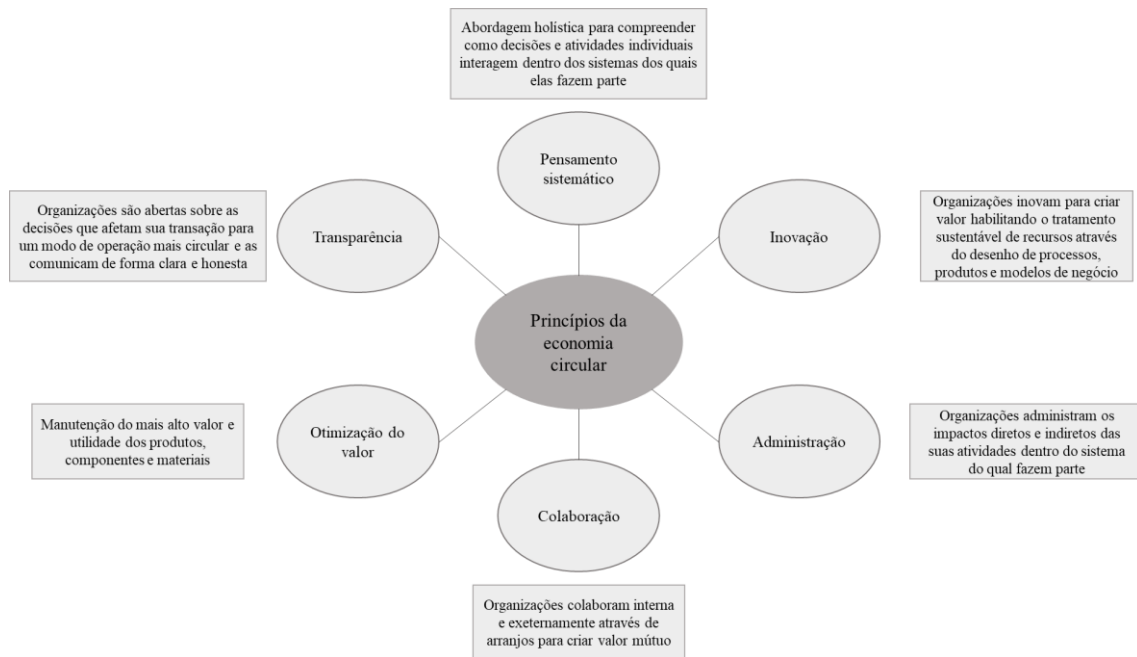
A fim de assimilar quais soluções são possíveis, o quarto passo busca testar a viabilidade delas, por meio de uma análise de mercado, recursos, capacidades, modelos de receita e clientes. Alguns testes em ambientes reais são úteis para revisar e confirmar as opções sob uma ótica de agilidade da empresa para implementá-la e de forma a confirmar o que é requerido para progredir para o próximo estágio.

O quinto passo consiste em criar um *business case* para garantir os recursos necessários para fazer um protótipo das novas ideias e implementá-las para toda a produção. Deve ser detalhado, para abranger áreas como operações, logística, informações financeiras, métricas para medir a criação de valor, licenças para operar, requerimentos regulatórios e expectativas financeiras de retorno. O *business case* deve ser revisto com uma frequência pré-definida e ser reajustado de acordo com comentários dos *stakeholders*.

Antes de implementar as soluções desenhadas, é essencial testá-las. A sexta etapa, portanto, pretende pilotar e criar um protótipo das opções em uma escala menor para definir a viabilidade prática. Primeiro, define-se a governança e as pessoas que devem estar envolvidas em cada etapa. Na sequência, estabelece-se a escala do piloto, diferentes formas de testá-lo e um sistema para monitorar e captar informações e dados do processo. Finalmente, o protótipo é colocado em teste, os dados são analisados e é feita uma análise de quais mudanças são importantes antes de lançar o projeto em larga escala.

Os passos sete e oito consistem em implementar e monitorar o projeto. A implementação deve ser precedida de um plano de ação que envolva definir responsáveis, confirmar os níveis de recursos, estabelecer e endereçar o desenvolvimento dos indivíduos de forma que sejam capacitados para entregar as mudanças propostas pela empresa e controlar os resultados atingidos. Além disso, a criação de mecanismos que meçam o progresso é essencial para capturar dados e indicadores, possibilitando uma avaliação da performance estratégica e operacional. O monitoramento auxilia na observação de falhas e de sucessos da implementação, ambos importantes para criar uma cultura positiva de aprendizagem. Ademais, o progresso deve ser reportado para os *stakeholders*, de forma a comemorar as melhoras e dispor-se a receber críticas e adaptar a estratégia e visão da empresa em termos de economia circular.

Figura 1: Princípios da economia circular



Fonte: Adaptado de BSI STANDARDS PUBLICATION, 2017

2.2.1 Cradle to Cradle

O termo cunhado por Walter Stahel, que em português significa “Do berço ao berço”, tem como objetivo atingir a eficiência dos produtos através do design para que os impactos negativos sejam reduzidos. O design de produtos pode habilitar a sua reutilização perpetuamente por meio dos metabolismos biológicos e técnicos, assim eliminando o conceito de desperdício (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017).

O grupo Ideia Circular define mudanças necessárias para atingir a economia circular e que estratégia utilizar para transformá-las em viáveis.

Tabela 1: Estratégias do *Cradle to Cradle*

Transformação	Estratégia
Focar em qualidade ao invés da quantidade	Projetar qual o destino
Visão de materiais como nutrientes	Trabalhar ciclos técnicos e biológicos
Refletir sobre o destino e não apenas a fonte	Questionar a próxima utilização
Considerar a saúde dos materiais	Buscar informações e melhorar continuamente
Celebrar a diversidade	Desenvolver um olhar sistêmico

Fonte: Adaptado de Ideia Circular, 2019

O design do *cradle to cradle* define uma abordagem de criação de produtos e processos industriais que tornem os materiais em nutrientes por meio do fluxo perpétuo através de dois metabolismos distintos: o biológico e o técnico. Produtos concebidos como nutrientes biológicos são chamados produtos de consumo. Tendo em vista que eles são desenhados como nutrientes de sistemas vivos, o seu retorno para o meio ambiente é habitual. Um nutriente biológico têxtil, por exemplo, pode ser compostado depois de ter servido como um tecido. O nutriente técnico, em contraponto, abarca materiais não renováveis como metais e plásticos que não se decompõem se simplesmente jogados na terra. Ainda assim, é um material que tem o potencial de manter-se em um sistema de ciclo fechado que envolva a manufatura, recuperação e reutilização, mantendo um alto valor por diversos ciclos de vida do produto (BRAUNGART, MCDONOUGH e BOLLINGER, 2007).

Nesse sentido, a Figura 2 representa os ciclos técnico e biológico, explicitando suas diferenças.

Figura 2: Ciclos técnico e biológico



Fonte: Ideia Circular, 2018

2.2.2 Triple Bottom Line

Slaper (2011) explica que por englobar as esferas ambiental e social na avaliação, o TBL se diferencia de tradicionais medidas uma vez que trata de aspectos dificilmente mensuráveis. Para atingir uma boa performance de TBL, são necessárias novas formas de parcerias nas esferas social, econômica e ambiental (ELKINGTON, 1998).

2.2.2.1 Performance Social

Um dos índices que mede a performance social, o CSR (Corporate Social Responsibility) atrai muita publicidade e, por isso, tornou-se uma prioridade para líderes de negócios em todo o mundo. Existem quatro justificativas para o uso desse índice. São elas: obrigação moral, sustentabilidade, licença para operar e reputação (PORTER e KRAMER, 2006).

Medidas de educação, acesso a recursos sociais, saúde, qualidade de vida e capital social são referências para a performance social. Dentre elas, destacam-se taxas de desemprego, crimes violentos per capita, pobreza relativa e taxa de participação da força de trabalho feminina (SLAPER e HALL, 2011).

2.2.2.2 Performance Econômica

Slaper (2011) elenca algumas variáveis que devem ser consideradas para avaliar a performance econômica em uma perspectiva de TBL. Dentre elas estão:

- a) lucro pessoal;
- b) custo do Subemprego;
- c) *churn* do estabelecimento;
- d) tamanho do estabelecimento;
- e) crescimento do emprego;
- f) distribuição do emprego por setor;
- g) porcentagem de firmas por setor;
- h) receitas por setor contribuindo para o produto bruto do estado.

2.2.2.3 Performance Ambiental

A performance no espectro ambiental ganhou relevância nas últimas décadas, o que a tornou essencial estratégica e competitivamente (ELKINGTON, 1998). Por desempenho ambiental compreende-se tanto a disposição de rejeitos quanto o consumo de recursos naturais (SILVA e KULAY, 2006).

2.2.3 Eco-Eficiência

O WBCSD (Conselho Mundial de Negócios para o Desenvolvimento Sustentável) explica que a eco-eficiência é atingida através da entrega de bens e serviços que sejam competitivos em preço, satisfaçam as necessidades humanas e gerem qualidade de vida enquanto reduz progressivamente os impactos ambientais e o uso de recursos mediante o atingimento de um nível de ciclo de vida ao menos em linha com o que o planeta é capaz de conduzir.

O foco do conceito da eco-eficiência pode ser entendido como conseguir mais com menos, ou seja, mais produtos com menos desperdícios, menos usos de recursos, menos toxicidade. Essa definição já parte da premissa de um sistema linear de fluxo de materiais, no qual recursos são extraídos do ambiente, transformados em produtos e descartados. Desse modo, o objetivo é a minimização do volume, velocidade e toxicidade, entretanto sem alterar a lógica da progressão linear (BRAUNGART, MCDONOUGH e BOLLINGER, 2007). Assim, a abstração de eco-eficiência envolve os seguintes conceitos:

- a) desmaterialização;
- b) maior produtividade de recursos;
- c) toxicidade reduzida;
- d) aumento da reciclabilidade;
- e) aumento da vida útil dos produtos.

O conceito, mostrado na equação 1 é quantificado pela razão entre uma medida econômica de valor agregado de certo produto e alguma medida de impacto ambiental (EHRENFELD, 2005).

$$Eco - eficiência = \frac{Valor\ criado}{Impacto\ ambiental\ causado} \quad (1)$$

2.2.4 Eco-Eficácia

A eco-eficácia, por sua vez, oferece uma alternativa positiva em relação às abordagens de eco-eficiência no que tange ao desenvolvimento de produtos saudáveis e benignos ao meio ambiente. O objetivo é de transformar os produtos e os fluxos de materiais de modo a formar um relacionamento de suporte com os sistemas ecológicos. O foco não é a minimização do fluxo linear, mas sim a geração de metabolismos cíclicos que possibilitem que os materiais mantenham seu status de recurso, o que é denominado de *upcycle*. Isso gera uma relação de

sinergia entre os sistemas ecológico e econômico (BRAUNGART, MCDONOUGH e BOLLINGER, 2007).

Um sistema de fluxo de materiais eco-eficazes não somente empodera os materiais para manterem seu status de recurso, mas habilita a acumulação contínua de conhecimento que forma a base para o *upcycle* através da criação de uma rede de informação que escoa entre os diversos atores da cadeia de materiais (BRAUNGART, MCDONOUGH e BOLLINGER, 2007).

2.3 Reciclagem

A terminologia de reciclagem de plásticos é complexa e por vezes confusa devido às diversas atividades para recuperação desse material (HOPEWELL, DVORAK e KOSIOR, 2009). De modo geral, elas podem ser divididas em quatro categorias:

- a) reciclagem primária: refere-se ao reprocessamento mecânico para gerar um produto com propriedades equivalentes. Conhecido como reciclagem de ciclo fechado;
- b) reciclagem secundária: refere-se ao reprocessamento mecânico que gera produtos com menos propriedades. É comumente chamado de *downcycling*, ou seja, perda de valor;
- c) reciclagem terciária: tem como função recuperar os químicos constituintes do produto, por isso é chamada de reciclagem química;
- d) reciclagem quaternária: refere-se à recuperação da energia de um produto, também conhecida como *energy from waste* ou *valorization*.

Existem alguns autores que alertam para a relação entre reciclagem e *downcycling*. O uso de materiais reciclados para a criação de novos produtos pode ser perigoso, apesar da boa intenção. Os autores citam o exemplo de roupas feitas através de fibras de garrafas de plástico recicladas. Como as garrafas nunca foram pensadas com o propósito de estar em contato com a pele humana, elas possuem toxinas que são prejudiciais ao corpo de uma pessoa. Esse caso também evidencia a problemática dos materiais híbridos. A adição de outras substâncias às fibras de plástico gera um composto entre ciclos técnicos e biológicos, o que elimina as qualidades circulares dos materiais originais (BRAUNGART e MCDONOUGH, 2002, p. 58).

O Brasil é um dos maiores importadores de trapos e resíduos da indústria da têxtil ainda que esses materiais existam em abundância nesse país (AMARAL, ZONATTI, *et al.*, 2018). Em 2015, o país sul americano importou 8.941.986 quilogramas de retalhos e farrapos a um custo de US\$ 5.848.422 – preço sem levar em consideração o frete (Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior – ALICEWEB, 2016). Esse volume, ainda que menor em

comparação a 2014, revela um grande problema brasileiro dada a disponibilidade de produtos nacionais (AMARAL, ZONATTI, *et al.*, 2018).

2.4 Definição de *Co-opetition*

O termo *co-opetition* refere à existência mútua entre cooperação e competição por parte dos *players* no mercado, que englobam fornecedores, competidores e complementadores. O objetivo das empresas deve ser a geração de resultados que sejam positivos para todas as partes envolvidas. O sucesso nesse processo é atingido apenas quando os diferentes pontos de vista são compreendidos como racionais e válidos ainda que sejam contrários a outras opiniões (ELKINGTON, 1998).

2.5 As Fases da Evolução Ambiental

A preocupação por parte das empresas com os danos causados ao meio ambiente teve início com os clamores da sociedade, configurando uma fase reativa. A população pressionava o Estado e esse atuava como uma polícia, regulando as atividades das organizações para limitar os impactos ambientais negativos. A segunda fase é caracterizada por ações preventivas das companhias. Ou seja, ao invés de tratar os rejeitos de forma a cumprir as normas reguladoras, elas buscam não os gerar ou ao menos reaproveitá-los para que não sejam dispostos na natureza (SILVA e KULAY, 2006).

As atitudes que visam a melhora da performance ambiental podem ser classificadas pelo seu escopo, no sentido de qual a abrangência do impacto.

O foco sobre o processo atitudes de empresas que apenas compreendem seu próprio escopo, isto é, a unidade individualizada da organização e não as expande para o restante da indústria (SILVA e KULAY, 2006).

Através da globalização, surge uma abordagem que amplie o foco das ações além da unidade empresarial. Essa forma de pensar sugere que o desempenho ambiental de uma companhia isolada não é suficiente, mas que todos os elos da cadeia devam ter um bom desempenho. A filosofia *life cycle thinking* supõe uma avaliação da performance ambiental que inclua todas as atividades relacionadas a manufatura do produto, desde a obtenção de recursos até a fabricação dele. Para essa abordagem fala-se em foco sobre o produto (SILVA e KULAY, 2006).

Sabe-se que produtos são feitos para cumprirem certa função. Por isso, após o processo de manufatura do produto, existe a sua distribuição, o seu uso e o seu destino, seja a disposição na natureza ou o reaproveitamento. Todas essas atividades podem impactar o meio ambiente e, por isso, devem ser consideradas no conceito de desempenho ambiental. O conceito de ciclo de vida de um produto surge a partir dessa explicação, sendo o conjunto de atividades necessárias para que um produto cumpra sua função (SILVA e KULAY, 2006).

2.6 Avaliação do Ciclo de Vida

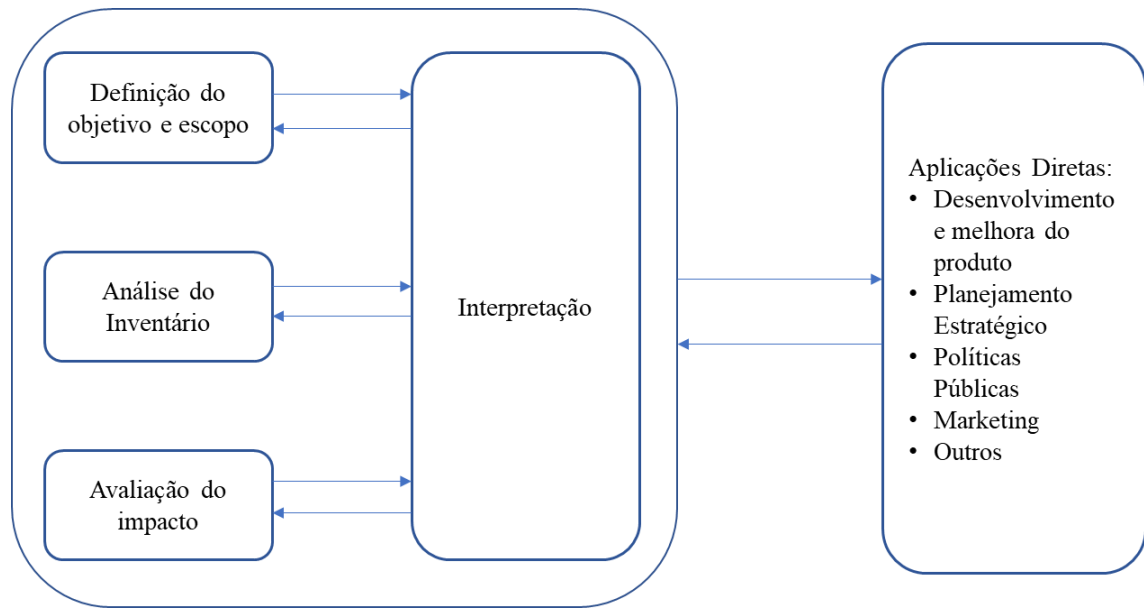
Silva e Kulay (2006) descrevem a avaliação do ciclo de vida de um produto como uma forma de medir o seu desempenho ambiental. Esse método visa identificar quantitativamente todas as entradas de recursos e todas as saídas de rejeitos durante as etapas que constituem o ciclo de vida. Na sequência, a avaliação é feita através da mensuração quantitativa dos potenciais impactos ambientais.

O principal potencial dessa ferramenta em decisões ambientais consiste em prover uma base quantitativa para que possam ser feitas melhorias na performance ambiental de um sistema durante seu ciclo de vida (AZAPAGICA e CLIFTB, 1999).

O primeiro estudo criado que remetia ao ciclo de vida de um produto foi feito na segunda metade da década de 1960. A Coca-Cola solicitou a pesquisa para saber o impacto ambiental que suas embalagens tinham tanto para a produção quanto na disposição. Anos depois, entre os anos de 1973 e 1975, alguns governos encomendaram estudos sobre o potencial energético do planeta. Entretanto, a falta de dados e de padronização de métodos fez com que esses estudos perdessem credibilidade no meio científico. Aprimorando essa metodologia e buscando uma visão mais sistêmica, no início da década de 1980 surgiu a Avaliação do Ciclo de Vida (SILVA e KULAY, 2006).

Silva e Kulay (2006) listam algumas premissas que são inerentes à Avaliação do Ciclo de Vida. Dentre elas estão o fornecimento de uma imagem das interações existentes com o meio ambiente, a contribuição para a compreensão das consequências ambientais das atividades humanas e dos seus impactos e a identificação de possibilidades de melhoria.

Figura 3: Fases e Aplicações de uma ACV



Fonte: Adaptado de REBITZER, EKVALL, *et al.*, 2004

Podem ser definidos duas principais vertentes para a Avaliação do Ciclo de Vida. A primeira é a comparação de diferentes produtos quanto ao seu desempenho ambiental. Por ser a única ferramenta que avalia o cumprimento da função pelo produto, a ACV possibilita a comparação. Essa vertente é utilizada por empresas que buscam estabelecer uma vantagem competitiva frente a seus concorrentes, provando que seu produto é mais sustentável. Também, a criação de novos produtos ou de produtos substitutos pode ser apoiada por esse estudo, comparando diversas opções que cumpram uma mesma função, buscando aquela com melhor performance ambiental (SILVA e KULAY, 2006).

A outra vertente visa identificar oportunidades de melhoria do desempenho ambiental. A partir de um estudo do ciclo de vida, busca-se encontrar os principais pontos de ataque ao meio ambiente e criar planos de ação para minimizá-los (SILVA e KULAY, 2006).

A metodologia é o conjunto de procedimentos para que o estudo atinja seu propósito. Dada a criação recente desse modelo de avaliação, não há uma metodologia universalmente aceita, entretanto, existe uma estrutura básica comum (SILVA e KULAY, 2006).

Tabela 2: Métodos de simplificação do ACV

Método de corte	Descrição	Taxa de sucesso
Remoção de componentes finais	Todos processos anteriores à produção da matéria prima são excluídos	58%
Remoção de componentes parcialmente finais	Como o de cima, mas o passo anterior é incluído	70%
Remoção de componentes iniciais	Todos os processos depois da produção de matéria prima são excluídos	67%
Remoção de componentes iniciais e finais	Somente a produção de matéria prima é incluída	35%

Fonte: Adaptado de HUNT, BOGUSKI, *et al.*, 1998

Silva e Kulay (2006) listam os subsistemas que constituem um sistema de produto. Isso inclui o subsistema das matérias-primas, que são os materiais que ficam incorporados ao produto final; o subsistema dos materiais auxiliares, aqueles usados para a obtenção do produto final, mas que não ficam incorporados a ele; o subsistema de energia, que são os insumos presentes na cadeia produtiva; os subsistemas dos bens de capital, como equipamentos e edifícios, que são necessários para a manufatura.

O modelo de um sistema de produto é, geralmente, um modelo de simulação estática, sendo composto por processos unitários. Para cada processo, são armazenados dados relativos ao uso de recursos naturais, às emissões e a fluxos de desperdício. Todos os processos são ligados de acordo com fluxos intermediários de produto e, para comparações entre produtos, a unidade funcional é traduzida em fluxos de referência, que são fluxos de produtos específicos dos sistemas comparados necessários para produzir uma unidade da função. Esse fluxo de referência se torna o ponto de partida para construir os modelos do sistema de produto (REBITZER, EKVALL, *et al.*, 2004).

Infelizmente, não é possível abranger todos os subsistemas, pois isso implicaria incluir todas as atividades humanas do mundo. Por isso, são usados modelos reduzidos representativos. Dessa forma, deve ser feita uma ponderação entre precisão e viabilidade. Quanto mais abrangente o estudo, mais preciso ele será e, em oposição, menos viável. Através da metodologia adotada, são identificados todos os subsistemas existentes daquela atividade e, na

sequência, excluem-se aqueles de menor importância. Os critérios utilizados para essa exclusão devem ser explicitados de forma clara (SILVA e KULAY, 2006).

A norma ISO 14044 sugere alguns critérios de exclusão, tais como:

- a) critérios de massa: subsistemas cuja contribuição acumulada à massa do sistema seja menor que uma dada porcentagem (normalmente 1% ou 5%) podem ser descartadas;
- b) critérios de energia: subsistemas cuja contribuição acumulada à energia do sistema seja menor que uma dada porcentagem (normalmente 1% ou 5%) podem ser descartadas;
- c) critérios de relevância ambiental: serve para evitar que subsistemas que contribuam pouco em massa ou em energia, mas tenham alto impacto ambiental sejam excluídos.

Por fim, a análise de inventário é a etapa que busca estimar o consumo de recursos e as quantidades de desperdício e emissões atribuídas ao ciclo de vida de um produto. Uma comparação realizada entre duas alternativas, onde uma apresenta maior consumo de cada material e de cada recurso pode ser conclusiva caso utilize-se uma interpretação puramente baseada na análise do inventário (REBITZER, EKVALL, *et al.*, 2004).

2.7 Avaliação do Impacto

A crescente preocupação com a temática da economia circular gerou a necessidade da criação de algum método para a avaliação dos impactos que as empresas provocam. Nesse contexto, o *Cradle to Cradle Products Innovation Institute* desenvolveu o *Cradle to Cradle Certified Product Standard*¹, uma análise composta por cinco categorias: saúde do material, reutilização do material, energia renovável, administração da água, justiça social. Os produtos são avaliados e recebem uma nota para cada uma dessas esferas, que pode variar entre básico, bronze, prata, ouro e platina. O certificado emitido corresponde a nota mais baixa entre todas as categorias.

A existência de uma instituição central que realiza as análises gera maior confiança na emissão dos certificados e, portanto, cria um ecossistema no qual empresas que inovam em busca de uma produção mais limpa recebem uma recompensa que auxilia no fortalecimento do intangível².

¹ Get Cradle to Cradle Certified™. Disponível em: <<https://www.c2ccertified.org/get-certified/product-certification>>. Acesso em: 10 de maio de 2019.

² Informação fornecida por Léa Gejer, fundadora do Ideia Circular, em entrevista em São Paulo, 15 de abril de 2019.

2.8 Política Nacional de Resíduos Sólidos

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/10, trouxe importantes instrumentos para a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, com o objetivo de conter os prejuízos ambientais, sociais e econômicos que decorrem da inadequação do manejo desses resíduos.

Prezando a cooperação entre os entes estatais, os setores privados e a sociedade, a Lei estabelece a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. Esse conceito é definido, no art. 3º, inciso XVII, como um “conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos”.

Há a previsão, também, da elaboração de Planos de Resíduos Sólidos pela União, pelos Estados e Municípios, que devem estabelecer metas em relação à gestão dos resíduos, bem como determinar formas de fiscalização e controle de forma coordenada.

Desse modo, o planejamento e a atuação conjunta dos órgãos estatais e demais setores da sociedade, como expresso no art. 30 da referida Lei, possibilitariam a adoção de práticas mais sustentáveis ao longo de todo o ciclo de vida do produto.

2.9 Aterros Sanitários

O aterro é uma das maneiras pensadas para que os resíduos sejam destinados. Sua finalidade é acolher a maior quantidade de resíduos no menor espaço possível, buscando diminuir o impacto ambiental (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2013).

As pesquisas do IBGE exibem a quantidade de resíduos coletados e suas destinações. Devido à falta de dados, a Tabela 3 é referente ao ano de 2008, enquanto a Tabela 4 refere-se ao ano de 2000. Ainda assim, os valores servem para gerar um entendimento em termos de ordem de grandeza.

Tabela 3: Volume total de resíduos sólidos coletados, segundo as Grandes Regiões

Região Brasileira	Volume total de resíduos sólidos coletados (t/dia)
Norte	14.639
Nordeste	47.206
Sudeste	68.181
Sul	37.342
Centro-Oeste	16.120
Total	183.488

Fonte: Adaptado de IBGE, 2008

Tabela 4: Quantidade de lixo coletado por destinação no Brasil

Destino	Quantidade de lixo coletado/destinado (t/dia)
Vazadouro a céu aberto (“Lixão”)	48.321
Vazadouro em áreas alagadas	232
Aterro controlado	84.575
Aterro sanitário	82.640
Estação de compostagem	6.549
Estação de triagem	2.265
Incineração	1.031
Locais não fixos	1.230
Outro	1.566

Fonte: Adaptado de IBGE, 2000

2.10 Economia Compartilhada

O consumo colaborativo é uma atividade *peer-to-peer* para obter, dar e compartilhar o acesso a bens e serviços, através de uma comunidade *online* de serviços (HAMARI, SJOKLINT e UKKONEN, 2016).

A economia compartilhada apresenta três principais características: sistema produto-serviço (PSS), mercados de redistribuição e estilo de vida colaborativo, sendo a última uma fonte de disrupção com o modelo atual de consumismo e de minimização do uso de recursos (BOTSMAN e ROGERS, 2011).

2.11 Casos de Sucesso da Economia Circular

A aplicação dos conceitos da economia circular já tem apresentado resultados relevantes. O estudo desses casos auxilia na compreensão dos obstáculos enfrentados por empresas que buscaram implementar esses princípios.

- **Peerdustry**: A Peerdustry é uma Startup de Tecnologia que tem como missão aumentar a competitividade do setor industrial do Brasil, utilizando recursos avançados de tecnologia da informação e os princípios de economia compartilhada. Dessa forma, a empresa defende o fim da ociosidade das máquinas em indústrias, conectando detentores de imobilizado com pessoas que desejam utilizar as máquinas. Por mais que a terceirização da manufatura tenha se mostrado eficiente, um dos desafios da nova companhia é combater o desejo dos indivíduos de possuir capital como forma de demonstrar poder. A plataforma possui mais de 500 empresas cadastradas, que juntas criam uma rede de compartilhamento de mais de 2.000 máquinas. Isso promove uma maior utilização do maquinário existente, reduzindo índices de ociosidade e diminuindo a necessidade de fabricação de equipamentos. Naturalmente, esse compartilhamento resulta na diminuição do uso de matérias-primas e da exploração da natureza (PEERDUSTRY, 2017).
- **Philips**: A Philips transformou a produção de um de seus modelos de máquinas de café, utilizando 16% (no total da massa) de plástico reciclado para a manufatura da peça. Para isso, a empresa precisou superar três grandes desafios. Primeiramente, o plástico reciclado deveria ser inodoro para não afetar a experiência do café. Em segundo lugar, necessitava ter propriedades para suportar altas temperaturas. E por fim, era desejável uma aparência parecida com o restante da máquina. O plástico reciclado utilizado pela Philips advém, em parte, dos aspiradores de pó da própria marca através de uma parceria com uma empresa chamada Coolrec. Ou seja, além de evitar que os aspiradores sejam transformados em resíduos sem qualquer utilidade, também se diminui a necessidade de exploração de novos recursos para a manufatura da máquina de café (PHILIPS, s.d.).
- **Climatex**: A fábrica têxtil Röhner enfrentou um problema com os seus resíduos no princípio da década de 1990. Devido a uma mudança na legislação suíça, a empresa foi proibida de enterrar ou queimar os retalhos na Suíça e, portanto, passou a ser necessário exportá-los para

a Espanha. Isso gerou altos custos para a companhia em um processo que não gera valor ao cliente. Dessa forma, em conjunto com a DesignTex, a empresa contratou Michael Braungart e William McDonough para a criação de um tecido que fosse ambientalmente inteligente. Após um estudo sobre a elaboração dos tecidos, Braungart e McDonough descobriram que eram utilizadas 1.600 substâncias para o tingimento do produto, das quais apenas 16 respeitavam os padrões de toxicidade da certificação *Cradle to Cradle*. Dessa forma, eles simplificaram a produção, utilizando somente os 16 ingredientes dentro dos critérios e retirando diversas substâncias tóxicas da composição. O desenvolvimento da tecnologia Climatex[®] possibilitou a criação de um tecido para o ciclo biológico, uma mistura de lã e rami (um tipo fibra feito com linho) sem a utilização de químicos que causam danos à saúde. Atualmente, os restos de tecido são vendidos para agricultores locais, que os utilizam para nutrir o solo. Dessa forma, a empresa transformou um custo de seu processo em receita, evidenciando os benefícios econômicos do *Cradle to Cradle* (BRAUNGART e MCDONOUGH, 2002). Em testes da qualidade dos efluentes, não foram encontrados poluentes que comumente eram identificados na indústria têxtil, indicativo da melhora ambiental causada pela solução implementada.

- **Evrnu**: A marca de roupas Levi Strauss & Co. criou uma parceria com a *startup* Evrnu para a criação de produtos têxteis recicláveis. A empresa coleta e separa descartes pós-consumo e na sequência purifica, despedaça e transforma-os em polpa. A celulose extrudida cria uma fibra mais fina que a seda e mais resistente que o algodão. Finalmente, a fibra é transformada em fio, tingida e tecida para ser utilizada na criação do têxtil reciclável. Durante o processo, o consumo de água é 98% menor do que o utilizado na produção de um tecido de algodão e a emissão de gases é 80% menor quando comparada à criação de tecidos de poliéster, elastano e viscose. Por mais que a maior parte do material empregado seja de resíduos têxteis, ainda é necessária a inserção de algodão virgem (LEVI STRAUSS & CO., 2016). Uma diferença importante entre o que a Evrnu faz em relação a outras empresas que lidam com resíduos é que o produto final também é reciclável. Comumente, durante o processo de reciclagem, faz-se necessária a adição de outros materiais para recuperar certas características da fibra virgem. Entretanto, esse incremento normalmente impossibilita a reciclagem do novo tecido em virtude da dificuldade de separação das fibras empregadas. Portanto, o processo realizado pela Evrnu pode ser considerado um *upcycle*.

2.12 Indústria Têxtil

2.12.1 Panorama Geral

O foco da indústria têxtil nos últimos anos tem sido o desenvolvimento tecnológico e a redução de custos. Essa priorização ocorre para aumentar a eficiência da produção em detrimento de outras dimensões, como a sustentabilidade. Ou seja, as empresas buscam aumentar seus lucros no curto prazo ao invés de repensar a forma que os produtos estão sendo desenhados e manufaturados (NIINIMÄKI e HASSI, 2011).

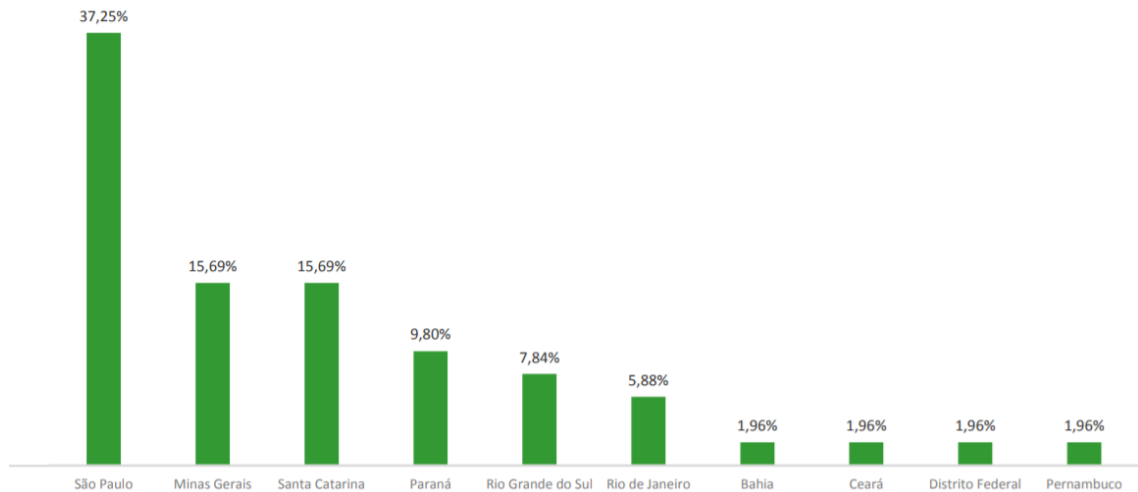
Niinimäki e Hassi (2011) apontam que o desenvolvimento industrial possibilitou a queda de preços e, conseqüentemente, o aumento do consumo. Parte da razão pela qual o custo de produção foi reduzido foi a mudança das indústrias para países mais baratos, que utilizam vestuário de pior qualidade. Assim, a vida útil desses produtos foi reduzida e o seu baixo preço torna a compra de uma peça nova mais viável do que o reparo de uma já utilizada.

Os investimentos na indústria têxtil em 2018 caíram drasticamente. O BNDES desembolsou R\$ 274 milhões no período de janeiro a dezembro desse ano frente a R\$ 557 milhões no mesmo período de 2017. Esses valores representaram uma queda de 0,79% para 0,40% em relação ao valor total liberado pelo banco (ABIT, 2019).

Em pesquisa feita pela ABIT em fevereiro de 2019, mais de 37% dos entrevistados disseram ter a maior parcela de suas atividades no estado de São Paulo. A região sudeste correspondeu a uma parcela superior a 58% das empresas.

Figura 4: Presença das empresas por estado

Q1: Em qual estado do País a sua empresa concentra a maior parcela de suas atividades?



Fonte: SUPERINTENDÊNCIA DE POLÍTICAS INDUSTRIAIS E ECONÔMICAS, 2019

No âmbito internacional, o Brasil ocupa posições de pouco destaque tanto na importação quanto na exportação. Na importação, figura em 19º lugar em tecidos têxteis e em 30º em vestuários. De outro lado, é o 21º país que mais exporta têxteis e 80º país na exportação de vestuário (IEMI, 2013).

2.12.2 *Fast Fashion*

A moda é considerada um fenômeno cíclico adotado pelos consumidores por um determinado espaço de tempo, o que resulta em um ciclo de vida pequeno (SPROLES, 1979). Durante os anos 1980, o calendário da moda variava de acordo com as exposições dos tecidos, que consistiam na mudança das estações do ano. Entretanto, no começo dos anos 1990, os varejistas começaram a focar na expansão do seu portfólio de produtos, buscando agilidade na resposta às novas tendências da moda. De forma a aumentar a variedade de produtos, a solução foi criar novas estações, diminuindo o período de duração delas (TYLER, HEELEY e BHAMRA, 2006).

A indústria da moda, portanto, desenvolveu uma infraestrutura que enfatizava a rápida resposta através de *lead times* reduzidos e mantendo custos baixos. Foi assim que surgiu o fenômeno de levar processos de produção e manufatura de tecidos para países com mão-de-obra mais barata, resultando em uma grande vantagem em custos (TYLER, HEELEY e

BHAMRA, 2006). O alicerce dessa rápida capacidade de resposta foi a mudança feita pela indústria da moda que passou a usar dados em tempo real em detrimento de prever o futuro para entender as necessidades e desejos dos consumidores (JACKSON, 2012).

2.12.3 Utilização de Tecidos

As fibras têxteis podem ser divididas entre aquelas encontradas na natureza e aquelas feitas quimicamente. O último grupo ainda pode ser subdividido entre artificialmente obtidas por processos que usam polímeros naturais e outras cujo processo é feito com polímeros sintéticos (Barbosa et al., 2004; TEXTINFO, 2011). A Figura 5 mostra a origem das principais fibras utilizadas na indústria têxtil.

Figura 5: Classificação de fibras têxteis



Fonte: Adaptado de WORLD PRESS, s.d.

Dentre as principais fibras utilizadas pela indústria têxtil, algumas se destacam pelo volume em que são produzidas. A Tabela 5 representa a quantidade de tecidos que é produzido no Brasil de acordo com a fibra empregada.

Tabela 5: Produção de tecidos no Brasil por tipo de fibra (em toneladas)

Tecido	2012	2013	2014
Algodão	752.879	772.213	752.908
Poliéster	296.009	308.015	310.384
Viscose	14.189	12.703	11.832
Poliamida	7.376	7.489	7.023

Fonte: Adaptado de IEMI, 2015

2.12.4 Desperdício na Indústria Têxtil

Estudos realizados pela Sinditêxtil (2012) apontam a indústria têxtil como aquela que gera maior quantidade de resíduos comparados com sua produção.

Tabela 6: Desperdício por produto

Produto	Desperdício
Vestuário	12%
Meias e acessórios	2%
Linha Lar	5%
Artigos Técnicos	5%

Fonte: Adaptado de SINDITÊXTIL, 2012

2.13 Modelos de Negócio

Para Chesbrough (2010), um modelo de negócio preenche as seguintes funções:

- articula a proposta de valor;
- identifica um segmento de mercado e especifica o mecanismo de geração de receita;
- define a estrutura da cadeia de valor necessária para criar e distribuir a oferta e ativos complementários necessários para auxiliar a posição na cadeia;
- detalha os mecanismos de receita pelos quais a empresa será paga pelo que oferece;
- estima a estrutura de custos e o potencial lucro;

- f) descreve a posição da companhia dentro de sua cadeia de valor ligando fornecedores e clientes;
- g) formula a estratégia competitiva pela qual a companhia vai ganhar e assegurar vantagem contra seus competidores.

As empresas comercializam inovações de produtos e de tecnologia através de seus modelos de negócio e, enquanto são alocados grandes investimentos para isso, é comum que elas tenham uma capacidade limitada de inovar seu modelo de negócio pelo qual passarão tais inovações (CHESBROUGH, 2010).

2.13.1 Estratégias de Modelos de Negócio Circulares

A mudança para um modelo de negócio circular requer uma nova forma de pensar e de fazer negócios (BOCKEN, PAUW, *et al.*, 2016). Quanto mais radical for a inovação do produto ou da tecnologia, maior o desafio e maiores as chances de necessidade de mudanças no modelo de negócio tradicional (BHAMRA e LOFTHOUSE, 2007).

Nesse sentido, Bocken, Pauw, Bakker e Grinten (2016) separam as estratégias de modelos de negócios em dois grandes grupos: aquelas para diminuir os ciclos e aquelas para fechar os ciclos. A primeira se divide em quatro principais modelos, que estão descritos na tabela abaixo:

Tabela 7: Inovações de modelo de negócio para reduzir os ciclos de recursos

Modelo de Negócio	Definição	Exemplos
Modelo de acesso e performance	Prover a capacidade necessária para atender as necessidades dos usuários sem ter que possuir produtos físicos	Compartilhamento de carros
Estendendo o valor do produto	Explorar o valor residual dos produtos, ou seja, recuperar o produto depois de seu uso	Remanufatura na indústria automotiva
Modelo clássico <i>long-life</i>	Foco em entregar produtos de longa duração, apoiado pelo design feito para durabilidade e para o eventual reparo	Produtos brancos
Encorajar suficiência	Soluções que promovem a diminuição do consumo através de princípios como durabilidade, serviço, garantia e reparo	Marcas premium de alto serviço e qualidade

Fonte: Adaptado de BOCKEN, PAUW, *et al.*, 2016

Já a segunda abordagem pode ser fracionada em dois modelos:

Tabela 8: Inovações de modelo de negócio para reduzir os ciclos de recursos

Modelo de Negócio	Definição	Exemplos
Estendendo o valor do recurso	Explorar o valor residual de recursos através da coleção dos materiais dispostos	Sistema de recompensas por reciclagem
Simbiose industrial	Uma solução orientada pelo processo que visa alimentar um processo através dos resíduos de outro muitas vezes beneficiados pela proximidade geográfica	Parque Eco-Industrial Kalundborg

Fonte: Adaptado de BOCKEN, PAUW, *et al.*, 2016

2.14 Métodos de Valoração de Projetos

Há muitas técnicas diferentes de valoração de projetos que podem ser categorizadas em cinco principais tipos: métodos de valor presente líquido, métodos de taxa de retorno, métodos de proporção, métodos de *payback* e métodos contábeis (REMER e NIETO, 1995).

2.14.1 VPL

A medida do valor presente líquido é obtida pela diferença entre o valor presente dos benefícios líquidos de caixa, previstos para cada período de horizonte de duração do projeto, e o valor presente do investimento, ou seja, o desembolso de caixa (NETO, 2012, p. 372).

Remer e Nieto (1995) afirmam que para fins de comparação de dois projetos, devem ser utilizados a mesma taxa de retorno e o mesmo período de análise. Para casos em que a vida útil de dois projetos não é a mesma, assume-se a “*repeated Projects assumption*” na qual o projeto de menor duração é replicado o número de vezes necessário para que as durações sejam equivalentes.

O VPL pode ser calculado através da equação 1, assumindo diversos pagamentos, que podem ser entradas ou saídas de caixa, onde cada fluxo F no período n é representado por F_n (HIRSCHFELD, 2000):

$$VPL = \sum_0^n \frac{Fn}{(1+i)^n} \quad (2)$$

Onde:

- n é o número de períodos;
- i é a taxa de desconto.

A análise desse indicador deve ser feita de forma que um projeto com VPL maior que zero deve ser realizado, assumindo que haja recursos para fazê-lo. Em contrapartida, caso o VPL seja menor que zero, o projeto deve ser recusado posto que existem oportunidades melhores para investir os recursos (PARK e SHARP-BETTE, 1990).

2.14.2 Payback

O tempo de *payback* é o tempo necessário para recuperar um investimento inicial através de fluxos de caixa gerados por esse investimento (PEARCE, DENKENBERGER e ZIELONKA, 2009). As duas principais metodologias para o cálculo do período de *payback* são o médio, que considera a média anual dos retornos e o efetivo, que considera o valor total dos retornos (NETO, 2012, p. 358).

2.14.3 Taxa Interna de Retorno

A taxa interna de retorno representa a taxa de desconto que iguala, em determinado momento, as entradas com as saídas previstas de caixa (NETO, 2012, p. 362). A TIR tem como diferencial, quando comparada ao *payback*, o fato de sua metodologia considerar o valor do dinheiro no tempo, fator de relevância em um país onde as taxas de juros são acima de 5% ao ano.

A utilização da TIR representa uma vantagem, haja vista que é comparável com a taxa de outro projeto. Entretanto, para investimentos que diferem muito em ordem de grandeza, essa medida não é eficiente, podendo gerar imprecisão na tomada de decisão (GONÇALVES, DAS NEVES, *et al.*, 2009).

2.14.4 Retorno Sobre Investimento

A análise através do ROI visa auxiliar no processo de decisão oferecendo maior clareza dos resultados ao expor benefícios e custos de um determinado projeto (ERDOGMUS, FAVARO e STRIGEL, 2004).

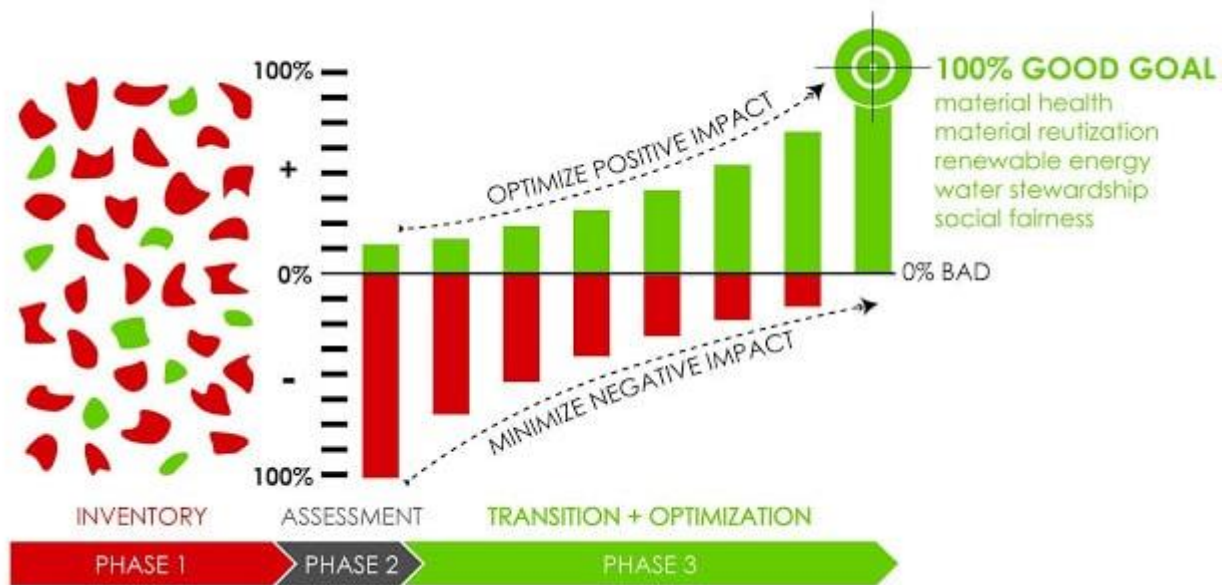
Por outro lado, Neto (2012, p. 394) alarma sobre uma limitação do ROI. O autor comenta que o resultado operacional – numerador do ROI – é apurado pelo regime de competência e não de caixa, o que faz com que o Retorno sobre Investimento seja uma medida contábil. O problema retratado pelo autor consiste no fato de que essa taxa de retorno contábil é comparada com o custo de capital do investimento, que é uma medida de natureza econômica.

Pearce, Denkenberger e Zielonka (2009) apontam os cuidados que devem ser tomados ao se analisar um investimento em eficiência energética. Os autores afirmam que, como os retornos são simplesmente uma redução de custos, não há incidência de impostos e, portanto, existe uma vantagem que deve ser considerada ao se comparar com taxas de retorno em investimentos financeiros.

3 METODOLOGIA

O trabalho foi estruturado utilizando como base uma metodologia criada por William McDonough e Michael Braungart, demonstrada na Figura 6. O método consiste em três fases de transição para o modelo *Cradle to Cradle*: a análise do inventário, a avaliação dos impactos de cada material e processo e a transição propriamente dita.

Figura 6: *The Upcycle Chart*



Fonte: MBDC, 2015

Para a devida utilização desse gráfico, deve-se previamente identificar o problema a ser solucionado e a sua relevância. Para possibilitar a análise dos materiais utilizados, como sugerem os autores, será necessário observar mais atentamente os processos do estudo de caso. Na sequência, avaliar-se-ão os impactos positivos e negativos de cada processo.

De acordo com o propósito deste trabalho, assim que totalmente identificado o problema e suas causas, serão pensadas algumas propostas de soluções visando a parte inferior e superior do gráfico da Figura 6. Por fim, a viabilidade financeira de cada uma delas será testada e um plano de implementação daquelas que se mostrarem pertinentes e viáveis será exposto.

As seções seguintes têm o propósito de detalhar as atividades de cada uma das fases supracitadas e qual a relação entre elas.

3.1 Identificação do Problema

O primeiro passo foi identificar o problema. Através de contatos anteriores com a empresa, a temática dos resíduos já havia sido levantada.

Na sequência, visando entender qual processo da fábrica era mais crítico na geração de resíduos, realizou-se um acompanhamento em todas as fases da confecção, com atenção para as sobras de cada etapa. Ao destacar os setores mais responsáveis pelo problema, foi possível direcionar esforços para o estudo de cada um deles.

De forma a entender as causas do problema, um Diagrama de Ishikawa foi desenhado tendo em mente a participação de processos externos à fábrica. Para tanto, foram analisados o maquinário utilizado, os funcionários envolvidos, os métodos presentes e as matérias empregadas.

No tocante à parte da temática ambiental, através de conversas com a direção da empresa, foi possível tomar notas sobre a relevância do problema em termos estratégicos e financeiros e quantificá-lo para futura análise de viabilidade das soluções.

3.2 Observação dos Processos

Após o mapeamento de todos os processos da fábrica e a compreensão daqueles de maior relevância para o problema de envio de resíduos ao aterro, foram definidos quatro processos para serem observados com maior atenção, ainda que alguns não ocorram na fábrica em questão.

A enfestagem, nome dado ao corte, é a responsável pela geração das sobras de tecidos. O processo já é feito de forma a minimizar os resíduos através de um programa computacional que otimiza a utilização do material. Assim, sendo inviável zerar as sobras e havendo pouco espaço para reduzi-las, o essencial é encontrar outros meios de dispor os resíduos.

Através de conversas com a pessoa encarregada pela Responsabilidade Social da empresa, foi apresentada a criação de um processo de separação de resíduos que tinha a finalidade de destinar materiais facilmente recicláveis, como papel e plástico, em um local diferente de resíduos orgânicos, por exemplo.

A fim de entender quais as melhoras necessárias no material do tecido, o processo de coleta de resíduos foi observado. O contato com as empresas responsáveis pela coleta foi feito por telefone e foram feitas perguntas que tinham como objetivo saber quais materiais eram

passíveis de serem reutilizados, quais os processos que possibilitavam essa reutilização e quais aqueles que tinham de ser enviados ao aterro sanitário.

Entretanto, nessas conversas foi descoberto mais um intermediário na cadeia têxtil. As empresas responsáveis pela coleta não são as mesmas que realizam a reciclagem e possuem pouca informação sobre o assunto. Como não foi possível entrar em contato com as empresas que realizam de fato o processo de reciclagem, foi feita uma pesquisa via contatos telefônicos com outras empresas que realizam o mesmo serviço. Houve certa dificuldade em se obter informações nesse sentido, tanto pela falta de conhecimento de funcionários que fazem o atendimento telefônico quanto pela desconfiança de divulgação dos processos das fábricas para pessoas externas.

Com os dados obtidos, foi possível assimilar duas informações valiosas. Primeiro, quais materiais que dificilmente eram reutilizados e, por isso, deveriam ser substituídos por alternativas. Segundo, através do conhecimento do que era feito com os resíduos reutilizáveis, foi possível pensar em qual o valor e qual o mercado de retalhos de confecção. Assim, as soluções pensadas têm o objetivo de atingir algum dos potenciais mercados ou semelhantes.

3.3 Análise do Inventário

A análise do inventário foi feita em três etapas. Primeiramente, foi feito um contato com o responsável pela área de compras da empresa. Com isso, foi possível o acesso a quais os materiais comprados e quais os fornecedores. A fábrica em questão não tem o conhecimento da origem das matérias-primas utilizadas para a criação dos tecidos comprados. Entretanto, como já citado, cerca de 90% do material comprado é advindo de fora do Brasil e quem possui o relacionamento com os fornecedores são importadoras.

Dessa forma, a segunda etapa foi a tentativa de contato com os fabricantes, que se mostrou pouco efetiva. O interesse por esse contato foi pela busca de informação sobre se essas empresas utilizam diversas substâncias químicas na produção dos tecidos, muitas das quais não devem ser autorizadas por lei devido à poluição que causam nos efluentes e aos danos à saúde humana. Essa mesma dificuldade surgiu na tentativa de conhecer processos similares em empresas brasileiras.

Por isso, a terceira etapa foi uma pesquisa para entender quais as matérias-primas utilizadas em uma produção genérica desses tecidos. Ou seja, não representa necessariamente o que acontece nesse estudo de caso.

A análise do inventário tem também como finalidade entender se a não reutilização dos produtos é um obstáculo mercadológico ou de processo. Isto é, se a complicação reside no fato de que após a reciclagem não existe demanda pelo produto resultante ou se não é possível reciclar o material.

3.4 Avaliação dos Impactos

Os impactos dos produtos e processos utilizados foram feitos através da avaliação do ciclo de vida. Para tanto, o *software* SimaPro® versão *Faculty* foi utilizado. Devido à falta de dados reais relativos aos fornecedores da empresa, os valores inseridos de consumo de materiais, energia e desperdício foram obtidos através de pesquisa bibliográfica.

3.5 Proposta de Soluções

A criação de soluções teve como base o conceito do *Triple Bottom Line*, para que as propostas resolvessem a temática ambiental, levando em consideração impactos sociais e econômicos. Dessa forma, para cada sugestão foram levantados pontos qualitativos que elucidem os benefícios, enquanto os ganhos financeiros serão analisados tanto quantitativa como qualitativamente com maior profundidade na seção de viabilidade financeira.

De forma a organizar a busca por meios de resolução do problema, o objetivo foi segmentado entre (i) propostas que visam minimizar os impactos negativos através da redução da quantidade de resíduos têxteis enviados ao aterro e (ii) propostas que intencionam uma mudança mais drástica no início da cadeia, viabilizando que todas as sobras sejam reutilizáveis.

Para a criação de novos processos, sejam eles internos ou externos à fábrica, foi feita uma pesquisa para saber da existência de tais métodos. Caso já existam, a investigação buscou compreender quais as máquinas utilizadas, o conhecimento prévio para manuseio delas, a quantidade de funcionários necessária e o custo de implementação.

Já para a mudança no início da cadeia produtiva, procurou-se assimilar quais os materiais que podem ser reciclados sem perda de qualidade. Esse aprendizado se deu através de conversas com empresas de reciclagem e com pessoas com vasto conhecimento da indústria têxtil, como empreendedores que atuam com a reciclagem de produtos têxteis e acadêmicos da área.

Durante todo o processo de geração de ideias, um preceito esteve como centro da discussão. A busca em transformar os custos relacionados à coleta e à reciclagem em receita.

Em alguns casos isso foi possível para a empresa em questão, enquanto em outros, o foco foi a criação de valor na cadeia como um todo.

3.6 Viabilidade Financeira das Soluções

Por mais que a questão ambiental tenha relevância por si própria, o acompanhamento de um estudo de viabilidade financeira faz-se necessário, especialmente tratando-se de um setor cuja margem de lucro é relativamente baixa. O uso de alguns métodos de valoração de projetos tornou-se pertinente tanto para inferir a viabilidade de cada solução, quanto para compará-las em diferentes horizontes de tempo.

Os dados relevantes para essa análise foram coletados com a direção da empresa. Por falta de um controle mais rígido, alguns dos valores tiveram de ser estimados com base nos valores fornecidos. Além disso, em relação a processos que a Kabriolli ainda não possuía, foram feitas pesquisas de mercado e *benchmarkings* para o orçamento de preços de materiais e máquinas indispensáveis para o cálculo da viabilidade financeira.

Como citado na seção anterior, a medição de geração de valor foi considerada na cadeia produtiva e não apenas na empresa. Ainda que pareça óbvio que a empresa busque ganhos intrínsecos a sua atuação, a valorização de outros *players* na cadeia acaba por gerar uma vantagem competitiva para a empresa e um reconhecimento positivo de sua marca no mercado.

Dentre as consequências das soluções, alguns dos impactos não são facilmente mensuráveis, portanto, foram feitas considerações qualitativas sobre eles, que não são menos relevantes pelo simples fato de não estarem quantificadas.

3.7 Plano de Implementação

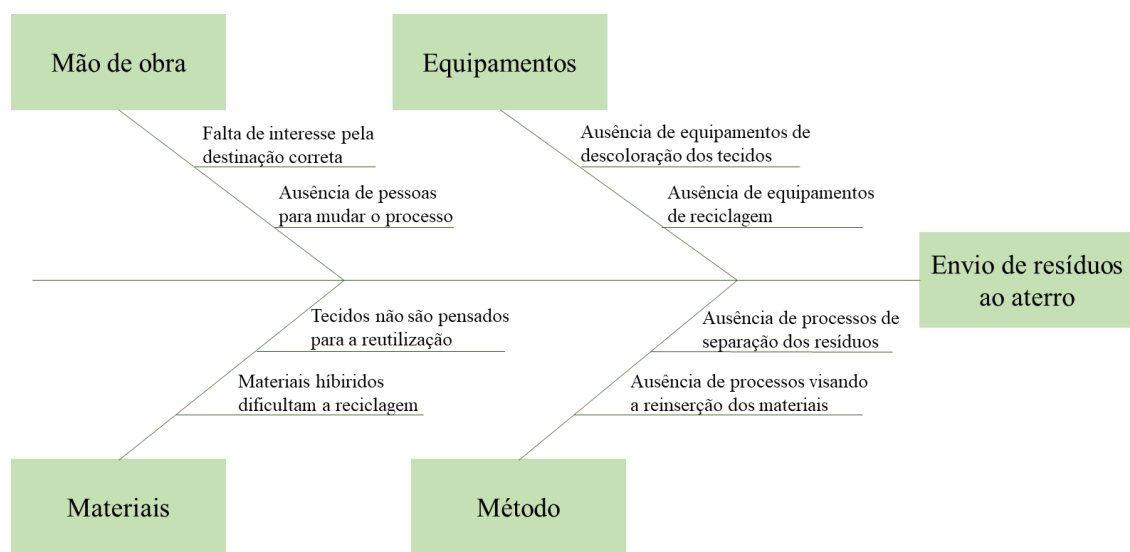
A implementação das soluções depende da presença de recursos da empresa, sejam eles de capital ou humano e da complementariedade das propostas. Ou seja, para que as soluções sejam executadas, é preciso julgar se elas são excludentes entre si e se há recursos suficientes para desenvolvê-las. Dessa forma, procurou-se saber qual a pretensão da companhia em se tratando de disponibilizar capital para projetos relacionados à gestão dos resíduos. Além disso, buscou-se compreender a prontidão e a agilidade da empresa para implementar as mudanças.

4 DESENVOLVIMENTO DO MODELO

4.1 Identificação do Problema

A problemática de resíduos sempre esteve presente na empresa, que em toda a sua existência não tinha como praxe a realização da separação dos descartes. Segundo dados internos, 10.000 quilogramas de resíduos eram recolhidos mensalmente por duas empresas responsáveis pela coleta, representando um custo de R\$ 2.500. Esses resíduos incluíam tudo aquilo que era descartado na empresa, desde descartes orgânicos provenientes das refeições dos funcionários até sobras têxteis dos cortes dos tecidos. Essa mistura de materiais impossibilitava que as empresas de coleta conseguissem realizar qualquer reciclagem e, por isso, todo o material era enviado ao aterro sanitário.

Figura 7: Diagrama de Ishikawa para o envio de resíduos ao aterro



Fonte: Elaborado pelo autor

De acordo com o TBL, em um obstáculo de cunho ambiental, cabe fazer uma análise que envolva os três âmbitos relativos à situação. Adiciona-se a eles a questão estratégica que se torna relevante devido ao volume de roupas comprado pelos magazines e o seu consequente poder de barganha.

4.1.1 Questão Ambiental

Inicialmente, a adversidade foi enfrentada sob uma ótica puramente ambiental, dada a perda de materiais que, separadamente, possuem valor para a sociedade. Ademais, a disposição em aterros favorece a contaminação do solo, da água e do ar após a queima do material.

Estudos realizados no aterro sanitário Bandeirantes, em São Paulo, mostram a alteração em alguns parâmetros referentes à qualidade da água subterrânea nas proximidades. A concentração de arsênio, por exemplo, foi de $0,04\mu\text{g/l}$ superior ao limite de $0,01\mu\text{g/l}$ definido pela Portaria nº 1469 do Ministério da Saúde. As concentrações de chumbo e cádmio, ainda que abaixo dos limites estipulados para potabilidade da água, apresentavam valores significativos de $0,009\text{mg/l}$ e $0,004\text{mg/l}$ (AZEVEDO, 2004).

4.1.2 Questão Econômica

Após conversas com a diretoria da empresa, houve a identificação de um problema de ordem financeira, resultado da contratação de empresas para realizar o recolhimento e destinação dos resíduos. O inconveniente econômico pode ser fracionado em duas partes: custos e receitas.

A coleta de resíduos constitui um gasto mensal em torno de R\$ 2.500. Esse valor, embora pouco significativo quando comparado com a receita da empresa, representa um risco para a fábrica. Conforme a sua operação cresce em volume, a confecção passa a gerar uma maior quantidade de resíduos que, no médio prazo pode trazer a necessidade de que as empresas realizem a coleta com maior frequência ou, até mesmo, a contratação de outra companhia. Além disso, existe um custo potencial em manter a operação da maneira atual. Os magazines, compradores da Kabriolli, estão cada vez mais em busca de fábricas que sigam padrões de sustentabilidade mais estritos. Caso a fábrica em estudo não realize mudanças, haverá uma queda de vendas, cuja reversão dependerá, não só a adaptação aos padrões requeridos, mas também, de um investimento de tempo e capital para restabelecer o relacionamento com os compradores.

A receita, por outro lado, sofre outro tipo de impacto. Os resíduos têxteis, que representam aproximadamente 60% do total dos 10.000 quilogramas de resíduos mensais, têm um valor intrínseco para a indústria de confecção de roupas, bem como para outras indústrias que se utilizam das mesmas matérias-primas. Sabe-se que os resíduos têxteis advindos da Kabriolli passíveis de reciclagem são posteriormente vendidos, em parte, para a indústria de tapetes de

automóveis. Evidentemente que esse segmento tem menores restrições quanto à qualidade do tecido em termos de conforto. Fica claro, nesse caso, a perda de valor da fibra após o processo de reciclagem.

4.1.3 Questão Social

De acordo com conversa com a área de Responsabilidade Social, a Kabriolli buscou fazer projetos que impactassem positivamente algumas comunidades próximas da região da fábrica, através da entrega dos retalhos têxteis. A oportunidade seria a venda para recicladoras, como é feito no Projeto Retalho Fashion, no bairro do Bom Retiro, em São Paulo, ou até mesmo, a criação de tecidos que pudessem ser revendidos.

Entretanto, a Kabriolli enfrenta um problema relacionado à homologação dessas comunidades. Ela só fornece os retalhos para instituições que sejam homologadas, de forma a comprovar que não há trabalho infantil, por exemplo. Porém, a quantidade de entidades com esse selo é baixa e não é suficiente para receber todos os resíduos da confecção. Outro ponto importante é que, atualmente, a fábrica não tem pleno conhecimento de todos os componentes dos tecidos que são comprados. Ou seja, pode haver substâncias tóxicas na tinta ou na própria fibra que seriam liberadas em algum processo que a comunidade queira realizar.

4.1.4 Questão Estratégica

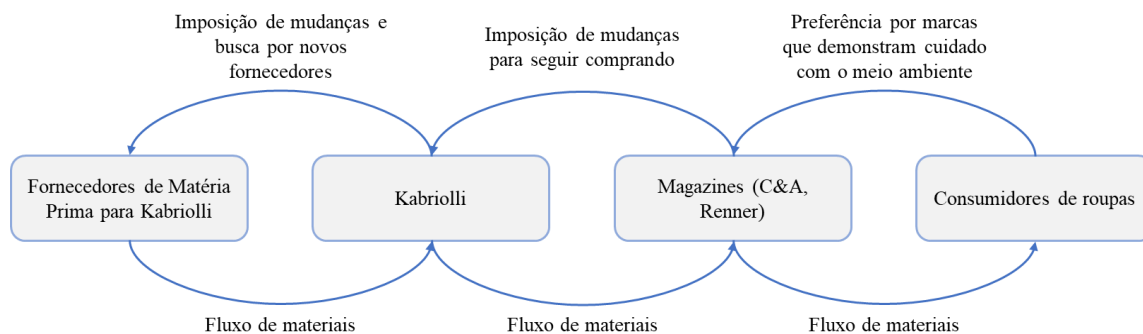
Os diretores da fábrica passaram a dar maior relevância para esse tema quando dois de seus grandes compradores, Lojas Renner S.A. e C&A Modas Ltda, pediram maior diligência quanto ao destino dos resíduos. A cobrança foi no sentido de que no prazo de alguns anos a empresa não enviasse mais nenhum descarte para o aterro sanitário.

As vendas para os clientes supracitados, juntas, representam 70% do faturamento anual da Kabriolli. Assim, a exigência feita por eles teve impacto imediato nas decisões da diretoria da fábrica. Pouco tempo depois, foi criada uma área de Responsabilidade Social que tinha como foco principal a redução da quantidade de resíduos que seriam enviados para o aterro.

A imposição feita pelos dois maiores clientes evidencia um fenômeno que vem ocorrendo não só na indústria têxtil como também em diversos segmentos de bens de consumo. A mudança parte principalmente dos consumidores que, atentos com as mudanças climáticas que vêm sucedendo com maior relevância nas últimas décadas, demonstram maior preocupação com o meio ambiente e buscam alterações nos produtos que compram. Os magazines, por sua vez,

preocupados em satisfazer os desejos de seus clientes, passaram a ser mais diligentes com seus fornecedores, provocando um efeito cascata na cadeia de valor.

Figura 8: Efeito cascata da conscientização ambiental



Fonte: Elaborado pelo autor

4.1.5 Relevância do Problema

De acordo com os três itens anteriores, percebe-se que o envio de resíduos ao aterro representa uma adversidade com consequências já notórias agora, mas com um possível aumento relevante dos impactos nos próximos anos.

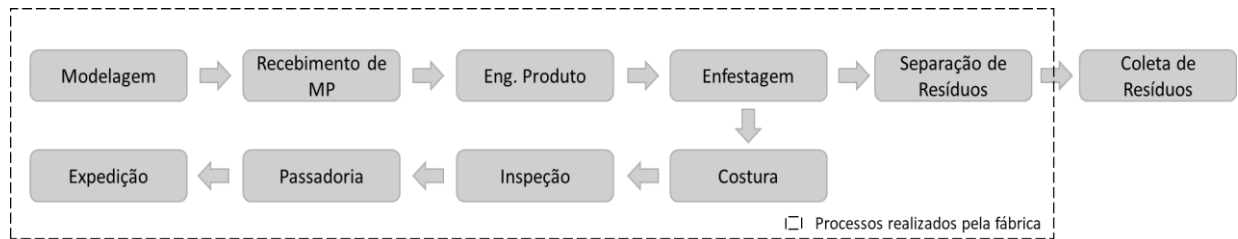
Os magazines tendem a pressionar com maior intensidade a mudança no método de disposição de resíduos da fábrica e, caso as alterações não sejam feitas, o resultado pode ser da perda dos dois principais clientes da Kabriolli, cuja recuperação exigirá um grande esforço de relacionamento.

Além disso, com os novos requisitos que os consumidores vêm demandando, ficará cada vez mais custoso adquirir novos clientes sem uma destinação apropriada para os descartes.

4.2 Observação dos Processos

De forma a compreender melhor o funcionamento da fábrica, a Figura 9 representa o fluxo da produção, demonstrando todos os processos para a confecção.

Figura 9: Fluxo da Produção



Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.1 Enfestagem

O processo de corte, denominado de enfestagem, é o maior responsável pela geração de resíduos. O corte é feito de maneira semiautomática. Primeiro, é necessário ajustar a máquina de acordo com o tamanho do tecido. Na sequência, várias folhas de tecido são sobrepostas e esticadas para serem cortadas concomitantemente. Por fim, a máquina é ligada e realiza o corte.

Ainda que a modelagem seja feita de modo a otimizar o uso do material, é inevitável que existam sobras do tecido. Estes restos e o que é feito com eles serão o foco deste trabalho.

Figura 10: Foto da máquina de corte



Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.2 Separação de Resíduos

Inicialmente, a separação de resíduos foi analisada. Recentemente criada na empresa, a área estava sob comando de uma funcionária incumbida da Responsabilidade Social. A separação tinha como finalidade reservar diferentes locais para a disposição de plástico e papel, restos de tecidos e resíduos orgânicos que, anteriormente, eram todos descartados juntos e tinham o comum destino do aterro sanitário. Para tanto, foram colocados sacos plásticos de diferentes cores ao lado da área de enfestagem (corte). No saco azul, devem ser descartados papel e papelão. Já no vermelho, deve ser feito o descarte de plásticos. No verde são descartados os resíduos têxteis. Assim que os sacos plásticos ficam cheios, eles são transportados para pequenos quartos onde são armazenados. Vale ressaltar que uma parte dos resíduos cai no chão da fábrica e não é colocada nos devidos sacos. Ao final do dia é feita uma varrição e tudo que é colhido é colocado em um outro saco plástico. Evidentemente que esses descartes terão que passar por um processo de separação na empresa que realiza a reciclagem ou simplesmente serão enviados ao aterro.

Figura 11: Fotos das visitas para constatação dos armazéns de resíduos



Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.3 Coleta de Resíduos

As sobras da produção eram todas coletadas pelas mesmas empresas, tanto aquelas que seriam reutilizadas quanto as que seriam enviadas para o aterro. Como citado anteriormente, a Kabriolli contrata duas empresas para realizarem o serviço de coleta, que é feito todos os dias úteis da semana. Na segunda, quarta e sexta-feira, a empresa RESI Solution recolhe os descartes têxteis, enquanto na terça e quinta-feira, a coleta é de materiais de fácil reciclagem, como papel e plástico. Já a 4R Ambiental é responsável pela coleta dos demais descartes, tais como os referentes à varrição da fábrica, ao lixo do banheiro e aos restos orgânicos.

4.2.4 Reciclagem de Resíduos Têxteis

O processo de reciclagem é feito por outras empresas e não tem relação com a Kabriolli. Ainda assim, faz sentido entender como ele é feito, uma vez que o objetivo deste trabalho reside em melhorá-lo através de mudanças inerentes à fábrica.

Dentre os resíduos têxteis recolhidos, sabe-se que apenas os provenientes de tecidos puros são reciclados. Todos os restantes, que são compostos por misturas de fibras, são enviados ao aterro. Sabe-se ainda que a reciclagem feita é um *downcycle*, ou seja, os materiais perdem qualidade ao passarem por esse processo. Isso é evidenciado pela utilização que eles têm posteriormente. Ao invés de voltarem à indústria de confecção, são vendidos para manufaturas que exigem uma qualidade bem menor dos tecidos. No caso da venda para a indústria de tapetes automobilísticos, por exemplo, o valor da fibra reciclada é menor do que a da original, uma vez que o preço de compra de um tapete é menor que o preço de uma roupa.

4.3 Análise do Inventário

A Kabriolli atua principalmente em um setor de roupas de baixo valor agregado. Isso evidencia que os tecidos utilizados na confecção são fibras facilmente obtidas, com baixo custo de produção. Como mencionado anteriormente, 90% do material comprado pela fábrica vem de território chinês. Atualmente a empresa utiliza sete tipos de tecidos. Na Tabela 9 encontram-se seus nomes e sua composição discriminados.

Tabela 9: Composição dos Tecidos Utilizados na Confeção

Nome do tecido	Composição
GGT	100% Poliéster
<i>Bubble</i>	97% Poliéster e 3% elastano
<i>Rayon Twill</i>	100% Viscose
Viscose Estampada	100% Viscose
<i>Marrocaine Premium</i>	100% Poliéster
Linho <i>Washed</i>	70% Viscose e 30% Linho
Visco Linho	90% Viscose e 10% Linho

Fonte: Elaborado pelo autor

Para a análise do inventário, seria relevante a compreensão do método de produção das fibras importadas. Entretanto, dois fatores dificultaram esse detalhamento. Primeiro, o contato da Kabriolli é inteiramente feito com as importadoras e essas, por sua vez, preferiram não passar os nomes das produtoras chinesas. Segundo, as fábricas, em sua grande maioria, preferem não mostrar o processo de produção dos tecidos, pois sabem da quantidade de substâncias tóxicas que são aplicadas durante o seu processo, como para coloração e purificação, o que pode dar margem a eventuais multas por instituições governamentais. Assim sendo, a análise será feita com base na composição teórica dos tecidos importados.

O poliéster é composto pelo polietileno tereftalato, que é conhecido como material PET. Ele pode ser obtido tanto do petróleo como do gás natural, recursos não renováveis. Entretanto, o poliéster é um termoplástico, o que lhe confere a característica de ser facilmente reciclável. Essa fibra possui o atributo de ter maior durabilidade e retenção de cores do que as fibras naturais. Por essa razão é comumente adicionada às últimas como forma de melhorar a qualidade dos tecidos. Contudo, a mistura inviabiliza a reciclagem (BEZERRA, 2018).

O poliéster requer um maior consumo de energia para ser produzido comparativamente com fibras naturais. Todavia, o menor desperdício durante a cadeia, a maior durabilidade e a maior facilidade de manutenção compensam em termos de energia empregada por anos de uso do tecido (VASCONCELOS, 2008).

Já o elastano é uma fibra química sintética formada por poliuretano segmentado com adição de alguns extensores de cadeia visando atingir o grau de polimerização desejado. O elastano possui alta elasticidade, é leve e possui maior resistência a produtos químicos do que a borracha. Devido a essas características, ele é adicionado ao poliéster para gerar maior conforto ao usuário.

O linho, por sua vez, é uma fibra natural extraída da planta *Linum usitatissimum*. O penteamento da fibra é feito com a finalidade de separar fios compridos dos curtos. Os compridos representam apenas 20% da fibra e refletem a parcela que é designada para a indústria têxtil (PEZZOLO, 2007). O linho tem alta resistência, possui boa absorção e é bom condutor de calor, como a maioria das fibras naturais, porém encolhe facilmente e tende a distender (SOUZA, 1997). Por essas desvantagens que o linho apenas é empregado misturado com a viscose.

Por fim, a viscose é uma fibra química artificial de celulose que é produzida a partir de madeiras de árvores. Possui como característica maior regularidade e elasticidade que fibras naturais e seu custo de produção é menor. A viscose é biodegradável, entretanto possui baixa durabilidade e sua reciclagem é prejudicada visto que suas fibras são muito curtas. A Figura 12 explicita o processo de produção da viscose.

Figura 12: Processo de produção da Viscose Raiom



Fonte: Adaptado de ABRAFAS, 2019

Além da difícil reciclagem, a viscose apresenta outros riscos ambientais. A sua produção envolve a emissão de sulfeto de carbono e gás sulfídrico, dois gases tóxicos para o ser humano. Ademais, são necessários 640 litros de água para a produção de 1 quilograma de viscose. O consumo de energia também é exacerbado, em função da necessidade de absorção da água e da passagem de ferro (VASCONCELOS, 2008).

Os tecidos já são vendidos para as fábricas que confeccionam as roupas em diferentes cores. O processo de tingimento da fibra é uma das principais origens dos prejuízos causados tanto na natureza quanto ao ser humano. Corantes naturais, extraídos de plantas, frutas e até insetos já são usados há séculos, muito antes da indústria têxtil surgir. Entretanto, esse modo de coloração possibilita um número limitado de tingimentos e não tem boa resistência quando lavado. Dessa forma, em 1856, W. H. Perkins descobriu os corantes sintéticos, que garantiram uma variedade maior de opções e cores mais vibrantes. Entretanto, essa alternativa é tóxica para seres vivos e, com as preocupações recentes quanto à saúde dos materiais, corantes naturais voltaram a ser foco das empresas (KANT, 2012).

Apesar de à primeira vista parecerem menos prejudiciais, os corantes criados a partir de seres vivos são misturados com mordentes, como o cromo, que tem a função de aumentar a

durabilidade do tingimento e torná-lo mais resistente às lavagens. Ocorre que essas substâncias são extremamente tóxicas à vida humana a ponto de estarem na lista de substâncias banidas para o ciclo técnico e biológico do C2CCPS³. O processo de coloração de tecidos exige a aplicação de uma grande quantidade de água, valor próximo ao dobro do peso da fibra. Como apenas 80% do tingimento fica no tecido, os outros 20% são despejados na água, contaminando o meio ambiente. Dessa forma, o corante é prejudicial à saúde das pessoas que usam essas roupas e entram em contato com as substâncias tóxicas, além de causar danos ao ambiente (KANT, 2012).

O processo de coloração de um tecido de algodão, por exemplo, pode ser feito da seguinte maneira: inicialmente a fibra é mercerizada e branqueada utilizando soda cáustica (NaOH) e água oxigenada (H₂O₂). O corante consiste em 200 kg de 16 pigmentos em 30 m³ de água para tingir 3 toneladas de fibra de algodão, além de serem adicionadas grandes quantidades de sais inorgânicos. Na sequência, a fibra é lavada várias vezes com água e detergente para que depois passe pelo processo de fixação e amaciamento (CHATZISYMEON, XEKOUKOULOTAKIS, *et al.*, 2006).

4.4 Avaliação dos Impactos

A análise de impactos causados por produtos e processos pode ser realizada de diversas maneiras, dentre as quais o ACV destaca-se por contemplar uma avaliação profunda de todos os processos realizados para a obtenção do produto comercializado. Isso engloba a utilização de recursos naturais, o uso de energia, as saídas de cada transformação, os resíduos gerados, a poluição transmitida para o ar, solo e água além do tratamento dado para eles. Para tanto, foi utilizado o *software* SimaPro[®] que possui bibliotecas pré-definidas. Além disso, o programa exibe os fluxos dos materiais e processos de forma a representar a representatividade de cada um na composição da peça.

Esse tópico pretende avaliar o impacto das matérias utilizadas e dos processos empenhados para que seja possível determinar um foco de minimização ou maximização deles, conforme a Figura 6.

Ainda que a produção do tecido não seja feita pela empresa objeto do presente trabalho, o estudo desse processo é essencial para a compreensão de todos os impactos gerados pelo uso das fibras. Contudo, a fábrica trabalha com sete tipos de tecidos e a análise de todos seria

³ Lista disponível em <<https://www.c2ccertified.org/resources/detail/cradle-to-cradle-certified-banned-list-of-chemicals>>. Acesso em: 18 de maio de 2019.

demasiadamente extensa, tendo em consideração que este não é o foco desse trabalho. Por isso, foi feita a avaliação do ciclo de vida do poliéster, fibra presente em mais de 50% das peças vendidas pela Kabriolli.

O poliéster é uma fibra sintética, produzido através do gás natural e do petróleo. Para a produção de 1 kg de poliéster são necessários 15,2 MJ de eletricidade e 82,2 MJ de queima de combustíveis fósseis para a geração de energia. Além disso, são precisos 17,2 kg de água para o processo produtivo da fibra. O processo também gera resíduos que contaminam o ar e a água (KALLIALA e NOUSIAINEN, 1999). As quantidades estão expressas na Figura 13.

Figura 13: Definição das entradas e saídas do processo de obtenção do poliéster

Saídas conhecidas para a esfera tecnológica. Produtos e co-produtos						
Nome		Quantidade	Unidade	Grandeza	Alocação %	Tipo de resíduo
Poliéster		4175	kg	Mass	100 %	Textile
(Insira linha aqui)						
Saídas conhecidas para a esfera tecnológica. Produtos evitados						
Nome		Quantidade	Unidade	Distribuição	SD ² eller 2 ^o Min	M
(Insira linha aqui)						
Entradas						
Entradas conhecidas da natureza (recursos)						
Nome	Sub-compartimento	Quantidade	Unidade	Distribuição	SD ² eller 2 ^o Min	M
Coal, hard		1,55	ton	Indefinido		
Oil, crude		3,63	ton	Indefinido		
Gas, natural/kg		1,21	ton	Indefinido		
Water (with river silt)		71,90	ton	Indefinido		
(Insira linha aqui)						
Entradas conhecidas da esfera tecnológica (materiais/combustíveis)						
Nome		Quantidade	Unidade	Distribuição	SD ² eller 2 ^o Min	M
(Insira linha aqui)						
Entradas conhecidas da esfera tecnológica (eletricidade/calor)						
Nome		Quantidade	Unidade	Distribuição	SD ² eller 2 ^o Min	M
Natural gas E		1,5	ton	Indefinido		
Crude oil E		1,71	ton	Indefinido		
Hard coal, from underground and open pit mining, consumption mix, at power plant EU-27 S		585,2	kg	Indefinido		
Electricity mix, AC, consumption mix, at consumer, 1kV - 60kV AT S		63,54	GJ	Indefinido		
Electricity oil W-D S		34,35	GJ	Indefinido		
(Insira linha aqui)						
Saídas						
Emissões para o ar						
Nome	Sub-compartimento	Quantidade	Unidade	Distribuição	SD ² eller 2 ^o Min	M
Methane		418	g	Indefinido		
Sulfur dioxide		836	g	Indefinido		
Carbon monoxide		76,1	kg	Indefinido		
Carbon dioxide		9,65	ton	Indefinido		
(Insira linha aqui)						
Emissões para a água						
Nome	Sub-compartimento	Quantidade	Unidade	Distribuição	SD ² eller 2 ^o Min	M
COD, Chemical Oxygen Demand		13,376	kg	Indefinido		
BOD5, Biological Oxygen Demand		4,18	kg	Indefinido		

Fonte: Elaborado pelo autor com a utilização do SimaPro[®]

Para os cálculos do *software*, foram consideradas as 30.000 peças produzidas mensalmente utilizando a fibra de poliéster. Isso representa 40.500 metros de fibra.

Considerando que o tecido de poliéster possui densidade de 100 g/m^2 (MACIAS TÊXTIL, s.d.), a empresa compra aproximadamente 4.050 kg por mês desse tecido.

O processo de produção engloba a extração de matérias-primas, a fiação da fibra e a tecelagem do fio. Após esses processos, o tecido é então tingido de acordo com as especificações da venda. No caso do estudo, todo esse processo é feito fora do Brasil e então o produto é importado. Ou seja, a compra desse material implica a utilização de recursos para abastecimento do avião que transporta o tecido, além de gerar poluição devido à queima do combustível. Para esse cálculo, foi considerada a distância entre Brasil e China de 16.622 km.

O método de fiação não é totalmente eficiente e resulta em 3% de perdas de material (KALLIALA e NOUSIAINEN, 1999). Posteriormente, essas perdas são destinadas ao aterro sanitário. O transporte do resíduo também gera poluição e uso de recursos para abastecimento da locomoção. Na tecelagem, em contrapartida, não ocorrem perdas significativas. Finalmente, o tecido é tingido com corantes sintéticos. Os efluentes desse processo são contaminados por substâncias presentes nos corantes, como é o caso do sulfato de sódio.

O tecido, assim que pronto, é enviado para a fábrica no Brasil que trata do processo de corte e costura. De acordo com a empresa, perde-se 5% do material durante a enfiagem, o que gera 202 kg de sobras de poliéster, que são destinados ao aterro sanitário. Além disso, o processo de corte também gera um consumo de energia para alimentar a máquina. A estimativa desse gasto é feita de acordo com a potência da máquina e o número de horas que ela é utilizada em um mês. A máquina de corte possui potência de 7 kW e permanece ligada 1 hora por dia ou 20 horas por mês. Em torno de 50% do material cortado pela fábrica é poliéster, ou seja, 10 horas mensais. Isso representa um consumo de energia de 70kWh, ou 252 MJ. Todos esses dados estão expostos na Figura 14, que exhibe o campo para a definição das entradas e saídas de uma roupa confeccionada com fibra de poliéster.

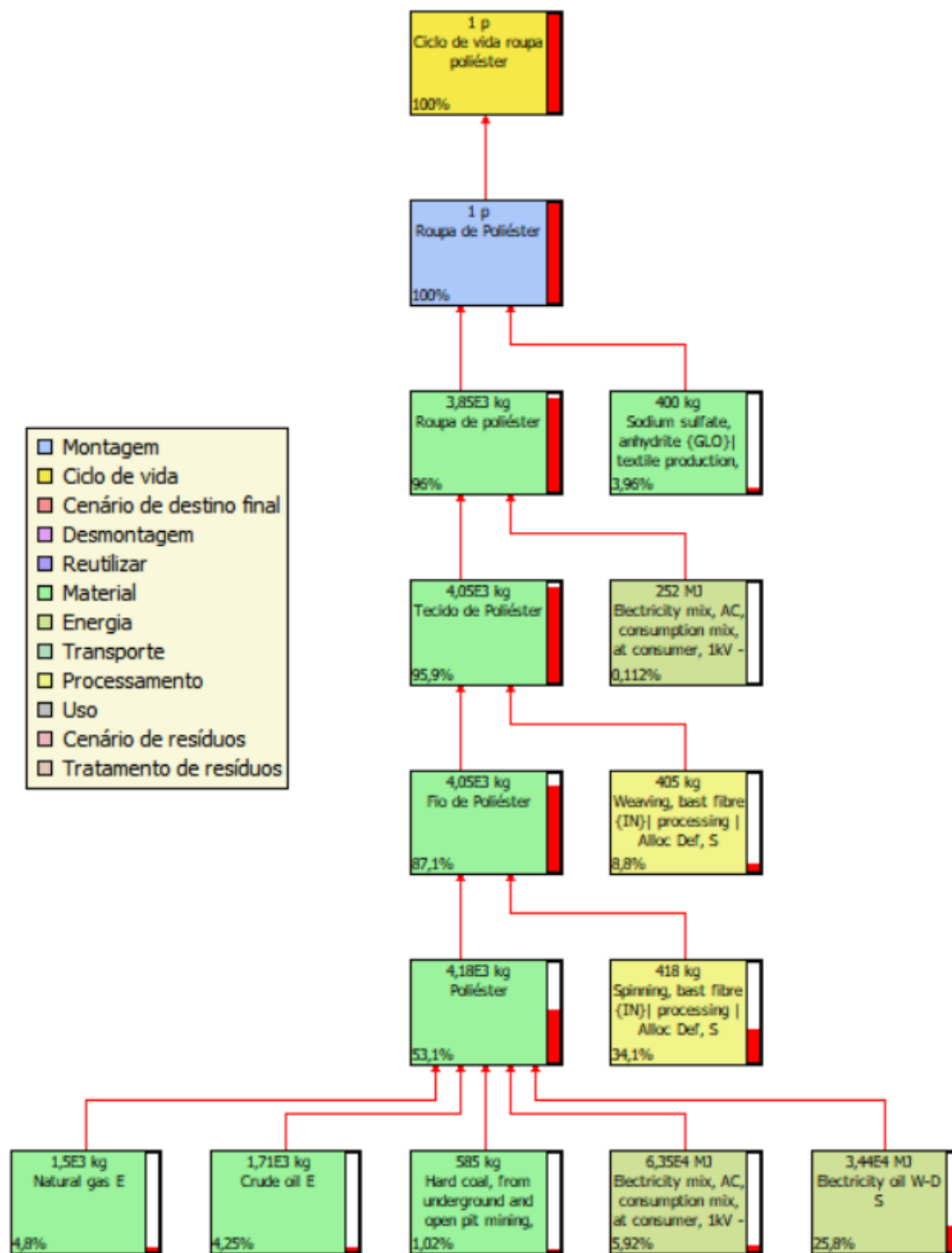
Figura 14: Definição das entradas e saídas da confecção da roupa de poliéster

Saídas conhecidas para a esfera tecnológica. Produtos e co-produtos							
Nome		Quantidade	Unidade	Grandeza	Alocação %	Tipo de resíduo	Categoria
Roupa de poliéster		3850	kg	Mass	100 %	não definido	Textiles\Market
(Insira linha aqui)							
Saídas conhecidas para a esfera tecnológica. Produtos evitados							
Nome		Quantidade	Unidade	Distribuição	SD ^2 eller 2*Min	Máx	Comentário
(Insira linha aqui)							
Entradas							
Entradas conhecidas da natureza (recursos)							
Nome	Sub-compartimento	Quantidade	Unidade	Distribuição	SD ^2 eller 2*Min	Máx	Comentário
(Insira linha aqui)							
Entradas conhecidas da esfera tecnológica (materiais/combustíveis)							
Nome		Quantidade	Unidade	Distribuição	SD ^2 eller 2*Min	Máx	Comentário
Tecido de Poliéster		4050	kg	Indefinido			
(Insira linha aqui)							
Entradas conhecidas da esfera tecnológica (electricidade/calor)							
Nome		Quantidade	Unidade	Distribuição	SD ^2 eller 2*Min	Máx	Comentário
Enfestagem		10	hr	Indefinido			
Electricity mix, AC, consumption mix, at consumer, 1kV - 60kV UCTE S		252	MJ	Indefinido			
(Insira linha aqui)							
Saídas							
Emissões para o ar							
Nome	Sub-compartimento	Quantidade	Unidade	Distribuição	SD ^2 eller 2*Min	Máx	Comentário
(Insira linha aqui)							
Emissões para a água							
Nome	Sub-compartimento	Quantidade	Unidade	Distribuição	SD ^2 eller 2*Min	Máx	Comentário
(Insira linha aqui)							
Emissões para o solo							
Nome	Sub-compartimento	Quantidade	Unidade	Distribuição	SD ^2 eller 2*Min	Máx	Comentário
(Insira linha aqui)							
Fluxos finais de resíduo							
Nome	Sub-compartimento	Quantidade	Unidade	Distribuição	SD ^2 eller 2*Min	Máx	Comentário
Production waste		202	kg	Indefinido			

Fonte: Elaborado pelo autor com a utilização do SimaPro®

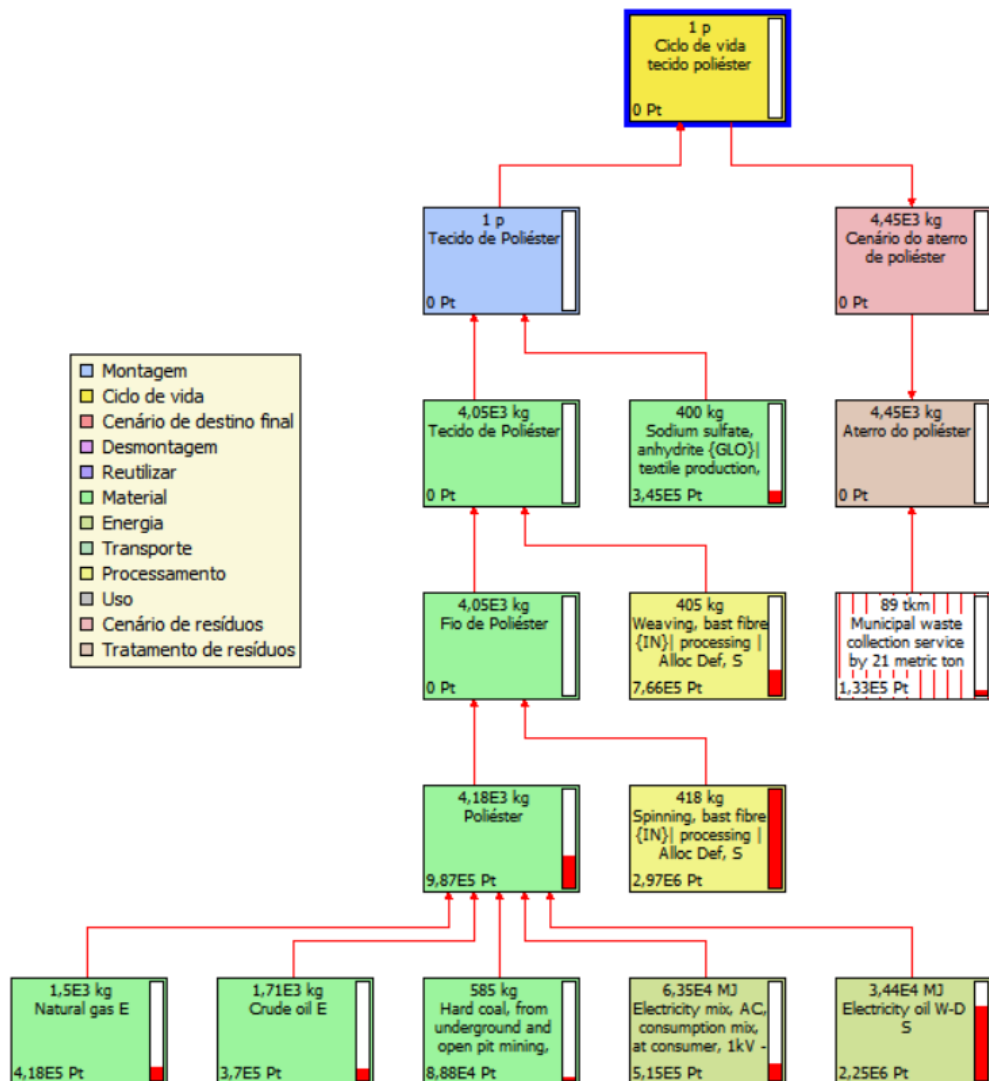
A empresa confecciona três tecidos utilizando poliéster. Desses, dois são tecidos puros, representando 75% das peças e outros 25% são tecidos com a presença de elastano. Dessa forma, três quartos desses resíduos são reciclados (150 kg) e o restante (52 kg) é levado ao aterro sanitário. A Figura 15 revela o ciclo de vida da roupa de poliéster. Devido ao número de processos desenhados e às configurações do SimaPro®, alguns dos processos foram ocultados. Por isso, a Figura 16 foi adicionada para revelar processos importantes que não haviam aparecido.

Figura 15: Avaliação do ciclo de vida da roupa de poliéster



Fonte: Elaborado pelo autor com a utilização do SimaPro®

Figura 16: Avaliação do ciclo de vida da roupa de poliéster – imagem ampliada



Fonte: Elaborado pelo autor com a utilização do SimaPro®

De acordo com as análises do software, percebe-se que o processo de obtenção do poliéster é o mais prejudicial ao meio ambiente. O alto consumo de energia e a necessidade de uso de recursos naturais que não são renováveis representam a desvantagem do emprego dessa fibra. Além disso, o processo de coloração, que é similar para as diversas fibras, requer a utilização de substâncias químicas que depois contaminam a água utilizada no processo. Na maioria dos casos, a água é despejada na natureza sem a aplicação de algum método de descoloração do efluente.

O processo de corte, por sua vez, representa uma pegada ecológica menor por não ser necessária a inserção de novos componentes. Ainda assim, essa etapa consome energia e gera resíduos, que no caso dos tecidos mistos, são destinados ao aterro sanitário. Por mais que esse

seja o único processo inerente à empresa foco desse trabalho, a demanda pela fibra de poliéster que faz com que ele seja produzido, ou seja, a companhia também é responsável pelos impactos dos processos anteriores.

4.5 Proposta de Soluções

A queima de resíduos no aterro libera substâncias tóxicas para o ar que é respirado pela população, causando danos para a saúde da sociedade, tal como para a saúde do meio ambiente. As soluções descritas nas seções seguintes têm como finalidade reduzir ou, se possível, eliminar a quantidade de resíduos enviados ao aterro. Portanto, todas elas têm o comum benefício de preservar a saúde ambiental e humana. Todavia, cada solução possui vantagens adicionais que serão detalhadas na sequência.

As soluções apresentadas nas seções seguintes focam duas das cinco categorias do *Cradle to Cradle Certified Product Standard*: a saúde dos materiais e sua reutilização. Essas categorias têm maior aplicação considerando o escopo da empresa ora estudada, ainda que as outras três sejam igualmente relevantes para a economia circular.

Conforme o *Upcycle Chart*, dois gêneros de soluções são concebíveis. A primeira solução, representada na parte inferior do gráfico, que busca minimizar quaisquer efeitos negativos. Já a segunda, retratada pela parte superior do gráfico, almeja a otimização de impactos positivos e intencionais ao fazer uso de materiais e processos que não necessitem ter sua utilização reduzida em virtude da maneira pela qual foram desenhados inicialmente.

4.5.1 Parcela Inferior do Gráfico

4.5.1.1 Reciclagem Interna

Atualmente, a reciclagem dos resíduos têxteis oriundos da produção da Kabriolli é feita por terceiros, em um processo externo à fábrica. O descarte dos resíduos gera um custo para a empresa devido ao processo de coleta, entretanto todo o valor inerente aos materiais é ignorado. Já as empresas que realizam a reciclagem recebem tanto na “compra” dos resíduos quanto na venda após seu tratamento.

Fica claro, então, que há uma oportunidade de negócio nessa parcela da cadeia produtiva. Ao invés de livrar-se dos resíduos têxteis, a Kabriolli pode criar uma subárea dentro de seu espaço para realizar o processo de reciclagem. Como benefícios econômicos, a exoneração do

custo de coleta e a receita gerada com a venda do material reciclado são os mais relevantes. Já como benefícios estratégicos, a verticalização da empresa permite maior conhecimento dos processos de produção e descarte das fibras, adquirindo um novo *know-how*. Futuramente, isso pode representar uma vantagem competitiva, uma vez que o poder de barganha dos fornecedores de tecido reside no fato de que eles são os únicos que tem o conhecimento para produzi-lo. Além disso, a subárea de reciclagem tem potencial para ser uma fonte sustentável de lucro no longo prazo. Com o tempo, a empresa pode expandir essa área e ganhar com economias de escala, ou seja, conseguir maior margem devido à diluição de custos fixos em um maior número de produtos. Caso essa expansão ultrapasse a geração de resíduos das empresas, uma opção é trabalhar com retalhos de outras fábricas. Da maneira que essa dinâmica ocorre atualmente, as empresas que realizam a coleta não pagam pelos resíduos, mas sim cobram pelo serviço de transporte. Ou seja, assumindo a manutenção desse modelo de cobrança, é possível obter receitas tanto na obtenção dos resíduos quanto na venda do material reciclado. Porém, há de se ressaltar que a criação de um processo interno de reciclagem implica custos significativos. Todas as ponderações quantitativas estão descritas na seção 4.6.1.

A reciclagem pode ser realizada de duas formas. A reciclagem mecânica causa uma perda de qualidade da fibra, enquanto a reciclagem química consegue manter a qualidade das fibras virgens. O contratempo é que com as tecnologias atuais, a primeira tem maior escalabilidade, enquanto a última praticamente só é possível com poliéster e alguns tipos de *nylon*.

Tendo em vista as tecnologias presentes atualmente, a reciclagem mecânica é mais viável de ser adotada. O processo envolve seis fases, as quais estão detalhadas na Tabela 10:

Tabela 10: Processo de Reciclagem de tecidos têxteis

Processo	Explicação
Separação	Retalhos são separados por cor, matéria-prima e comprimento de fibra
Trituração	Uma máquina trituradora rasga os tecidos até ficarem desmanchados
Beneficiamento	Adiciona-se poliéster ao tecido triturado formando uma fibra mista
Fiação	O material passa por uma máquina que enrola a fibra em uma bobina
Tecelagem	O fio é transformado em tecido
Tingimento	O tecido é tingido, caso necessário

Fonte: Adaptado de Banco de Tecido (2016)

O processo de separação ainda é feito manualmente e, para tanto, são necessários apenas funcionários e não máquinas. Já a trituração só é possível com o aparato certo, que deverá ser adquirido. Como a empresa não possui qualquer conhecimento a respeito de beneficiamento, fiação, tecelagem e tingimento, a efetividade seria maior caso essas etapas sejam feitas por companhias que estão habituadas a lidar com fibras em seu estado inicial.

Dessa forma, sugere-se que apenas a separação e a trituração sejam realizadas na fábrica e, assim, revendidos para empresas que produzam tecidos, como por exemplo, os próprios fornecedores da Kabriolli. O fato de o tecido ser colorido não deve impedir a venda, uma vez que são tecidos de cores que acabaram de ser comprados pela Kabriolli, ou seja, sua demanda está comprovada. A dispensabilidade de um processo de descoloração das fibras auxilia em tornar o projeto mais viável tanto em termos econômicos quanto em termos tecnológicos.

Ainda que seja verdade que essa solução não confronta diretamente a adversidade do envio ao aterro sanitário, ela sinaliza um aperfeiçoamento no futuro. Com o ganho de margem financeira relacionado à remoção de um intermediário da cadeia e o avanço das novas tecnologias de separação de fibras, a solução parece promissora no curto-prazo, tanto no tocante à possibilidade de destinar mais recursos da fábrica para esse processo, quanto no que diz respeito à redução de custos referente a ele.

4.5.1.2 Separação das Fibras

Uma empresa britânica, Worn Again⁴, criou um processo que consegue separar o poliéster do algodão e transformá-lo novamente em matéria-prima têxtil. Depois da separação, a coloração é tirada do poliéster, ele é dissolvido, purificado e restaurado. Esse método reduz drasticamente a utilização de água, de energia e, evidentemente, a necessidade de extrair recursos naturais que compõem o poliéster virgem.

Caso esse processo possa ser adaptado para a mistura entre poliéster e elastano, o tecido Bubble poderia ter 97% de seu material reinserido na indústria têxtil. A parcela composta por elastano provavelmente ainda teria de ser descartada, pois existem poucos processos de reciclagem do elastano e todos apresentam alta complexidade.

O desenvolvimento dessa tecnologia para o caso específico da Kabriolli parece ainda estar um pouco distante da realidade. Ainda assim, a solução é promissora e tem capacidade de

⁴ Disponível em: <<http://wornagain.co.uk/>>. Acesso em: 17 de abril de 2019.

resolver a problemática de tecidos mistos. Para a situação atual, a recuperação do poliéster pode ser vista sob duas perspectivas. A primeira sustenta uma ótica de reciclagem, na qual a fibra é reciclada para ser revendida. Assim, o material que seria enviado ao aterro gera uma receita para a cadeia. A segunda visão enaltece o valor da fibra para a própria indústria têxtil, em busca de fechar o ciclo técnico do poliéster. O material, retornando a sua utilização primária, é reutilizado sob um conceito de *upcycle*, uma vez que não perde qualidade em sua reciclagem. Essa aplicação ainda tem o benefício de baratear o custo da matéria-prima, em virtude da economia de água e energia citada previamente.

4.5.1.3 Trabalho Social com Retalhos

A possibilidade de venda dos retalhos foi a primeira ideia discutida com a funcionária da área de Responsabilidade Social. Entretanto, como já comentado anteriormente, foi levantado o problema da homologação das instituições que realizam os trabalhos com retalhos. Ainda assim, existem pessoas que realizam um trabalho social junto a comunidades reutilizando retalhos têxteis.

Com base em um estudo realizado pelo Núcleo de Apoio à Pesquisa de Sustentabilidade no Setor Têxtil e na Moda (NAP – SUSTEXMODA)⁵, a matéria-prima são retalhos têxteis que têm uma destinação inadequada, tanto pós-consumo quanto resíduos da confecção. Um dos projetos em andamento, o Projeto Ubuntu⁶, visa reutilizar resíduos têxteis gerados nos departamentos de corte de fábricas produtoras de vestuários e utilizá-los como material para a confecção de tapetes por meio de oficinas. O trabalho une um espaço terapêutico de escuta e fala com a liberdade de criação de diversas formas e cores de tapetes. A venda do produto em bazares e feiras gera uma renda que financia o projeto e auxilia pessoas em centros de acolhidos. De modo geral, o Projeto não paga para participar das feiras, algo que normalmente se faz, devido ao seu caráter social. Além disso, o preço dos tapetes costuma ser mais baixo se comparado com o de varejistas, pois não há objetivo de lucro com essa atividade.

Atualmente, a operação funciona da seguinte forma: a fábrica fica encarregada de levar os resíduos até a oficina e não há nenhuma transação financeira, ou seja, a confecção não paga para destinar suas sobras, porém, também não recebe pela venda dos retalhos.

⁵ Professora Associada Francisca Dantas Mendes, que trabalha na Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH) e é coordenadora do NAP – SUSTEXMODA.

⁶ Disponível em: <<https://www.sustexmoda.org/projecto-1>>. Acesso em: 15 de maio de 2019.

Em uma ótica da cadeia de valor, essa solução gera benefícios nas esferas social, econômica e ambiental. O trabalho social que é feito representa uma vantagem para as pessoas que participam do projeto, pois elas são inseridas em um ambiente de discussão, terapia e de produtividade. Ademais, a venda dos produtos gera uma renda para aqueles que dependem disso para viver. Ainda que não signifique uma receita direta para a empresa na qual o trabalho está sendo realizado, essa atividade aumentaria seu CSR, o que gera uma vantagem competitiva para a fábrica. Já sob o ponto de vista ambiental, dar uma destinação aos resíduos representa evitar que eles sejam levados ao aterro. Portanto, há um ganho ambiental que vai de encontro com as exigências dos magazines, ou seja, auxilia na manutenção dos atuais clientes. Como no projeto a entrega de retalhos é responsabilidade da empresa, a coleta de resíduos continuaria presente, ou seja, não haveria um ganho econômico direto.

4.5.2 Parcela Superior do Gráfico

4.5.2.1 Mudança no Portfólio de Produtos

Como já mencionado, a principal adversidade que impede a reciclagem dos tecidos têxteis é a mistura de diferentes fibras, devido à dificuldade inerente ao processo de separação delas. Já existem pesquisas sendo feitas no sentido de facilitar a separação de fibras, mas o método está ainda em fase inicial e representaria um custo muito elevado.

Através da análise do inventário, percebe-se que a Kabriolli utiliza sete categorias de tecidos, das quais quatro são puros, ou seja, são constituídos por apenas uma fibra. A solução aqui proposta é de que a empresa apenas trabalhe com tecidos puros.

O GGT e o *Marrocaïne premium*, por exemplo, são feitos do poliéster, que é uma fibra sintética. Isso significa que eles não podem ser decompostos pela natureza, pois passaram por processos químicos para serem constituídos. Assim, devem seguir o ciclo técnico representado na Figura 2. Como trata-se de tecidos puros, a desmontagem consiste simplesmente no seu rasgamento até ficarem desmanchados. Atualmente, a maioria dos processos de descoloração na indústria têxtil visa limpar os efluentes da produção e não os tecidos. Um pioneiro na retirada de pigmentos das fibras é o método criado pela empresa Ioniqa⁷. A empresa holandesa descobriu uma maneira de retirar a coloração do plástico poliéster, criando um polímero com as mesmas características da matéria virgem. O método apenas é feito com plásticos, mas a

⁷ Disponível em: <<http://www.ioniqa.com/applications/>>. Acesso em: 30 de abril de 2019.

companhia já está fazendo testes com fibras de poliéster, que têm o mesmo material das garrafas PET. Assim que a eficiência da fábrica construída pela empresa holandesa for comprovada, poderão ser vendidas licenças para todo o mundo. Utilizando esse método, a fibra de poliéster terá restaurada sua forma original, sem qualquer coloração. Dessa forma, a reciclagem do material pode ser feita com a manutenção da qualidade da fibra original e, conseqüentemente, ser reinserida na indústria têxtil, fechando o ciclo técnico do produto.

Nessa hipótese, em virtude de ser uma nova tecnologia ainda em desenvolvimento, a sugestão é que o processo seja feito por uma empresa que preste serviços para a Kabriolli. Enquanto a tecnologia não estiver pronta, é possível reutilizar as fibras sintéticas com a coloração atual. Nesse caso, a demanda por esse produto não seria tão ampla devido à restrição da cor.

Dessa forma, o benefício dessa solução consiste em ser a única que atinge o objetivo de não endereçar nenhum resíduo têxtil ao aterro. Isso significa a satisfação das exigências dos magazines e, portanto, a manutenção de seus pedidos no futuro. Em contraponto, essa solução abandonaria uma parcela significativa das vendas da empresa por conta da exclusão dos tecidos mistos de seu portfólio de produtos.

A interrupção da produção desse volume de peças, que representa 33% dos produtos vendidos, evidentemente geraria uma ociosidade na fábrica. Tendo em vista que as soluções são pensadas com a ótica do TBL, a demissão de um terço dos funcionários da fábrica não é aceitável uma vez que criaria um impacto social negativo. Inclusive, mesmo que esse fosse o caminho a ser seguido, o próprio espaço da fábrica e as máquinas já existentes tornar-se-iam improdutivos, influenciando desfavoravelmente na margem dos produtos mantidos.

Por isso, a exclusão dos tecidos mistos deve ser compensada pela adoção de um novo tecido, composto por uma só fibra, que vise contrabalançar a capacidade ociosa da produção. A escolha do novo produto foi baseada na existência de demanda do tecido para que a fábrica tenha a garantia de que toda sua produção será vendida. A Tabela 11, ainda que não esteja atualizada, evidencia o grande destaque que fibras de algodão têm no consumo dos brasileiros.

Tabela 11: Consumo de Fibras no Brasil – 1999

Fibras Naturais	Quantidade	Fibras Químicas	Quantidade
Algodão	1.049	Poliéster	192
Lã	18	Polipropileno	92
Rami	18	Poliamida	64
Juta	14	Acrílico	40
Linho	5	Viscose	36
Seda	4	Acetato	4
Total	1.108	Total	428

Fonte: Adaptado de GORINI, 2000

Além da comprovação da demanda, é necessária uma análise do corte do tecido. O responsável pelo setor de corte da empresa informou que as máquinas já presentes na fábrica são capazes de realizar o trabalho no tecido de algodão, da mesma forma que o fazem com poliéster, elastano, linho e viscose. Entretanto, existe uma diferença relevante a ser considerada. O tecido de algodão amassa com maior facilidade e, conseqüentemente, necessita de passagem a ferro. Isso aumenta o consumo de energia para a confecção das roupas (VASCONCELOS, 2008).

Sob o ponto de vista da produção do algodão, atividade anterior à confecção, existem algumas desvantagens ambientais. O consumo de água para a produção de 1 kg de fibra de algodão é de 7.000 a 29.000 litros, muito acima das fibras sintéticas. Além disso, há grandes perdas no processo produtivo, em especial na fiação, representando em torno de 15 a 20% da produção total (VASCONCELOS, 2008).

Apesar dos pontos negativos levantados, o tecido de algodão é favorável em diversos aspectos. Por se tratar de uma fibra natural, é possível direcionar os resíduos para seu ciclo biológico, através da decomposição do algodão. Ou seja, o processo de reciclagem não é a única forma de evitar o descarte em aterros sanitários. Entretanto, isso só é possível após um processo de remoção do tingimento do tecido. Ademais, a matéria-prima é renovável, o que a difere de fibras sintéticas que são produzidas através do petróleo. Ainda que a reciclagem não seja essencial para essa fibra, ela também é possível. Entretanto, devido ao comprimento curto das fibras, ela é feita em uma perspectiva de *downcycling* e as fibras de algodão são reaproveitadas como barbante ou fios grossos.

A adoção de um novo tecido apresenta outra oportunidade para a empresa, a de uma mudança de fornecedores. Como já comentado, existe uma grande dificuldade em se saber ao

certo a composição do que é utilizado no processo produtivo dos tecidos, já que as fábricas não costumam fornecer essa informação, por receio de sanções pelo uso de substâncias tóxicas. Isso dificulta uma análise mais profunda da saúde do material e impossibilita que ele seja certificado pelo *Cradle to Cradle Certified Product Standard*. Dessa forma, a empresa deve colocar como requisito na busca por novos fornecedores que eles sejam transparentes quanto ao seu processo e que especifiquem exatamente todas as substâncias aplicadas. De modo a possibilitar isso, a escolha por fornecedores brasileiros facilita o acesso a informações e garante que toda a cadeia produtiva esteja presente em território nacional, o que cria um senso de propriedade e responsabilidade do problema. Com isso, a opção deve ser por fornecedores cujos processos não incluam substâncias que causem danos à saúde humana para que, ainda que não sejam certificados, possam sê-lo no futuro. Essa escolha provavelmente gerará um custo maior, porém o selo de certificação do C2CCPS gera um *marketing* positivo para a fábrica que resultará em um aumento nas vendas, bem como no valor da roupa confeccionada.

Nesse sentido, essa solução leva em consideração tanto a saúde dos materiais quanto a sua reutilização. A busca por novos fornecedores que preencham requisitos necessários para a certificação e a remoção de substâncias tóxicas à saúde humana presentes no tingimento das roupas evidencia a preocupação com a saúde dos materiais. Já a decomposição do algodão alimenta o solo com nutrientes sem que haja perda de suas características originais, o que indica a atenção com a reutilização do material.

4.6 Viabilidade Financeira das Soluções

De forma a entender se as soluções levantadas são factíveis para a empresa, uma análise de viabilidade financeira é necessária. Entretanto, em virtude dos diferentes âmbitos de cada uma das soluções, há de se fazer algumas ponderações para compará-las. No caso da solução de reciclagem interna, os ganhos e perdas são particulares da fábrica e facilmente quantificáveis. Já na opção de venda de retalhos, existe um ganho devido ao aproveitamento do material, porém é um ganho da cadeia produtiva e não da empresa em estudo. Na separação das fibras, que é um processo externo à fábrica, é difícil a mensuração dos impactos financeiros e, portanto, serão necessárias algumas estimativas para o respectivo cálculo.

Antes de aprofundar-se nos ganhos e perdas de cada uma das opções, algumas informações da operação atual da fábrica são essenciais. Cada tecido possui um custo e um valor de venda, gerando margens de lucro diversas. Na Tabela 13 são feitos os cálculos de

margem para cada um dos tecidos. Para tal apuração, é preciso um ajuste, uma vez que o custo de compra é cobrado por metro de tecido enquanto o preço de venda é dado por tipo de peça.

De forma a atingir valores comparáveis, buscou-se saber a quantidade de tecido utilizado em cada peça. Assumindo que são necessárias quantidades equivalentes de diferentes tipos de tecido para produzir as mesmas peças, é possível calcular um custo médio por peça produzida. Os valores da Tabela 12 indicam que para confeccionar uma peça é necessário, em média, 1,35 metro de tecido. Assim, os custos de compra de tecido são multiplicados por 1,35 para estimar o custo da peça e, portanto, comparar com o preço pelo qual ela é vendida. Vale ressaltar também que, tendo em vista que grande parte dos tecidos comprados pela Kabriolli é importada, o custo é dado em dólares. Para efeito de comparação, foi utilizada uma cotação de R\$ 3,95 consultada no dia 10 de maio de 2019. Todos os tecidos são cortados na mesma máquina e levam aproximadamente o mesmo tempo para que o corte seja feito, com exceção do *Bubble* que, por ser mais espesso, precisa ficar por mais tempo na máquina.

Tabela 12: Quantidade de tecido necessário para confecção por categoria de peça

Categoria da peça	Quantidade de tecido (metros)	Categoria da peça	Quantidade de tecido (metros)
Blusas	1,0	Vestido longo	1,9
Calças	1,4	Shorts	1,0
Macacão	1,9	Saia Curta	1,0
Vestido curto	1,4	Saia Longa	1,2

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 13: Margem de lucro por tecido

Tecido	Preço de venda (R\$)	Custo (R\$)	Margem (R\$)
GGT	28,12	9,60	18,52
<i>Bubble</i>	25,10	10,67	14,43
<i>Rayon Twill</i>	45,50	12,26	33,24
Viscose Estampada	49,80	16,07	33,73
<i>Marrocaine Premium</i>	41,18	12,53	28,65
<i>Linho Washed</i>	39,00	15,46	23,54
Visco Linho	35,00	12,02	22,98

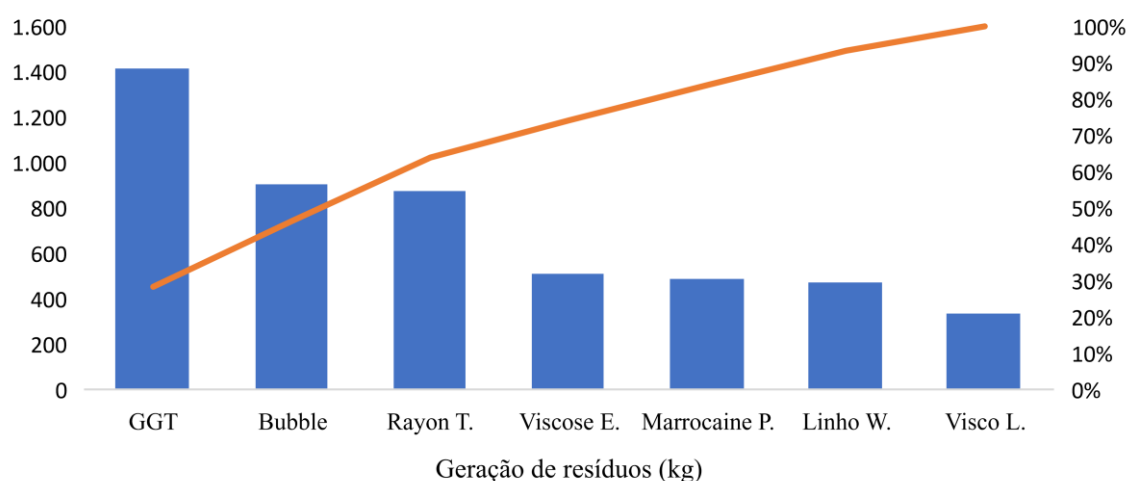
Fonte: Elaborado pelo autor

4.6.1 Reciclagem Interna

Dentre os benefícios gerados pela reciclagem interna, está a venda do material reciclado para as indústrias. Inicialmente, o processo a ser adotado pela empresa seria o mais simples possível, dada a falta de conhecimento na área. Assim, considerando a tecnologia atual, somente seria possível reciclar os tecidos puros.

A Kabriolli não possui um método de separação dos resíduos têxteis, todas as sobras de tecidos são descartadas no mesmo saco. Por isso, é inviável precisar ao certo a quantidade de retalhos de cada tecido. Assim, assumindo que a otimização de uso do material é a mesma para todos eles, será feita uma estimativa com base na produção mensal de peças.

Figura 17: Análise de Pareto dos tecidos na geração de resíduos têxteis



Fonte: Elaborado pelo autor

Através do resultado obtido na Figura 17, é possível inferir qual a quantidade de tecido que seria reciclado internamente, de acordo com as premissas supracitadas. Os tecidos que passarão pelo processo interno de reciclagem são o GGT, *Rayon Twill*, Viscose Estampada e *Marrocaïne Premium*.

De forma a conceber um preço de venda para o tecido desfibrado, foi feito um *benchmarking* com empresas que realizam essa atividade. A empresa Renovar Têxtil⁸ realiza o processo de triagem do material e, posteriormente, seu corte e desfibramento. Assim que o tecido é transformado em fibra, é vendido para parceiros que atribuem uma nova finalidade ao

⁸ Disponível em <<http://www.renovartextil.com.br/>>. Acesso em: 03 de maio de 2019.

material, como almofadas, travesseiros e estofados. A fibra, independente da composição ou cor, tem seu preço definido em R\$ 1,20 por kg.

Os quatro tecidos considerados recicláveis nessa análise totalizam 3.287 kg de resíduos por mês. Admitindo-se uma parceria através da qual seja possível vender todas as fibras, como ocorre na Renovar Têxtil, a venda resultaria em uma receita mensal de R\$ 3.945,00. Além desse benefício, o outro ganho financeiro a ser considerado é a redução do custo com a coleta de resíduos têxteis, em virtude da manutenção dos retalhos dentro da fábrica. Vale ressaltar também que essa é uma vantagem da cadeia de valor como um todo, pois o transporte dos resíduos é uma tarefa que não agrega valor, mas captura parte dele através da cobrança do serviço. No momento atual, a Kabriolli gasta em torno de R\$ 2.500 por mês com as prestadoras de serviço que recolhem os resíduos diariamente. Dos resíduos, 50% são têxteis e a mudança proposta nessa seção reduziria em 66% as sobras dessa categoria. Isto equivale a uma dedução de R\$ 822,00 no custo com a coleta.

Por outro lado, existe uma série de gastos que devem ser considerados. Para uma análise utilizando os métodos financeiros descritos no trabalho, essas despesas serão divididas entre investimentos, que são efetuados apenas uma vez, e custos, que diferem de acordo com a operação.

Os investimentos necessários incluem a compra de uma máquina que realiza o desfibramento do tecido, a sua instalação e o treinamento dos funcionários que irão manuseá-la. Através de uma pesquisa de mercado, foi orçado um desfibrador de tecidos da marca TextilMaq⁹ pelo valor de R\$ 146.000,00. Esse preço já inclui tanto a instalação quanto o treinamento para manipulação da máquina. De acordo com os fabricantes, a máquina tem vida útil de 40 anos. Os dados de potência e produtividade da máquina também foram informados pelo fabricante.

Já em relação aos custos inerentes à produção, os principais são os gastos com funcionários, com a energia que terá de ser fornecida para o funcionamento da máquina e a manutenção dessa. De acordo com os dados já citados, serão reciclados 3.287 kg de resíduos têxteis por mês. Como a produtividade da máquina é de 180 kg por hora, serão exigidas 18,3 horas-máquina por mês. Uma vez que sua potência é de 32 kW, o consumo de energia da fábrica será acrescido mensalmente em 585 kWh. Segundo a diretora da Kabriolli, a empresa paga R\$ 0,56 por kWh. Assim, as mudanças acarretarão um aumento na conta de energia elétrica de R\$ 327,00 por mês. São indispensáveis um funcionário para fazer a separação dos tecidos e outros

⁹ Disponível em: <<http://textilmaq.com.br/produtos.htm>>. Acesso em: 07 de maio de 2019.

dois manuseando a máquina sempre que ela estiver ligada. Assumindo que a separação dos tecidos ocorre a uma produtividade de 60 kg por hora, as duas tarefas corresponderão a 91 horas-homem, um custo equivalente a R\$ 1.348,00 por mês. Finalmente, são indispensáveis manutenções preventivas da máquina para que a sua vida útil estipulada seja alcançada. Essas manutenções são obrigação da fábrica e representam um custo de R\$ 1.000,00 por ano, segundo os fabricantes. O aluguel de um novo espaço não será necessário, pois uma pequena parte da fábrica encontra-se ociosa e poderia ser utilizada para triagem e trituração dos tecidos.

Figura 18: Demonstrativo financeiro mensal da mudança proposta

Receita Incremental	R\$ 4.766,90
Venda do reciclado	R\$ 3.944,90
Economia com coleta	R\$ 822,00
Custos e Despesas Incrementais	R\$ 2.062,85
Energia	R\$ 327,28
Funcionários	R\$ 1.348,07
Manutenção	R\$ 83,33
Depreciação	R\$ 304,17
Lucro Incremental	R\$ 2.704,05
Lucro Incremental (ano)	R\$ 32.448,60

Fonte: Elaborado pelo autor

Portanto, essa solução representa um investimento inicial de R\$ 146.000,00 e um lucro mensal de R\$ 2.704,00. Conforme o fabricante, a máquina tem uma vida útil de 40 anos, se feitas as manutenções preventivas necessárias. Para utilizar os métodos de valoração que estão expostos na Figura 19, serão adotadas as seguintes premissas:

- o horizonte de tempo da análise será de 40 anos, período após o qual a máquina teria de ser reposta;
- o crescimento da produção da Kabriolli e, consequentemente o aumento na geração de resíduos, será nulo, uma vez que a empresa já atingiu um nível de maturidade;
- os valores apenas serão corrigidos pela taxa da inflação anual, estimada em 4,07% para 2019, 4,00% para 2020 e 3,75% para os dois anos subsequentes (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2019). Para os anos posteriores a 2022, será assumida a mesma inflação de 2022;
- a empresa atualmente se financia quase que inteiramente com dívidas. Portanto, a taxa de desconto utilizada foi o custo da dívida, que é de 1,03% ao mês ou 13,1% ao ano.

Figura 19: Indicadores financeiros para o projeto

Indicadores	
Payback (anos)	4,5
ROI anualizado	22%
TIR	26,9%
VPL	R\$ 203.992,58

Fonte: Elaborado pelo autor

4.6.2 Separação das Fibras

Tendo em vista que a tecnologia nesse caso ainda não está completamente desenvolvida, o estudo de viabilidade apenas será realizado para o tecido misto de elastano e poliéster. Mesmo para esse caso, as empresas que realizam a separação das fibras estão em fase embrionária e ainda não comercializam o serviço. Dessa forma, o cálculo aqui empregado será de qual o potencial de geração de receita dessa solução e, com ele, será possível saber o máximo de custos para que a implementação do projeto não gere prejuízos ao longo da cadeia produtiva.

A separação das fibras e sua consequente reinserção na indústria têxtil evita a necessidade da extração de novos recursos naturais finitos, no caso do poliéster. De forma a saber qual a economia financeira de dispensar a retirada e tratamento do petróleo, seria necessário conhecer os custos de produção do tecido. Entretanto, os fornecedores não se dispuseram a abrir seus custos, pois isso implicaria apresentar suas margens de lucro. Com isso, as seguintes premissas foram criadas para habilitar o cálculo:

- assume-se uma margem de lucro de 15% para empresas produtoras na indústria têxtil (GARCIA, 2015);
- a compra da matéria-prima representa 52% de todos os custos envolvidos na produção do tecido (FORNO, 2012).

Inicialmente, apenas a empresa em estudo implementaria essa solução. Por isso, o benefício será calculado de acordo com o seu volume de produção, conforme apresentado na Figura 20.

Figura 20: Cálculo da economia gerada pela reutilização do poliéster

Por metro de tecido		Valor economizado pelos produtores	
Preço compra Bubble	R\$ 7,90	Peças <i>Bubble</i> vendidas (mês)	5.633
Custo para produção	R\$ 6,72	Metros vendidos (mês)	7.605
Custo MP	R\$ 3,49	Valor economizado (mês)	R\$ 25.758,48
Custo MP Poliéster	R\$ 3,39	Valor economizado (ano)	R\$ 309.101,82

Fonte: Elaborado pelo autor

A economia com a reinserção do poliéster na cadeia têxtil é de R\$ 309.101,00 anualmente. Esse valor é o máximo que as produtoras de tecido podem gastar com a separação dessa quantidade de fibra, um custo de R\$ 3,39 por metro. Entretanto, é improvável que a separação seja feita pelos produtores, uma vez que se trata de uma tarefa de alta complexidade tecnológica. A adição de outro intermediário na cadeia implica a captura de uma parcela da margem de lucro. Isto é, para que o preço máximo cobrado pela empresa que realizará a separação das fibras seja o descrito acima, será essencial que seu custo seja ao menos 15% menor, ou seja, R\$ 2,88 por metro, de maneira a garantir a mesma margem de lucro estimada das produtoras. Evidentemente que o custo inicial elevado com pesquisa e desenvolvimento do método impossibilita um valor tão baixo. Dessa forma, espera-se que durante esse período, as fábricas produtoras de tecido priorizem os benefícios relacionados ao ambiente em detrimento do ganho financeiro. Conforme a quantidade de tecidos processados aumentar, ganha-se com economias de escala e possivelmente o preço atingirá um patamar que não acarrete prejuízos.

Ademais, da mesma maneira que os magazines estão impondo pressão nas confecções para mudanças sustentáveis, as confecções passarão a requisitar melhoras por parte das produtoras de tecido. Desse modo, essa solução gera também uma vantagem competitiva que diferencia seu produto de seus *peers*.

4.6.3 Trabalho Social com Retalhos

A solução de uma parceria com projetos sociais tem maior relevância na geração de valor para as pessoas que participam da confecção dos tapetes. Através de conversas com as idealizadoras de Projeto Ubuntu, sabe-se que um tapete utiliza em média 1,4 kg de tecido descartado e é vendido por R\$ 30,00. A divisão da receita é feita de forma que metade do valor é direcionado para pagar os custos do projeto, como aluguel de espaços, uso de máquinas e energia, e a outra metade é destinada para as pessoas do centro de acolhidos. A Kabriolli produz mensalmente 5.000 kg de resíduos têxteis. Caso todos fossem destinados para o projeto, seria possível confeccionar 3.571 tapetes. Essa venda geraria R\$ 107.142,00 de receita, dos quais R\$ 53.571,00 seriam destinados para os integrantes do projeto. Atualmente, o projeto mencionado não possui capacidade para lidar com esse volume de retalhos. Entretanto, espera-se que ele receba mais visibilidade com o tempo e possa realizar suas atividades em um maior número de centro de assistidos. Caso necessário, é possível encontrar iniciativas similares que possam complementar a demanda.

Como mencionado anteriormente, a fábrica seria a responsável pela coleta e pelo transporte dos resíduos. Entretanto, esse serviço já representa um custo atual para a Kabriolli, deve-se apenas alterar o destino dos resíduos, o que não acarretará gastos incrementais.

O ganho devido à valorização do intangível da empresa não é facilmente mensurável e dependerá de como a companhia conseguirá divulgar essa informação. Entretanto, uma informação quantificável é que essa mudança acarretará a manutenção dos pedidos atuais dos magazines. Para o cálculo dessa vantagem, a seguinte premissa foi adotada em conjunto com a diretoria da empresa: caso nenhuma mudança seja feita no sentido de reduzir o envio dos resíduos ao aterro, os pedidos dos dois magazines principais reduzirão 5% ao ano a partir de 2020.

Essa solução, porém, é peculiar. Não há investimentos iniciais para habilitá-la, tampouco há gastos adicionais com sua operação. Dessa forma, a utilização de métodos que analisem a viabilidade do projeto não possui mais sentido. Resta, portanto, quantificar ao menos os ganhos anuais que essa alteração tem potencial de gerar nos próximos anos. A margem anual da Kabriolli, que é calculada pela fórmula 2 é de R\$ 946.090,00. As vendas para os dois principais magazines representam 70%, o equivalente a R\$ 662.263,00. Portanto, o retorno para a empresa é de R\$ 33.113,00 no primeiro ano e R\$ 64.570,00 no segundo ano.

$$\sum_{tecidos} (P - C) * V \quad (3)$$

Onde:

- a letra P representa o preço de venda;
- a letra C representa o custo de compra;
- a letra V representa o volume de venda.

Portanto, a simples destinação dos resíduos a um (ou mais) projetos sociais representa uma solução sem investimentos iniciais, com o potencial de gerar ganhos nos três quesitos do TBL tanto internamente, quanto em segmentos da sociedade.

4.6.4 Mudança no Portfólio de Produtos

A opção por excluir os tecidos mistos do portfólio tem como principal prejuízo a perda relacionada à receita das vendas dessas peças. Para esse cálculo, os valores da venda atual de peças são essenciais. A Tabela 14 expõe esses dados. Dessa forma, a margem de venda da Kabriolli sofreria um decréscimo mensal aproximado de R\$ 250.000,00 com essa alteração.

Tabela 14: Volume de vendas mensal por tecido

Tecido	Vendas (peças)	Margem unitária (R\$)	Margem (R\$)
GGT	10.433	18,52	193.225
<i>Bubble</i>	5.633	14,43	81.289
<i>Rayon Twill</i>	7.367	33,24	244.868
Viscose Estampada	4.000	33,73	134.920
<i>Marrocaïne Premium</i>	4.300	28,65	123.195
Linho <i>Washed</i>	4.233	23,54	99.653
Visco Linho	3.000	22,98	68.940

Fonte: Elaborado pelo autor

Como já mencionado, de forma a não tornar ociosa grande parte da operação da fábrica, o tecido de algodão substituirá a produção dos tecidos mistos. Com isso, parte das perdas será recuperada através da venda das roupas de algodão. Através de pesquisas feitas com fornecedores de tecidos de algodão brasileiros, o custo para o volume da Kabriolli seria de aproximadamente R\$ 14,30 por metro. Já a venda das roupas para os magazines dependeria das negociações e de quanto seria viável aproveitar uma possível certificação do produto, mas, de acordo com uma empresa que vende tecidos similares, o valor seria de R\$ 32,50 por peça. Assim, o algodão representaria uma margem de R\$ 18,20 de acordo com o ajuste utilizado para calcular a margem unitária de cada tecido. Para essa apuração, as seguintes premissas foram adotadas:

- a) uma roupa feita com algodão utiliza a mesma quantidade de tecido e leva o mesmo tempo para fabricação que as roupas confeccionadas com os outros tecidos;
- b) dado que a demanda por roupas feitas com algodão já foi comprovada, toda a produção será vendida.

Atualmente, são vendidas 12.867 peças de tecidos mistos mensalmente. Ao migrar essa produção para o tecido de algodão, a empresa recuperará uma margem de R\$ 234.170,00, uma variação negativa de R\$ 15.710,00 ao mês quando comparado com a perda das vendas.

Em relação aos custos da operação, destaca-se o gasto para retirar a coloração das fibras para que elas retornem a sua configuração inicial. Entretanto, ainda existem poucos processos que sejam capazes de cumprir essa tarefa em larga escala e os que existem ainda não são comercializados. O dispêndio com energia também sofrerá um aumento, em virtude de que a fibra de algodão amassa com maior facilidade. Como todos os tecidos já são encaminhados para

a área da passadoria após a costura, esse último gasto será desconsiderado por não ser significativo.

Tendo em vista que ainda não existem *benchmarks* de preços para o processo de descoloração das fibras, o cálculo aqui feito será similar ao realizado na solução de separação das fibras. Deve-se, assim, primeiro calcular o retorno dessa proposta para então poder calcular um valor de *breakeven*, ou seja, o custo no qual a empresa que realizar a descoloração não terá nem lucro nem prejuízo com o projeto.

Dentre os benefícios dessa mudança, está a manutenção do valor do algodão que pode retornar ao seu ciclo biológico. Similar ao que foi feito no projeto da Climatex, citado anteriormente, o algodão pode ser vendido para produtores rurais. O valor dessa venda é difícil de se precisar, mas, de acordo com as premissas adotadas na solução da separação das fibras, os produtores colocam uma margem de 15% sobre seu custo, dos quais 52% são de matéria-prima. Isso significa que o algodão teria o preço de R\$ 6,32 por metro. Tendo em vista que o valor do algodão usado como nutriente na terra é menor do que o valor que ele gera para a indústria têxtil, uma premissa razoável é de que será possível comercializá-lo por apenas metade de seu preço. Dessa forma, seria possível receber R\$ 3,16 por cada metro de sobra. Assumindo que o corte do tecido de algodão originará proporcionalmente a mesma quantidade de resíduos que atualmente a fábrica gera, haverá a formação de 1.651 kg de sobras. Um tecido de algodão possui densidade de 138,13 g/m² (CENTERFABRIL, s.d.). Assim, a venda das sobras do tecido de algodão já descoloridas pode representar uma receita de R\$ 37.773,00 ao mês, ou R\$ 453.278,00 ao ano como mostrado na Figura 21. Esse valor, portanto, é o que a empresa que for realizar a descoloração das fibras pode dispor para o processo.

Figura 21: Cálculo da receita gerada pela venda das sobras de algodão

Valor do algodão		Por metro	Para a descoloração		Valores mensais
Preço tecido de algodão	R\$	14,30	Resíduos de algodão (kg)		1.651
Custo produção do tecido	R\$	12,16	Densidade tecido (g/m ²)		138,13
Custo matéria-prima	R\$	6,32	Resíduos de algodão (m ²)		11.952
Preço venda do resíduo	R\$	3,16	Receita com a venda	R\$	37.773,14

Fonte: Elaborado pelo autor

Além disso, essa solução dispensa totalmente o envio de resíduos têxteis ao aterro, o que significa que, em termos estratégicos, é a mais benéfica. Da mesma forma que a solução anterior, esse projeto também representa a manutenção dos pedidos dos magazines e, além disso, renderá um aumento do volume vendido para os próximos anos advindo de confecções

que não se adequarem aos padrões exigidos. Através de conversas com a diretoria da empresa, espera-se um ganho de 1% de novos pedidos a partir da implementação do projeto. Esses dois benefícios são esperados a partir de 2020. A Figura 22 expõe os cálculos anuais.

Figura 22: Impactos financeiros da solução para a Kabriolli

Para a Kabriolli	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Manutenção dos pedidos	R\$ -	R\$ 32.563	R\$ 63.499	R\$ 92.887	R\$120.806	R\$147.329	R\$172.526	R\$196.463
Ganho de pedidos		R\$ 9.304	R\$ 9.397	R\$ 9.491	R\$ 9.586	R\$ 9.682	R\$ 9.778	R\$ 9.876
Perda anual de margem	R\$188.500	R\$188.500	R\$188.500	R\$188.500	R\$188.500	R\$188.500	R\$188.500	R\$188.500
Balanco geral da mudança	-R\$188.500	-R\$146.633	-R\$115.605	-R\$ 86.122	-R\$ 58.108	-R\$ 31.489	-R\$ 6.196	R\$ 17.839

Fonte: Elaborado pelo autor

Essa solução, portanto, apenas gerará um lucro incremental para a empresa em seis anos. Até lá, a companhia sofrerá prejuízos causados pela menor margem do tecido de algodão em comparação aos tecidos mistos. Entretanto, no longo prazo, essa solução oferece uma vantagem competitiva capaz de capturar novos clientes e diminuir a concentração de vendas nos mesmos clientes. Ou seja, além de gerar um ganho financeiro depois de um período de perdas, a proposta auxilia na estratégia de posicionamento da marca.

4.7 Plano de Implementação

Dentre as soluções apresentadas, há uma distinção em termos de prazos. Para as opções de reciclagem interna e o trabalho social com os retalhos, as tecnologias necessárias já existem e são produzidas em escala. Além disso, os *stakeholders* externos essenciais para o sucesso do projeto estão próximos da empresa em estudo e o relacionamento é viável. Como sugerido pela BSI Standards Publication (2017), devem ser priorizadas as opções disponíveis de acordo com critérios como a estratégia da empresa, o retorno financeiro e a visão de economia circular.

A visão estratégica da empresa de curto prazo é de reduzir os resíduos enviados ao aterro com soluções que não comprometam sua saúde financeira. Nesse sentido, a reciclagem interna resolve parcialmente a problemática do aterro, mas possui um estudo de viabilidade sólido em termos de recursos necessários. Para sua implementação, a empresa deve seguir alguns passos.

Antes de comprar a máquina necessária e destinar funcionários para a tarefa, a empresa precisa confirmar a demanda de mercado pelo produto reciclado. Para isso, deve buscar aprimorar o relacionamento que possui com seus fornecedores e tentar uma abordagem de logística reversa. Atuando junto a companhias com as quais já mantém uma relação comercial, diminui custos de transação e tempo necessário para identificar compradores. Entretanto, outras

fábricas que confeccionam tecidos também devem ser acionadas para diminuir o poder de barganha dos clientes. Nesse contato, o envolvimento de todos com a economia circular pode ajudar a criar uma consciência coletiva e, em consequência, criar um ambiente de colaboração. Por certo, isso auxilia na negociação de acordos benéficos para ambas as partes. Além disso, deve ser feito um trabalho de comunicação aos magazines do que se pretende com o novo projeto para demonstrar, de um lado, o interesse da empresa em estar em conformidade com os padrões exigidos e, de outro lado, que está efetivamente adotando medidas que objetivam a redução do lixo.

Assim que a demanda for comprovada e os relacionamentos com compradores criados, a empresa deve fazer os investimentos essenciais para a execução do projeto. Inicialmente, a alocação de funcionários para realizar o trabalho de separação e de manuseio da máquina pode ser feita internamente. Na sequência, um estudo mais profundo de manufatureiros de desfibradores é útil para uma comparação de preços. Com isso, a empresa buscará um empréstimo junto a bancos buscando taxas similares às quais já possui atualmente para poder comprar a máquina. Como já foi citado, a aquisição da máquina acompanha o treinamento dos funcionários que realizarão o seu manuseio.

A empresa deve criar medidas para monitorar o desempenho do projeto de forma a assegurar-se do retorno financeiro, da qualidade de seus produtos vendidos e da produtividade do processo interno à fábrica. Para tanto, deve ser definindo um responsável do projeto que administre as finanças, como a compra da máquina, o gasto com energia e a receita das vendas e que também tome notas quanto à produtividade da máquina e dos funcionários que a operam. Dessa forma, será possível revisar o plano inicial e, caso necessário, sugerir a adição ou remoção de pessoas para esse processo e uma alteração na quantidade de horas que a máquina deve operar. Uma outra pessoa pode atuar em conjunto com os compradores para certificar a qualidade do tecido final e garantir que as fibras recicladas cumprem os requisitos da indústria.

Na ordem de priorização das soluções, o projeto social é o segundo colocado. Nesse caso, o investimento inicial é praticamente nulo, o que o torna pronto para ser colocado em prática. Entretanto, de forma similar aos custos, os benefícios também são menores. Como grande parte das vantagens econômicas para a empresa apenas serão notadas em um horizonte de mais de dois anos, a urgência gerada na diretoria é menor e, portanto, a proposta tem menor relevância. Entretanto, uma vez que não há necessidade de desenvolvimento de novas tecnologias, tampouco um estudo de mercado, o projeto pode ser implementado assim que o capital humano seja liberado do primeiro projeto. Não se recomenda executar as duas soluções

concomitantemente, pois isso dificulta a medição dos resultados e a identificação dos benefícios advindos de cada uma delas.

Analogamente à solução anterior, iniciar um relacionamento com os projetos sociais citados anteriormente é fundamental. Esse contato visa compreender a capacidade de processamento de retalhos das oficinas e, dessa forma, calcular a quantidade de oficinas para que todos os resíduos tenham uma destinação garantida. Na sequência, será necessário redirecionar as sobras têxteis coletadas na fábrica. Isso partirá de negociações com as empresas que realizam a coleta de forma a mostrar a proposta de valor e tentar envolver uma quantidade maior de participantes da cadeia nas mudanças em busca de colaboração e parcerias.

Como nessa solução o principal retorno financeiro é a manutenção dos pedidos de compras pelos magazines, a medição deve ser feita através da análise das vendas de confecções comparáveis que não tomaram medidas no sentido de reduzir o desperdício. Essa avaliação é a melhor maneira de estimar qual seria a perda da Kabriolli caso não adotasse essa solução. Além disso, o contato supracitado servirá para o recolhimento de dados sobre a renda auferida pelos projetos sociais e de informações sobre o potencial de geração de valor de cada tipo de tecido. Os benefícios sociais são pouco mensuráveis, mas entender quantas pessoas estão envolvidas em cada projeto é suficiente para fomentar uma consciência do tamanho do impacto gerado.

Finalmente, as propostas de separação dos tecidos e de mudança no portfólio de produto são menos priorizadas não pela proposta de valor, mas sim porque envolvem tecnologias ainda em desenvolvimento, o que dificulta avaliar a sua viabilidade. Assim, a empresa tem a missão de acompanhar os aperfeiçoamentos dessas inovações para implementá-las quando se tornarem viáveis. No caso da mudança do portfólio, a adoção do algodão como um novo tipo de tecido para a Kabriolli comercializar pode ser executada aos poucos para realizar uma transição lenta dos tecidos mistos que não comprometa repentinamente as vendas da empresa. Para tanto, deve-se primeiro garantir, através de testes, a performance das máquinas de corte em algodão e os tempos de *setup* para garantir que não haja necessidade de compra de aparatos. Assim que comprovada sua eficiência, é preciso buscar parceiros comerciais, atuais ou novos, que estejam dispostos a comprar esse tipo de tecido, para atestar a existência de demanda. Como a empresa atualmente não compra nenhuma fibra de algodão, será essencial procurar fornecedores que a vendam e validar os preços de mercado pesquisados em larga escala. Caso atestada a margem estimada anteriormente, a empresa pode começar a transição dos tecidos, sempre visando não deixar ociosa sua produção. Do mesmo modo, é relevante adaptar os atuais processos de qualidade para o algodão, com treinamento dos funcionários e a criação de novos testes adaptados para essa fibra.

Já a implementação da separação das fibras reside principalmente em uma mudança externa à fábrica. Como demonstrado, o gargalo encontra-se na finalização do desenvolvimento da tecnologia que ainda está por vir. Quando isso ocorrer, a implementação pode ser feita prontamente. Nesse momento, a Kabriolli poderá colaborar com o processo destinando seus resíduos para a empresa que for realizar o trabalho de separação.

5 CONCLUSÃO

A elaboração deste trabalho teve como finalidade estudar a economia circular e, em especial, o modelo *Cradle to Cradle*. A aplicação dos conceitos em uma indústria específica e em uma empresa real possibilitou maior proximidade a um contexto prático, unindo o estudo teórico e a aplicação dos conhecimentos.

Ademais, a utilização de diversos conceitos de engenharia possibilitou um olhar mais profundo do tema, com análises quantitativas que possibilitam a exposição da escala do problema e a urgência com que ele deve ser tratado.

5.1 Objetivos Propostos

Dentre os objetivos colocados como foco no início do trabalho, a maioria deles foi cumprida. Os debates sobre economia circular ainda estão em seu início no Brasil, com muito espaço para desenvolvimento e descobertas. A geração de um conteúdo em português desse tema tem valia para que futuros estudos possam ser realizados com base em fontes locais. Além disso, aplicar os conceitos em um contexto brasileiro gera diferentes tipos de enfrentamento, como a regulação do país, as diferentes preferências do consumidor, a logística em um território tão vasto e a indiferença quanto ao descarte.

A indústria têxtil concentra um número grande de estudos que visam diminuir o desperdício e reaproveitar materiais, entretanto pouco se discute sobre a economia circular. A aproximação entre a indústria da moda e modelos de produção circular é um êxito desse trabalho no sentido de gerar maiores e melhores opções para a redução de lixo originado por essa indústria.

Algumas das análises aqui feitas não foram tão aprofundadas como pretendido, por alguns motivos. A dificuldade de obtenção de informações de fornecedores é o principal deles e impossibilitou uma avaliação completamente verossímil em termos da utilização de materiais. Além disso, o conhecimento intermediário sobre a composição química das substâncias dificultou um estudo mais técnico.

Vale ressaltar que o foco econômico dado para as análises possibilita acercar as soluções da realidade da empresa. Em uma indústria que possui baixas margens de lucro, a criação de soluções extremamente custosas para as companhias, por mais que resolvam a complicação dos resíduos, não tem aplicação. A preocupação com o tema da sustentabilidade tem crescido nas últimas décadas e desempenhará um papel fundamental no sucesso das empresas no futuro.

Entretanto, tratando-se de empresas cuja preocupação imediata, no curto prazo, é essencialmente a sua sobrevivência, as soluções têm que se apresentar positivas também em termos financeiros.

5.2 Próximos Passos

A empresa deve seguir a implementação das soluções conforme a priorização sugerida e de acordo com a disponibilidade de recursos. É importante atualizar os custos orçados quando o projeto for implementado para assegurar que os retornos calculados estejam corretos e não sejam geradas falsas expectativas.

Como foi comentado ao longo do trabalho, algumas das soluções propostas dependem de tecnologias ainda não completamente desenvolvidas. Por isso, a empresa deve estar atenta à evolução dessas ciências e posteriormente ao decréscimo dos custos até chegar no ponto estipulado de *breakeven*.

Além disso, para que as propostas tenham sucesso é essencial o envolvimento de vários elos da cadeia produtiva. Por isso, ser transparente quanto às mudanças, mostrar os seus benefícios no longo prazo e garantir que elas não sejam um jogo de soma zero pode ajudar a criar um senso de colaboração.

5.3 Aprendizados

Durante o desenvolvimento deste trabalho, foi possível aprender o funcionamento de uma fábrica e de uma cadeia produtiva, além de entender como as preferências do público consumidor afetam o mecanismo de toda uma indústria e as estratégias das empresas ali inseridas.

Além disso, foi possível compreender o papel das ferramentas de Engenharia de Produção em um contexto prático e conceber a abrangência de contribuições que podem ser realizadas em busca de uma produção mais limpa e que seja sustentável no longo prazo.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIT. **MONITOR: Superintendência de Políticas Industriais e Econômicas**. Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção. São Paulo, p. 9. 2019.
- ABRAFAS. Fibras Manufaturadas. **Associação Brasileira de Produtores de Fibras Artificiais e Sintéticas**, 2019. Disponível em: <<http://www.abrafas.org.br/site/vitrine-noticias/index/materia/fibras-manufaturadas/c/b6f>>. Acesso em: 12 fevereiro 2019.
- AMARAL, M. C. D. et al. Industrial textile recycling and reuse in Brazil: case study and considerations concerning the circular economy. **Gestão & Produção**, p. 431-443, 2018.
- ANDERSEN, M. S. An introductory note on the environmental economics of the circular economy., v. 2, 2007.
- AZAPAGICA, A.; CLIFTB, R. Allocation of environmental burdens in multiple-function systems. **Journal of cleaner production**, p. 101-119, 1999.
- AZEVEDO, M. D. A. **Avaliação do risco à saúde da população vizinha às áreas de disposição final de resíduos sólidos urbanos: o aterro sanitário como cenário de exposição ambiental**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. São Carlos: [s.n.]. 2004.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. Focus - Relatório de Mercado, 2019. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/publicacoes/focus>>. Acesso em: 20 maio 2019.
- BANCO DE TECIDO. Reciclagem de tecido: conheça um pouco dos processos de reaproveitamento. **Banco de Tecido**, 2016. Disponível em: <<http://bancodetecido.com.br/blog-textos/2016/5/25/reciclagem-de-tecido-conheca-um-pouco-dos-processos-de-reaproveitamento>>. Acesso em: 15 abril 2019.
- BEZERRA, F. C. O que é tecido poliéster? **eCycle**, 2018. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/2900-poliester>>. Acesso em: 15 Abril 2019.
- BHAMRA, T.; LOFTHOUSE, V. **Design for Sustainability: a practical approach**. Hampshire, England: Gower Publishing Ltd., 2007.
- BOCKEN, N. M. et al. Product design and business model strategies for a circular economy. **Journal of Industrial and Production Engineering**, p. 308-320, 2016.
- BOTSMAN, R.; ROGERS, R. **What's mine is yours: how collaborative consumption is changing the way we live**. London: Collins, 2011.
- BRAUNGART, M.; MCDONOUGH, W. **Cradle to Cradle: Remaking the way we make things**. New York: North Point Press, 2002.

BRAUNGART, M.; MCDONOUGH, W.; BOLLINGER, A. Cradle-to-cradle design: creating healthy emissions—a strategy for eco-effective product and system design. **Journal of cleaner production**, p. 1337-1348, 2007.

BSI STANDARDS PUBLICATION. **Framework for implementing the principles of the circular economy in organizations - Guide**. The British Standards Institution. [S.l.], p. 27. 2017.

C2C CERTIFIED. Get Cradle to Cradle Certified. **C2C Certified**, 2010. Disponível em: <<https://www.c2ccertified.org/get-certified/product-certification>>. Acesso em: 10 maio 2019.

CENTERFABRIL. Tecido Algodão Cru. **CenterFabril**, s.d. Disponível em: <<https://www.centerfabril.com.br/tecido-algodao-cru-2534.html>>. Acesso em: 14 maio 2019.

CHATZISYMEON, E. et al. Electrochemical treatment of textile dyes and dyehouse effluents. **Journal of Hazardous Materials**, Chania, 19 maio 2006. 998-1007.

CHESBROUGH, H. Business model innovation: Opportunities and barriers. **Long range planning**, p. 354-363, 2010.

EHRENFELD, J. R. Eco-efficiency. **Journal of Industrial Ecology**, p. 6-8 , 2005.

ELKINGTON, J. Partnerships from Cannibals with Forks: The Triple Bottom line of 21st-Century Business. **Environmental quality management**, p. 37-51, 1998.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Schools of Thought. **Ellen MacArthur Foundation**, 2017. Disponível em: <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/concept/schools-of-thought>>. Acesso em: 23 março 2018.

ERDOGMUS, H.; FAVARO, J.; STRIGEL, W. Return on investment. **IEEE Software**, p. 18-22, 2004.

FORNO, S. M. D. **Gestão de custos, preços e resultados de uma indústria têxtil**. Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul. Ijuí. 2012.

GARCIA, A. Como garantir o lucro na indústria de confecção. **Result Place**, 2015. Disponível em: <<http://consultoriadeconfeccao.com.br/como-garantir-a-margem-de-lucro-na-industria-de-confeccao/>>. Acesso em: 22 maio 2019.

GEISSDOERFER, M. et al. The Circular Economy – A new sustainability paradigm? **Cleaner Production**, 2017.

GONÇALVES, A. et al. **Engenharia econômica e finanças**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

GORINI, A. P. F. **Panorama do setor têxtil no Brasil e no mundo: reestruturação e perspectivas**. BNDES. Rio de Janeiro, p. 17-50. 2000.

- HAMARI, J.; SJOKLINT, M.; UKKONEN, A. The sharing economy: Why people participate in collaborative consumption. **Journal of the association for information science and technology**, p. 2047-2059, 2016.
- HIRSCHFELD, H. **Engenharia econômica e análise de custos**: aplicações práticas para economistas, engenheiros, analistas de investimentos e administradores. São Paulo: Atlas, 2000.
- HOPEWELL, J.; DVORAK, R.; KOSIOR, E. Plastics recycling: challenges and opportunities. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, p. 2115-2126, 2009.
- HUNT, R. G. et al. Case studies examining LCA streamlining techniques. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, janeiro 1998. 36.
- IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. IBGE. Rio de Janeiro. 2000.
- IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. IBGE. Rio de Janeiro. 2008.
- IDEIA CIRCULAR. Ciclo biológico e ciclo técnico. **Ideia Circular**, 2018. Disponível em: <<https://www.ideiacircular.com/o-que-e-cradle-to-cradle/>>. Acesso em: 5 março 2019.
- IDEIA CIRCULAR. Curso Economia Circular. **Ideia Circular**, 2019. Disponível em: <<https://www.ideiacircular.com/webinario-gravacao>>. Acesso em: 6 abril 2019.
- JACKSON, T. The process of fashion trend development leading to a season. In: _____ **Fashion marketing**: Contemporary issues. [S.l.]: Routledge, 2012. p. 142-155.
- KALLIALA, E. M.; NOUSIAINEN, P. Environmental profile of cotton and polyester-cotton fabrics. **AUTEX Research Journal**, Tampere, 1999. 8-20. Acesso em: 28 maio 2019.
- KANT, R. Textile dyeing industry an environmental hazard. **Natural science**, Chandigarh, 14 janeiro 2012. 22-26.
- LEVI STRAUSS & CO. Levi Strauss & Co. + EvrNu Create First Pair of Jeans From Post-Consumer Cotton Waste. **Levi Strauss & Co.**, 2016. Disponível em: <<https://www.levistrauss.com/2016/05/11/levi-strauss-co-evrnu-create-first-pair-of-jeans-from-post-consumer-cotton-waste/>>. Acesso em: 21 Junho 2018.
- MACIAS TÊXTIL. **Macias Têxtil**, s.d. Disponível em: <<https://macias.com.br/produto/poliester-70/>>. Acesso em: 28 maio 2019.
- MBDC. NASA Sustainability Base. **MBDC**, 2015. Disponível em: <<https://mbdc.com/tag/nasa-sustainability-base/>>. Acesso em: 10 abril 2019.
- NETO, A. A. **Finanças corporativas e valor**. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2012.
- NIINIMÄKI, K.; HASSI, L. Emerging design strategies in sustainable production and consumption of textiles and clothing. **Journal of Cleaner Production**, p. Elsevier, 2011.

- PARK, C. S.; SHARP-BETTE, G. P. **Advanced engineering economics**. London: Wiley, 1990.
- PAULO, C. A. D. E. D. S. [S.l.]. 2013.
- PEARCE, J. M.; DENKENBERGER, D.; ZIELONKA, H. Accelerating applied sustainability by utilizing return on investment for energy conservation measures. **International Journal of Energy, Environment and Economics**, p. 61, 2009.
- PEERDUSTRY. **Peerdustry**, 2017. Disponível em: <<http://www.peerdustry.com/site/>>. Acesso em: 05 fevereiro 2019.
- PEZZOLO, D. B. **Tecidos: história, tramas, tipos e usos**. São Paulo: Editora Senac, 2007.
- PHILIPS. SENSEO Original goes the extra mile to use recycled plastics. **Philips**, s.d. Disponível em: <<https://www.philips.com/a-w/about/sustainability/sustainable-planet/circular-economy/senseo.html>>. Acesso em: 10 novembro 2018.
- PORTER, M. E.; KRAMER, M. R. The link between competitive advantage and corporate social responsibility. **Harvard business review**, p. 78-92, 2006.
- REBITZER, G. et al. Life cycle assessment: Part 1: Framework, goal and scope definition, inventory analysis, and applications. **Environment international**, p. 701-720, 2004.
- REMER, D. S.; NIETO, A. P. A compendium and comparison of 25 project evaluation techniques. Part 1: Net present value and rate of return methods. **International journal of production economics**, p. 79-96, 1995.
- SAUVÉ, S.; BERNARD, S.; SLOAN, P. Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research. **Environmental Development**, Montréal, 2016. 48-56.
- SILVA, G. A. D.; KULAY, L. A. Avaliação do ciclo de vida. In: JÚNIOR, A. V.; DEMAJOROVIC, J. **Modelos e ferramentas de Gestão Ambiental: Desafios e perspectivas para as organizações**. São Paulo: Senac, 2006.
- SINDITÊXTIL. **Inclusão social e preservação ambiental por meio da reciclagem de resíduos têxteis**. Sinditêxtil. São Paulo. 2012.
- SISTEMA de Análise das Informações de Comércio Exterior – ALICEWEB, 2016. Disponível em: <<http://aliceweb2.mdic.gov.br/>>.
- SLAPER, T. F.; HALL, T. J. The triple bottom line: What is it and how does it work. **Indiana business review**, p. 4-8, 2011.
- SPROLES, G. B. **Fashion: Consumer behavior toward dress**. [S.l.]: Burgess Publishing Company, 1979.
- STAHEL, W. R. Circular Economy. **Nature CE**, p. 435-438, 2016.

SUPERINTENDÊNCIA DE POLÍTICAS INDUSTRIAIS E ECONÔMICAS. **Pesquisa Conjuntura**. ABIT. São Paulo, p. 1. 2019.

TYLER, D.; HEELEY, J.; BHAMRA, T. Supply chain influences on new product development in fashion clothing. **Journal of fashion marketing and management: an international journal**, 2006. 316-328.

VASCONCELOS, F. B. Estudo comparativo das características ambientais das principais Fibras Têxteis. **Química Têxtil**, p. 30-40, 2008.

WORLD PRESS. Classification of Textile According. **World Press**, s.d. Disponível em: <<http://textInfo.wordpress.com/2011/10/24/classification-of-textile-fibers-according/>>.

Acesso em: 10 fevereiro 2018.

XUE, B. E. A. Survey of officials' awareness on circular economy development in China: Based on municipal and county level. **Resources, Conservation and Recycling**, 2010. 1296-1302.