



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

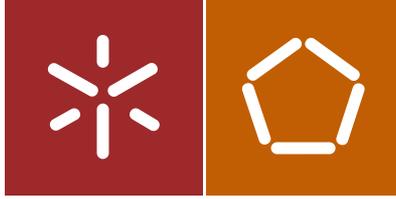
Junior de Jesus Costa | Materiais Sustentáveis para a Indústria da Moda através do processo de Downcycling

Junior de Jesus Costa

Materiais Sustentáveis para a Indústria da
Moda através do processo de Downcycling

UMinho | 2022

Novembro de 2022



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Junior de Jesus Costa

Materiais Sustentáveis para a Indústria da
Moda através do processo de Downcycling

Dissertação de Mestrado
Mestrado em Design e Marketing de Produto Têxtil, Vestuário
e Acessórios

Trabalho efetuado sob a orientação da
Professora Doutora Ana Cristina da Luz Broega

Novembro de 2022

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.



Atribuição-NãoComercial-SemDerivações
CC BY-NC-ND

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho acadêmico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mas declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

Assinatura: *Junior de Jesus Costa*

AGRADECIMENTOS

Por toda iluminação nessa longa caminhada de estudos e de trabalho que apesar do período conturbado pela pandemia globalizada, foi possível concluir a pesquisa, encontrar um propósito e um novo caminho de trabalho que objetiva o desenvolvimento sustentável e um futuro melhor para planeta, a fé move montanhas e faz com que cada obstáculo se torne um presente maravilhoso.

Venho agradecer por meio deste à minha orientadora Professora Dra. Ana Cristina Luz Broega pelo seu lato *mindset* que fez de seus feedbacks muito construtivos e contribuindo sempre para encontrar o melhor caminho para o desenvolvimento e encaminhamento da dissertação. Uma pessoa de personalidade humilde e carinhosa com quem pude conviver e admirar imensamente, tanto por seu lado profissional quanto pessoal, e, por sua brilhante colaboração e direcionamento.

A todos os professores, coorientadores de Portugal e Brasil, aos quais tive acesso durante o período de pesquisa, mesmo aquelas pequenas contribuições abriram portas e fizeram surgir hipóteses para chegar ao resultado e a validação da possibilidade e necessidade de aplicação da pesquisa.

Agradecimento especial ao Centro de Valorização de Resíduos (CVR) e ao Laboratório de Engenharia Civil da UMinho, pelo acesso e possibilidade de utilização dos laboratórios bem como dos aparelhos necessários para a pesquisa.

A Universidade do Minho, pela receptividade e integração ao universo da Engenharia Têxtil e da vida académica em Portugal, foi mediante as disciplinas cursadas durante o mestrado que o interesse foi despertado e as bases para esta pesquisa foram construídas. Agradeço a universidade por meio dos professores, funcionários pela acolhida, solicitude e ilimitada transmissão de conhecimento.

Agradeço ao diretor do mestrado, Dr. Hélder Carvalho, pela presteza anterior à minha chegada a Portugal, auxílio a concretização do mestrado e pelo empenho para que o curso nos proporcionasse o melhor possível em termos de conhecimento e aprendizado.

A todos os meus amigos que me acompanharam durante o curso, internos e externos à instituição.

Agradeço particularmente a Rodrigo Cezário. Hoje, além de um amigo, é parceiro em vários projetos sociais e culturais de pesquisa e engrandecimento da sustentabilidade no Brasil no setor do Ecodesign, Moda Brasileira e Ecodecolonização.

À minha família, por todo o apoio, por toda a educação e formação que definem por completo a pessoa que sou hoje. Que sempre manifestaram seu apoio a meus objetivos, possíveis e impossíveis, e que acreditaram na conquista deste sonho, assim como na certeza de um futuro melhor. Espero poder ter décadas suficientes para retribuir tudo o que sacrificaram por mim.

Ao meu marido, Rosinaldo Salvo, eterno companheiro de estudos, amor e melhor amigo de sempre, que fez esse sonho tornar-se realidade, com apoio e palavras queridas fizeram minha vida mais alegre. Sempre acreditou no meu potencial e mesmo com um oceano de distância, conseguimos que nosso carinho, respeito e amor se mantivessem e se fortalecessem para abrilhantar ainda mais essa conquista.

Materiais Sustentáveis para a Indústria da Moda através do processo de Downcycling

RESUMO

Esta dissertação acadêmico-científica aborda uma investigação na área de Engenharia Têxtil, aborda ciência dos materiais e a economia circular, com o objetivo de desenvolvimento de um produto a partir de resíduos alimentares. A moda converge numa complexa associação de campos de conhecimento, estudos e criatividade, fundamentada em pilares da antropologia, sociologia, economia, comunicação, arquitetura e artes. Segundo Lipovestky (1989), o homem modifica o mundo e a contribuição da moda é incontestável neste processo de transformação. O designer, a indústria e o consumidor têm responsabilidade durante todo o ciclo de vida de um produto a partir de suas escolhas. O papel da indústria é transformar os recursos naturais em matéria-prima, de onde são produzidos fibras e outros materiais. Ao considerar as indústrias por áreas de operação, fica visível que a têxtil, atrelada à cadeia da moda, não evoluiu harmonicamente a sua expansão e importância global, continuamos a utilizar os mesmos materiais anteriores a revolução industrial. Neste momento de enorme desordem global, governos mundiais aprenderam a agir em conjunto e com rapidez nas demandas de combate à pandemia. No entanto o impacto da indústria no ambiente, desde a revolução industrial, merece atenção em dobro e um pertinente contexto legislativo para a consciencialização, mudança e regeneração dos danos causados ao planeta. É primordial uma mudança no sistema, influenciada por novas normas para a produção e consumo sustentáveis. Com o advento de estudos, questionamentos e definições sobre a sustentabilidade na moda, é nítida a urgência de alternativas e perspectivas para a transição do atual sistema linear, para sistemas circulares, através da análise dos problemas ao nível dos insumos, geração de resíduos, reutilização e descarte. O objetivo a ser explorado neste estudo é sinalizar tanto a necessidade de mudanças em relação aos insumos utilizados atualmente, quanto a lançar luz ao reaproveitamento de resíduos sólidos no desenvolvimento de novos materiais. Propondo de forma experimental o desenvolvimento de um botão biodegradável, que utiliza na sua composição, resíduos orgânicos do sector agroalimentar. Com o intuito de demonstrar a possibilidade de reaproveitamento dos resíduos alimentares de pós consumo, com características biodegradáveis.

PALAVRAS-CHAVE

Acessórios de Moda, Sustentabilidade, Resíduos Agroalimentares, Biodegradáveis, Bioeconomia

Sustainable materials for the fashion industry through the downcycling process

ABSTRACT

This academic-scientific dissertation addresses an investigation in Textile Engineering, addresses material science and the circular economy, with the aim of developing a product from food waste. Fashion converges in a complex association of fields of knowledge, studies, and creativity, based on pillars of anthropology, sociology, economics, communication, architecture, and arts. According to Lipovestky (1989), man changes the world, and the contribution of fashion is undeniable in this transformation process. The designer, the industry and the consumer are responsible for the entire life cycle of a product based on their choices. The role of industry is to transform natural resources into raw materials, from which fibers and other materials are produced. When considering the industries by areas of operation, the textile industry, linked to the fashion chain, has not evolved harmoniously in its expansion and global importance, we continue to use the same materials prior to the industrial revolution. In this moment of enormous global disorder, world governments have learned to act together and quickly in the demands of combating the pandemic. However, the impact of industry on the environment, since the industrial revolution, deserves double attention and a relevant legislative context for awareness, change and regeneration of the damage caused to the planet. A change in the system, influenced by new norms for sustainable production and consumption, is paramount. With the advent of studies, questions, and definitions on sustainability in fashion, the urgency of alternatives and perspectives for the transition from the current linear system to circular systems, through the analysis of problems at the level of inputs, waste generation, reuse, and discard. The objective to be explored in this study is to signal both the need for changes in relation to the inputs currently used, and to shed light on the reuse of solid waste in the development of new materials. Experimentally proposing the development of a biodegradable button, which uses organic waste from the agri-food sector in its composition. To demonstrate the possibility of reuse of post-consumer food waste, with biodegradable characteristics.

KEYWORDS

Fashion accessories, Sustainability, Agri-food waste, Biodegradable, Bioeconomy

ÍNDICE

Agradecimentos.....	v
Resumo.....	vii
Abstract.....	ix
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Tabelas.....	xv
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xvi
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Enquadramento da Problemática em Estudo.....	2
1.2 Objetivos do Trabalho.....	5
1.3 Metodologia.....	6
1.4 Estrutura da Dissertação.....	6
2. ESTADO DA ARTE.....	8
2.1 Sustentabilidade - Conceitos.....	8
2.1.1 A Ética e a Sustentabilidade da Indústria.....	15
2.1.2 O Impacto Ambiental dos Materiais.....	31
2.1.3 Conceitos de Biodegradabilidade e Compostabilidade.....	38
2.1.4 A Importância da Economia Circular para o Meio Ambiente.....	44
2.1.5 O Design e a Industrialização no Processo de Regeneração.....	49
2.2 Conceito de Ciclo de Vida de Materiais e Produtos.....	65
2.2.1 Avaliação do Ciclo de Vida e Impacto Ambiental de Materiais.....	71
2.2.2 A Gestão de Resíduos como Solução Ambiental.....	78
2.2.3 O Método de Downcycling.....	91
2.3 Acessórios de Moda: Aviamentos.....	107
2.3.1 A Sustentabilidade de um item Essencial: Os Botões.....	112
3. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO EXPERIMENTAL.....	120
3.1 Metodologia para Inovação em Design de Produtos.....	121
3.2 <i>Benchmarking</i> aplicado ao Desenvolvimento do Produto.....	126
3.3 O <i>Design Thinking</i> aplicado ao Desenvolvimento do Produto.....	130
3.4 Trabalho Experimental de Desenvolvimento de Botões Sustentáveis.....	135
3.4.1 Resíduos Sólidos (Emergência).....	136
3.4.2 Análise do Mercado (Empatia).....	137
3.4.3 Matéria-Prima Sustentável (Definição).....	145
3.4.4 Processo de Desenvolvimento (Ideação).....	149
3.4.5 Desenvolvimento de Botões Sustentáveis (Prototipagem).....	157
3.4.6 Validação técnica do produto (Testagem).....	163
4. ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS.....	167
5. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS.....	169
5.1 Conclusões.....	169
5.2 Perspetivas Futuras.....	171
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	173

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estratégias para Produtos Ecologicamente Orientados	17
Figura 2. Análise dos Conceitos de Sustentabilidade	18
Figura 3. Exemplos dos estágios de vida de um produto	66
Figura 4. Estrutura da ACV	68
Figura 5. Conceção do sistema conceitual do Cradle to Cradle	70
Figura 6. ACV – Avaliação de Ciclo de Vida	72
Figura 7. Estratégias para reduzir os impactos ambientais.....	76
Figura 8. Controle Final de Tubo	78
Figura 9. Metodologia de Produção Limpa	79
Figura 10. Hierarquia de valorização e gestão de resíduos	89
Figura 11. Exemplo de produto final do processo de <i>Downcycling</i>	92
Figura 12. Símbolos dos Processos de <i>Recycling</i> , <i>Downcycling</i> e <i>Upcycling</i>	93
Figura 13. Material de Polímero Reciclado de Embalagens de Leite (Madeira plástica)	93
Figura 14. Produto de Moda produzido com Polietileno	94
Figura 15. Início do processo de desfibragem de jeans	97
Figura 16. Exemplo de máquina cortadora	97
Figura 17. Exemplo de desfibradeira de 3 estágios	98
Figura 18. Jeans desfibrado	99
Figura 19. Airly de diversas composições	100
Figura 20. Exemplo de planta completa para processamento de resíduos	100
Figura 21. Planta para processamento de resíduos de têxteis pesados	101
Figuras 22. Estágios da transformação dos resíduos de poliamida em flocos	103
Figura 23. Ciclo de produção da malha PET	104
Figura 24: Fibra de Coroa do Abacaxi ao Material Final	112
Figura 25: Extração da fibra ao Material Final	113
Figura 26: Demonstração das Etapas da Matéria-prima a Fibra	114
Figura 27: Processamento do Resíduo de Uvas e Produção do Material Final	115
Figura 28: Calçado Infantil Produzido com Resíduos da Indústria Alimentícia	115
Figura 29: Copos Biodegradáveis Produzidos com Resíduos de Cafetarias	127
Figura 30: Ziper com Resina Biodegradável ReEarth	127
Figura 31: Botões ibéricos de bronze	127
Figura 32: Botão de osso da Idade do Cobre com Orifícios na Base	127
Figura 33: Botão do Período Medieval/Reconquista Cristã	128
Figura 34: Botões em Retrato de Caterina Cornaro	128
Figura 35: Dona Teresa de Leão, com Filas de Botões nas Mangas	128
Figura 36: Botão Natural com 50% de fibras vegetais em sua composição	128
Figura 37: Botão Natural com 60% de fibras de Cânhamo	129
Figura 38: Botão Natural com fibras de algodão e poliéster reciclado	129
Figura 39: Botão Natural com 80% de Resíduos da indústria alimentícia	132
Figura 40: Botão Natural de Pó de Chifre de Diferentes Animais	133
Figura 41: Botão Natural Artesanal de madeira de manejo sustentável	138

Figura 42: Botão Sustentável das sementes de corozo	139
Figura 43: Botão Sustentável com 50% a 70% de fibras vegetais de papel reciclado	140
Figura 44: Botão produzido com Caseína do Leite	141
Figura 45: Botão produzidos com Leite em Pó	142
Figura 46 - Modelo E62 (adaptado) por Katja Tschimmel	143
Figura 47: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – Agenda 2030	146
Figura 48: Resíduos Orgânicos Desidratados e Íntegros (Casca de Manga)	150
Figura 49: Processo de Liquidificação de Resíduos Orgânicos (Casca de Laranja)	151
Figura 50: Processo de Liquidificação de Resíduos Orgânicos (Castanha portuguesa)	151
Figura 51: Processo de Decantação de Resíduos Orgânicos (Castanha portuguesa)	152
Figura 52: Resultado do Processo de Decantação de Resíduos Orgânicos (Castanha portuguesa / Casca de Laranja)	152
Figura 53: Resultado do Processo de Trituração de Resíduos de Casca de Laranja	153
Figura 54: Resultado do Processo de Trituração de Resíduos de Casca de Banana e Maracujá	153
Figura 55: Processo de Moagem de Resíduos – Moedor de Disco	154
Figura 56: Procedimento de Moagem de Resíduos (Casca de Romã)	154
Figura 57: Resultado do Procedimento por Moagem a Disco (Casca de Romã)	155
Figura 58: Resultado do Procedimento por Moagem a Disco (Casca de Nozes)	155
Figura 59: Resultado da Moagem de Pellets de PLA (Polímero/Ligante)	156
Figura 60: Processo de Pesagem para Teste de Porcentagens Ligante/Reforço	159
Figura 61: Processo de Testagem com Forma de Silicone	160
Figura 62: Resultado do Processo de Testagem em Forma de Silicone	160
Figura 63: Processo de Testagem em Recipiente Cerâmico	161
Figura 64: Resultado do Processo de Teste em duas fases, utensílio cerâmico e forma de silicone	161
Figura 65: Resultado do Processo de Testagem em Recipiente Cerâmico e Molde de Silicone	162
Figura 66: Amostras contendo Resíduos de Cascas de Manga, Romã, Nozes e Limão	162
Figura 67: Amostra submetida ao Teste de Durabilidade	164
Figura 68: Resultado da Amostra Submetida ao Teste de Durabilidade	164
Figura 69: Amostras Aprovadas no Teste de Durabilidade	165

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Exemplo de Aplicação da Produção Limpa	80
Tabela 2. Caracterização dos resíduos urbanos por regiões de Portugal	82
Tabela 3. Resíduos urbanos por ano e por habitantes/dia	83
Tabela 4. Caracterização por tipo de recolhas de resíduos urbanos	83
Tabela 5. Caracterização de direcionamento dos resíduos urbanos	84
Tabela 6. Caracterização por tipo de recolhas de resíduos urbanos	85
Tabela 7. Caracterização física da recolha indiferenciada dos resíduos Urbanos	136
Tabela 8. Caracterização Física de Resíduos por Coleta Seletiva em Portugal Continental (Macro)	143
Tabela 9. Resíduos Domésticos Seleccionados para o Estudo (Micro)	146
Tabela 10. Estrutura Química Básicas das Fibras Vegetais	147
Tabela 11. Ligantes e Colas Naturais	149
Tabela 12. Procedimentos para o Downcycling de Resíduos Orgânicos	149

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

PNGR - Plano Nacional de Gestão de Resíduos

ACV - Avaliação do Ciclo de Vida

APA - Agência Portuguesa do Ambiente

NAS - National Academy of Sciences

PNUMA - Fundo das Nações Unidas pelo Meio Ambiente

ONU - Organização das Nações Unidas

LCD - Life Cycle Assessment

EOP - Ecologically Oriented Products

GFANZ - Glasgow Finance Alliance for Net Zero

CONAR - Conselho Nacional Autorregulamentação Publicitária

MMA - Ministério do Meio Ambiente

MEC - Ministério da Educação

DEC - Domicílio Eletrónico do Contribuinte

PLA - Ácido Polilático

PET - Polietilenotereftalato

CFDA - Council of Fashion Designers of America

LCA - Life Cycle Assessment

RARU - Relatório Anual de Resíduos Sólidos

1. INTRODUÇÃO

Vivemos uma era preocupante, em relação com o impacto da indústria no meio ambiente e os processos de produção, começamos a questionar os processos de fabricação, a durabilidade, a exploração de recursos naturais e a poluição ambiental, em prol de um mercado de consumo mais consciente. Os resíduos destes processos são um assunto recorrente, pois os seus impactos no planeta têm sido mais visíveis nos últimos anos devido ao acumular dos mesmos, pois, o destino final por décadas tem sido o lixo. O sistema baseado na economia linear descarta anualmente toneladas de resíduos sólidos, cerca de 85% dos resíduos têxteis, por exemplo, acabam em aterros sanitários, e apenas 15% são destinados a reciclagem ou reutilização (Cunha, 2016). Toneladas de resíduos industriais se acumulam anualmente sem uma solução para o reuso e o design tem um papel importante na busca por soluções para estes desperdícios (Costa et al, 2016).

Os têxteis existem há bastante tempo, bem como o vestuário; sua função primária era a proteção para do corpo, passando a representação social de classe, situação económica e atualmente expressão cultural e ativismo. Os desenvolvimentos dos tecidos evoluíram ao longo dos anos; das fibras naturais aos materiais sintéticos, a mistura íntima dos mesmos, acabamentos especiais, entre outros beneficiamentos em busca de produtos que atendam às exigências do consumidor. Juntamente com os tecidos e o vestuário, os acessórios funcionais como os botões, tiveram uma mudança em sua composição, que passou de insumos naturais para os polímeros; com intuito de baratear o custo final.

Se analisada a história da evolução dos materiais em geral, podemos notar mudanças na aplicação, na qualidade, na tecnologia usada e a inserção de novas matérias-primas e acabamentos. A qualidade dos materiais, em relação a durabilidade, é um assunto à parte, porque não acompanhou a evolução, tornando-se cada vez menos duráveis; por interesse da indústria em vender cada vez mais por meio da produção de artigos descartáveis. Verifica-se assim o aumento exponencial da produção e o surgimento do problema do acúmulo de resíduos provenientes do descarte. Estes resíduos são compostos por sobras de confecção, restos de fios, produtos fora da qualidade, subprodutos de fabricação, mas principalmente por resíduos de pós-consumo, onde os botões, os fechos todos os demais acessórios que compõem uma peça de vestuário, são um grande problema em termos de reciclabilidade. No cenário atual do desequilíbrio ambiental ocasionado pelo acúmulo destes resíduos fica clara a necessidade de reciclagem destes materiais e reintegração na cadeia produtiva.

Em busca de solucionar essa problemática, diversas formas de reaproveitamento e aplicações vêm sendo estudados com a finalidade desenvolver e produzir materiais mais sustentáveis. Estes estudos são guiados pela preocupação com o meio ambiente e o Ciclo de Vida dos Produtos, pontos interligados na busca pela redução do impacto da indústria e da humanidade no planeta. O modo de reaproveitamento dos resíduos sólidos depende do tipo, sendo qualificados resumidamente em orgânicos, sintéticos e mistos; o último é um complicador no processo de reuso, pois impede que diversos métodos de reciclagem sejam aplicados. Uma das soluções para os resíduos orgânicos seria a decomposição por meio da compostagem, procedimento impossível para os resíduos mistos, devido a contaminação do solo e água pelos demais compostos sintéticos presentes na composição.

A biodegradabilidade é o meio de processamento natural dos resíduos orgânicos, reintegrando a matéria-prima na natureza como nutriente para o ambiente num processo circular e regenerativo. É possível afirmar que esta seria uma solução para o acumular de resíduos, mas a maior parte dos produtos são mistos impedindo sua biodegradabilidade. Baseado neste processo natural, diversos materiais sustentáveis têm sido desenvolvidos a partir de plantas e resíduos orgânicos, que objetivam a degradabilidade natural após o final da vida útil do produto.

Apesar de não serem biodegradáveis naturalmente em tempo mínimo considerado favorável para um produto, os materiais sintéticos têm uma capacidade quase infinita de reciclagem. Essa capacidade presente nos polímeros é considerada também uma solução para o acúmulo de resíduos, mas a falta de políticas públicas e leis que obrigam a preservação destes materiais para o reuso são os verdadeiros causadores do acúmulo e poluição ocasionadas pelos resíduos sólidos.

Os plásticos biodegradáveis são produzidos a partir de fontes naturais ou sintéticas, sendo uma alternativa aos plásticos comuns, de origem fóssil. Os bioplásticos são menos persistentes no meio ambiente, sendo mais suscetíveis a biodegradação (Mundo Educação, 2021). De acordo com Reddy (2003), os plásticos biodegradáveis foram descobertos há cerca de 10 anos, também denominados plásticos biológicos ou bioplásticos são geralmente feitos com fontes renováveis de insumos, podendo ser de origem natural, como milho, mandioca e beterraba, ou sintética.

1.1 Enquadramento da Problemática em Estudo

Numa ótica antropológica, a moda e o consumismo se encontram cada vez mais em pauta em diferentes e interdisciplinares investigações. Alguns estudos evidenciam a importante evolução na

relação do ser humano com a moda, que demonstram comportamentos diferenciados no âmbito das modificações pontuais do estilo de vida adquiridos ao longo do tempo (Cerejeira, 2012).

Desde os primórdios da humanidade, o Homem busca meios para sanar as necessidades de sobrevivência, lida com a problemática do desenvolvimento de materiais. A evolução através dos tempos só foi possível com a introdução de novas matérias-primas, e o design de vestuário ou produtos tem estado atualmente focado no desenvolvimento de produtos mais sustentáveis que unem estética, funcionalidade e sustentabilidade.

A atual produção massiva da cultura material da sociedade ocidental ocasiona o consumismo sem medir as consequências, tais como, o aumento da produção e acúmulo de resíduos industriais que no final são descartados no meio ambiente. Denota-se a urgente necessidade de intervir sobre esta questão ambiental causada pela indústria de moda, que impacta a questão sustentável em todos os pilares: ambiental, social e económica. Diante da realidade atual, em alguns países tem surgido estratégias relativas ao meio ambiente para a implementação da gestão sustentável e da redução de resíduos (PNGR, 2011).

A indústria da moda e têxtil tem demonstrado ao longo dos anos alguns avanços no seu processo produtivo, tornando mais tecnológico o sistema de moda. Mas continuam constantes as preocupações em relação a geração de resíduos sólidos, sendo responsável por impactos negativos ao meio ambiente e planeta. Para alterar este cenário é necessário criar políticas públicas de valorização de resíduos, como meio de solucionar esta questão problemática presente no sistema socioeconómico de materiais.

Os principais resíduos gerados durante as várias fases do sistema de produção de moda, são os retalhos, produtos não aprovados pelo setor de qualidade, os resíduos pré-consumo, levando em consideração apenas as etapas que ocorrem durante a produção, diariamente são geradas quantidades excessivas de resíduos provenientes da matéria-prima mais utilizada no desenvolvimento dos produtos. Mas perante esta problemática dos resíduos, existem já meios de intervir para reduzir o impacto negativo no meio ambiente. Uma opção sustentável é a reutilização, de modo a proporcionar possíveis soluções para o desenvolvimento de novos produtos sustentáveis e impedir tanto o descarte quanto o consumo de matéria-prima virgem. Como exemplo podem ser citados os trabalhos de *upcycling* realizados pela marca de luxo francesa Marine Serre e artigos científicos como os publicados em revistas científicas como One Earth (2020, Volume 3, Issue 1) e Journal of Cleaner Production (2022, Volume 368).

Já no que toca a reciclabilidade do vestuário de descarte de pós-consumo, o processo torna-se mais complexo, pois na sua maioria requer uma mão de obra intensiva para a desmontagem ou apenas a separação dos botões, fechos, etc. Esta separação torna-se necessário mesmo que o vestuário seja feito de tecidos de fibras naturais biodegradáveis, pois na maioria dos casos os componentes acessórios como os botões são feitos de matérias de origem sintética.

Os materiais de origem sintética, (derivados do petróleo) são muito utilizados no nosso vestuário e no dia-a-dia e anualmente tem se observado um maior crescimento, dado que, o descarte incorreto desses materiais gerou por décadas um acúmulo de toneladas de resíduos que levam milhares de anos para se degradar. Para além do tempo curto de sua vida útil destes produtos, que é outro fator que causa o acúmulo destes materiais.

Na atualidade o petróleo e seus derivados têm sido um dos recursos naturais de que a sociedade mais depende e também o mais nocivo para o planeta. Os produtos de base petrolífera possuem diversas aplicações industriais e em produtos do cotidiano, presentes desde a geração de energia a produtos de base química (ou sintética), utilizados em produtos alimentícios ou cuidados pessoais. Contudo, são recursos finitos e umas das causas do aquecimento global pela libertação de dióxido de carbono durante o seu processamento, e principalmente ao facto de que nenhum dos derivados produzidos serem biodegradáveis, gerando o acúmulo de resíduos e conduzido a uma extensa poluição do meio ambiente (Ebnesajjad, 2013).

Estes factos nos forçam a encontrar recursos alternativos que possam substituir os produtos de origem sintética por bases naturais, total ou parcialmente. Surgindo assim a necessidade do desenvolvimento de produtos com propriedades biodegradáveis, com menor toxicidade, maior disponibilidade com menor impacto negativo na extração e produção, essencialmente, a facilidade de degradação em vários ambientes distintos (Belgacem e Gandini, 2003).

A motivação para o desenvolvimento desta dissertação surge com a constatação do crescimento do interesse da indústria em ser mais sustentável e da transição dificultada pela falta de materiais ecológicos para substituição dos usuais derivados dos combustíveis fósseis, necessitando com urgência do desenvolvimento de novos materiais para essa etapa evolutiva. Centralizando assim a motivação para a primordialidade em desenvolver processos sustentáveis capazes de conceber produtos de base biológica e levar conseqüentemente a redução do impacto ambiental. Deste modo, a proposta aqui trabalhada consiste primeiramente na criação experimental de novos materiais (nomeadamente de botões), recorrendo a recursos e processos de baixo impacto ambiental, e de

aplicação posterior a novos produtos de moda pensados para poderem seguir o seu ciclo de biodegradabilidade no seu final de vida.

Facto que leva a questionar se não serão os materiais a base de plantas e resíduos do sector agroalimentar a solução para novas fibras e resinas de base naturais (compósitos), o que resolveria também a questão da gestão de resíduos e a ecoeficiência dos materiais.

Os materiais compósitos, são utilizados há muito tempo e ainda considerados desafiantes. Em sua história tiveram início com as misturas de palha e lama ou madeira e argila na indústria civil arcaica. Atualmente associados às indústrias aeroespacial e automobilística, resultando em novos materiais compósitos inovadores, um desafio para a dominante indústria do metal e petróleo. Porém os métodos de produção e os resíduos gerados por essas indústrias e seus componentes têm causado um visível impacto ambiental ao planeta. O sistema linear de ciclo de vida desses materiais tem sido alvo de críticas e de estudos em busca de alternativas mais sustentáveis, por isso não fica descabido fazer-lhes uma abordagem no âmbito do setor têxtil e moda.

A inclusão, dos chamados materiais sustentáveis na indústria da moda, faz desta uma pioneira na transição para práticas sustentáveis, como exemplo, empresas que desenvolveram materiais semelhantes ao couro animal, com base em resíduos como as folhas de ananás da Piñatex (Espanha), cascas de maçã da Frumat (Itália) e de cactos da Deserto (México); também de fibras alternativas como a de cânhamo (Small, 2015) e urtiga (Watkins, 2009). Desempenhando um papel fundamental para a sustentabilidade, tendo paralelamente o desafio de reduzir o custo da produção dos novos materiais à medida do aumento da demanda, com o objetivo de incentivar a substituição dos materiais usuais por sustentáveis em todos os setores industriais.

Neste contexto, e uma vez que já existem embalagens, tecidos e plásticos de materiais biodegradáveis, surge a necessidade do desenvolvimento de outras alternativas com as mesmas características. O uso de matérias-primas naturais com essas propriedades obtiveram um crescimento na indústria da moda, principalmente nos últimos anos com a cobrança para processos menos poluentes.

1.2 Objetivos do Trabalho

O objetivo central do presente trabalho consiste na aplicação da valorização de resíduos (do sector agroalimentar) no desenvolvimento de novos materiais de aplicação a acessórios/aviamentos (botões) para a indústria da moda, atendendo aos princípios da sustentabilidade.

Para a concretização deste objetivo central, o tema foi fragmentado em objetivos secundários, como:

- Estudar os conceitos teóricos relativos à sustentabilidade na moda, biodegradabilidade e resíduos;
- Identificar e explorar problemáticas relacionados à indústria têxtil e moda, relativamente ao consumo de recursos naturais, à produção massiva de produtos e consequente geração de resíduos;
- Identificar e caracterizar as áreas de maior impacto ambiental no setor da moda;
- Identificar os tipos de resíduos industriais e/ou agroalimentares passíveis de reciclagem;
- Idealizar oportunidades de inovação na indústria dos aviamentos da moda, apoiado pelos princípios da economia circular;
- Desenvolver um protótipo de um botão biodegradável com potencial de industrialização.

1.3 Metodologia

A abordagem metodológica adotada, consiste primeiramente numa pesquisa bibliográfica exploratória de conceitos teóricos e do estado da arte recorrendo a artigos científicos, livros.

Como complemento à primeira etapa, foi desenvolvido uma pesquisa exploratória de teor qualitativo, com recurso ao estudo de processos de produção de empresas com produtos similares, para perceção de oportunidades de inovação e posterior desenvolvimento de novos materiais e produtos sustentáveis. Toda a metodologia é centrada em métodos criativos em design com abordagem na metodologia *Design Thinking*, processo que norteará as etapas de pesquisa e criação. Levantando hipóteses criadas através do procedimento exploratório consistem em diferentes etapas e técnicas, como por exemplo o estado da arte que nesta pesquisa incluiu-se uma pesquisa de Benchmarking, na busca de produtos disponíveis no mercado e empresas que utilizem metodologias similares a objetivada na presente pesquisa.

1.4 Estrutura da Dissertação

A dissertação está dividida em seis capítulos e está estruturada de uma forma idêntica às etapas de desenvolvimento da investigação. Assim:

No capítulo 1 apresenta-se a introdução ao tema de estudo, onde se faz o enquadramento da problemática e justificativas sobre a escolha do tema, seguido pela definição dos objetivos a alcançar, bem como as metodologias escolhidas para atingir os mesmos e por fim a descrição da estrutura desta dissertação.

No capítulo 2 é apresentado o enquadramento teórico, contendo conceitos base considerados imprescindíveis para o entendimento e relevância do projeto e ainda o estado da arte, onde se encontram evidenciadas as pesquisas sobre o tema.

No capítulo 3 é relatado o desenvolvimento do trabalho experimental, onde se apresenta a definição do problema a explorar e a justificação da escolha do método científico a seguir assim como as metodologias de criação do produto, expondo as fases de testes, ajustes e a definição da aplicabilidade possível do material.

No capítulo 4 são apresentadas as análises e discussões dos resultados obtidos confrontando com os resultados esperados.

Finalmente no capítulo 5, são expostas as conclusões e perspectivas futuras para esta pesquisa.

A Bibliografia contém as referências utilizadas no corpo do texto ao longo deste estudo e estão a seguir as normas de formatação Universidade do Minho (RT 31/2019) e o manual APA (7^a edição).

Este documento contém ainda em Anexo, os resumos dos artigos apresentados em congressos e publicações, referentes ao estudo desenvolvido.

2. ESTADO DA ARTE

Nesta etapa do trabalho são referidos os conceitos considerados mais relevantes para o desenvolvimento do tema. O estudo aborda o design e a necessidade de novos materiais mais sustentáveis, bem como conceitos da economia criativa e circular, gestão de resíduos, reaproveitamento e sustentabilidade na indústria da moda, entre outros. Ao longo deste capítulo serão citados alguns trabalhos que se relacionam com o tema, expostos para exemplificar e demonstrar o estado da arte na área de desenvolvimento de materiais através de reutilização de resíduos sólidos.

A seguir será apresentada uma breve contextualização sobre o conceito da sustentabilidade, nesse sentido são abordados os conceitos, os seus pilares e uma breve resenha histórica sobre o seu surgimento, o significado do termo e a importância deste assunto para a o momento atual. E sua relação e abordagem do impacto da humanidade no planeta e a evolução histórica do conceito.

Outro ponto importante relatado neste estudo é o conceito da biodegradabilidade e compostabilidade, objetivamente a respeito desta propriedade nos materiais, em busca de encontrar novas soluções para reduzir o impacto negativo da indústria da moda e têxtil no planeta.

Como uma sequência ao assunto sobre sustentabilidade serão abordados os conceitos de economia circular, o impacto ambiental dos materiais, o ciclo de vida dos produtos, o destarte e a gestão de resíduos e o método do *Downcycling*.

Por fim, uma breve história sobre os acessórios de moda, em particular os aviamentos e objetivamente a evolução dos botões na história do vestuário, um item essencial e importante na funcionalidade dos produtos.

2.1 Sustentabilidade - Conceitos

Existem histórias desde as primeiras civilizações que comprovam o impacto da humanidade na natureza, datado de 4700 A.C. presente no texto da antiga Mesopotâmia sobre a grande epopeia de Gilgamesh. Relatando indícios do surgimento da oposição e segmentação da relação entre civilização e natureza, que representa a suposto êxito do humano sobre o mundo natural, fato Histórico e ainda existente em nosso cotidiano.

Existem inúmeros relatos sobre a origem do termo e do conceito de sustentabilidade, uma crescente demanda de trabalhos acadêmicos envolvendo o tema foi observado pela *National Academy of Sciences (NAS)*. Em 2007, foi publicado um trabalho intitulado: *Sustainability Science: A room of its own*, o qual foi analisado pela NAS. A partir de então, formam contabilizados um aumento de quase 20% de artigos relacionados ao tema anualmente, provenientes de áreas como ciências sociais, medicina e engenharia.

Consolidando assim a sustentabilidade como uma área de conhecimento e ciência autônoma e não mais como uma subárea de outras ciências. A particularidade do estudo da Sustentabilidade é que sua definição se dá pelos problemas abordados e não por uma área de estudo, essa ciência baseia-se na interdisciplinaridade (Melo Neto; Stacciarini, 2011; Silva, 2000, Stokes, 2008).

O conceito foi primeiramente denominado Desenvolvimento Sustentável, elaborado em 1973, após um ano da Primeira Conferência Mundial sobre o Homem e o Meio Ambiente em Estocolmo na Suécia. Tendo sido um importante marco ambiental, mas a projeção global ocorreu apenas em 1987 (Pereira, 2011; Dias, 1992).

A conferência buscou compreender a complexa relação do homem com o meio ambiente e suas dinâmicas (NAS, 2007), apoiando-se no processo político-participativo englobando o pilar ambiental, econômico, social e cultural, em busca da manutenção da qualidade de vida, cooperação e solidariedade entre os povos e as gerações na abundância ou escassez de recursos (Kates, 2001).

Estima-se que o conceito de “sustentabilidade” resultou a partir das reuniões de cúpula da ONU nos anos 70, conscientizando sobre os limites do crescimento humano, colocando em crise o modelo de desenvolvimento utilizado mundialmente. A palavra deriva do latim *sustentare*, e tem o significado de sustentar, defender, favorecer, apoiar, conservar e/ou cuidar. Biologicamente é o processo natural de regeneração do planeta para que o ecossistema não degrade e caia em ruína. A biodiversidade da terra necessita de condições propícias para conservar-se, prosperar, fortalecer, coexistir e coevoluir; junto a humanidade.

Após a primeira conferência sobre meio ambiente realizada pela ONU (Organização das Nações Unidas), em 1992 no Rio de Janeiro, movimentou internacionalmente as questões em relação ao impacto ambiental e a poluição. A conferência sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Eco-92), consolidou-se como um projeto a longo prazo baseado no conceito de desenvolvimento sustentável, visando o esgotamento dos recursos naturais utilizados em excesso pela humanidade.

Durante a conferência, conhecida por Eco-92, foi implementada a Agenda 21, que buscou o comprometimento e a reflexão a nível global em busca de soluções para os problemas ambientais. A meta era focada principalmente nos países em desenvolvimento e na criação de uma organização econômica e civilizatória, com a prioridade de promover inclusão social e desenvolvimento sustentável.

Em 2002 na Cúpula da Terra de Joanesburgo, foi constatada a necessidade de uma maior integração entre os pilares da sustentabilidade para ampliar unilateralmente as possibilidades de desenvolvimento sustentável.

Enfim, a "sustentabilidade", havia sido incluída em massa em discussões no meio político, empresarial e nos meios de comunicação. Despertando a consciência e a preocupação com o uso consciente dos recursos naturais, provando a necessidade da busca por alternativas sustentáveis. A utilização irracional e excessiva dos recursos pede ações ambientais em relação ao planeta e demonstram as implicações que esse descontrole poderá causar no bem-estar coletivo, as suas desvantagens já são visíveis e impactam a sociedade e o nosso cotidiano.

É necessário repensar a ideia de superioridade do homem em relação a natureza e animais, somente com um pensamento pautado na coexistência será possível encontrar novos caminhos para a sociedade e economia, garantindo o futuro da espécie no planeta. O desequilíbrio ambiental é perceptível e sua origem está na pretensão humana e nas convenções sociais aplicadas como verdades absolutas.

O conceito de sustentabilidade gira em torno da capacidade de satisfazer as necessidades no presente sem comprometer a existência e a capacidade de manutenção das gerações futuras. Se historicamente, o conceito esteve ligado à luta pela justiça social, conservacionismo, internacionalismo e outros ideais do passado. Atualmente, ascenderam no que chamamos de “Desenvolvimento Sustentável”.

Hoje, as práticas sustentáveis são extremamente importantes para a competitividade das empresas, para as suas estratégias de curto, médio e longo prazo. Por ser uma exigência crescente por parte dos seus diversos *stakeholders* – clientes, investidores, reguladores e colaboradores – e porque contribui para a sua eficiência operativa, gestão de riscos e diferenciação positiva face a concorrentes entre outros.

O desperdício dos recursos naturais, somados ao impacto da atividade humana nos ecossistemas, na biosfera e na sociedade; as desigualdades sociais e de pobreza que enfrentamos, junto a falta de ética

de gestão corporativa são contrapontos de um modelo de desenvolvimento sustentável, capaz de assegurar oportunidades e qualidade de vida às gerações futuras.

Em 1983, a ex-primeira-ministra norueguesa Gro Harlem Brundtland assumiu a nova Comissão Mundial sobre Ambiente e Desenvolvimento. Após anos de esforços para melhorar os padrões de vida através da industrialização, os custos ambientais cresciam e muitos países ainda enfrentavam uma pobreza extrema. Ficando claro e visível que o desenvolvimento econômico à custa do planeta não resultava, seria necessário equilibrar a prosperidade econômica com a ecologia e equidade social.

Depois de quatro anos de trabalho, a chamada “Comissão Brundtland” divulgou o relatório final, “Our Common Future”, que alertava sobre as consequências ambientais negativas do desenvolvimento econômico e da globalização. Neste relatório surge a definição do conceito de desenvolvimento sustentável, como solução ainda válida atualmente, em processo de evolução para um modelo de desenvolvimento regenerativo.

A sustentabilidade considera as dimensões ambiental, social e econômica e reconhece que deve haver equilíbrio entre elas:

Dimensão ambiental: é extremamente importante e urgente a gestão e conservação dos recursos naturais, principalmente os que não são renováveis e fundamentais ao suporte a vida no planeta. Ações para minimizar os impactos negativos devem ser implementadas, proteger e melhorar a qualidade do ambiente, ar, água, solo e preservar a biodiversidade, promovendo a produção e consumo responsáveis.

Dimensão social: o respeito aos direitos humanos e a igualdade de oportunidades de todos os indivíduos na sociedade. Distribuição igualitária dos bens focando na eliminação da pobreza, promovendo uma sociedade mais justa e com inclusão social. Reconhecer e respeitar a diversidade cultural das comunidades locais e evitar toda e qualquer forma de exploração predatória e apropriação.

Dimensão econômica: está ligada diretamente a eficiência econômica e prosperidade da sociedade, incluindo a efetividade das organizações e de suas atividades na geração de riqueza e na promoção de empregos dignos.

De acordo com Vezzoli (2005, p.27) “Sustentabilidade Ambiental se refere às condições sistêmicas segundo as quais, em nível regional e planetário, as atividades humanas não devem interferir nos ciclos naturais em que se baseiam tudo o que a resiliência do planeta permite e, ao mesmo tempo, não devem empobrecer seu capital natural”. Vezzoli (2005, p.28) também afirma que “(...) podemos

considerar sustentáveis somente aqueles sistemas produtivos e de consumo cujo emprego de recursos ambientais por unidade de serviço prestado seja, pelo menos, 90% inferior ao atualmente aplicado nas sociedades industriais mais avançadas”.

Já cruzamos este ponto de interferência, segundo dados da organização *Global Footprint Network* no seu relatório anual chamado de *Earth Overshoot Day*, temos esgotado os recursos naturais disponíveis para o período de um ano em seis meses, cálculo realizado de acordo com a capacidade de regeneração natural do planeta ao longo de 365 dias.

Segundo (Boff, 2017), a sustentabilidade é uma questão de vida ou morte, com base na Carta da Terra que foi desenvolvida por meio de uma consulta realizada por oito anos, de 1992 a 2000. Tem base na pesquisa entre milhões de pessoas de diferentes países, culturas, povos, instituições, religiões, universidades, cientistas, sábios e remanescentes dos povos indígenas.

O documento representa o chamado mais sério e inspirador do século XXI, a respeito do risco da extinção da raça humana por conta do impacto ambiental da humanidade no planeta. Apesar de conter previsões catastróficas, o texto enaltece valores, princípios e esperança a serem compartilhados entre os povos a fim de mudar os rumos da sociedade e do futuro do planeta. Foi escrita por diversos líderes mundiais e pessoas públicas de referência, como Mikhail Gorbatchov; Mercedes Sosa; Steven Rockefeller e Leonardo Boff.

O documento a humanidade a união em prol do cuidado com o planeta para superar o risco da extinção, através de uma sustentabilidade globalizada, empenhada em preservar e regenerar o ecossistema. Para Boff (2017), sustentabilidade é o conjunto de processos e ações que se destinam a manter a vitalidade e a integridade do planeta terra, a preservação de seus ecossistemas e todos os elementos físicos, químicos e ecológicos que tornam possível a existência e a reprodução da vida, a manutenção das necessidades das futuras gerações, e a continuidade, expansão e realização do potencial da humanidade nas diversas formas de expressão.

A globalização demonstra claramente a dependência, a interligação e a suscetibilidade de todos as mesmas intempéries. É preciso entender a responsabilidade global por nossas ações, políticas e intervenções no meio ambiente causam o desequilíbrio do planeta. A sustentabilidade não deve ser aplicada apenas ao crescimento e desenvolvimento, mas ao modo de vida. Abrangendo pessoas, decisões individuais, comunidades, culturas, políticas, indústrias, cidades e ecossistemas. É necessário

o equilíbrio e conhecer as limitações de cada bioma com as práticas humanas e as demandas de cada geração.

A sociedade atual se encontra em total desequilíbrio com o planeta, é insustentável manter o modo de vida consumista implementado pela revolução industrial e fazer da economia o principal suporte de funcionamento e desenvolvimento da sociedade. Transformamos tudo em mercadoria, de bens vitais como água e alimentos, ao tráfico de pessoas, órgãos humanos, nosso tempo e nós mesmos em relação as redes sociais. A política foi escravizada pelos interesses econômicos individuais e a ética não coexiste com o sistema financeiro.

O modo atual de produção visa o acúmulo e o lucro a qualquer custo, produzir e vender mais a cada dia, sobrecarregamos a natureza com a exploração dos recursos naturais para transformar em produtos e serviços. Diversas tecnologias foram desenvolvidas para exploração massiva, como a mineração e a extração de gás e petróleo, um dos mais poluentes e que impactam negativamente o planeta mediante a sobrecarga de nossos processos industriais.

Entramos no Antropoceno, uma nova era geológica causada pela intervenção humana no planeta e a consequente alteração dos processos naturais ocorridos nos últimos três séculos, era caracterizada pela capacidade de destruição da biodiversidade pelo ser humano e a aceleração da extinção natural das espécies.

Segundo um estudo publicado em 2011, pelo PNUMA (Fundo das Nações Unidas pelo Meio Ambiente), mais de 22% das plantas do planeta estão em risco de extinção devido a destruição de seus habitats naturais. Causados pelo desmatamento em função da produção de alimentos, do agronegócio e da pecuária (Anuário PNUMA 2011, P.12). Juntamente com o desaparecimento dos habitats são afetados os animais, os insetos e o equilíbrio climático, fundamental para todas as formas de vida existentes no planeta.

A Avaliação Ecosistêmica do Milênio, foi organizada pela ONU entre 2001-2005 e envolveu 1.300 cientistas de 95 países, e 850 personalidades da ciência e da política mundial, revelando que 24 dos recursos ambientais essenciais a vida, como água e ar limpos; regulação climática, alimentos, energia e outros; 15 destes se encontram em processo de degradação acelerado.

Em 2015, foi publicado na revista *Science*, um estudo de 18 cientistas sobre “Os limites planetários: um guia para um desenvolvimento humano num mundo em mutação”. Foram citadas 9 ações

fundamentais para continuidade da vida no planeta, dentre eles o equilíbrio climático, a proteção da biodiversidade, a preservação da camada de ozônio, o controle da acidez dos oceanos, entre outros.

Todos em estado avançado de degradação, especialmente 2 já se encontram na situação chamada de “limites fundamentais”, a mudança climática e a extinção das espécies, segundo o estudo, apenas essas duas podem levar a civilização ao colapso.

Segundo o autor do livro *The Peoplequake*, Fred Pierce, as bases químicas, físicas e ecológicas do futuro do planeta e da humanidade estão sendo destruídas, causada pelos 500 milhões mais ricos, sendo apenas 7% da população mundial responsáveis por 50% das emissões de gases do efeito estufa, enquanto 3,4 bilhões mais pobres (50% da população) são responsáveis apenas de 7% das mesmas emissões que produzem o aquecimento global (New Scientist ,2009).

A partir desses dados e fatos, chamamos a atenção para a *Pegada Ecológica da Terra*, que diz respeito a quantidade de solo, nutrientes, água, florestas, pastagens, mar, plâncton, peixes, energia e etc.; o planeta precisa regenerar para restituir o que foi retirado para o consumo humano. A Pegada Ecológica da humanidade duplicou desde 1966 segundo o relatório *Living Planet* de 2010. Já os resultados divulgados pela *Global Footprint Network* de 2021 são mais alarmantes e mostram os riscos atuais do uso descontrolado dos recursos naturais.

Em 1961 nossas demandas pelos recursos naturais chegavam a 63% em relação ao planeta, em 1975 subiu para 97%, em 1980 houve um novo aumento passando a 100.6% da terra, ultrapassando assim o limite do planeta para o período de 1 ano. Em 2005 já eram necessários quase um planeta e meio, atingindo 145% de uso dos recursos, chegando a 170% em 2011, A realidade atual é quase apocalíptica, nossa demanda chega ao número de 1,7 planetas como a terra no ano de 2021. A previsão é que até 2030 seriam necessários três planetas para dar conta do consumo humano.

Estes dados implicam diretamente com a necessidade da transição da indústria para processos mais sustentáveis e substituição de materiais que impactam negativamente o meio ambiente, seja na sua produção, na impossibilidade de sua reutilização e quando há o descarte incorreto. Diante destas necessidades estão os novos materiais, mais eficientes, ecologicamente corretos e que possam fazer parte do ciclo natural do planeta. Um dos grandes problemas causados pelos produtos e pelos materiais no final da vida útil é o acúmulo e o imenso tempo necessário para degradação pela natureza; solução que podemos encontrar na pesquisa e desenvolvimento de materiais biodegradáveis e compostáveis, provenientes de recursos renováveis.

2.1.1 A Ética e a Sustentabilidade da Indústria

Atualmente, a sustentabilidade, bem como a ética, são consideradas um direcionamento da indústria da moda, em busca de atender às demandas de consumidores cada vez mais informados sobre questões ambientais. A ética pode ser observada na moda em todos os seus processos, desde a extração e composição da matéria-prima utilizada, passando pela inspiração dos produtos; podendo estar ligados diretamente com a cultura, na produção podemos destacar a remuneração digna para os trabalhadores e a gestão de resíduos; muito importante nesta etapa, no final da produção e no pós-venda, quando na implementação da logística reversa.

O uso do termo ética e sustentabilidade pela moda não é novo, nos anos 70, o design propõe a recentralização do design no homem, focando no produto, nos processos industriais e no início de uma reflexão sobre o consumo (Castro; Carraro, 2008). Um período marcado por produtos ecológicos, com menor impacto ao meio ambiente e por consumidores mais conscientes de suas reais necessidades.

Segundo Vezzoli (2010), a partir da segunda metade dos anos 90, o termo ecodesign, baseado no conceito de ciclo de vida do produto, ou *Life Cycle Design* (Manzini; Vezzoli, 2005). O conceito de projetar objetos físicos, ambientes e serviços em consonância com os princípios da sustentabilidade, chegando a de eco-gestão de produtos (Castro; Carraro, 2008).

O conceito decorrente ao ecodesign, denominado design para a sustentabilidade foi definido por amplificar o conceito de sustentabilidade e questionar a função do produto, possibilitando a influencia nos padrões de consumo e evidenciar a responsabilidade do consumidor no processo (Castro; Carraro, 2008). De acordo com Vezzoli (2010), o design para a sustentabilidade, adotado como uma área de conhecimento, teve seu propósito e atuação ampliados do ecodesign para o design de sistemas ecoeficientes, envolvendo tanto produtos quanto serviços, visando o ambiental e o sociocultural.

Baseando-se nas ideias de autores, como Fletcher (2008 e 2010), Vezzoli (2005, 2008 e 2010), Manzini (2005), Freyre (2009), Slack et al (1997) e Quelhas; Alledi e Meiriño (2008), é possível identificar diretrizes aplicáveis ao conceito de ética e idealizar uma nova fase da moda. Se compreendermos a ética como sendo um conjunto de leis e diretrizes morais definidas pela sustentabilidade e aceitas pela sociedade, favoreceriam as diversas áreas do design.

A partir dos conceitos apresentados por Mendes (2006) e das estratégias sustentáveis para a uma moda ética, propostas pelas autoras Gwilt (2014), Salcedo (2014) e Fletcher e Grose (2011), foram determinadas diretrizes para uma produção mais ética e ecoeficiente:

- 1 – Utilização de matéria-prima ecologicamente correta e de baixo impacto ambiental;
- 2 – Gestão de resíduos durante todo o processo de produção e desenvolvimento;
- 3 – Incentivo ao desenvolvimento social e cultural local;
- 4 – Transparência e rastreabilidade de todo o processo;
- 5 - Respeito à propriedade intelectual e cultural;
- 6 - Valorização da identidade, cultura e diferenças anatômicas locais;
- 7 - Ampliar a vida dos produtos por meio de serviços de manutenção e reciclagem.
- 8 – Aumento da qualidade dos produtos e materiais;
- 9 – Produção lenta e redução da escalabilidade;
- 10 – Implementação de logística reversa e conscientização dos consumidores.

A preocupação ambiental vem mudando a maneira como os designers idealizam os produtos, é possível perceber tanto na teoria quanto na prática o surgimento de métodos e materiais que objetivam o equilíbrio entre a função do produto e os parâmetros do desenvolvimento sustentável, que segundo Vezzoli (2010), envolve as dimensões ambiental, socioética, econômica e política.

Produtos resultantes processos mais sustentáveis, surgem como uma alternativa aos produtos convencionais, empregando ações ecoeficientes como a minimização do uso de recursos como matéria prima, energia, transporte, entre outros; e a escolha de processos de baixo impacto ambiental, como a utilização de materiais e processos naturais; a ampliação da durabilidade dos produtos, reaproveitamento de componentes e reciclagem; principalmente na extensão da vida dos materiais, facilitando a desmontagem e possibilitando o reparo (Manzini e Vezzoli, 2016; Vezzoli, 2010, P. 81; Kazazian, 2005, P. 5).

Todas estas mudanças conduziram para o surgimento de um grupo novo de produtos, *Os Ecologically Oriented Products*, distantes das práticas insustentáveis convencionais e envolvidos com a questão ambiental. Esta categoria visam a distinção fundamentada em propriedades ecológicas que fornecem maiores vantagens ambientais ou menor impacto ambiental que produtos análogos (Orsato 2006; Orsato 2002, p. 14).



Figura 1 – Estratégias para Produtos Ecologicamente Orientados (Ecologically Oriented Products).
 Fonte: (Orsato, 2006)

De acordo com Manzini e Vezzoli (2016), estes produtos levam em conta as necessidades de bem-estar social, utilizando menos os recursos ambientais em relação as práticas convencionais. Estas alternativas ganham espaço mediante a conscientização da sociedade, que segundo Kazazian (2005, p. 55), têm buscado compreender a relação entre o produto e o meio ambiente, sobre a procedência do produto, seu consumo e o impacto causado ao planeta.

Segundo Manzini (2008), as maestrias do design devem ser coesas aos produtos e serviços, conceber soluções sustentáveis e comunicar de forma adequada e ética suas visões e sistemas, favorecendo a validando os produtos ecoeficientes. Krucken e Trusen (2009) afirmam que o valor atribuído a um produto depende da qualidade observada, por meio de uma comunicação eficaz que expõe corretamente as informações sobre a sustentabilidade e a ética empregada nos produtos, conscientizando a respeito dos valores envolvidos na produção e no consumo.

No âmbito da indústria, a adequação de práticas sustentáveis e éticas consistia na compensação ambiental das empresas aos danos causados ao meio ambiente, incitado por ativistas e agências reguladoras. No início as empresas entendiam a sustentabilidade como uma advertência em relação a problemática ambiental.

A trajetória começa a mudar no final da década de 80, conduzindo-se para a prevenção dos riscos ambientais, artifício mais eficaz e menos custosos às empresas. Com a progressão da revolução verde as empresas voltaram a atenção para estratégias proativas, aumentando sua competitividade diante do mercado e criando valor social, superando empresas que consistiam em modelos ultrapassados e prejudiciais. (Hart, 2006).

Com a estabelecimento da bioética global, surge uma nova visão socioambiental, acarretando na mudança de comportamento e postura da indústria. Transacionando a forma de perceber o ambiente a reação aos seus problemas, começando gradativamente a adoção da responsabilidade ambiental como algo fundamental à sobrevivência. Passando a instituição a assumir um compromisso sociopolítico, reformulando os conceitos aplicados pelas empresas nas décadas passadas, de 1960 e 1970, dando origem a novas regulamentações e legislações procedentes do poder público (Virtuoso, 2004).

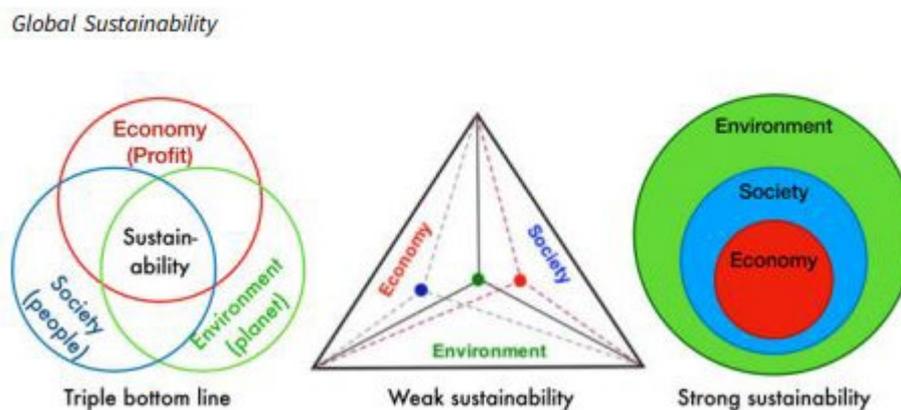


Figura 2 – Análise dos Conceitos de Sustentabilidade.
 Fonte: (Adaptado por Wu, 2013)

Em 2020 um novo sentido para o termo sustentabilidade foi proposto por uma equipe de pesquisadores do Instituto de Pesquisas para a Humanidade e a Natureza, em Quioto, no Japão, expandindo o conceito para todas as espécies humanas não humanas e suas respectivas necessidades. Os pesquisadores liderados pelo Dr. Christoph Rupperecht se basearam em uma falha no conceito original que atrasaria os esforços globais de transição em relação ao impacto negativo no planeta. O estudo foi publicado na revista *Global Sustainability* onde apontaram que a gestão de recursos da proposta atual ignora a interdependência de todos os seres vivos, deixando de levar em consideração a complexidade ecológica por trás da biodiversidade. Como solução, conciliaram recentes estudos em relação a etnografia multiespécies e pesquisas realizadas por acadêmicos indígenas e assimilações por meio de análise cibernética. Como resultado, foram formulados seis princípios atualizando o conceito de sustentabilidade baseado nas multiespécies, definindo a capacidade de atender às necessidades da interdependência dos seres vivos e das gerações futuras de todas as espécies. Permitindo a coexistência da humanidade e da vida selvagem, repensando a estrutura urbana baseado no

microbioma atual e na necessidade de manutenção da saúde pública. Levantando questões a respeito da configuração ideal de cidades multiespécies, deixando claro que a questão de sobrevivência deve ser relevante para humanos e animais para uma sustentabilidade realística.

Um artigo de 2019, publicado na revista de Cambridge; por Rupprecht CDD et al. (2020), intitulado de Sustentabilidade Multiespécies; buscou ampliar a questão da sustentabilidade com o objetivo de reescrever como um conceito realista e plausível de aplicação. Por meio da pesquisa visam reeducar a visão da natureza apenas como um recurso para utilização humana, para uma relação de interdependência entre todos os seres vivos, explorando o conceito através de cenários realistas. O estudo desenvolveu o conceito em três etapas que se desdobraram em seis princípios:

A partir destes novos modos de pensar, baseados na ética, que não separa o bem-estar humano do animal, de acordo com Brundtland é preciso satisfazer as necessidades do presente sem o comprometimento da capacidade de sobrevivência das futuras gerações para atender às suas próprias necessidades (1987, p. 41). Segundo Robert Watson, estamos deteriorando a saúde dos ecossistemas em que nós e todas as outras espécies dependemos e destruindo as bases de nossas economias, meios de subsistência, segurança alimentar, saúde e qualidade de Vida em todo o mundo (Cadeira Ipbes, 2019).

É possível perceber o início (desejo) de um processo de transição onde indústria e sociedade buscam conciliar o desenvolvimento, aos limites naturais do planeta, um processo de aprendizado que visa a adequação à nova realidade. De acordo com Manzini (2008, p. 28), para tornar viável e impulsionar esta transição, são necessários mediadores que facilitariam o processo. O designer é um importante facilitador na reconstrução social e cultural de novas relações entre o consumo e o meio ambiente, segundo Kazazian (2005, p. 28).

Portanto a ética está essencialmente conectada a cultura, expandindo sua relevância para além de um tópico dentro do pilar social ou sociocultural. Sendo incluída oficialmente em 2001, como o 4º pilar da sustentabilidade pelo australiano John Hawkes, a partir da visão de sua importância no planejamento público e ambiental. Em 2002 a cultura foi ratificada no discurso do presidente francês Jaques Chirac em Joanesburgo na Rio+10, então adotada internacionalmente como um fator essencial ao desenvolvimento sustentável. A dimensão cultural tem maior importância que o desenvolvimento e crescimento, pois favorece áreas estritamente humanas como a arte, religião, criatividade, ciências e outras formas de expressão social. Adequada a natureza humana, sobressaindo acima do discurso

monetário de obsessão pelo lucro e crescimento material, a cultura torna mais humanitária a valorização de bens e produtos do setor de produção e consumo.

A preocupação efetiva com o meio ambiente, no âmbito global, até a década de 1970, restringia-se ao mero cumprimento das normas de poluição determinadas pelos órgãos reguladores. Os complexos industriais limitavam-se ao cumprimento destas e à precaução quanto aos acidentes locais, numa postura reativa. Durante tempos, a incompatibilidade das atividades econômicas com políticas de proteção ambiental foi um aspecto destacado. Partindo desta visão tradicional de empresa como instituição apenas econômica, a responsabilidade ficava restrita à maximização dos lucros, utilizando-se a estratégia da minimização dos custos (VIRTUOSO, 2004).

O sistema tradicional da indústria e consumo deve ser abandonado, a sustentabilidade busca viabilizar o conceito denominado pela *National Research Council* de transição para a Sustentabilidade, através da análise dos processos atuais e suas consequências. (PNAS, 2007).

As interações entre o homem e meio-ambiente devem ser melhor incorporadas nos modelos emergentes que integram a capacidade natural do planeta e o desenvolvimento sustentável. Através das perspectivas da sustentabilidade e ética, devem ser analisadas as previsões futuras em relação as interações homem e natureza, os limites de resiliência e as fontes de vulnerabilidade, a capacidade da sociedade em adaptar-se a novos estilos de vida e produção mais sustentáveis, o melhor aproveitamento da ciência e a tecnologia a fim de promover e incentivar a sustentabilidade.

Engajando e fortalecendo o processo de transição para a sustentabilidade com pesquisas de ponta, sistemas culturais complexos à ecologia política (PNAS, 2007). Para novas realidades são primordiais a revisão das leis atuais e a elaboração de outras com base na sociedade globalizada, na ética e sustentabilidade, o impacto e as consequências geradas pelo descontrole ambiental atingem todo o planeta.

A pandemia demonstrou que os governantes mundiais podem agir com rapidez e em conjunto, quando são colocadas em risco a vida e a existência humana; priorizando o mais importante e imediato, sobrepondo regulamentações e remanejando investimentos quando o problema se torna global. São necessárias a mesma urgência e comprometimento no que diz respeito a mudanças climáticas e a gestão dos recursos naturais, reivindicando rapidez e ações imediatas.

A sustentabilidade diferente das pesquisas científicas, é aplicada e validada pela prática, esta ciência repercute na melhoria da qualidade de vida e preservação do ecossistema e indivíduos, atingindo diversas esferas (Stokes, 2008).

“Em novembro, enquanto um mundo cansado volta as suas atenções para a Escócia e a COP26, juntos podemos escolher a prosperidade de um-planeta em vez da miséria de um-planeta. Podemos e

devemos tirar proveito da pandemia, da notável capacidade global de planejar, proteger e avançar a um ritmo necessário. A inovação escocesa ajudou a liderar a Revolução Industrial; em 2021, a Cimeira de Glasgow e o futuro que escolhermos enquanto comunidade, cidade, empresa ou país, oferece esperança real para uma nova revolução impacto-zero” disse Terry A’ Hearn, CEO da SEPA.

As cidades têm a possibilidade e a obrigação ética de gerir a eficiência dos recursos quando isso diz respeito a seu futuro. Por intermédio de sua infraestrutura, poderes regulatórios e exposição direta ao risco. Em um mundo desestabilizado pelas alterações climáticas e restrições de recursos biológicos, os governantes priorizam os seus planos de desenvolvimento de acordo com as necessidades locais, independente de acordos estabelecidos.

“As cidades são laboratórios ideais para a inovação social e ambiental, oferecendo uma aprendizagem significativa para a criação de soluções e transformação do mundo real. No mesmo sentido, as universidades têm a obrigação de atuar em parceria com as cidades em que se encontram, para acelerar o progresso em direção a um futuro justo e sustentável”, de acordo com o Professor Jaime Toney, diretor do Centro de Soluções Sustentáveis da Universidade de Glasgow. “Estamos a trabalhar com uma abordagem baseada em pessoas e lugares para encontrar mudanças positivas para uma cidade resiliente ao clima, cujo legado perdure para além da COP26.”

“Que o Dia de Sobrecarga sirva como uma chamada de atenção para enfrentarmos a questão”, defendeu a Conselheira Susan Aitken, líder da Câmara Municipal de Glasgow. “Em novembro os olhos do mundo ficaram voltados para Glasgow, que recebeu a COP26. A esperança era que decisões fossem tomadas para garantir ao Planeta um futuro mais seguro e sustentável. Tivemos a oportunidade em Glasgow, de nos unir em busca de mudanças reais para responder à emergência climática e ecológica.

Apesar de não ter havido grandes decisões tomadas na COP26, o mundo inteiro esteve atento a conferencia e aos assuntos tratados pelos países e líderes participantes. Incluindo as promessas realizadas e os acordos não assinados por alguns países, que ficam a cargo da vigilância global que a internet possibilita.

Alguns destes pontos são importantes a se destacar:

- Como a promessa da Índia de ter 50% de sua geração de eletricidade a partir de energias renováveis até 2030, mesmo não implicando na redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) e previsão da neutralidade carbono em 2070;

- Foi assinada pelo Brasil, Indonésia, Rússia, entre outros; o *The Glasgow Declaration on Forests*, promessa de redução a zero ou significativamente o desmatamento até 2030, reprodução da Declaração de New York de 2014, que consistia na redução de 50% até 2020 e 100% em 2030;
- A declaração sobre a redução e o maior controle sobre as emissões de metano, que não foi assinada pelos maiores emissores, China, Índia e Rússia;
- Repasse de US\$100 bilhões prometidos de 2009 até 2020, a promessa agora é 2025. Desses recursos grande parte se transformou em empréstimos. Mostrando a hipocrisia do *Glasgow Finance Alliance for Net Zero (GFANZ)*, assinado por mais de 450 corporações financeiras, que 93 são bancos e estão financiando (empréstimos e subscrições) as petroleiras com US\$ 575 bilhões, apenas em 2020.
- Acordo para abandono do consumo de carvão, com prazos longos entre a década de 2030 e 2040, não assinado pela China, os EUA, Índia, Japão e Austrália que juntos, respondem por cerca de 80% do consumo global;
- Os maiores fabricantes de carros com motor a combustão, como VW, Toyota, Renault-Nissan e Hyundai; não assinaram o acordo. E a promessa de parar as vendas em 2035 e 2040 não foram apoiadas pelos EUA, a Alemanha e a China.
- O *Beyond Oil and Gas Alliance (BOGA)* prometeu finalizar a exploração do petróleo em 2050, acordo assinado apenas por 12 países, os países produtores de petróleo e as petroleiras não participaram da declaração;
- Nada foi dito, proposto ou estipuladas metas na declaração conjunta China-EUA;

A declaração conjunta do documento final da COP26, assinada pelos 197 países, não havia nada sobre diminuir as emissões a curto prazo. O único ponto positivo é o artigo 30, que solicita que os países revisem suas ambições a cada nova COP. Sobre o mercado de carbono, não se pronunciaram, deixando claro que são novas oportunidades de negócios e não diminuição das emissões. A reivindicação dos países pobres para a criação de um fundo de compensação por perdas e danos não foi aprovada e a discussão adiada para a COP27.

Dentre essas e outras situações a ética e a sustentabilidade que deveriam andar lado a lado, são separadas de acordo com os interesses individuais de países ricos em detrimento dos países pobres,

que são imensamente explorados por suas riquezas naturais, fonte que move o enriquecimento dos países desenvolvidos.

O conceito de sustentabilidade tem sido utilizado como marketing, de formas abusivas e eticamente incorreta, devido a falta de leis de controle e regulamentação. Essa prática deu origem ao termo *Greenwashing* que indica a apropriação e a criação de uma falsa aparência positiva, quanto às práticas ambientais de uma organização ou pessoa; ou quanto aos benefícios ambientais de um produto ou serviço, mediante o uso massivo de propaganda.

A prática do *Greenwashing* não se limitam apenas a moda ou design, diversos setores e organizações já estiveram envolvidos em casos do mau uso dos conceitos da sustentabilidade, ultrapassando até mesmo os limites da ética. Existem pontos comuns e bastante explorados no que diz respeito as práticas sustentáveis e afirmativas sem base comprovada de benefícios ambientais, tais como:

Impacto Ambiental Camuflado

Quando a declaração de que um produto é sustentável se baseia em algumas características, desconsiderando outros fatores ambientais importantes.

Afirmações Infundadas

Quando a declaração não apresenta informações, selos ou certificações independentes que comprovem a afirmativa.

Incerteza

Quando a declaração é vaga e não detalhada, confundindo o consumidor e impedindo a compreensão do real significado.

Irrelevância

Quando a declaração, mesmo sendo verdadeira, não tem grande importância ou utilidade para o consumidor que busca opções de menor impacto ambiental.

Minimizar as Consequências

Quando as declarações podem ser verdadeiras isoladamente, distraindo o consumidor dos verdadeiros e relevantes impactos da categoria do produto como um todo.

Uso de Falsos Rótulos

Quando os produtos têm aparência sustentável, induzindo o consumidor pela estética, expressões ou imagens que seja certificado ou aprovado por outra entidade ou organização.

Atualmente não existe uma norma vigente que identifique ou confirme rigorosamente estas condutas antiéticas. Mas juridicamente, essa prática pode ser definida como propaganda enganosa ao equiparar-se à ideia do consumo sustentável, induzindo a escolha do consumidor.

Na ausência de Leis sobre o tema, organizações como o Conselho Nacional Autorregulamentação Publicitária – CONAR (1978), instituiu normas éticas que formam incorporadas ao código brasileiro de autorregulamentação publicitária, em busca de coibir as práticas de publicidade enganosa e abusiva.

Seção 10 – Poluição e Ecologia, Artigo 36 e Anexo U – Apelos de Sustentabilidade, determinam os princípios fundamentais para a publicidade de acordo com o CONAR:

1. Concretude

As alegações de benefícios socioambientais deverão corresponder a práticas concretas adotadas, evitando-se conceitos vagos que ensejem aceções equivocadas ou mais abrangentes do que as condutas apregoadas. A publicidade de condutas sustentáveis e ambientais deve ser antecedida pela efetiva adoção ou formalização de tal postura por parte da empresa ou instituição. Caso a publicidade apregoe ação futura, é indispensável revelar tal condição de expectativa de ato não concretizado no momento da veiculação do anúncio.

2. Veracidade

As informações e alegações veiculadas deverão ser verdadeiras, passíveis de verificação e de comprovação, estimulando-se a disponibilização de informações mais detalhadas sobre as práticas apregoadas por meio de outras fontes e materiais, tais como websites, SACs (Serviços de Atendimento ao Consumidor), etc.

3. Exatidão e Clareza

As informações veiculadas deverão ser exatas e precisas, expressas de forma clara e em linguagem compreensível, não ensejando interpretações equivocadas ou falsas conclusões.

4. Comprovação e Fontes

Os responsáveis pelo anúncio de que trata este Anexo deverão dispor de dados comprobatórios e de fontes externas que endossem, senão mesmo se responsabilizem pelas informações socioambientais comunicadas.

5. Pertinência

É aconselhável que as informações socioambientais tenham relação lógica com a área de atuação das empresas, e/ou com suas marcas, produtos e serviços, em seu setor de negócios e mercado. Não serão considerados pertinentes apelos que divulguem como benefício socioambiental o mero cumprimento de disposições legais e regulamentares a que o Anunciante se encontra obrigado.

6. Relevância

Os benefícios socioambientais comunicados deverão ser significativos em termos do impacto global que as empresas, suas marcas, produtos e serviços exercem sobre a sociedade e o meio ambiente - em todo seu processo e ciclo, desde a produção e comercialização, até o uso e descarte.

7. Absoluto

Tendo em vista que não existem compensações plenas, que anulem os impactos socioambientais produzidos pelas empresas, a publicidade não comunicará promessas ou vantagens absolutas ou de superioridade imbatível. As ações de responsabilidade socioambiental não serão comunicadas como evidência suficiente da sustentabilidade geral da empresa, suas marcas, produtos e serviços.

8. Marketing Relacionado a Causas

A publicidade explicitará claramente a(s) causa(s) e entidade(s) oficial(is) ou do terceiro setor envolvido(s) na parceria com as empresas, suas marcas, produtos e serviços. O anúncio não poderá aludir a causas, movimentos, indicadores de desempenho nem se apropriar do prestígio e credibilidade de instituição a menos que o faça de maneira autorizada.

Em 2020, o CONAR abriu 276 processos éticos relativo a denúncias recebidas de consumidores sobre peças publicitárias, 60% dos processos julgados envolveram propagandas de quatro segmentos de anunciantes: Alimentos, sucos e refrigerantes, Bebidas alcoólicas, Medicamentos, cosméticos e outros produtos e serviços para saúde e Moda, lojas e varejo.

Mesmo assim a indústria parece não entender as causas da insustentabilidade ambiental e da banalização do termo. Uma delas é o fato de que o desenvolvimento dos países é medido por meio do crescimento da produção que provem da exploração dos recursos naturais. Em divergência com esse

paradigma surgem a propostas de decrescimento econômico, dentre outras visões de posicionamento, como as economias solidária, circular, criativa e regenerativa.

A sustentabilidade é um conceito sistêmico, relacionado à manutenção da vida em vários âmbitos. As adversidades necessárias de ser combatidas se encontram tanto nas atitudes empresariais e governamentais quanto nas escolhas individuais do cotidiano. O que está em risco é a continuidade da vida no planeta, a existência da raça humana, do ecossistema, da economia, cultura e sociedade como conhecemos hoje.

Para evitar a catástrofe, um novo estilo de vida é proposto pelo conceito de desenvolvimento sustentável, uma nova forma de configuração da vida humana, mantendo a capacidade de as sociedades satisfazerem suas necessidades e expressarem todo o seu potencial. De acordo com o pensador Henrique Rattner, o conceito de sustentabilidade "não se resume apenas explicar a realidade, exige o teste de coerência lógica em aplicações práticas, onde o discurso é transformado em realidade objetiva".

A transição para esse um modelo sustentável não acontece repentinamente. Para formação do sistema atual, foram necessários anos de História. A gradativa adaptação está em andamento, os processos tendem a ser um pouco mais rápidos no mundo globalizado. A sociedade de consumo deixará de ser predatória e inconsequente, investindo em soluções baseadas em uma inovação sustentável, adquirindo consciência ambiental e adotando novos sistemas como o ecodesign e economia circular.

No entanto, vale ressaltar que a mudança de comportamento é a melhor forma de contribuir com a sustentabilidade, não é um caminho unilateral onde somente a indústria deve remodelar seu modo de agir em relação ao respeito dos direitos humanos e do meio ambiente, este processo deve integrar nosso cotidiano como humanidade. Em 2009, o secretário da ONU, Ban Ki Moon em parceria com o ex-vice-presidente dos Estados Unidos, Albert Arnold Gore Jr. (Al Gore), apresentou o cenário atual do planeta pelo documentário "Uma verdade Inconveniente", onde relatava as mudanças climáticas na terra causadas pela poluição e impacto humano. Mesmo as economias verdes têm um passado obscuro, pois as mesmas indústrias que durante a Segunda Guerra Mundial produziam produtos químicos como armas de guerra, para não perder um negócio tão lucrativo, introduziram estes produtos na agricultura, envenenando o solo, contaminando os lençóis freáticos e do extermínio da biodiversidade; tudo em prol de adaptar as plantas para produzirem mais no setor agrícola.

A sustentabilidade como objetivo principal foi esquecida, a economia verde que se focava na questão energética e na substituição energia fóssil do petróleo e seus derivados, por utilizar energia solar e eólica era considerada “limpa”, mas com o consumo intensificado se perdeu no discurso da lucratividade. Esta economia tinha como benefício a classe media baixa e agricultores, por meio da oferta de tecnologia, sementes e crédito. Numa produção baseada no baixo carbono, produtos orgânicos, energia solar e eólica. Incentivava também o ecoturismo através da criação de parques nacionais buscando o mínimo impacto na natureza, a regeneração dos recursos naturais e a reciclagem dos resíduos.

Para a prática correta dessa modalidade económica seria necessário a troca do objetivo de “crescimento sustentável” dos países desenvolvidos e constituir uma visão ecológico-social com base na “prosperidade sem crescimento”. Assim melhorando a qualidade de vida consoante a sustentabilidade, com a estabilização do crescimento os países em desenvolvimento teriam a chance de chegar a “prosperidade com crescimento” satisfazendo as necessidades da sua população em um processo de educação social diferentemente do consumo capitalista. A desigualdade é outro ponto que a economia verde não aborda, no que diz respeito ao acesso a bens fundamentais como saneamento básico, saúde, educação, equidade de género e inclusão; objetivo mais complexo que acabar com a pobreza de um país.

Na ótica da antropologia do consumo, a cultura industrial proporcionou uma evolução na cultura material, podendo ser visto como um processo cultural de construção da identidade. O vínculo que há entre a literatura antropológica e o consumo revela a perene atração humana em relação a imposição biológica e social (Hansen, 2004). Experimentada numa época de necessidade simbólica que se traduz pelas relações sociais interligadas a experiências subjetivas de sentimentos e desejos por meio de produtos, objetos, grupos, indivíduos no processo de “socialização para o consumo” (Rocha & Barros, 2006). Segundo Miller (2007), a sociedade atual é contraditória (Duarte, 2002) no estado contemporâneo em meio a produção industrial e o modernismo cultural. A indústria produz em excesso, possibilitando o acesso e uso de materiais, tecnologias e desenvolvimento da relação social, mas observa-se um interesse maior direcionado para o seu próprio crescimento. Quanto ao estado atual observa-se a tentativa de criação da igualdade, no acesso a bens materiais e serviços, mas a desigualdade ainda permanece. Se por um lado observa-se a emergente evolução científica e cultural, acompanhada da quantificação da produção, por outro lado, verifica-se o desmoronamento das ligações tradicionais da sociedade em meio a liberdade moderna, novos valores e expressões; que

conduzem à perda do sentido nas sociedades humanas: destruição em massa, acidentes ecológicos...” (Duarte, 2002).

Observa-se que a postura deste consumismo material pode levar à destruição de recursos já escassos e insubstituíveis na natureza (Miller, 2007), um dos principais problemas das sociedades industriais contemporâneas. Uma dimensão em situação de emergência numa sociedade que reflete seu individualismo e consumo excessivo através da degradação ambiental e da consequente perda da qualidade de vida das pessoas (MMA, MEC, IDEC, 2005).

O design em relação a este problema, inicia um processo interceção no meio de produção, do uso e do consumo, acrescentando as necessidades a estas complexas e difíceis tarefas regenerativas ao nível económico, social, cultural e ambiental.

O campo de estudo da moda encontra-se atualmente sob uma análise pluridisciplinar, onde o seu interesse percorre caminhos diferenciados interligando aspetos multifacetados, baseados na sustentabilidade, como aspetos sociais, culturais, económicos, ambientais, entre outros (Berlim, 2012). A antropologia é uma ferramenta necessária na compreensão humana, devido à sua amplitude e diversidade temática no passar dos anos, a antropologia tenta definir-se no alcance de uma perspetiva integral no estudo antrópico, repensando o ser humano como membro do reino animal relacionado tanto com os seus traços físicos como com os seus traços sociais e culturais, a par da dimensão temporal e espacial, isto é, recorrendo à complexidade do comportamento bio cultural do ser humano (Llobera, 1999).

A Antropologia clássica tradicionalmente debruçava-se no estudo da cultura material das chamadas “sociedades tradicionais”, na tentativa de compreendê-las e descrevê-las etnograficamente, relacionando pessoas/objetos e pessoas/pessoas (Rocha G., 2006). Porém, ao longo da história, ela foi redefinida e recentemente a sua área de investigação abre-se a novas temáticas chamando atenção dos próprios profissionais destes novos campos de estudo, oferecendo-lhes a reflexão no interior da sua própria área. “Denominou-se a Antropologia como cultural, física, económica, social, aplicada, médica, psicológica, linguística, filosófica, cognitiva, ecológica, hermenêutica, funcional, simbólica, estrutural, etc.” (Barrio, 2007, p. 20).

À luz da “verdadeira leitura do mundo social” (Cerejeira, 2012), a Antropologia investiga as relações e os sistemas sociais no interior das diversas sociedades com o intuito de verificar as suas estruturas e características que diferenciam cada comportamento do ser humano. Numa tentativa de apreender

fenómenos culturais globais, demonstra que o universo simbólico que constitui a cultura de cada um só é possível construir-se devido às suas relações com os outros perante a sociedade. Estudando técnicas ou etnografias, instituições ou costumes, esta disciplina evidencia conexões e leis capazes de se articularem em diferentes padrões. O seu ambicioso projeto concretiza-se em objetivos modestos: a delimitação de áreas de cultura, a inventariação de outros traços culturais e do seu modo de difusão, o estudo da relação pessoa-cultura e ainda a análise de alguns aspetos formalizáveis da cultura, nomeadamente o parentesco, a família, o matrimônio, a religião, as funções económicas, políticas e jurídicas, e a vida quotidiana (Laplantine, 1974).

Segundo Kelley e Littman (2005), a simples metodologia estratégica adotada pela Antropologia oferece um pensamento inovador e um ponto de partida para vários estudos e investigações, visto que observa com a verdadeira “mente aberta” sem qualquer tipo de acusação e como se fosse a primeira vez, descreve tudo o que observa na sociedade, as suas características, estruturas, limites, problemas, etc., procura para além do que é óbvio e encontra inspiração em lugares incomuns.

Para compreender a moda por meio do olhar antropológico aparentemente subjetivo, mas pela trajetória intelectual, de constante observação e pesquisa, pode-se afirmar que a análise antropológica completa o conhecimento diverso e multidisciplinar da moda. É cabível a interiorização da moda nas disciplinas sociais reforça a importância significativamente inovadora de um conhecimento intrínseco sobre as sociedades contemporâneas e urbanas, estimulando e provocando um pensamento crítico sobre ela, tentando encontrar a compreensão da dinâmica de grupos sociais, os desenvolvimentos da mudança e a evolução de valores.

Perante o estudo da Antropologia, o surgimento do interesse pela moda e o seu consumo é cada vez mais procurado como objeto de estudo no seio da sociedade. Alguns estudos passados demonstram a importância no entendimento de cada passo da evolução comportamental do ser humano no interior das suas próprias criações dinâmicas, caracterizadas pelas alterações de hábitos, aspetos culturais, etc. (Cerejeira, 2012).

Na abordagem crítica no interior desta disciplina social, a moda revela principalmente que o comportamento do ser humano não se restringe apenas à sobrevivência da espécie, a moda transforma-se no importante enraizamento de uma determinada cultura, e comprova a existência do ser humano em muitos dos seus significados. Convertendo muitas vezes o materialismo em algo imaterial (Cerejeira, 2012).

Os limites da moda são praticamente inexistentes, e a sua evolução e transformação foi notória ao longo de várias décadas com a influência de diferentes comportamentos psicossociais dos indivíduos que revelaram assim, o aparecimento da imaterialidade na pós-modernidade (D'Almeida, 2010). O surgimento da moda revelou a importante caracterização comportamental na procura da identidade e as atuais teorias, pronunciadas pelas ciências sociais, evocam como primeiro sinal da sua definição o desenvolvimento cultural da identidade e a sua comunicação.

No entanto, uma outra ferramenta distinta, mas suplementária a esta disciplina para o estudo perspicaz da moda, salienta-se o importante papel do design, como um processo criativo para o seu desenvolvimento, onde a reflexão e o planeamento estão em constante união, e oferecem a capacidade prática, estrutural e funcional na criação de um objeto, de um produto, de uma ideia, de uma diferenciação, de uma tendência, isto é, da moda evolutiva conhecida até aos dias de hoje (Otto e Smith, 2013).

Para Otto e Smith (2013) o design, em comparação com a antropologia, é universalmente conhecido como um aspeto prático no comportamento evolutivo do ser humano, diferenciando apenas na maneira de como é realizado nas diversas sociedades e culturas. Demonstra numa certa forma, a sua intensa difusão em diversos campos atuais, no que diz respeito às áreas como a indústria, arquitetura, estratégia, arte, entre outros, onde os valores essenciais como a inovação e a mudança estão permanentemente presentes na produção cultural a par da dimensão científica, tecnológica e artística.

O design e a moda, na contemporaneidade, caminham lado a lado após a evolução industrial, económica e administrativa, focando-se essencialmente nas necessidades do mercado e na sua tendência. O trabalho desenvolvido pelo design exerce sob características por vezes necessárias num determinado produto, características como a funcionalidade, a qualidade, a ergonomia, a estética, o preço, e determinados aspetos relevantes na concretização da criação produtiva, aspetos como a o desejo, o gosto, o hábito, que identificam o corpo, a cultura e a sociedade (Santos e Santos, 2010).

Na realidade, ambas as distintas disciplinas, a antropologia e o design, individualmente moldam-se às influentes pressões da sociedade, da cultura, do comércio, da tecnologia e da educação fazendo com que se aproximem-se um pouco mais uma da outra para uma melhor investigação na pesquisa do conhecimento no interior da indústria, trazendo benefícios para a própria indústria que gere a moda de hoje (Smith, 2011).

Nesta importante fase, a reflexão que se pretende obter entra, deste modo, no campo sistêmico da moda global e de algum modo específico - na moda do calçado, relacionado aos olhos da exploração sensível na interdisciplinaridade, da antropologia e do design (Anastassakis, 2013), aprofundando a sua conexão no seio da sociedade, do comportamento, do consumo, da natureza e dos primeiros passos da mudança rumo à sustentabilidade e a ética em todos os processos da indústria da moda.

2.1.2 O Impacto Ambiental dos Materiais

Neste estudo serão analisadas formas de reuso de resíduos industriais, mais especificamente resíduos sólidos de descarte e para contextualizar é importante uma breve análise sobre os tipos de materiais mais utilizados na indústria da moda e seu impacto no meio ambiente.

A fibra têxtil é a base, ou seja, a matéria-prima de toda a produção de um artigo têxtil. A fabricação de têxteis é uma das mais antigas atividades realizadas pelo homem, o algodão e o linho foram as primeiras fibras a serem fiadas e transformadas em tecidos. A indústria têxtil destina-se à transformação das fibras, artificiais ou naturais, em fios, dos fios são confeccionados os tecidos ou malhas, e os não-tecidos; que resultam em peças de vestuários, têxteis lar e produtos para aplicações técnicas como exemplo, os geotêxteis.

A evolução da indústria têxtil tem acontecido muito rapidamente, melhorando a tecnologia por trás das fibras e fios têxteis, devido a demanda e necessidade do mercado de melhorar criar novos materiais para confecção de produtos mais eficientes e mais funcionais. A necessidade de desenvolver novos produtos com qualificações e fins específicos, também exige a busca por novas tecnologias, o que possibilita inovações no setor.

Fibra têxtil é todo o material com qualidades que possibilitam a sua utilização na produção têxtil, sejam na produção de fios, tecidos ou tecidos não-tecidos. São caracterizadas pelo comprimento superior à espessura, possuindo propriedades importantes que as tornam apropriadas para o processamento, como comprimento, finura, resistência à tensão, capacidade de absorção, alongamento, elasticidade e resistência à dobra, etc. (Neto, 2005b).

As fibras podem ter origem natural ou artificial, sendo as sintéticas desenvolvidas quimicamente pelo homem. As fibras naturais são encontradas na natureza e podendo ser orgânicas de origem vegetal ou animal e inorgânicas sendo de origem mineral. As fibras artificiais, também podem ser chamadas de fibras químicas, são fibras obtidas a partir do processamento ou transformação de recursos naturais, podem ser de origem: proteica, celulósica e sintética ou química, dividindo-se também em orgânicas e

inorgânicas. As orgânicas subdividem-se em celulósicas e sintéticas e as inorgânicas em metais, metálicas, cerâmicas, entre outras.

As fibras naturais têm as suas propriedades e características limitadas pelo material de origem, no entanto as fibras artificiais podem ser modificadas e criadas conforme necessidade e o fim a que são destinadas (Neto, 2005a).

Ao se tratar da evolução das fibras, tudo começa com as fibras originadas em animais e plantas, obtidas por meio de processos naturais uma vez que ainda não existiam pesticidas sintéticos e fertilizantes químicos. Após esse período surgem fibras artificiais de origem vegetal, animal e mineral, somente após as fibras sintéticas surgiram. Fibras de origem natural são classificadas como recursos renováveis, pois se degradam naturalmente, o mesmo não ocorre com as fibras derivadas de minerais, nas quais o alto volume de extração não acompanha a velocidade de regeneração, o que desencadeia um desequilíbrio que é a classifica como recurso não renovável. Estas classificações têm sido revisadas, pois mesmo as fibras classificadas como renováveis têm causado impactos gigantescos ao meio ambiente e ao planeta. O processo natural de degradação não consegue agir devido a imensa quantidade de produtos e materiais descartados erroneamente.

Por essa razão, na busca por matérias-primas mais sustentáveis vem surgindo novos materiais mais ecológicos, podendo ser citadas como exemplo os biopolímeros, um tipo de fibra sintética plástica com propriedades biodegradáveis, produzida a partir de açúcares derivados de produtos agrícolas, assim como os materiais chamados de biofibras, derivadas do bambu, soja, algas, resíduos agrícolas e alimentares, plantas sem valor alimentar, entre outros. O desenvolvimento de novos materiais a partir de recursos naturais não são a melhor solução para o acúmulo de resíduos e impacto ambiental atual, sendo a reciclagem a alternativa correta e que reduziria este acúmulo.

Para novas fibras serem classificadas como sustentáveis e ecoeficientes, estas devem respeitar alguns critérios, tais como:

- Não necessitar de grandes áreas para o cultivo;
- Não competir com as áreas ou o cultivo de alimentos;
- Não serem utilizadas na alimentação básica e essencial;
- Não necessitar de um processo de beneficiamento poluente;
- Serem provenientes de resíduos, beneficiando o processo circular;

- Serem recicláveis ou biodegradáveis.

Por muito tempo a produção têxtil causou inúmeros danos ambientais deliberadamente, várias etapas do processo de produção da indústria se não controlados e monitorados, podem causar danos irreparáveis ao meio ambiente, água, solo e ar.

As principais etapas mais poluentes da indústria têxtil são:

- Cultivo da matéria-prima: Uso de pesticidas e fertilizantes artificiais no cultivo;
- Processamento dos insumos: Utilização de químicos e emissão de gases nocivos;
- Tingimento e outros beneficiamentos: Utilização de corantes artificiais e químicos nocivos;
- Produção em Fábricas: Geração de grandes quantidades de retalhos;
- Pós-fabricação: Geração de grandes quantidades de resíduos pós-consumo,

Na Revolução Industrial damos início a exploração em larga escala dos recursos naturais devido aos avanços tecnológicos, toda a inovação do período ocasionou a necessidade de extração em grande quantidade de recursos como petróleo e cobre excedendo a capacidade de regeneração do planeta. A tecnologia foi e ainda é responsável por melhorias sociais, crescimento econômico e também dos problemas que enfrentamos atualmente, ocasionados pelo crescimento desordenado e distante da viabilidade ambiental.

Durante a industrialização, muito retratada em filmes, é possível perceber que a poluição ocasionada pelas fábricas era vista pelos ingleses como um atributo de prosperidade e vitória. Demonstrando a falta de visão a longo prazo e perspectiva do futuro, durante a Segunda Revolução Industrial era afirmado que, "onde há poluição, há progresso" - sem constatar os possíveis efeitos colaterais do modelo industrial, já explícito pela desigualdade social e péssimas condições de vida dos operários.

O meio ambiente só entrou em pauta nas reflexões nas décadas de 1960 e 1970, com os danos causados já visíveis, iniciando uma consciência ecológica gradual e ampliando para além de grupos isolados, tornando-se algo plausível e um desafio global. O livro de Rachel Carson "A Primavera Silenciosa" de 1962, foi uma das primeiras publicações sobre a questão ambiental e alertava sobre o uso indiscriminado de agrotóxicos. No mesmo período, ocorreu a primeira citação em torno do conceito de desenvolvimento sustentável, seguido pelas 21 proposições de ações sustentáveis ocorridos durante a ECO 92, marcando o debate sobre a questão ambiental nas diversas esferas da sociedade.

Atualmente, já distantes da realidade nos primórdios, podemos notar como a evolução e a industrialização, que deram início ao processo industrial, capitalista e mercantil; sem dúvida alguma favoreceu a sociedade em questões evolutivas benéficas. Propiciou melhorias nas condições de vida e saúde, encurtando distâncias e colocando a diversidade de culturas e a sociedade em contato direto e imediato. Prolongou a vida e trouxe comodidades que vão dos eletrodomésticos ao avião; da eletricidade até a internet que nos conecta hoje.

Mas o que era uma virtude passou a ser destrutivo e controverso diante das bases que sustentam a vida, a superexploração do planeta terra, ficou mais visível e perceptível nos últimos anos e nos fez sentir os limites naturais, a fúria do planeta e a iminência da limitação dos recursos não-renováveis.

Na realidade quaisquer produtos têm nas várias fases de sua produção, inúmeros elementos poluentes, que causam impactos negativos ao meio ambiente e a humanidade. É quase impossível não causar o mínimo de impacto ao planeta, nosso nascimento e o alto crescimento populacional a qual chegamos atualmente também são fatores de impacto. O modo com que nós vivemos e agimos no cotidiano, do consumo ao descarte, podemos estar gerando um impacto positivo ou negativo.

Em relação aos materiais, pelo método de Análise do Ciclo de Vida (ACV), é possível monitorar as etapas do processo de produção e as inter-relações entre cada uma das etapas, da extração, transporte, produção, utilização e descarte de cada produto e seu impacto ambiental. Utilizando deste método e outros mais, é possível reduzir o inerente impacto que iremos causar, seja como humanidade ou no caso dos processos industriais.

A Pegada Ecológica é a uma outra métrica de contabilização de recursos biológicos mais abrangente e disponível. O método considera toda a procura humana concorrente por áreas biologicamente produtivas – alimentação, madeira, fibras, sequestro de carbono e infraestrutura. Atualmente, as emissões de carbono provenientes da queima de combustíveis fósseis constituem 60% da Pegada Ecológica da humanidade. A partir de ferramentas como estas fica a nosso critério continuar a destruir ou começar a regenerar o nosso ecossistema e preservar nosso planeta.

A inspiração nos modelos de países industrializados e a universalização do estilo de vida tornou-se impossível somente com um planeta, pensávamos que os recursos naturais eram infinitos. Agora sabemos que são escassos e que não é possível ir infinitamente em direção ao futuro, porque o progresso e a tecnologia não resistem a limites e nos levaram a uma crise ambiental.

Esses alertas já haviam sido dados por visionários e grandes nomes das ciências sobre o paradigma da habitação do planeta pela humanidade, pois toda causa há consequência. Em *Hora final: o desastre ambiental ameaça o futuro da humanidade*, de Martin Rees, astrónomo real do Reino Unido; do famoso biólogo e criador da palavra *biodiversidade*, Edward O. Wilson, em *A Criação: Como salvar a vida na terra*; no livro do geneticista francês Albert Jacquard, *A contagem regressiva começou?* e do médico e bioquímico, autor da “Teoria de Gaia”, *Gaia: alerta final*, onde prevê para o final do século o desaparecimento de uma grande parte da humanidade.

Todos advertem que se não fizermos nada, chegaremos a beira do abismo e ao fim da espécie humana, não podemos ignorar e subestimar essa ameaça e o risco que a segue. Diversos projetos foram criados visando conscientizar as pessoas e as indústrias da necessidade da desaceleração, em 1990 foi criado pelo britânico John Elkington fundador da ONG *SustainAbility* o conceito *Triple Bottom Line*, que deve garantir a sustentabilidade seguindo o preceito.

Para ser sustentável o desenvolvimento deve ser economicamente viável, socialmente justo e ambientalmente correto.

Propondo a divulgação do conceito como necessário ao desenvolvimento sustentável, foi utilizado também outra expressão dos 3Ps; *Profit, People, Planet*, como bases da sustentabilidade. Mais tarde surgindo por meio de outros, uma formulação mais operacional; Poder de Estado (Política), Setor Produtivo (Empresariado) e Sociedade Civil (Consumidores em Geral).

Desenvolvimento Economicamente Viável, é medido pelas empresas e governos pelo aumento do Produto Interno Bruto (PIB), crescimento económico, evolução industrial, progresso tecnológico, acumulação crescente de bens e serviços, aumento de renda de empresas e pessoas. Sendo valorizados os países com taxas positivas de crescimento anual, quando não há bons números instalam-se crises económicas e sociais como o desemprego.

Este modelo é insustentável e deve ser revisto, no mundo empresarial e dos negócios o objetivo é aumentar a rentabilidade com menores investimentos, em menor tempo e com agressiva concorrência. O modelo é antropocêntrico e está centralizado apenas no ser humano, não levando em consideração a biodiversidade como um todo, incluindo o planeta. Desenvolvimento e sustentabilidade são contraditórios, pois obedecem lógicas diferentes e se contrapõem, uma privilegia o indivíduo e a outra o coletivo. A sustentabilidade deriva da biologia e da ecologia, seguindo uma lógica circular e inclusiva, busca o equilíbrio dinâmico, a cooperação e a coevolução e baseia-se na interdependência.

Desenvolvimento Socialmente Justo, o atual sistema industrial e capitalista não pode ser considerado justo, no Brasil foi divulgado pelo IPEA que 5 mil famílias controlam do 46% do PIB, foi divulgado também que 171 mil pessoas constituem os super-ricos e detêm o poder no país. O governo repassa 150 bilhões de reais aos bancos e ao sistema financeiro para pagar os empréstimos feitos e os juros, aplicando insuficientemente somente 50 bilhões em programas sociais. Nas questões de posse de terras, 1% da população detém 48% da posse de terras, portanto é impossível um desenvolvimento social justo na atual situação de produção e consumo.

Encontra-se na declaração da ONU sobre o *Direito dos Povos ao Desenvolvimento*, de 1993 onde compreende a dimensão geral do real desenvolvimento.

“O desenvolvimento é um processo económico, social, cultural e político abrangente, que visa ao constante melhoramento do bem-estar de toda a população e de cada indivíduo, na base da sua participação ativa, livre e significativa de desenvolvimento e na justa distribuição dos benefícios resultantes dele”.

Desenvolvimento Ambientalmente Correto, as situações apresentadas pelo económico afetam diretamente o ambiental, movendo uma guerra contra o planeta pelas minorias que controlam o sistema. A biodiversidade já sofreu uma queda global de 30% em menos de 30 anos de mapeamento, segundo o índice de 2010 do *Planeta Vivo* da ONU, de 1998 a 2017 houve um aumento de 35% nas emissões de gases causadores do efeito estufa. Os bens comuns foram privatizados por corporações nacionais e multinacionais, que exploram de forma predatória o planeta, a níveis que impendem a sua regeneração natural. Não existe nada correto no processo de produção de bens necessários para suporte da vida e nos supérfluos que constituem grande parte dos produtos.

As produções de fibras naturais têm seu maior impacto no processo de cultivo, que variam apenas de acordo com as normas ambientais para uso de fertilizantes e pesticidas, tanto como as questões ligadas a poluição da água e gasto de energia. É possível afirmar que as plantações possuem um impacto ambiental limitado, pois a exigência de químicos nestas plantações e uso de energia são considerados baixos, quando há uma menor industrialização e preferência pela agricultura tradicional.

Na etapa seguinte a fase da colheita, no processamento para extração da fibra são envolvidos o consumo de combustíveis fósseis e água, gerando resíduos da biomassa do insumo que contamina a água processada. Os resíduos deste processo quando não tratado pode ter consequências graves se não forem tomadas as medidas necessárias. Mas, o uso destes resíduos na produção de energia

apresenta benefícios ambientais em relação as emissões de CO₂ e gases de efeito de estufa, bem como no consumo de combustíveis fósseis em comparação com a produção de fibras sintéticas.

Já as resinas provenientes de base biológica, dependem fortemente da matéria-prima química utilizada e da aplicação. Em uma análise do ciclo de vida (ACV), os finais da vida útil destes materiais podem ser significativos e a reciclagem de resíduos industriais como matéria-prima podem ser uma vantagem para a sustentabilidade do material.

Um estudo realizado pela Natureworks® que compara o impacto ambiental, analisou o PLA e o polipropileno (PP), o poliestireno (PS) e o polietileno tereftalado (PET), demonstrando bons resultados favoráveis do PLA. Sendo viável alcançar produtos mais leves e rígidos, além do processamento no final de vida que são melhores que o PET. O maior impacto no processo de produção do deste polímero está na emissão de nitratos e eutrofização da água no cultivo do milho, pois o PLA é obtido através da conversão de amido de milho.

Em outro estudo, a Universidade de Cambridge publicou um artigo revendo a análise do ciclo de vida (ACV) de diversos polímeros de base biológica, onde foram observadas observando algumas divergências. O estudo se concentrou nos termoplásticos PHA e PLA, polímeros à base de amido, comparando os impactes ambientais com o de polímeros a base de petróleo. Demonstrando que relativamente ao aquecimento global e uso de energia, os polímeros a base de amido têm impacto reduzido, mas relativo a outras categorias não se mostraram tão favoráveis. Porém, em análises relativas a outras categorias de impactes ambientais, não se mostraram tão favoráveis. Concluindo que para além destes resultados preliminares, dado ao curto tempo do desenvolvimento destes materiais, espera-se no futuro melhorias e maior eficiência.

Existe diversas resinas biológico-sintéticas, sendo importante conhecer a fundo a resina utilizada nos produtos para determinar uma melhor Análise do Ciclo de Vida (ACV).

As dificuldades de se alcançar ecologicamente e socialmente os padrões de produção são muitas, questões como quais as formas de se alcançar uma produção ambientalmente segura capaz de se manter sustentável e económica viável, como sobreviver à competição global com uma produção eticamente justa tendo que lidar com questões de desperdício e todas as pressões de acompanhar as tendências de moda são questões que ainda não tem uma solução direta. O setor têxtil tem sido um dos maiores responsáveis pela poluição ambiental e principalmente por produções socialmente antiéticas, no entanto, atualmente o consumidor é consciente desse facto e inicia a crescente procura

e conseqüentemente demanda por produtos mais ecológicos (Textiles, 2009). Já começam a se tornar comuns no mercado outros tipos de fibra, desenvolvidas a partir de umas fontes biológicas, como as fibras de proteína de trigo, milho, arroz, bambu, soja, cana-de-açúcar, abacaxi etc. (Textiles, 2009).

Os chamados têxteis recicláveis são têxteis difíceis de etiquetar com a sua composição, pois as diferentes matérias-primas estão intimamente misturadas (misturas de lã e nylon, por exemplo), isso impede sua separação e por muitas vezes a reciclagem e o reaproveitamento. Neste caso é necessário o desuso da mistura de fibras de materiais diferentes, se as misturas se limitassem a naturais e sintéticos, poderiam ser facilmente recicladas, e os produtos resultantes facilmente caracterizados em termos de composição.

O mais importante para tornar esta reciclagem possível é que exista um sistema de descarte e coleta eficiente para têxteis e materiais recicláveis usados, isso seria capaz de evitar que esses materiais cheguem aos aterros sanitários e reduziria o impacto negativos dos materiais no meio ambiente no planeta.

2.1.3 Conceitos de Biodegradabilidade e Compostabilidade

De acordo com Braungart e McDonough (2002), um nutriente biológico é um material ou produto projetado para retornar ao ciclo biológico, onde será consumido por micro-organismos no solo ou por outros animais. Atualmente a maior parte das embalagens compõem aproximadamente 50% dos resíduos sólidos urbanos, podendo ser projetadas para se degradarem como nutrientes biológicos, sendo considerados produtos de consumo. A solução é que esses produtos sejam biodegradáveis, necessitando ser compostos de materiais que quando descartados ou direcionados para compostagem degradem-se naturalmente.

É importante destacar a diferença em torno dos conceitos de origem renovável e biológica, biodegradabilidade e compostabilidade. Um recurso renovável corresponde a um recurso natural que se regenera para superar o seu esgotamento, seja por reprodução biológica ou outros processos naturalmente recorrentes, na escala de tempo humana (Stead, 2015).

Segundo a Sociedade Americana para Testes e Materiais (ASTM) os materiais de base biológica correspondem a um material orgânico em que o carbono é derivado de um recurso renovável através de processos biológicos. Os materiais de base biológica incluem toda a massa vegetal e animal derivada de CO₂ fixado através da fotossíntese (Biodegradable Products Institute, 2015).

É importante reforçar que estes conceitos apesar de correlatos não possuem o mesmo significado. Em outras palavras, todos os materiais constituídos de base biológica na sua totalidade correspondem a produtos renováveis, sendo que o mesmo não se aplica no inverso.

Segundo a *European Committee for Standardization*, biodegradação corresponde a uma degradação provocada por atividade biológica, especialmente por ação enzimática, que leva a uma alteração expressiva na estrutura química do material (Muller, 2003). A biodegradabilidade tem relação com o tempo que o material leva a degradar-se. Um material pode levar cerca de um ano a degradar-se, o que aparenta ser um longo período de tempo, porém, comparado ao tempo de outros materiais, como por exemplo, uma garrafa de PET (poli(tereftalato de etileno)) que leva cerca de centenas de anos para se degradar, é considerado biodegradável.

A mesma associação afirma que a compostabilidade corresponde à propriedade de um material para ser biodegradável num processo de compostagem. A compostagem corresponde a um conjunto de técnicas aplicadas de modo a estimular a decomposição de materiais orgânicos, com a finalidade de obter um material estável, rico em substâncias húmidas e nutrientes (Muller, 2003).

Os biopolímeros são muitas vezes denominados de compostáveis e não biodegradáveis. As condições providas na compostabilidade são mais favoráveis à degradação da base polimérica, devido às elevadas temperaturas que o processo alcança. Deste modo, um polímero que poderia levar anos a degradar-se em ambiente natural, em condições de compostabilidade pode demorar apenas alguns meses (Biodegradable Products Institute, 2015).

Nem todos os materiais que se originam de matérias-primas renováveis ou de base biológica são biodegradáveis. O material ou produto é biodegradável, mais concretamente compostável, se ele atender à norma ASTM D6400 ou D6868 (Biodegradable Products Institute, 2015).

A aplicação destes conceitos tem como objetivo o desenvolvimento sustentável. Este pode ser definido como o desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer as gerações futuras de atender às suas próprias necessidades. O conceito de sustentabilidade é complexo, uma vez que atende a um conjunto de variáveis interdependentes a nível económico, correspondendo à capacidade de produção, distribuição e utilização equitativa de recursos, a nível ambiental mantendo a resiliência e a robustez dos sistemas biológicos e físicos e a nível social conservando a estabilidade dos sistemas sociais e culturais (Rogers et al., 2012).

Uma das grandes vantagens dos materiais naturais são os seus cenários de fim de vida não prejudiciais para o ambiente, incluindo a reciclagem, a biodegradação e a compostagem. Alguns materiais compósitos são concebidos com o objetivo de serem biodegradáveis ou passar pelo processo de compostagem no seu fim de vida, dado que as fibras naturais e alguns polímeros de base biológica podem ser degradados por microrganismos. Nesta perspetiva, e reforçando a ideia anterior, o CO₂ consumido pelas fibras no seu crescimento é liberado nos processos de degradação resultando em um ciclo fechado e regenerativo.

Para os materiais não biodegradáveis, a via mais económica e menos sustentável é a deposição em aterros sanitários, o que aumenta o impacto ambiental do ciclo de vida do produto. A melhor opção é a reciclagem dos compósitos, podendo ser reutilizados salvo algumas exceções, ou incinerados para recuperação de energia. Os compósitos termoplásticos reforçados com fibra de vidro podem geralmente ser granulados e reprocessados por injeção de moldes numa série de produtos de qualidades inferiores. Contudo, para termoplásticos com fibras naturais, esta solução não é tão viável pois estas fibras, mais frágeis que as sintéticas, seriam degradadas durante as diferentes etapas do processo.

É importante citar que, tecnicamente, é possível reciclar os compósitos por desfiação, no entanto a disponibilidade de compósitos propensos para este processo de reciclagem está em crescimento e o mercado para os produtos resultantes deste processo em franca expansão. Houve uma mudança extrema de perspetiva nos últimos anos, o termo economicamente inviável têm dados lugar ao ambientalmente necessário.

A recuperação de energia através do processo de incineração pode ser considerada uma opção, mas depende do tipo e quantidade de material inflamável presente no material e dos gases poluentes que serão liberados na queima. Segundo Van Dam e Bos, as fibras naturais, como exemplo a fibra natural de cana chinesa, durante a queima, resultam num balanço positivo de energia (8,3 MJ), enquanto a fibra de vidro demonstrou um custo de 1,7 MJ do qual resulta um balanço negativo para utilização deste processo.

Já a biodegradação dá-se por organismos, mais especificamente bactérias e fungos, através das suas atividades enzimáticas. Devido à complexidade dos compostos, os microrganismos são incapazes de transportar o material diretamente para as suas células onde ocorre a maioria dos processos bioquímicos. Assim, em primeiro lugar, são excretadas enzimas extracelulares que fragmentam o material podendo ser depois digeridos. Estas enzimas são demasiado grandes para conseguirem

penetrar no material, atuando apenas na superfície, conseqüentemente, a biodegradação do material é geralmente um processo de erosão superficial. Por fim, os produtos resultantes deste processo metabólico incluem a água, o dióxido de carbono e a biomassa produzida (Muller, 2003).

A biodegradabilidade pode ocorrer em condições aeróbias em que a degradação é feita por microrganismos na presença de oxigênio, tendo como produtos formados água, dióxido de carbono e biomassa, ou então em condições anaeróbias em que a degradação é feita na ausência de oxigênio e os produtos resultantes são a água, o metano, dióxido de carbono e biomassa (Zee, 2014).

Os fatores ambientais são cruciais para a biodegradação do polímero e também influenciam a população microbiana e a sua atividade. Parâmetros como a humidade, temperatura, pH, salinidade e presença ou ausência de oxigênio devem ser considerados e controlados sempre que se pretende analisar a biodegradabilidade (Muller, 2003). Além disso, para avaliar a biodegradabilidade é necessário identificar o local do fim de vida do produto bem como as suas condições.

Dado o elevado peso molecular bem como a sua complexidade molecular, é analisada a biodegradabilidade de alguns polímeros referidos anteriormente, nomeadamente o PLA, o PCL e o PHBV. A biodegradação deste tipo de polímeros é feita nas duas etapas referidas acima. A primeira corresponde à hidrólise enzimática, em que os microrganismos segregam enzimas de modo a facilitar a clivagem das cadeias poliméricas, nomeadamente quebra de ligações éster, pela adição de moléculas de água, permitindo a redução do peso molecular do polímero (Paolo Magistrali et al., 2014). Este fenómeno dá-se inicialmente nas zonas amorfas onde é mais fácil a penetração da água, sendo que estas zonas parcialmente degradadas têm a capacidade de se realinharem e formarem uma estrutura cristalina (Viljanmaa et al., 2002a). É importante salientar que é necessária uma exposição prolongada destes polímeros na água para que se dê o processo de hidrólise uma vez que estes são hidrofóbicos (Sin et al., 2012).

O PLA, o PCL e o PHBV quando expostos às condições do meio ambiente envolvente demoram algum tempo a biodegradar-se, desde meses a anos. O PLA demora 6 a 12 meses, o PCL mais de 24 meses e o PHBV de 3 a 12 meses dependendo da quantidade de HV. Pelo contrário, estes polímeros quando expostos a um ambiente de compostagem controlado, em que a temperatura é mais elevada, na ordem dos 58 °C, degradam-se com mais facilidade demorando apenas semanas ou poucos meses a degradarem-se (Sin et al., 2012).

Testes de Biodegradabilidade

Quantitativos

Os métodos quantitativos diferem bastante um dos outros, tanto em termos de variáveis medidas como de duração dos testes. Estes métodos incluem os ensaios enzimáticos, os testes de placas e os testes de respirometria.

Nos ensaios enzimáticos, a amostra a testar é adicionada a uma solução tampão ou a um sistema controlado por pH, contendo um ou vários tipos de enzimas purificadas. Estes ensaios são muito úteis na análise cinética da despolimerização sob diferentes condições de ensaio, ou seja, mede a quantidade de amostra degradada por unidade de tempo. Este método é rápido, demorando apenas minutos a horas, no entanto, não determina a percentagem de biodegradabilidade (Zee, 2014).

Nos testes de placas é adicionado o material de teste na superfície de um meio de cultura, por exemplo, ágar, juntamente com um inóculo padronizado de bactérias e/ou fungos conhecidos. O material é posteriormente analisado, após um período de incubação predeterminado a temperatura constante, sendo que para a quantidade de crescimento é dada uma classificação. Todavia, um resultado positivo indica que o microrganismo pode crescer juntamente com o substrato, mas não significa necessariamente que o polímero seja biodegradável (Zee, 2014).

Nos testes de respirometria, contrariamente aos anteriores, é avaliada a percentagem de biodegradabilidade, contudo são testes bastante mais demorados, de aproximadamente 28 dias. Nestes testes pode ser medido o consumo de O₂, a libertação de CO₂ ou até mesmo a libertação de CH₄ no caso de degradação em condições anaeróbias. A amostra é colocada num recipiente juntamente com um inóculo, que pode ser lamas ativadas ou composto. O teste deve ser realizado sob condições ideais de oxigénio, temperatura, humidade e pH (Zee, 2014).

Nestes testes podem ser medidos diretamente a libertação ou consumo dos gases mencionados, utilizando um aparelho denominado respirómetro. Este equipamento é composto pelos recipientes onde é colocada a amostra juntamente com o inóculo, recipientes contendo apenas o inóculo funcionando como ensaio em branco e, também é importante, um controlo de uma substância de biodegradabilidade conhecida, o ensaio positivo. Estes encontram-se acoplados a um software que adquire os dados de consumo de oxigénio ou libertação de CO₂/CH₄ ao longo dos 28 dias. Neste tipo de equipamento é possível fazer o controlo de diversas variáveis como pH, humidade, caudal de ar fornecido aos recipientes e temperatura (Zee, 2014).

O teste de Sturm corresponde a um teste de respirometria que consiste num sistema composto por um compressor de ar, o recipiente contendo o inoculo com a amostra a analisar e dois recipientes coletores de CO₂, contendo hidróxido de bário. O primeiro recipiente coletor, colocado antes do recipiente contendo a amostra a analisar, tem como principal função garantir que o ar que chega ao recipiente contendo a amostra se encontra isento de dióxido de carbono. A solução contida no segundo recipiente coletor, colocado após o recipiente que contém a amostra, tem como objetivo a quantificação da libertação de CO₂ por titulação com ácido clorídrico (Domenek et al., 2004).

Existe ainda o teste de respirometria manométrica em que o consumo de oxigénio está relacionado com a diminuição de pressão dentro do frasco de ensaio que é lido através de um aparelho acoplado ao recipiente (WTW, 2006). Neste método respirométrico não é possível fazer o controlo das condições ambientais durante o ensaio, tais como, humidade e pH.

Qualitativos

Os métodos qualitativos apesar de não quantificarem a biodegradabilidade ou outros parâmetros associados dão indicação se o material se está a biodegradar ou não, podendo ser usados em paralelo com os métodos quantitativos.

A microscopia eletrónica de varrimento (SEM) permite observar a superfície das amostras antes e depois de biodegradada, comparando-as (Šerá et al., 2016). As superfícies degradadas normalmente apresentam fissuras e vazios, evidenciando a perda de estrutura (Iovino et al., 2008).

A Cromatografia de Permeação em Gel (GPC) é outro método bastante utilizado na análise de materiais poliméricos uma vez que avalia a perda de peso molecular da amostra ao longo do teste de biodegradabilidade (Šerá et al., 2016).

O grau de cristalinidade da amostra é avaliado antes e depois do teste de biodegradabilidade através de calorimetria de varrimento diferencial (DSC). Como já referido anteriormente, durante o processo de hidrólise enzimática, a rutura preferencial das zonas amorfas faz com que as moléculas se reorganizem, aumentando o grau de cristalinidade (Shinoda et al., 2003).

Analisando-se algumas propriedades mecânicas ao longo do teste de biodegradabilidade consegue-se verificar que o módulo de Young (rigidez) e a resistência à tração (tensão máxima suportada pelo material) aumentam graças à rápida perda das zonas amorfas e consequente aumento da cristalinidade (Inkinen et al., 2008).

Com a utilização de um microscópio ótico é possível observar filamentos de microrganismos na superfície do material, resultando no crescimento de um biofilme (Iovino et al., 2008).

O ciclo de vida dos materiais e produtos devem ser considerados, pois a sua durabilidade e a viabilidade de sua reciclagem no final de vida, devem ser consideradas desde o processo de escolha do material e desenvolvimento do produto.

2.1.4 A Importância da Economia Circular para o Meio Ambiente

O Dia de Sobrecarga da Terra (*Earth Overshoot Day*), é calculado todo ano, pela organização não governamental *Global Footprint Network*, uma organização de pesquisa, sem fins lucrativos, fundada em 2003.

A data marca o período vigente em que a humanidade teria consumido os recursos naturais destinados para uso ao longo do ano, de acordo com a capacidade de regeneração do planeta. Os dados servem como um alerta da emergência causada pelo impacto ambiental da indústria de produção e consumo. Em menos de oito meses, a humanidade tem esgotado os recursos naturais do ano inteiro, em 29 de julho deste ano passamos a consumir recursos com deficit ecológico.

Esse é um dos maiores deficits desde que o mundo entrou em sobrecarga ecológica, no começo da década de 1970. Já em 2021 chegamos a data com mais de cinco meses antes do previsto. Uma dívida que não para de crescer e a cada ano a previsão é mais curta e o *Overshoot Day* tem chegado antes. Em 1970, foi 29 de dezembro, em 2000, foi no início de outubro. Dez anos depois, em 2020, 22 de agosto.

Houve uma redução em 2020, devido ao confinamento e à redução de atividades econômicas ocasionadas pela pandemia. Mas regressamos à situação alarmante de 2019. O aumento da pegada de carbono de 6,6% deste ano, em comparação com o ano passado e a redução de 0,5% na biocapacidade florestal global, foram fatores de influência negativa.

Hoje, utilizamos 74% mais de recursos do que a natureza consegue recuperar em um ano, precisaríamos de 1,7 planetas Terra para manutenção do estilo de vida atual. A projeção do Banco Mundial é que em 2050, serão necessários três planetas.

O cálculo feito pela *Global Footprint Network* (GFN), funciona como um extrato bancário, comparando receitas e despesas. A biocapacidade do planeta seria a receita, os recursos ecológicos que a Terra é capaz de gerar no ano. A pegada Ecológica da Humanidade, que é a demanda mundial por recursos,

representa as despesas. São calculados quantos dias do ano a biocapacidade é suficiente para suprir o impacto ecológico, relação entre os recursos produzidos pela natureza e o consumo humano. O restante da conta é o *Overshoot* mundial.

O Dia da Sobrecarga se trata de uma estimativa, não é possível determinar uma data exata. O avanço ecológico da população não é responsável pelos ajustes na data ao longo do ano, mas a revisão dos cálculos ou a alteração na metodologia aplicada. Independente do modelo científico adotado, a situação se mantém consistente, o impacto da humanidade no meio ambiente está insustentável.

A economia circular faz parte de uma mudança necessária do sistema económico linear o qual faz uso pouco ecoeficiente e produtivo dos recursos naturais, o que conduz a prejuízos económicos e principalmente ambientais. A economia circular ao contrário da linear, visa o desenvolvimento de produtos, serviços e modelos de negócio que façam a gestão correta da produção de resíduos e poluição, incluindo a melhoria da qualidade dos produtos, mantendo os materiais em circulação pelo maior tempo possível, garantindo assim a regeneração dos recursos naturais extraídos.

O fato é que a economia global tem sido construída com base no modelo linear de produção, o que aparentou ser positivo durante décadas, pelo menos para o desenvolvimento económico, mas atualmente enfrentamos a ameaça da indisponibilidade de recursos naturais e graves danos ao meio ambiente.

O Fast Fashion, foi a última tendência do mercado de consumo de moda, motivado pelo objetivo de lucro a qualquer custo, aliado ao consumismo impulsionado por preços cada vez mais baixos e pela velocidade massiva em que as tendências impulsionam a produção das fábricas e a troca de coleções de produtos nas lojas. Este sistema desfasado causa no consumidor uma necessidade inconsciente de consumir, pautado no desejo inerente de inclusão social. Antes da industrialização, a socialização e a autoexpressão foram um dos objetivos iniciais da moda, a qual transformou o desejo em transtornos e consequentemente em uma doença social e atualmente em um problema ambiental.

Compramos cada vez mais roupas, que são utilizadas cada vez menos e que atualmente são quase descartáveis. Em todo o mundo, anualmente são fabricadas 20 peças de roupa por indivíduo. A indústria têxtil é considerada uma das mais poluentes, desde a produção, fabrico, transporte e uso (lavar, secar e engomar). Os impactos ambientais acometem sobretudo no consumo de água, da erosão dos solos, da emissão de CO₂, dos resíduos e desperdícios resultantes, incluindo os impactos sociais.

Segundo o Parlamento Europeu (2018) todos os anos são produzidos 2,5 milhões de toneladas de resíduos na União Europeia, atualmente a sua legislação está sendo atualizada em relação à gestão de resíduos visando a transição de uma economia linear para uma economia circular. Este novo modelo de produção e de consumo que envolve a partilha, a reparação e a reciclagem de materiais e produtos existentes, com a finalidade de aumentar o Ciclo de Vida dos materiais e produtos finais.

Desta forma buscar através da Economia Circular a redução do desperdício ao máximo, mantendo os materiais dentro da economia e processo produtivo quando o produto chega ao Final do seu Ciclo de Vida. Este modelo de Economia Circular contrasta com a economia linear, ainda utilizada atualmente, no qual a base é produzir, utilizar e descartar (Atualidade Parlamento Europeu, 2015).

A implementação deste novo modelo de economia traz medidas para a prevenção de acúmulo resíduos e desperdício de recursos naturais, assim como o incentivo do ecodesign e da reciclagem, podendo significar grandes ganhos económicos, chegando a valores em torno de 600 milhões de euros o que significaria 8% do volume de negócios anualmente, um ganho para as empresas na UE e a redução das emissões anuais totais de gases com efeito estufa (Atualidade Parlamento Europeu, 2015).

Segundo o PE (Atualidade Parlamento Europeu, 2015), dentre os benefícios da Economia Circular a redução do impacto ambiental; maior segurança no fornecimento e manutenção de matérias-primas; aumento da competitividade e promoção da inovação assim como crescimento de emprego, pois envolve criação de novos postos de trabalho para a comunidade da União Europeia. A Economia Circular é capaz ainda de favorecer o fornecimento aos consumidores de produtos de maior qualidade, mais duradouros e inovadores.

A indústria têxtil constitui um dos grandes geradores de resíduos sólidos. Essa geração de resíduos acontece devido a má gestão nos processos produtivos, como por exemplo pelos processos de tecelagem e corte do tecido, gerando uma enorme quantidade de materiais fibrosos derivados do processo de fiação do fio, as sobras dos fios no processo de tecelagem assim como os retalhos, que são gerados no processo de corte das confeções (Berlim, 2009).

Dentro desta problemática enfrentamos o descarte inadequado de resíduos têxteis no meio ambiente, os resíduos surgem por diversas razões e apresentam composições variadas (fibras naturais misturadas com artificiais) e de difícil separação. Todo o processo de reciclagem, decomposição e os impactos ambientais irão depender dos tipos de fibras e acabamentos utilizados no processo de produção (Neto, 2005).

Atualmente, já existe a preocupação com os resíduos têxteis descartados no meio ambiente. Entre os processos sustentáveis que estão a ser trabalhados encontra-se a reutilização, ou seja, uma valorização de materiais descartados através do Design Sustentável (Oliveira et al., 2013).

Algumas empresas e designers vêm criando soluções para o reaproveitamento dos resíduos têxteis descartados, um termo que vem sendo bastante explorado dentro do Design Sustentável é o *upcycling* que se refere ao reaproveitamento de um material ou resíduo para desenvolvimento de um novo produto (Anicet, Bessa e Broega, 2011).

O reaproveitamento de resíduos têxteis já faz parte da preocupação de muitas empresas e designers que têm o objetivo de desenvolver produtos mais sustentáveis e dentro desta linha de reaproveitamento tem sido desenvolvido novos materiais, como o *Demodé* da designer chilena Bernardita Marambio desenvolvido através de resíduos têxteis e adesivo. Os resíduos são tanto de materiais naturais quanto de origem sintética, o material é composto por resíduos aglomerados com um adesivo 100% biodegradável à base de amido que confere resistência estrutural ao material. Podendo ser utilizado tanto como revestimento em paredes internas como também em fabricação de objetos, móveis e acessórios.

Outro projeto que utiliza a reciclagem como técnica, foi chamado de *Plof Puff*, desenvolvido em 2011, por designers belgas do *Atelier Belge*, fundado em 2008 na Bélgica, é feito com resíduos gerados por indústrias de estofados e tem como objetivo encontrar uma solução sustentável para os diversos tipos de resíduos têxteis descartados diariamente (Boom, 2012). Os resíduos passam por uma máquina trituradora e após esse processo são envolvidos em uma folha de plástico de polietileno (PE) transparente, obtendo um produto final resistente e impermeável. As criações da marca dependem dos resíduos disponíveis por isso não há duas peças iguais e o padrão depende das amostras de tecido disponíveis.

Não somente materiais provenientes da reciclagem têm sido inventados nos últimos anos, é o caso do *Mylo™* é um material semelhante a couro feito de micélio, a estrutura de raiz subterrânea de cogumelos. Desenvolvido pela empresa *Bolt Threads* em parceria com a *Ecomative*, pioneira na utilização do micélio na indústria, o material tem o potencial de ser significativamente mais sustentável do que o couro e outros substitutos de couro que normalmente são feitos de poliuretano. O *Mylo™* é feito de 100% de micélio, e não há colagénio em sua composição, produzido a partir de matéria orgânica, sendo completamente biodegradável e não tóxico (CFDA, 2021)

O despertar da consciência a partir da componente social relativa ao consumismo atual é um dos momentos mais libertários da vida humana nos dias atuais, pois a noção da mudança tenta transcender os interesses individuais traduzindo numa nova visão de mundo, que reflete a responsabilidade de cada pessoa na construção de valores coletivos plenos e plurais que asseguram o bem-estar humano e o respeito a todas as formas de vida em suas mais variadas manifestações (MMA, MEC, IDEC, 2005).

O século XXI, encontra-se marcado por uma reorganização do sistema, com mudanças culturais, políticas e económicas que afetam os diferentes estilos de vida e as experiências relativas ao tipo de consumo, como a globalização e o desenvolvimento de novas tecnologias, emergindo novos tipos de protestos e reações ao consumismo, o que exige uma nova postura do consumidor perante a sociedade (Manzini e Vezzoli, 2008).

A Agenda 21, documento assinado durante a conferência Eco-92, evidenciou a preocupação relativamente ao impacto ambiental destes padrões de consumo:

“Enquanto a pobreza tem como resultado determinados tipos de pressão ambiental, as principais causas da deterioração ininterrupta do meio ambiente mundial são os padrões insustentáveis de consumo e produção, especialmente nos países industrializados. Motivo de séria preocupação, tais padrões de consumo e produção provocam o agravamento da pobreza e dos desequilíbrios” (United Nations Sustainable Development, 1992)”.

Emergiu deste modo, a importância do termo da sustentabilidade tão abordado nos dias de hoje e aplicado a vários sistemas, não excluindo a indústria atual da moda, uma vez que se transformou, durante a evolução desta Era industrial, um dos sistemas que mais afluí para a insustentabilidade. Pois os seus impactos são inúmeros relativamente ao ambiente e à sociedade em que se vive.

A sustentabilidade consiste numa habilidade sistémica, que no seu conjunto requer aspetos ambientais, económicos e socioculturais e encaminha na compreensão das necessidades e atividades do ser humano em concordância com os ciclos da natureza (Salcedo, 2014). Isto implica uma limitação no desenvolvimento de produção e consumo social perante a capacidade de suportabilidade do planeta, passando urgentemente para ações modificadoras nos modos de vida da sociedade que possibilitem a moderação da utilidade dos recursos naturais fazendo com que futuramente a satisfação no acesso ao espaço ambiental possa ser igualitária (Okada e Berlim, 2014). Deste modo, a sustentabilidade integra-se num sistema estratégico a partir da união entre as distintas, mas

complementares dimensões, ambiental, económica e social para a conservação do ambiente, da cultura e do bem-estar social, (Manzini e Vezzoli, 2008).

2.1.5 O Design e a Industrialização no Processo de Regeneração

O conceito do Design não se relaciona unicamente a projetar de objetos, é muito mais amplo e engloba projetos tangíveis e intangíveis, relacionado a tudo ao nosso redor, das ideias, soluções aos objetos de uso quotidiano. Não se tem certeza de sua origem, mas costuma estar relacionado com o início da Revolução Industrial, a qual teve início em meados do século XVIII. Caracterizada inicialmente pela substituição do trabalho manual pelo uso de máquinas e um século depois pelo surgimento e uso de novas fontes de energia. Podemos também afirmar que este período marca o início do impacto ambiental em grande escala pela humanidade. A exploração massiva de recursos naturais e o surgimento do consumismo.

Anterior a Revolução Industrial, tudo era produzido por artesões, que participavam pessoalmente da fabricação dos produtos, da criação, a produção e venda. Foi após este período que se começa a falar no termo “design” e na divisão do processo de trabalho, que foi dividido em idealização e execução do projeto, passando a produção de individual a coletiva. Para alguns autores essa divisão do trabalho teve origem no final da Idade Média, quando ocorreu o crescimento do comércio (Rüthschilling, 2012). A explicação é de que mesmo sendo a organização industrial pré-capitalista baseada em métodos artesanais de produção, a expansão comercial e as oportunidades teriam aumentado a concorrência e dessa forma houve uma necessidade de inovação e diferenciação dos produtos. Foi na Itália e na Alemanha onde os primeiros designers começaram a alterar o modo de criação dos produtos (Rüthschilling, 2012).

A industrialização ameaçou a existência de artesãos, devido ao barateamento e acessibilidade dos produtos a todos pela produção em massa. No entanto, os produtos perderam a qualidade devido a produção seriada, abrindo precedentes para o surgindo do movimento Artes e Ofícios que defendia a qualidade artística dos produtos, mas o alto custo dos processos artesanais impediu que o movimento se estabelecesse naquela época, o que demonstrava a rápida desvalorização do trabalho manual em relação ao industrial.

No século XIX, deu-se o início da criação de objetos projetados para a fabricação por meio industrial, algumas questões em relação à terminologia utilizada para determinar este processo surgiram. Nos países de língua alemã, para a definição das chamadas artes e ofícios. Eram utilizados termos como

artes técnicas ou artes industriais, somente depois de 1865 surgiam outros conceitos como artes aplicadas à indústria, artes e ofícios, indústria artística, arte fabril, arte aplicada e arte decorativa. Dessa forma o termo design, muito utilizado nos dias de hoje, passou a ser utilizado na Alemanha depois da Segunda Guerra Mundial (Rüthschilling, 2012).

Entre o final do século XIX e o início do século XX, surgiu o movimento britânico idealizado por William Morris chamado Arts and Crafts. Considerado um movimento de reforma social, de estilo e inovação; tinham iniciativas sociais tendo as tarefas criativas como tarefas de cunho social e moral. Estava entre os objetivos deste movimento a união entre o design e a produção pelo retorno à qualidade artesanal. O movimento foi basicamente caracterizado pela proposta de divisão da arte em “arte pura” e “arte aplicada” às quais mais tarde vieram a ser conhecidas como “arte maior” e “arte menor”, e ainda como “belas artes” e “arte industrial” (Rüthschilling, 2012).

Após a Segunda Guerra Mundial, surge na Alemanha a instituição Das Staatliches Bauhaus mais conhecida como “Bauhaus”, fundada e dirigida pelo arquiteto alemão Walter Gropius. A escola tinha como principal objetivo atender à população mais pobre levando em consideração a funcionalidade, a estética e a produção em série. A Bauhaus surge como uma fusão entre arte e técnica, unindo artesãos e artistas com objetivo de aplicar à produção em massa características mais artísticas e criativas (Silva et al., 2012).

O ensino da escola dividia-se em ateliês especializados, sendo separados em trabalhos com metais, cerâmica, cenografia, marcenaria, vitrais, pintura e tecelagem. A Bauhaus buscou a integração da arte com as tecnologias tradicionais e a produção industrial. É até hoje uma referência importante na área do design, incentivando a relação entre a arte, o artesanato e o design, incluindo experimentações na área têxtil. Após a Bauhaus surgiram em vários países, diversas escolas baseadas no mesmo modelo de ensino, disseminando assim o design pelo mundo. O Design pode ser visto como uma atividade projetual que busca na multidisciplinaridade o conhecimento de diferentes áreas para a criação de um produto (Silva et al., 2012). O design trata-se de uma atividade que envolve projeto e criatividade, assimilando diversas áreas do conhecimento, capaz de solucionar problemas unindo a estética à utilidade.

Segundo Munari (1981), não existe criatividade sem a utilização de um método projetual para o desenvolvimento somente a partir da necessidade. É uma intrínseca relação entre forma e função, segundo Manzini (2015) o design não atua apenas sobre a forma ou função, age em ambos da mesma maneira que interagem entre si. A capacidade de criar é nata, natural do ser humano. Sendo os

designers profissionais com conhecimentos próprios para atuar nessa área, utilizando a junção do conhecimento e as ferramentas certas para criar e desenvolver produtos, serviços e sistemas. Um objeto de design passa por um processo técnico e criativo, baseado em metodologias que propiciem atingir os objetivos pré-definidos.

Outra questão de grande impacto ambiental hoje, de utilização milenar é o tingimento e a busca por coloração em tecidos e outros materiais, a tentativa de tingimento mais antiga que se conhece acredita ser da Era Neolítica, envolvendo cores extraídas de minerais e plantas que produziam manchas nos tecidos. No antigo Egito e na Índia, o azul índigo era extraído pela fermentação das folhas esmagadas da planta índigo já os tons de marrom eram obtidos através de substâncias que contêm taninos, como as cascas, caules e sementes de certos tipos de plantas. Outras fontes de cores para tingimento eram raiz *madder*, folhas de Hena e pétalas de Cártamo que tingiam em tons de vermelho, laranja e amarelo, já a cor roxa era extraída do marisco do Mar Mediterrâneo sendo de valor muito alto, por isso era utilizada apenas pela nobreza (Textiles, 2009).

Com a Revolução Industrial, foi intensificado o desenvolvimento de produtos e a partir disso cada vez mais necessária uma diferenciação dos mesmos, tornando-se fundamental oferecer alternativas de produção com menor custo e maior produtividade, além de objetos diferenciados para diferentes públicos. No caso da tinturaria, os corantes naturais foram substituídos por processos químicos agressivos e altamente poluentes.

O termo sustentável se originou do latim *sustentare* que significa sustentar, apoiar conservar, cuidar. A vista disso, a palavra sustentabilidade indica previamente a ação de sustentar, manter e se seguirmos a fundo, chegando ao significado de sustentar teremos o sentido de preservar ou conservar e tendo sido um termo a ser cada vez mais utilizada com relação às ações negativas do homem no meio ambiente.

Pode-se dizer que a ideia principal da sustentabilidade é a preservação dos mais variados recursos naturais existentes no planeta, visando a sua continuidade, esse pensamento engloba também as questões sociais, ambientais e econômicas (Rodrigues, Bellio e Alencar, 2012).

O uso atual dos recursos naturais para satisfazer quaisquer necessidades existentes não pode comprometer a satisfação das necessidades das futuras gerações, portanto para um produto ou projeto ser considerado sustentável é necessário que seja ecologicamente correto, economicamente viável, socialmente justo e culturalmente diverso, esse é o objetivo do design sustentável.

Este modelo económico só foi alcançado após evolução da representação visual da definição de desenvolvimento sustentável surgida em 1987 quando foi lançado, pelas Nações Unidas, o Relatório Brundtland, também conhecido como *Our Common Future* (Nosso Futuro Comum). O documento apresentava o relatório da Comissão Mundial sobre Ambiente e Desenvolvimento definindo assim o termo desenvolvimento sustentável, relacionado ao desenvolvimento que atenda as necessidades atuais sem o comprometimento das necessidades das próximas gerações. Essa definição fundamenta grande parte da teoria e da prática “compromissada” com a sustentabilidade desenvolvida a partir do fim da década de 80 (Magnago, Aguiar e Paula, 2012).

O desenvolvimento sustentável passou por uma evolução ao longo dos anos, passando de pilares para círculos concêntricos e finalmente círculos que se intersectam, na qual é enfatizado o equilíbrio necessário entre as três dimensões da sustentabilidade. Demonstrando que os três objetivos devem estar integrados, com ações para corrigir o equilíbrio entre as dimensões da sustentabilidade (IUCN, 2006).

Analisando a história do capitalismo global, podemos perceber que foram deixadas de lado questões e preocupações relacionadas ao desenvolvimento sustentável, sendo agravado no período Pós-Revolução Industrial. Os prejuízos acumulados ao meio ambiente se agravaram ao longo de décadas chegando ao ponto de alterar o ecossistema, tornando urgente a mudança de atitude numa tentativa de desacelerar o desequilíbrio ambiental em que o planeta se encontra.

A maioria dos problemas enfrentados atualmente são em grande parte causados consumo desenfreado e acúmulo de resíduos ocasionados pelo descarte. O ciclo regenerativo dos produtos não foi fechado, melhor dizendo, os produtos foram consumidos, mas os materiais provenientes de recursos naturais não foram reinseridos novamente no ciclo produtivo, apenas seguimos extraindo mais e mais recursos renováveis e não renováveis. O produto tem sido descartados indevidamente no meio ambiente, sendo que a maior parte destes materiais demoram a se decompor, no caso dos polímeros, chegam a não são degradáveis devido ao tempo que levam para serem assimilados novamente pela natureza. Este é um dos principais problemas na história da evolução do produto e do seu ciclo de vida. Antes da revolução industrial a maior parte dos produtos eram fabricados artesanalmente e em baixa escala, produzidos com materiais naturais e facilmente degradáveis. Um ciclo fechado é extremamente importante, permitindo o desenvolvimento contínuo e o aproveitamento eficiente de tudo na geração de mais materiais.

Recentemente houve o caso do depósito gigante de lixo têxtil, Pós no deserto do Atacama no Chile. São roupas de segunda mão, itens reprovados e excedentes da produção; descartadas em pleno deserto. Os itens são originários dos Estados Unidos, pela Europa e Ásia, enviados ao Chile para ser revendidos. Calcula-se que 300 hectares do deserto do Atacama estejam cobertos por lixo, sendo que das 59 mil toneladas importadas todos os anos, cerca de 40 mil toneladas acabam no lixo. (BBC, 2022).

Esses e outros acontecimentos vêm alertando a população de que algo precisa ser feito urgentemente para tentar amenizar os problemas já existentes e retomar o equilíbrio do planeta. Mas os problemas não atingem somente o meio ambiente, ao longo dos anos vem surgindo diversas denominações como Consumo Ético, Consumo Responsável e Consumo Consciente, como forma de incluir a preocupação com impacto social juntamente com o ecológico em todas as relações de consumo. Mediante o apelo aos consumidores como compromisso ético, de consciência e responsabilidade com relação aos impactos sociais e ambientais que suas escolhas de consumo e comportamentos podem causar no meio ambiente. A partir dessa ótica e sentido ampliado surge o termo Consumo Sustentável, engloba as inovações tecnológicas, mudanças nas escolhas individuais de consumo enfatizando ações coletivas e mudanças políticas, econômicas e institucionais a fim de fazer com que os padrões e os níveis de consumo se tornem mais sustentáveis (Ambiente, Educação e consumidor, 2005).

É notável a preocupação atual com a sustentabilidade e como os processos tem sido repensado. O meio ambiente e o planeta estão sobrecarregados pelas formas massivas de produção aplicadas ao longo dos anos. A utilização de certos materiais prejudiciais à natureza, processos de fabricação agressivos que poluem as águas e o ar, além do consumo excessivo que incentiva e contribui para o aumento da degradação do meio ambiente.

Diante disso, para que todo esse processo de degradação seja revertido ou pelo menos estabilizado são necessárias mudanças drásticas nos hábitos, serão indispensáveis ações visando à implantação de um desenvolvimento mais sustentável, refletindo em hábitos de consumo mais conscientes e leis ambientais rígidas para a atuação da indústria.

Quando se fala em consumo consciente não significa uma vida menos confortável, mas sim uma redução de consumo, reciclagem e reaproveitamento de tudo o que for possível a fim de contribuir para a preservação do meio ambiente e com o reequilíbrio do planeta. Uma busca por um modo de vida e um mundo sustentável, e sustentabilidade nada mais é que o desenvolvimento de um conjunto de ações capazes de satisfazer as necessidades da sociedade sem que isso prejudique o meio ambiente e sem privar as gerações futuras de satisfazê-las também (ONU, 1987).

Segundo Manzini (Manzini, 2008), sustentabilidade é o contrário de conservação, para ele a preservação do capital ambiental e social significa o rompimento com as tendências em termos de estilo de vida, produção e consumo sendo criadas assim possibilidades e vertentes. Não sendo desenvolvidas alternativas, experiências e possibilidades não haverá a conservação e como resultado a continuação dos atuais e desastrosos danos ao planeta e cada vez mais perto do caos climático.

O século XXI está caracterizado por uma profunda reorganização do sistema, apresentando alterações culturais, políticas e económicas e desta forma afetando estilos de vida e experiências relacionadas ao tipo de consumo, como a globalização e o desenvolvimento de novas tecnologias, ocorrendo cada vez mais novos tipos de protestos e reações ao consumismo, exigindo do novo consumidor uma nova postura diante de tudo e da sociedade como um todo (Manzini e Vezzoli, 2008).

O momento atual é de mudanças, levantando questões como a emissão de poluentes no ar, a geração de resíduos e em todos os malefícios que a humanidade, direta e indiretamente, causa ao planeta. Não se tratando de atos ecológicos, uma vez que o impacto está relacionado diretamente e absolutamente com tudo aquilo que é produzido e consumido. Sendo necessário rever detalhadamente nossas necessidades reais e abandonar aquelas criadas pelo capitalismo e industrialização. O processo de produção atual, baseado no desenvolvimento sustentável, envolve a eficiência económica, a sustentabilidade ambiental e a sustentabilidade social, em que se busca por processos produtivos que criem uma maior geração de benefícios com o menor uso dos recursos naturais.

O termo sustentabilidade, para Manzini (Manzini, 2008), segundo Scherdien e Rodrigues (Scherdien e Rodrigues, 2013, p. 101) “não é uma questão de opção, mas uma condição de vida para o futuro da humanidade”. Dessa forma a economia circular precisa, obrigatoriamente, buscar a construção de uma nova forma de pensar, criar e agir, gerando assim uma sociedade mais sustentável com comportamentos que fujam dos atuais padrões destrutíveis de alavancados pela indústria do consumo.

Sendo a economia circular um termo muito importante para a continuação deste processo regenerativo no que se refere à mudança no modo de produção. O modo de produção por muitos anos foi linear e gerou grande evolução na economia e desenvolvimento, mas atualmente precisa ser remodelado e evoluir para uma produção circular o que significa a necessidade de uma economia circular e valorização dos materiais e resíduos como matéria-prima no processo produtivo.

Dentro do processo circular, existe a busca por métodos que contribuam para o desenvolvimento cada vez mais sustentável com o objetivo de uma produção mais lenta, aliado a isso estão os chamados

“3R’s da Sustentabilidade” – reduzir, reutilizar e reciclar (*reduce, reuse and recycle*). Atualmente outras ações foram acrescentadas, como 4º “R”, de Repensar (*re-thinking*), esse ponto baseia-se na necessidade inerente de uma reorganização comportamental no pensamento global como sociedade, concentrado na abordagem do Ecodesign ou Design Sustentável (Soares, 2015).

Os “4R’s” da sustentabilidade intencionam uma mudança no pensamento atual, podendo ser aplicado da criação ao processo produtivo, principalmente no sistema atual de produção da indústria, onde o produto nasce com prazo certo de validade, encurtando o ciclo de vida ideal de um produto. Essa solução é baseada nessa problemática do uso excessivo de matérias-primas e respectivo descarte de resíduos, de forma a alargar o ciclo de vida do produto e sua posterior resinificação como insumo.

O termo relacionado à “Redução” é baseado na ecoeficiência dos processos de produção e consumo de recursos, uma das alternativas está em técnicas de modelagem e produção baseadas no pensamento zero resíduos (*Zero Waste*), devendo ser adotada no processo inicial do design e modelação do produto, através de uma reorganização dos processos, em busca de repensar a construção das partes que formam um produto mesmo antes da aquisição das matérias-primas.

Já na “Reutilização”, o foco está no reaproveitamento dos materiais já existentes na indústria, a intenção é poder reinseri-los na fabricação de um novo produto, subproduto ou novamente em matéria-prima para que haja uma minimização da quantidade de resíduos gerados pelas empresas (Soares, 2015).

Outra técnica que pode ser aplicada ao processo de reutilização, é a técnica de *Upcycling*, que tem sido adotada por diversas marcas e estudada para aplicação industrial em escala. Esta técnica relaciona-se a um conceito importante muito utilizado quando o assunto é sustentabilidade e o meio ambiente. Seu intuito visa o reaproveitamento de materiais no estado em que estes se encontram, normalmente como produtos acabados, que são reintroduzidos através de técnicas de redesign (sem alterar a estrutura original). Sendo vista como uma das alternativas mais viáveis para reintrodução de materiais provenientes de resíduos pós-consumo no processo de produção e consumo.

Dentro da preocupação com a sustentabilidade e o futuro do planeta, o *Upcycling*, como processo de reinserção de materiais evita o descarte e não gera nenhum impacto adicional na confecção de novos produtos. Diferente da reciclagem, que não precisa de reprocessamento e ou grande transformação do resíduo, trata-se mais de um processo de “remodelação” ou “reuso” que possibilita a utilização para fabricação sem perda de qualidade do mesmo produto. Já em um processo de reciclagem por meio do

Downcycling, o material recolhido é processado e só então reutilizado. Este método reciclagem de resíduos não é um processo totalmente ecológico, pois pode reduzir a qualidade do produto e utiliza alguns processos agressivos ao meio ambiente para poder transformar o resíduo novamente em matéria-prima (Anicet, Bessa e Broega, 2011). O método de *Downcycling* têm evoluído com o passar dos anos e possivelmente será uma alternativa sustentável mediante a situação do acúmulo de resíduos descartados no meio ambiente.

O método do *Upcycling* é um processo de reinserção de materiais amplo e adaptável, impedindo o descarte dos resíduos pós-consumo. Nele todo o material não descartado transforma-se num novo produto com uma nova função, sem a necessidade de passar por nenhum processo químico (Barbosa, Marinho e Moreira, n.d.). É a utilização de produtos já existentes, ou ao menos de parte deles, agregando uma nova função ou aplicação, é um dos fatores importantes quando se busca sustentabilidade, pois procura novas funções e formas de reutilização de partes de um produto em outros produtos, contribuindo assim para a diminuição do impacto ambiental gerado pelos descartes (Rüthschilling, 2012). O *upcycling* não consiste apenas na conservação e reutilização de materiais, mas sim numa valorização que é atribuída novamente ao produto evitando que seja descartado (Morais, 2013).

A reciclagem, o terceiro R, é um processo que também permite a transformação do produto para uma nova utilização. Esse processo recupera a matéria-prima contida nos produtos descartados visando a necessidade de utilização de recursos naturais. O processo de reciclagem geralmente é utilizado quando o produto não tem mais utilidade, é o chamado fim de linha sendo considerado o processo menos ecológico que a redução e a reutilização, pois a reciclagem exige consumo de energia de fontes não renováveis como a termoelétrica (Manzini e Vezzoli, 2008).

O termo “Repensar” baseia-se no conceito de readequação dos produtos, da sua concepção até a produção. Diante da massificação produtiva, da limitação do ciclo da vida dos produtos e o consumo excessivo, a indústria tem iniciado este processo em busca de um novo sistema interligado com a preocupação social e a adaptação de produtos a uma nova realidade e reorganização comportamental.

O papel do design e do designer, que era estritamente vinculado ao desenvolvimento de produtos, atualmente possui um envolvimento maior e leva em consideração necessidades pessoais, sociais e globais, mesmo sendo um elemento de estímulo ao consumo, possui uma grande capacidade de reverter esses efeitos (Pantaleão, Pinheiro e Menezes, 2016).

A preocupação e as discussões sobre a ética ambiental tiveram início na década de 60, mas posteriormente, na década de 70 o setor empresarial se viu obrigado a reconhecer que os recursos naturais eram limitados. Passando a ter consciência e ser responsabilizado por suas ações de impacto negativo no meio ambiente, surgindo então o termo ecodesign que se refere à utilização de processos de design com a perspectivas sustentáveis. Um termo originado da união das palavras ecologia e design, e que têm a natureza como inspiração e foco.

O ecodesign faz parte do design sustentável e economia circular, tendo como principal objetivo a redução do impacto ambiental por meio de produtos ecoeficientes. Buscando a satisfação das necessidades dos consumidores tendo em vista o Ciclo de Vida do Produto e demais características que envolvem o meio ambiente. O design ecológico foca-se na sustentabilidade ambiental dos produtos, por meio da redução do uso de energia na produção e emissão de gases tóxicas, além do uso de matérias-primas que não agridem o meio ambiente e constituição de uma consciência ecológica.

O chamado ecodesign é busca a redução ao máximo do desperdício na cadeia produtiva, pensando na concepção de produtos como um todo, incluindo a inspiração na própria natureza e em suas soluções naturais. Uma conhecida ecodesigner é a israelense Neri Oxman, considerada uma das 100 pessoas mais criativas do mundo em 2009 pela Fast Company. Neri tem trabalhado com biocompósitos, ou seja, ela estuda materiais da natureza como a pectina da casca da maçã, corais ou a seda do bicho-da-seda para entender a estrutura por trás desses produtos biológicos e a partir disso criar uma matéria-prima artificial, mas que na verdade foi gerada pela natureza. Une a natureza e as construções humanas de uma maneira sólida, questiona a maneira tradicional de se construir, e como é feita do mesmo modo há milênios e a necessidade de ser reinventada. Design biofílico, biodesign, biomimética, design sustentável, design sensorial, psicologia do design e neuroarquitetura são alguns termos novos e aplicados pela Oxman em seus projetos, que tem base a partir de um olhar minucioso para a natureza em busca de soluções.

A preocupação ecológica aumentou após a tomada de consciência dos efeitos da poluição, do desperdício, da crise de energia trazendo a tona questões em relação à forma de consumo e produção que acabou por materializar-se no design, direcionado a soluções para às preocupações com meio ambiente, com responsabilidade social, reciclagem, reaproveitamento e redução na exploração de recurso naturais.

Atualmente tem sido constante as divulgações de ideias e estudos sobre consumo responsável, reaproveitamento, uso de energias renováveis entre outras questões que na verdade buscam unicamente alertar o consumidor e mostrar a necessidade de repensar o consumo de produtos e serviços. Essa mudança gradual de postura exige também que o designer tenha um olhar voltado para o desenvolvimento de produtos com um menor impacto ambiental, seja na sua produção ou no final da vida útil, em busca por um design sustentável e circular.

Um estudo pensando no problema dos resíduos têxteis sintéticos tem sido desenvolvido, com o objetivo de encontrar novas formas de reaproveitamento de resíduos sólidos têxteis industriais não biodegradáveis, provenientes do setor de corte da indústria de confecção de vestuário. Uma forma encontrada para solucionar o problema diretamente no chão de fábrica, impedindo que os resíduos sejam descartados e retornem para o processo de produção da própria empresa ou para cooperativas que desenvolvem projetos de reciclagem.

Com o conhecimento de que as fibras sintéticas podem ser derretidas (tornar-se termoplásticas) antes da etapa de carbonização, investigadores tem realizado uma série de testes com retalhos de vários formatos verificando que os resíduos de poliamida, quando derretidos, perdiam o formato fluido característico do tecido, formando um plástico resistente e flexível e com retalhos totalmente aglutinados. A partir deste ponto, os investigadores passaram a derreter os retalhos e moldar em superfícies tridimensionais, explorando diferentes volumes e formas.

Os inúmeros projetos desenvolvidos por designers podem ser capazes de afetar o modo de vida dos consumidores e, portanto, tem a oportunidade de criar propostas sociais e influenciar as atitudes quotidianas. Tais projetos podem ter o poder de conscientização social uma vez que acreditam que para atender às necessidades humanas não é necessário impactar negativamente o meio ambiente. Essa atitude pode ser capaz de colaborar com a implementação de um modelo de desenvolvimento mais sustentável (Rodrigues, Bellio e Alencar, 2012).

Em todos os setores do design, principalmente em questões de Design Sustentável o projeto é imprescindível para o desenvolvimento de produtos realmente sustentáveis. O designer precisa estar atento a todas as fases do Ciclo de Vida do Produto e o impacto negativo de cada etapa, como a criação do produto, o conhecimento sobre a origem da matéria-prima a ser utilizada e ainda soluções para o descarte do produto após o período hábil de reutilização do material na cadeia de produção.

O objetivo do design sustentável vai além das preocupações estéticas do design, visa a busca por soluções para diversos problemas, alternativas que sejam capazes de envolver mudanças positivas em termos económicos, sociais e do meio ambiente ao mesmo tempo, soluções baseadas em energias sustentáveis, que unam durabilidade, beleza e função. O ato de desenhar sustentável pode ser visto como o mesmo que planejar satisfações necessárias partindo do mínimo de recursos e impactos possíveis, nas quais as finalidades irão depender das capacidades e da consciência de cada designer envolvido no projeto (Morais, 2013).

É possível afirmar que o design é um processo criativos capaz de transformar o que seria resíduo em um novo produto funcional e com apelo estético. Especificamente o Design Sustentável tem como motivador a preocupação inerente em pensar produtos que estejam de acordo com os pilares da sustentabilidade. Para Manzini (2008), o design, apesar de ser parte do problema nos estilos de produção e consumo excessivos atuais tem em suas habilidades a possibilidade de criar modos de ser e de fazer que sejam criativos e colaborativos, pontos relevantes quanto o assunto é sustentabilidade.

O trabalho do design exige o cumprimento de etapas e um planeamento claro, unido a um conjunto de critérios a serem seguidos tendo como resultado um produto seguro, durável, funcional, compreensível e atraente aos olhos do usuário. Todos esses fatores são estabelecidos no briefing do projeto. Ao buscar satisfazer as exigências do briefing é que são geradas as inúmeras ideias, normalmente através de um *brainstorming*, que possam ser capazes de satisfazer tal necessidade e cumprir todos os requisitos.

Também faz parte do processo de criação uma série de conhecimentos correlatos e informações sobre o contexto explorado, os materiais, as pesquisas por produtos similares existentes, as técnicas de montagem, e o máximo de informações possíveis (Pantaleão, Pinheiro and Menezes, 2016). No design sustentável todas as etapas são importantes e devem ser aplicadas, a diferença é que nas exigências do desenvolvimento do produto existe ainda a preocupação com a sustentabilidade como fator principal da funcionalidade do produto desenvolvido.

Segundo Rodrigues, Bellio e Alencar, (2012), o principal desafio do Design no contexto atual é o desenvolvimento de soluções para questões que exigem uma visão complexa do projeto, envolvendo também produtos, serviços e comunicação, sempre de uma maneira conjunta e tendo a sustentabilidade como requisito insubstituível.

O Design Sustentável tem preocupação com os impactos ambientais, económicos e sociais no Ciclo de Vida do Produto (Muñoz et al., 2009). Tanto os designers como as empresas e as indústrias tem buscado integrar seus produtos aos conceitos da economia circular, esse processo de transição é possível quando se altera os parâmetros na escolha dos processos de produção e na seleção de matérias-primas mais sustentáveis.

É possível afirmar que o design para a sustentabilidade simboliza a projeção de produtos que tenham como resultado a qualidade social tendo como mínimo o desperdício e o prejuízo para a natureza a fim de que, no futuro, sejam capazes de produzir impactos positivos na sociedade e no meio ambiente (Refosco et al., 2011).

O desenvolvimento de produtos mais sustentáveis é um grande desafio atual, juntamente com os novos valores e questões do atual consumidor, o consumidor tem estado atento e mais consciente da utilização dos recursos naturais e da necessidade de preservação do meio ambiente e redução do impacto humano no planeta. A utilização de fibras e corantes naturais, o gasto de água nas produções, a reciclagem de roupas e objetos usados, e tudo o que puder ser projetado e desenvolvido com foco numa atitude mais responsável, com menos agressão ao meio ambiente fazem parte do design sustentável. Os consumidores junto com a indústria e os designers estão mais empenhados e em busca por uma mudança, não quer dizer produzir menos, mas sim produzir melhor e de forma mais consciente buscando soluções para resolver os problemas através da criatividade.

O desenvolvimento sustentável baseia-se nos princípios de solidariedade entre todos em prol da preservação dos recursos naturais que a natureza oferece, com requisitos necessários que respeitem o uso adequado de recursos renováveis, tirando o melhor partido possível na aplicação dos recursos não renováveis, minimizando a quantidade de lixo produzido, e principalmente limitar as sociedades mais abastadas no interior dos seus espaços ambientais não interferindo nos espaços ambientais que as restantes sociedades possam usufruir (Manzini e Vezzoli, 2008).

Este procedimento sustentável emergente numa mudança de pensar na sociedade incluiu novas abordagens e influencia as diversas áreas em que o ser humano se dedica atualmente, uma das áreas importantes a evidenciar trata-se do design, uma vez que ao longo da evolução desta disciplina observa-se em permanente tentativa na satisfação das necessidades básicas do ser humano, o que torna inimaginável a sua abordagem sem referir a sustentabilidade, pois esta faz parte do processo de design (Morais, Carvalho e Broega, 2012).

Dentro destes parâmetros, o processo de design sustentável converte-se assim num procedimento mais complexo e difuso quanto à conceção de produtos, pois a preocupação geralmente responde a numa produção economicamente exequível, ecologicamente correta e socialmente justa (Pazmino, 2007).

Esta preocupação no processo do desenvolvimento sustentável do produto acaba por se integrar no sistema da moda como um todo. E neste cenário de integração da sustentabilidade a nível ambiental, económica e sociocultural pode ser compreendido com base nas diversas terminologias como: moda ecológica, moda verde, moda ética, *slow fashion* entre outras (Salcedo, 2014). Independente da nomenclatura, faz referência a uma amplitude de atitudes e valores, objetivando a promoção de boas práticas sociais e ambientais a qual incluem a redução da atividade produtiva em excesso e consumismo. Todavia, a prática dos conceitos e teorias da sustentabilidade na moda não podem afirmar que os resultados finais serão totalmente sustentáveis, visto que o impacto é inerente em qualquer etapa do seu ciclo de produção, focando no objetivo de redução do impacto como solução inicial para a problemática.

No campo do design sustentável para a moda, a abordagem do *slow design* tem vindo a auxiliar e beneficiar na redução do uso de recursos naturais nos processos e de consumo de bens materiais e serviços. O *slow design* funciona como um conjunto de princípios e procedimentos lentos da produção, tendo como foco a atração do consumo para o desenvolvimento sustentável, diminuindo assim o seu impacto ambiental, social e económico. Esta metodologia aproxima do designer com o consumidor, permitindo uma relação de consumo afetivo através do modo do desenvolvimento do produto com valor humano e ecológico agregado.

O *slow design* pretende relacionar as diferentes necessidades individuais e coletivas em harmonia com as necessidades ambientais e socioculturais, de modo a não se centrar apenas no fabrico excessivo de produtos que definem e caracterizam o posicionamento geral das marcas no mercado atual altamente globalizado. Tenta assim evitar a sua gestão segundo a limitação de tempo e o crescimento económico (Strauss e Fuad-Luke, 2008).

Segundo os mesmos autores Strauss e Fuad-Luke (2008) nos seus diversos estudos, a desaceleração da produção pelo *slow design*, projetado para um design sustentável e centrado em uma economia circular, baseia-se essencialmente em seis distintos processos que fornecem uma visão geral para o entendimento mais intrínseco e sólido da própria identidade como designer, refletindo sobre o a

criação do projeto, para avaliar os resultados em concreto e imaginar novos cenários futuros de trabalho:

- Revelar: revela a vida cotidiana no sentido de experiências inconscientes e ocultas, incluindo na criação da materialização das coisas podendo facilmente ser negligenciados tanto na produção como no seu consumo;
- Expandir: preocupa-se não somente nos aspetos funcionais e físicos, mas também como todo o potencial afetivo das coisas;
- Refletir: produz objetos com valor ambiental acrescentado e contribuiu para a relação de experiências afetivas com apelo reflexivo a partir do consumo;
- Empenhar: propõe uma troca colaborativa com o intuito de validar a transparência da comunicação;
- Participar: permite uma colaboração do usuário no processo da criação do designer, promovendo uma relação social que pode estendendo-se numa melhoria na qualidade de vida;
- Envolver: reflete na evolução da maturidade dinâmica do objeto e as experiências provocadas no âmbito individual ou coletivo ao longo do tempo.

Estas etapas contribuem nos processos para o desenvolvimento sustentável no sentido mais lento de produzir indo ao encontro de reduzir, reutilizar e reciclar (*Reduce, Reuse and Recycle*). E repensar (*Rethinking*), incluídos por Braungart e McDonough (2013) baseando-se na necessidade de uma reorganização comportamental da sociedade, centrando-se na abordagem do Ecodesign convergindo nas práticas do processo de design sustentável.

A abordagem focada no “Rs” da sustentabilidade, segundo Braungart e McDonough (2013) fazem pensar quanto ao trajeto usualmente linear de produção da indústria (do berço à cova), tentando responder à questão problemática principal da indústria, a grande quantidade de matérias-primas usadas e conseqüentemente o enorme produção de resíduos destinados ao descartados, de um modo alternativo propõem repensar na forma como utilizamos esses recursos naturais e os materiais provenientes deles, através da ótica da teoria do *Cradle to cradle* (do berço ao berço).

É o título de um livro-manifesto publicado em 2002 pelo arquiteto americano William McDonough e pelo engenheiro químico alemão Michael Braungart, que veio a se tornar atualmente uma das obras mais influentes do pensamento ecológico mundial. Criar e reciclar ilimitadamente é a base do sistema

C2C, onde o modelo linear é substituído por sistemas cíclicos, e os recursos são reutilizados indefinidamente e circulam em fluxos seguros e saudáveis para os seres humanos e para a natureza. O termo define uma estrutura para a criação de produtos e processos industriais inspirados nos sistemas naturais e no funcionamento da natureza.

O princípio da redução é baseado na ecoeficiência dos processos de produção, através da redução da velocidade e massificação de produção, incluindo o lucro monetário a qualquer custo. Uma das estratégias adotadas é a técnica zero resíduos (*Zero Waste*), onde o foco se centraliza essencialmente no processo inicial de design e modelação, onde são repensadas as etapas da construção de peças que formam um produto mesmo antes da escolha das matérias-primas, planejando a melhor maneira de proceder e que resulte em menos resíduos, aproveitando melhor os materiais empregados no processo.

Quanto ao princípio da reutilização, esta estratégia chamada de estoque morto (*Dead Stock*), permitindo reaproveitar os materiais já existentes na indústria, parados nos estoques, e assim aplicá-los num novo produto, minimizando a quantidade de recursos parados e em deterioração nas empresas.

A reciclagem ou *Downcycling* é por vezes considerada como uma desvalorização dos desperdícios, uma vez que a qualidade dos materiais é reduzida à medida que se incorporam os processos de conversão, sendo conhecida também pelo termo “subciclagem”. Na verdade, é uma técnica que evoluiu com o passar do tempo e hoje tem sido uma solução bastante viável para aqueles resíduos em final de vida, impedindo o seu descarte e impacto negativo no meio ambiente. Qualquer possibilidade é válida quando não oferece riscos ao meio ambiente, ao planeta e a humanidade.

Quanto ao último princípio acrescentado, o repensar do produto, isto é, repensar a conceção do produto dentro da indústria. A massificação da produção impacta negativamente o meio ambiente pela quantidade de resíduos pós-consumo gerados no final do ciclo de vida dos produtos. Um ciclo que foi reduzido absurdamente a ponto de se tornar quase descartável, ao contrário do consumo que cresce vertiginosamente e incentiva a indústria a produzir mais. O design baseado na economia circular começa a repensar e procurar um novo sistema que interligue a indústria com a preocupação socioambiental, buscando desenvolver produtos adaptáveis a uma nova reorganização comportamental. Surge assim a aplicação da possível estratégia da desmaterialização, isto é, pensar cuidadosamente os produtos para que suas peças possam ser desmontadas e reutilizadas sem grandes dificuldades, para a implementação deste processo uma adaptação no modo de produção

será necessária visando a implementação de práticas de desenvolvimento sustentável no chão de fábrica.

Em decorrência da produção massificada da indústria da moda e na geração de resíduos provenientes de diversas etapas de produção, o princípio do upcycling é o que atualmente se tem destacado no desenvolvimento de produtos mais sustentáveis e redução de impacto ambiental, gasto de energia e emissão de gases poluentes. Podemos observar que essa prática não é tão recente, a partir dos anos 2000, muitos designers já utilizam em suas práticas criativas o método do upcycling como forma de solução para o reaproveitamento de resíduos, podendo estes serem classificados por três etapas distintas:

- Produção – resíduos gerados na cadeia produtiva do produto, como retalhos e aparas da produção;
- Pré-consumo – resíduos de produtos não consumidos pelo mercado, como excedentes de produção e itens reprovados nos testes de qualidade;
- Pós-consumo – resíduos criados no fim da vida útil e utilização do produto.

O método upcycling define-se como reprocessamento ou reaproveitamento destes materiais, ou seja, reintrodução de resíduos no ciclo produtivo e alargamento da sua vida útil a partir do processo de redesign, constituindo uma oportunidade de abertura para novos segmentos de mercados baseados na economia circular e criativa. Este produto pode ser caracterizado não só pelo acréscimo de valor ambiental, mas também pelos seus aspetos funcionais, estéticos e afetivos, com projeções futuras (Braungart e McDonough, 2013).

Uma ferramenta inovadora na indústria da moda que permite a reutilização uma grande quantidade de resíduos limpos eliminando vários problemas associados aos itens pós-consumo. As vantagens da aplicação do upcycling na indústria são inúmeras, segundo Aus (2011) consistem usualmente:

- Na facilidade de implantação dos processos de design e na rapidez que o designer se envolve para a criação de produtos de valor acrescentado;
- Na possibilidade de resolução de problemas dentro da indústria, sem se seja necessário recorrer à gestão dos resíduos;
- Na minimização no uso de recursos energéticos;
- Na capacidade de reduzir ou até mesmo eliminar a produção de resíduos;

- Na valorização dos materiais já existentes;
- Na criação do “novo” produto único através do “antigo”, no interior da produção massificada;
- Na oportunidade de seleção do melhor processo a aplicar através da perspectiva ambiental e na perspectiva sócio ética

O conceito do upcycling se encontra cada vez internalizado no sistema de moda, a indústria se abriu e se aproxima recentemente do método, no entanto ainda se mantém refém da seleção dos materiais e dos procedimentos de produção influenciados pelas tendências atuais de consumo. Por se tratar do trabalho de resíduos a única tendência a qual o upcycling se apegar é a constante preocupação com a sustentabilidade dos produtos e o impacto no meio ambiente. A sua implementação na moda tenta respeitar aspetos como a seleção de materiais, produção e distribuição local, apelando a soluções internas na indústria relacionando com questões (Aus, 2011).

Sendo assim, este método se bem aplicado às exigências dos processos da indústria, pode proporcionar soluções positivas no meio industrial e reencaminhar a moda para uma produção mais sustentável, favoráveis ao meio ambiental, social e económico.

2.2 Conceito de Ciclo de Vida de Materiais e Produtos

Na avaliação do impacto ambiental é importante, como introduzido acima, considerar todas as cargas e benefícios presentes na vida do produto, isto é, a extração de matérias-primas, o processamento de materiais, a manufatura, a distribuição, o uso, as reparações, a manutenção e o cenário de fim de vida, usando uma metodologia normalizada conhecida por ACV. Esta técnica permite quantificar e validar estes impactos tendo em conta fatores ambientais, mas também sociais e económicos. Como tal, pode ser útil para uma comparação direta entre materiais alternativos e processos associados. A Figura 1 apresenta um exemplo do ciclo de vida de um produto, com a representação esquemática das entradas de materiais e energia e saídas de resíduos, emissões e produtos secundários.

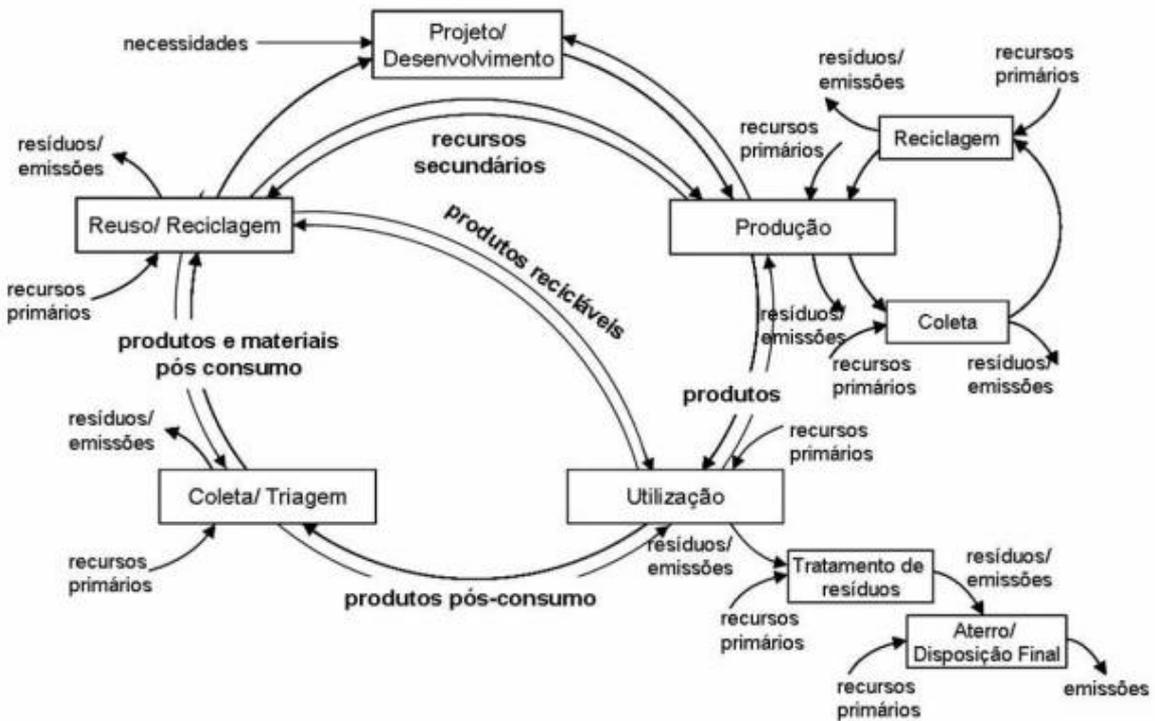


Figura 3. Exemplos dos estágios de vida de um produto.
 Fonte: Adaptado de Rebitzer et al (2004)

A metodologia de ACV avalia os impactos associados com a extração de óleo, minerais e biomassa como precursores da resina e da fibra, com a manufatura dos materiais, com qualquer necessidade de transporte ou de acondicionamento do produto e, finalmente, com o processo da produção em si. O uso do produto pós-fabricação pode ter efeitos significativos no impacto ambiental total do mesmo, sendo de crucial importância analisar o ciclo completo desde a extração ao seu fim de vida, correspondendo a uma versão completa da ACV conhecida por “do berço ao túmulo” (*Cradle-to-Grave*). Esta abordagem permite avaliar o desempenho ambiental dos compósitos em comparação com os materiais que o compõem.

A ACV implica a quantificação de impactos, incluindo toxicidade humana, eutrofização, aquecimento global, destruição da camada de ozônio, e acidificação, entre outras. Cada impacto pode ser associado a um peso consoante a sua gravidade para o ser humano. O processo começa com a construção de um inventário que inclui informação não-estruturada relacionada com o consumo direto de combustível, inputs e outputs de energia, materiais e resíduos industriais associados à produção do material, produto ou processo de interesse. Esta informação é então normalizada e modelada em software adequado, de acordo com a unidade funcional escolhida. Os impactos ambientais por

categoria ou globais de cada material poderão depois ser comparadas entre si. Em suma, a estrutura metodológica da ACV de acordo com a norma ISO 14040 é:

1. Definição do objetivo – O objetivo e o âmbito da ACV devem ser claramente definidos e em plena consistência com a aplicação pretendida. Esta etapa consiste na descrição do sistema de produto a ser estudado, e apresenta o propósito e a extensão do estudo, por meio do estabelecimento de suas fronteiras (Hauschild, 2005). O objetivo do estudo deve especificar a aplicação pretendida e o público-alvo a quem serão comunicados resultados. Nesta fase é importante definir a unidade funcional, principalmente em estudos comparativos de diferentes produtos, de forma a quantificar o sistema e permitir a determinação de fluxos de referência.
2. Inventário – A análise de inventário envolve a recolha de dados e os procedimentos de cálculo para quantificar inputs e outputs relevantes para o sistema completo associado ao produto em questão. Segundo Frankl e Rubik (2000), os inventários possibilitam a identificação de limitações ou a necessidade de maiores informações para a avaliação do processo e podem gerar mudanças nos procedimentos de coleta de dados, revisão dos objetivos ou escopo do estudo sendo realizado. A consistência dos dados viabiliza a obtenção de resultados mais precisos e confiáveis.
3. Avaliação de impacto – Avaliação da importância dos potenciais impactos resultantes da análise de inventário. Esta fase poderá consistir num processo iterativo até atingir os objetivos definidos, ou a alteração deste, caso a análise de impactos indique que os mesmos não podem ser alcançados. A Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida, AICV, permite avaliar a significância de aspetos ambientais apresentados durante a etapa de inventário e agregar as intervenções em vários ou um único indicador. Os fluxos elementares do sistema são relacionados aos impactos gerados ao meio ambiente, em nível global, regional ou mesmo local.
4. Interpretação – Fase em que culminam os passos de inventário e análise de impactos. Podem consistir em conclusões e recomendações para as tomadas de decisão. Esta quarta fase da ACV consiste na avaliação do estudo, de acordo com os objetivos estabelecidos, ou seja, na análise dos resultados e na formulação de conclusões e recomendações para a minimização de impactos ambientais potencialmente gerados pelo sistema (Graedel, 1998). Segundo Frankl e Rubik (2000) esta fase envolve um processo iterativo de revisão do escopo da ACV, assim

como a natureza e qualidade dos dados coletados. Aspectos como sensibilidade e incertezas também são avaliados no julgamento de qualidade dos resultados obtidos (Hauschild, 2005).

Os procedimentos descritos podem ser consultados nas normas ISO 14040 a 14044. Segundo a Norma ISO 14040 (ISO, 2006a).

A partir de 2006, as normas técnicas foram compactadas em duas normas, a ISO 14040 e a ISO 14044. A primeira trata dos princípios e estrutura da ACV (ISO, 2006), enquanto a segunda aborda seus requisitos e diretrizes (ISO, 2006).

A ACV aborda todas as etapas do processo de desenvolvimento de um produto, desde a extração de matérias-primas, passando pelas etapas de produção, distribuição e utilização, até sua destinação final.

A partir das quatro fases o ciclo de vida de um produto pode ser avaliado (Figura 2).

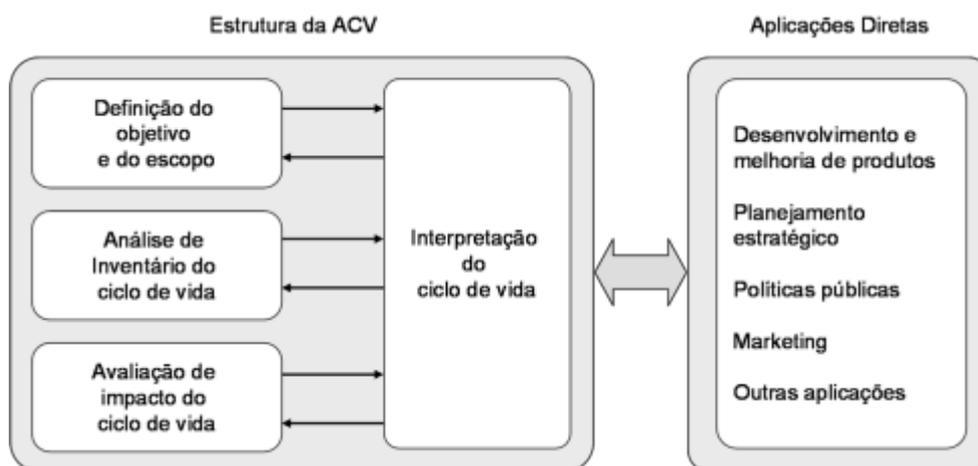


Figura 4. Estrutura da ACV.
Fonte: Adaptado de ISO, 2006a.

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é uma metodologia desenvolvida para determinar os possíveis impactos ambientais causados como resultado da fabricação e utilização de determinado produto ou serviço. A abordagem sistêmica da ACV é conhecida como do “berço ao túmulo”, na qual são levantados os dados em todas as etapas do ciclo de vida do produto. O ciclo de vida se refere a todas as fases de produção e utilização do produto, relativas à extração das matérias-primas, produção, distribuição, consumo e disposição final, atualmente contemplando também possibilidade de reciclagem e reuso quando for o caso.

A ACV é utilizada tanto por pesquisadores, que buscam ampliar a base científica de conhecimento sobre sistemas produtivos e suas relações e interferências no meio ambiente. É empregue também pela indústria, visando aumentar a eficiência de seus processos, a redução de custos e ainda promover os benefícios de seus produtos em relação ao meio ambiente. No caso do setor governamental os resultados do ACV podem ser aplicados na elaboração e fomento de políticas públicas que respeitem o meio ambiente e incentivem práticas sustentáveis.

Uma vertente desenvolvida com base na metodologia do ACV é o conceito do *Cradle to Cradle* (C2C ou do Berço ao Berço), elaborado pela economia circular e define uma estrutura para a criação de produtos e processos industriais inspirados nos sistemas naturais e nos ciclos regenerativos, que operam em fluxos cíclicos de materiais não prejudiciais para os seres humanos e natureza. Na natureza, os resíduos podem se tornar nutrientes e alimentar o ciclo posterior.

A atividade industrial sempre esteve relacionada ao uso excessivo e linear dos recursos naturais. Esta iniciativa de transformar e descartar culminou na degradação ambiental e na escassez dos recursos naturais, tão importantes para a sociedade humana. O arquiteto americano William McDonough e o químico alemão Michael Braungart analisaram este contexto e identificaram a necessidade de análise e avaliação do ciclo de vida do produto por uma perspectiva diferente e mais efetiva.

Na prática o *Cradle do Cradle* é um sistema de inovação que consiste em substituir o modelo atual baseado em uma economia linear, de uso e descarte, por um novo sistema industrial que se baseia em uma economia circular, no qual materiais retornam ao ciclo produtivo infinitas vezes, eliminando o conceito de lixo e ampliando seu valor como matéria-prima (McDonough; Braungart, 2002). É importante entender que a proposta do *Cradle to Cradle* não é reduzir o fluxo de produção ou o uso de materiais e sim remodelar esse processo e os hábitos de consumo atuais. O objetivo visa estimular métodos de produção mais eficazes e reduzir os desperdícios do descarte, determinando que o final da vida útil de um produto represente o recomeço do desenvolvimento de um novo produto ou de um novo ciclo. Deste modo, a proposta objetiva a melhoria da qualidade e produtividade dos materiais (Braungart et al., 2007).

Este sistema é inspirado no modelo regenerativo de funcionamento da natureza. Onde os resíduos são considerados nutrientes e todos os produtos e seus materiais devem retornar à indústria como matéria-prima ou a natureza como suprimento (biodegradabilidade) para um novo ciclo produtivo. Seu objetivo principal é incentivar a criação de negócios circulares, onde os resíduos não determinam o final do processo, mas o início de um novo. Ampliando o valor dos produtos e valorizando os resíduos como

fontes de matéria-prima para a mudança no conceito de lixo atual. Em outros termos, readequar o modelo industrial atual com o objetivo de obter impactos ecológicos positivos por meio de produtos ecoeficientes, recicláveis, atóxicos e que não ofereçam perigo a sociedade e para o meio ambiente.

Na metodologia do *Cradle to Cradle* o produto deve ser projetado já intencionando a reutilização de seus componentes por meio de um ciclo biológico ou de um ciclo técnico (McDonough; Braungart, 2002), conforme demonstrado na ilustração (Figura 5).

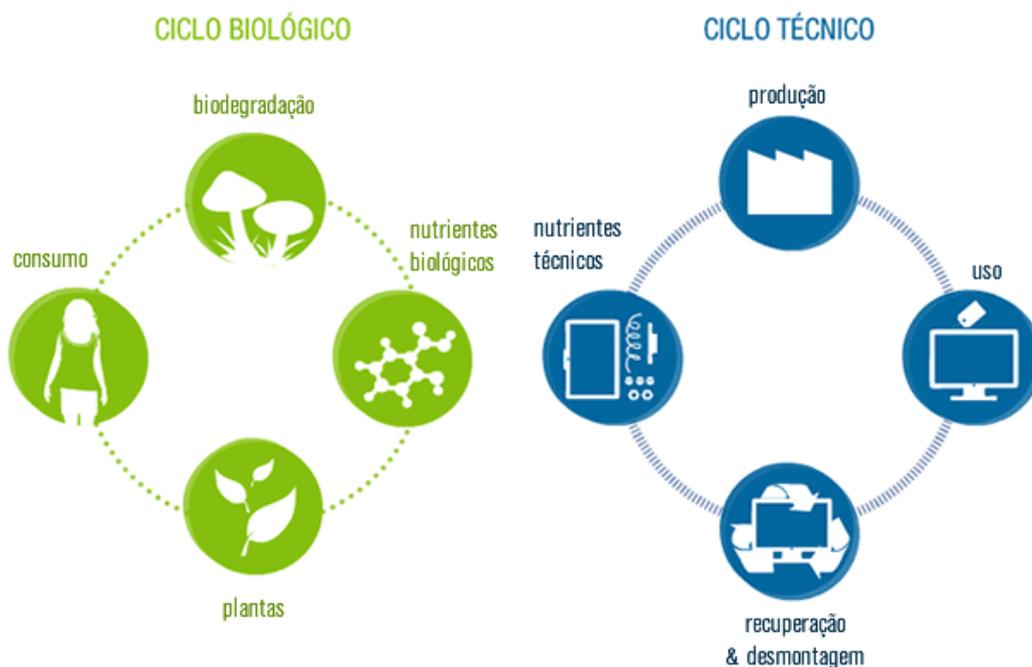


Figura 5: Conceção do sistema conceitual do *Cradle to Cradle*.
Fonte: EPEA Brasil, 2015

Ciclo Biológico

Como etapas deste ciclo (Figura 5), compreendem a fabricação, o uso, a decomposição, a geração de nutrientes biológicos e a extração da matéria-prima, que fecha o ciclo. Este sistema é aplicado a produtos perecíveis, ou seja, aqueles constituídos de materiais naturais biodegradáveis, que se deterioram ou sofrem uma perda estrutural durante seu uso. Como as fibras naturais e os produtos de higiene e beleza, que devem ser projetados para se incorporar ao ciclo biológico e serem reintegrados ao meio ambiente. Precisam conter ingredientes atóxicos, biodegradáveis e matérias-primas naturais, que são seguras às pessoas e ao meio ambiente, evitando riscos de contaminação no solo, água e ar.

Ciclo Técnico

Neste ciclo (Figura 5), as etapas são a fabricação, o uso, a desmontagem, a recuperação e a reutilização/reciclagem. Fazem parte aqueles produtos que não sofrem alterações durante e após o a sua utilização, no final da vida útil. Como os eletrônicos, eletrodomésticos e as fibras sintéticas não biodegradáveis. Estes produtos devem ser projetados já com a intenção de facilitar a desmontagem e separação dos componentes no final do ciclo de vida. Permitindo a sua incorporação no Ciclo Técnico, ou melhor, serem reciclados em sua totalidade e reincorporados no processo produtivo, evitando o seu descarte inadequado e a geração de resíduos, a recuperação de materiais significa economia e redução no impacto negativo ao meio ambiente pela exploração de recursos naturais.

Este conceito tem sido aplicado em diversas empresas de diferentes áreas, incluindo empresas de moda como a C&A, H&M e Kering já utilizam materiais certificados pelo *The Cradle to Cradle Products Innovation Institute*, organização sem fins lucrativos criada em 2010 nos Estados Unidos, que avaliam e certificam produtos e materiais utilizando as bases do conceito *Cradle to Cradle*.

2.2.1 Avaliação do Ciclo de Vida e Impacto Ambiental de Materiais

Para a caracterização do ciclo de vida de um produto, considera-se questões relativas do processo de produção (design, seleção das matérias-primas, processamento, produção, ética do produto, distribuição, embalagem, venda, consumo e a logística reversa do produto), em relação aos materiais envolvidos no processo de produção (matérias-primas, beneficiamentos, componentes, resíduos) e ainda os procedimentos posteriores a fabricação, incluindo o consumo (manutenção e utilização do produto) e final do ciclo de vida (logística reversa, reutilização, biodegradabilidade e reciclagem) dos produtos.

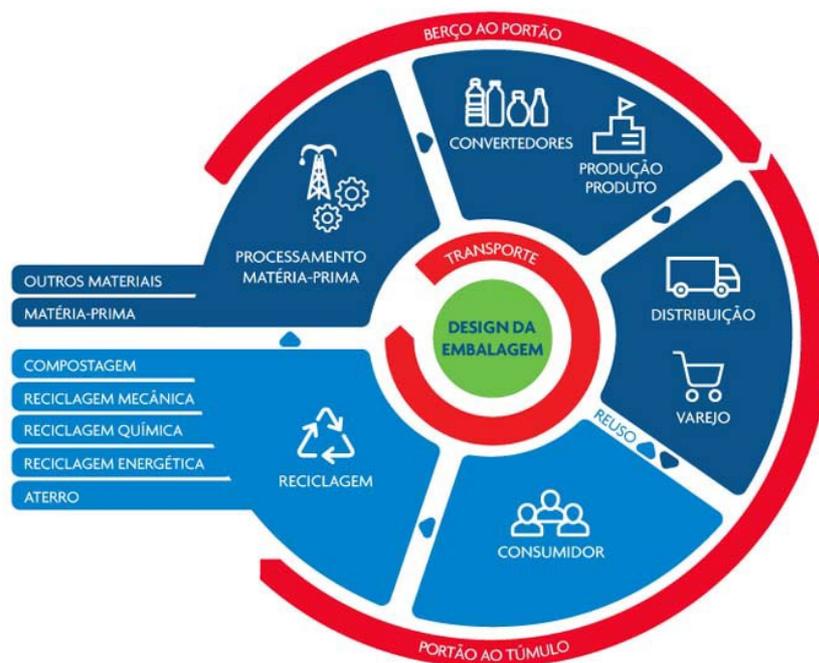


Figura 6: ACV – Avaliação de Ciclo de Vida.
 Fonte: abiplast.org, 2017

A Avaliação do Ciclo de Vida (Figura 6) dos produtos é uma ferramenta eficiente que possibilita as empresas a capacidade de entender o impacto ambiental de sua produção e produtos. Do ponto de vista comercial e de produção, quando é possível entender sua responsabilidade, torna-se igualmente possível encontrar soluções, novos métodos e práticas mais sustentáveis.

O aumento acelerado do nível de produção e de produtos se relaciona diretamente à geração de resíduos, incluindo o aumento na exploração de recursos naturais. No cenário atual em que a sustentabilidade é uma pauta presente em todos os setores, a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) dos produtos se tornou essencial para empresas de todos os segmentos. A responsabilidade das empresas não termina na linha de produção, na distribuição ou quando o produto chega ao consumidor. A etapa que fecha este ciclo é justamente o retorno do produto para a fábrica, após o final da vida útil, já como resíduo pós-consumo, esse processo é chamado de logística reversa. Uma etapa preocupante e que gera tanto resíduo quando durante o processo produtivo, a avaliação do ciclo de vida deve ir além da venda e é ainda mais relevante.

A ACV é um trabalho de análise em que empresas se aprofundam no entendimento do ciclo de vida de um produto, sempre buscando avaliar o seu percurso e duração, estimando quais impactos

possivelmente vai gerar em cada etapa. Basicamente, este processo de análise se concentra em uma projeção futura do comportamento deste produto na natureza, quando é finalizado seu processo de produção. Possibilitando assim, a busca por soluções adequadas para reduzir o impacto do seu período de existência no meio ambiente.

Quando o processo de análise do ciclo de vida se inicia, são estipuladas três etapas importantes do processo: a extração da matéria-prima utilizada, a forma de uso pelo consumidor e, por fim, o descarte. Todo o ciclo deve ser analisado antecipadamente, possibilitando a adequação e ajustes para gerar produtos com menor impacto no planeta. A sustentabilidade é um dos fatores que despertam cada vez mais a necessidade de aplicação uma ACV. Somente com esta análise minuciosa é possível desenvolver melhores produtos, e direcionar melhor o uso de recursos naturais, fazer uma gestão e controle da exploração, além de reduzir a agressão a natureza.

Outro ponto importante é pensar em como a sociedade tem se comportado em relação ao consumo. O imediatismo e consumismo do cliente 4.0 e a publicidade atual são fatores aumentam a demanda e necessidade de comprar. O sistema de produção como está hoje, onde a demanda acelera a produção e vice versa, culminou em uma desordem na natureza.

A moda é um setor que ainda tem uma responsabilidade relevante em relação ao impacto da indústria no meio ambiente. Também é o setor que levanta debates sobre o assunto, e na contramão do fenômeno do *fast fashion*, algumas empresas já buscam soluções para redução na produção e durabilidade dos produtos através do movimento do *slow fashion*. O conceito visa um processo de confecção mais lento e trabalhado, quase um retrocesso para o artesanal, focando melhor o uso dos recursos naturais e assumindo a responsabilidade pela gestão do descarte responsável de seus resíduos.

Em meio à urgência em implementar processos eficientes, os setores regulatórios de países como o Brasil, passaram a regulamentação da ACV por normas técnicas, por meio da ABNT, que determinou a NBR ISO 14.040. Esta norma possui orientações técnicas para que as empresas possam realizar a ACV da maneira correta. Essa padronização se estabeleceu com o intuito de normalizar os resultados e evitar a continuidade na projeção de produtos que impactam negativamente o meio ambiente. Esse documento é mais que uma norma é também um guia técnico imprescindível a todas às organizações.

A ACV propõe mudanças que resultam em benefícios estratégicos as empresas e para a sociedade, lidando desde questões como facturamento, marketing e gestão financeira da instituição. Conhecer as

consequências em números o impacto negativo da empresa, possibilita demonstrar uma maior responsabilidade ambiental e transparência em seus processos de produção e comercialização. Por mais que seja óbvio atualmente que o plástico ou que a lavagem de uma peça de roupas gera um impacto seja na exploração de recursos naturais e descarte, assumir suas ações é um dos objetivos indispensáveis da ACV.

A análise do ciclo de vida propicia uma transparência maior para a empresa e indica os pontos onde são necessárias propor soluções. Cabe a organização saber fazer o melhor uso das métricas do relatório, adaptar suas práticas e redirecionar o caminho da empresa. A ACV é um processo que se baseia em dados, que avaliam os seus processos e possibilitam capacitar, criar e monitorar indicadores que demonstram o impactado o negócio. Lidar com a responsabilidade ambiental é uma urgência e o consumidor atual tem exigido produtos de empresas que buscam minimizar seu impacto ambiental. Assim sendo, ter uma gestão eficaz dos impactos que suas atividades da empresa geram, tanto na produção quanto no consumo pode significar também um marketing positivo para a instituição. Com os resultados obtidos da ACV torna possível a otimização a partir da base em dados, e o controle de todas as operações da empresa. Desse modo, qualquer alteração passa pelo crivo da responsabilidade, transparência e respeito ao meio ambiente e sociedade.

O desenvolvimento econômico tem sido o objetivo da grande maioria das atividades humanas, considerado como um processo irreversível vinculado a uma série de mudanças: sociais, tecnológicas, políticas e ambientais. Principalmente em relação às mudanças ambientais, considerando o impacto do desenvolvimento sobre o meio ambiente, que tem sido considerado erroneamente como fornecedor de recursos e recetor de resíduos.

Como qualquer ser vivo, o ser humano retira recursos do meio ambiente para prover sua subsistência e devolve as sobras. No ambiente natural, as sobras dos organismos que, ao se decomporem, devolvem elementos químicos que serão absorvidos por outros seres vivos, de modo que nada se perde. O mesmo não acontece com as sobras das atividades humanas, que serão denominadas aqui genericamente de poluição. (BARBIERI, 2007, p. 20).

O desenvolvimento não pode ser alcançado a qualquer custo. É correto afirmar que as ações tomadas no presente devem levar em conta consequências imediatas e futuras. De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), “Sustentabilidade é o atendimento das necessidades atuais, sem comprometer a possibilidade de satisfação das gerações futuras.” (ONU, Brundtland Comissão, na publicação “Our Common Future”, Oxford University Press) Bier, Bousfield e Abreu (2006, p. 27).

O crescimento populacional, a intensificação das atividades da indústria e o movimento de emigração da população do campo para as cidades, acelerando o processo de urbanização e a o aumento

significativo da população dos grandes centros urbanos. Esses são fenômenos que tiveram progrediram acentuadamente durante o século XX, e que provocaram e tem provocado impactos negativos no meio ambiente.

O processo de forte industrialização e urbanização verificadas a partir de meados do século XX, com seus padrões de processos produtivos e de consumo, vem provocando impacto no meio ambiente e afetando a saúde da sociedade. Os resíduos e poluentes no ar, no solo e na água vêm contaminando várias áreas e provocando doenças entre a população. Muitos desses impactos negativos são irreversíveis, apresentando-se como problemas para a sociedade. (ITANI; VILELA. 2007. p. 1).

Houve uma grande modernização nos processos, novas matérias-primas e materiais passaram a ser utilizados, a produção aumentou significativamente para atender a demanda gerada pelo crescimento populacional, aumentando também a oferta de produtos, juntamente com a exploração e consumo dos recursos naturais. Segundo Schenini e Nascimento (2002), o constante crescimento da população do planeta gera um aumento na demanda por bens e serviços, além de vários recursos essenciais a sua sobrevivência. Dentre esses recursos, podem-se citar o espaço, a energia disponível, os recursos não renováveis, a água e os alimentos.

A inclusão de novos materiais nos processos de produção provocou o surgimento de produtos cujas propriedades são incompatíveis com os conceitos de sustentabilidade. Uma vez que, esses materiais demoram muito mais tempo para se degradar naturalmente no meio ambiente ou não podem ser reciclados após o descarte (McDonough; Braungart, 2013). Todo produto é desenvolvido visando proporcionar a seus usuários um bem-estar, atendendo necessidades básicas ou secundárias. Para Hahn (1994), a civilização está em uma nova era, onde a satisfação das necessidades humanas é o objetivo principal, que levam as sociedades globais a adquirirem capacidades avançadas no desenvolvimento de materiais que supram essas necessidades.

Segundo Packard (1988), a redução da vida útil dos produtos com o objetivo de satisfazer necessidades momentâneas dos consumidores, acabando por gerar enormes quantidades de resíduos que são descartados inadequadamente. Teoricamente, o consumo destes produtos beirando a descartabilidade não foi uma escolha do consumidor, mas uma imposição dos fabricantes em função do lucro. Os indivíduos não têm outra opção a não ser consumir estes bens de obsolescência programada, funcionalmente inúteis em pouco tempo e já desvalorizados logo após saírem das fábricas. De acordo com Durning (1992) os eletrodomésticos fabricados na década de 50 eram muito mais resistentes que os produzidos atualmente, sendo fabricados para durar e não necessitar de assistência frequente; e seu conserto era economicamente viável, o que não acontece atualmente, forçando o consumidor a adquirir um produto novo.

A redução drástica no tempo de vida útil dos produtos auxilia no agravamento da crise ambiental atual, mas não é o único fator negativo. Alguns produtos têm um tempo de vida longo, mas sua existência provocou consequências gradativas no meio ambiente, como é o caso dos veículos movidos a combustível fóssil. De acordo com o Ministério das Cidades (Brasil), o transporte individual é responsável por 74% do consumo de energia e por 80% da emissão de poluentes nocivos ao meio ambiente. Além disso, alguns produtos podem apresentar impactos ambientais ao longo das fases do ciclo de vida, como é o caso do vestuário pós-consumo.

A sociedade tem desenvolvido uma consciência gradual em relação às questões ambientais nas últimas décadas, a sustentabilidade tem sido assunto nos meios de comunicação, grupo de ativistas e comunidade científica em virtude da atual crise ambiental. Ações com o objetivo de reduzir os impactos do desenvolvimento sobre o meio ambiente já são visíveis (Akatu, 2004). Segundo Kirchner (2007) a comunicação desempenha um importante papel na mudança mundial de políticas governamentais, alterando processos de industrialização, modificando legislações ambientais em busca da reestruturação da economia para decisões com consciência ambiental. Mediante esses fatores, podemos verificar impactos consideráveis também na indústria e em setores públicos e privados.

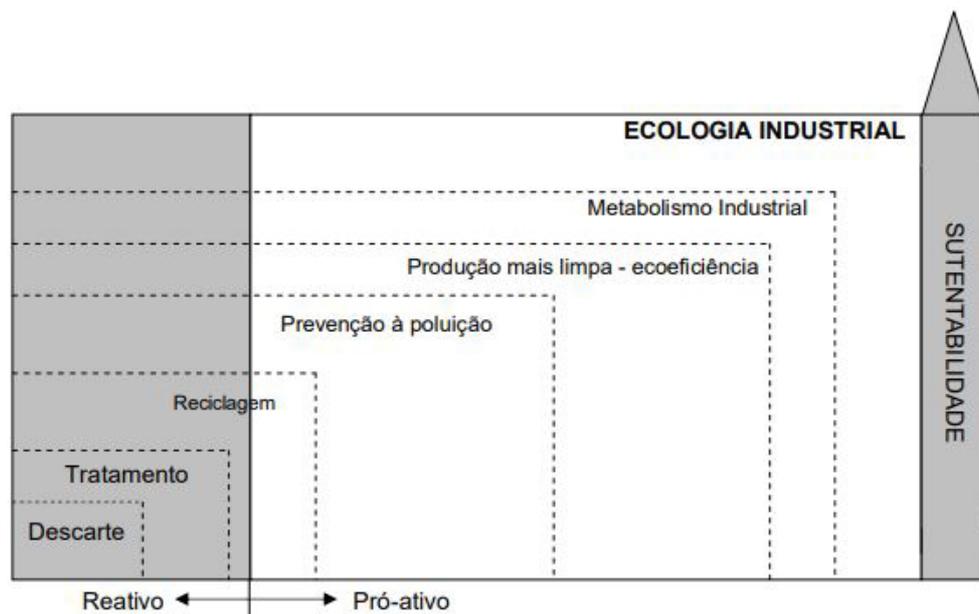


Figura 7: Estratégias para reduzir os impactos ambientais.
 Fonte: Almeida e Giannetti (2006)

De acordo com Papanek (1971), a diversidade de materiais disponíveis atualmente para o uso é incredivelmente grande, possibilitando a utilização objetiva e em aplicações específicas. Os

materiais compósitos têm grande importância em relação aos materiais não tradicionais e têm sido apontados como uma solução sustentável para o impacto negativo dos materiais no meio ambiente (Figura 7). Segundo Papanek (1971), os avanços tecnológicos têm acontecido rapidamente permitindo a redução nos custos do processamento das matérias-primas o que garante um melhor aproveitamento e tornando vantajoso o uso dos materiais não tradicionais. Pode-se afirmar que estes materiais devem manter um lugar privilegiado em mercados tecnológicos como o militar, espacial e aeronáutico. Substituindo de forma gradual os materiais tradicionais e reduzindo o impacto ambiental e exploração de recursos naturais.

Os materiais compósitos podem ser definidos como misturas a nível macroscópico, não solúveis, constituídos por dois ou mais componentes distintos, possuindo estruturas e propriedades que se combinam. Sendo constituídos por um material que garante a ligação, chamado de matriz e o outro que assegura a resistência, chamado de reforço (Anabele, 2009; Feltre, 1990).

De acordo com Kalamkarov (1992), outras características comprovam que os materiais compósitos farão parte de um futuro sustentável, como o seu peso reduzido, boas propriedades mecânicas, excelente resistência à corrosão, e a grande probabilidade dos componentes procederem de uma origem sustentável. Fazendo com que os produtos constituídos por estes materiais possam ser potencialmente positivos em termos ambientais em comparação com as soluções atuais. Porém existe ainda um certo desconhecimento nos impactos ambientais e sociais relacionados aos materiais compósitos e os cenários futuros no ciclo de vida (Gertsakis; Lewis, 2001).

Algumas das dúvidas que interferem na indústria dos materiais compósitos incluem a saúde, a emissão de compostos orgânicos voláteis, o consumo de energia e a toxicidade da sua produção. Os materiais naturais têm sido estudados como compósitos para auxiliar na busca de resolver estas questões. Em geral as fibras e resinas naturais são eficientes compósitos e são consideradas sustentáveis, mas há exceções em que esses materiais não são muito eficazes (Gertsakis; Lewis, 2001). Como exemplo podemos citar a necessidade de alcançar uma certa rigidez equivalente à fibra de carbono, requerendo um volume maior de fibra natural elevando o consumo de resina nesse componente.

Segundo Almeida e Giannetti (2012), o uso destes compósitos no setor automobilístico ou aeroespacial é um exemplo de aplicação onde a redução de peso é compensada pela reduzida reciclabilidade do material em comparação com os metais normalmente utilizados. Introduzindo assim o conceito de Avaliação ambiental do Ciclo de Vida (ACV; Life Cycle Assessment – LCA), como uma metodologia que

possibilita a avaliação do impacto ambiental de um produto, levando em consideração os impactos negativos e os benefícios existentes na análise do ciclo de vida completo de um material em relação a todo impacto no meio ambiente, sociedade e planeta.

A redução do impacto dos materiais não é a única solução para um futuro sustentável, é necessária uma mudança nos padrões de produção atuais e um equilíbrio entre produção e consumo, para a sociedade caminhar em direção ao desenvolvimento sustentável (Almeida; Giannetti, 2012). De acordo com Ministério do Meio Ambiente (2006), a Agenda 21 menciona outros aspectos fundamentais para alcançar essa mudança de forma sólida. Como a análise nos processos de produção atual e incentivo ao consumo consciente; o desenvolvimento e implementação de políticas e estratégias públicas que legitimem e estimulem essas mudanças por meio de leis; e estratégias para o uso mais eficiente da energia, recursos naturais e gestão de resíduos.

2.2.2 A Gestão de Resíduos como Solução Ambiental

Entre as décadas de 1950 e 1960, os estudos ambientais se focavam na disposição das matérias-primas e/ou insumos. Foi o início do desenvolvimento de padrões de qualidade e de métricas na emissão de poluentes. Existia uma prática livre de diluição de resíduos e emissões nas águas e no ar e a uma inexistência de responsabilidade por parte das empresas. Nas décadas de 1970 e 1980, o foco passou para o tratamento dos resíduos gerados no processo de produção industrial. Foi o início de um sistema de redução do impacto ambiental, com a aplicação das “Técnicas de Final de Tubo” (Figura 8), que consistem no tratamento de resíduos e efluentes do processo produtivo, considerado uma solução pelas empresas. Estas tecnologias se caracterizam pelo baixo valor dos seus subprodutos, pelo alto custo na implementação e pelo fato de não eliminar os poluentes, mas apenas transferi-los de um meio recetor para outro. Deste modo, a responsabilidade das empresas era minimizada, não havendo uma atitude pró-ativa, mas sim reativa (Almeida; Giannetti, 2009).

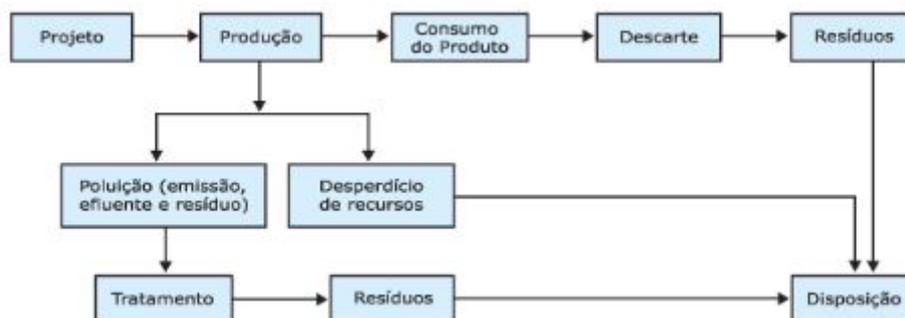


Figura 8: Controle Final de Tubo.
Fonte: Mattosinho et al (2008)

No entanto, da década de 1990 em diante, o foco esteve na Prevenção da Poluição, uma vez que houve instrumentos econômicos e códigos voluntários de conduta, além de uma atitude pró-ativa em solucionar problemas ambientais por meio do emprego de tecnologias mais limpas no sistema produtivo e utilização da Análise do Ciclo de Vida (CETESB, 2002).

Os usos de produtos embalados tiveram um aumento significativo ao longo do tempo, que em sua maioria são utilizados apenas uma vez, o que levou a situação atual de elevação crescimento e acúmulo de resíduos urbanos (Viljanmaa et al., 2002). Como atual estratégia de gestão de resíduos existe a deposição em aterros, a incineração ou mesmo a reciclagem, mas nenhum destes métodos são totalmente eficazes e tem sido alvo de controvérsias e discussões entre a sociedade, ambientalistas e os pesquisadores (Muller, 2003).

A Produção Mais Limpa (P+L) surgiu como uma forma de aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos e produtos, visando o aumento da eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, através da não-geração, minimização ou reciclagem de resíduos gerados em um processo produtivo (Almeida; Giannetti, 2009)

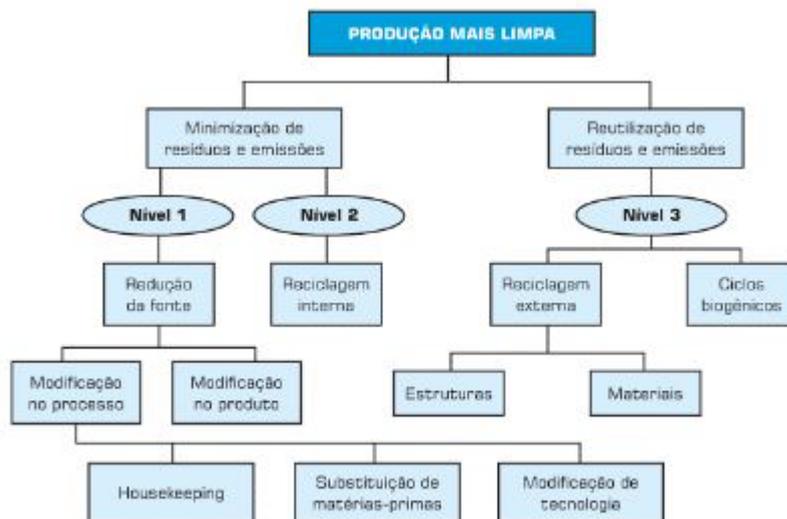


Figura 9: Metodologia de Produção Limpa.
Fonte: Alves; Oliveria (2007)

Dessa forma, a P+L contribuiu para ampliar as práticas sustentáveis em relação aos sistemas naturais, redução da necessidade de insumos para um mesmo nível de produção, e pela minimização da poluição resultante do processo produtivo, distribuição e consumo (Lumi, 2009). Na Tabela 1 apresenta-se um exemplo da metodologia da P+L utilizada pela indústria têxtil.

Empresa	Problema	Medidas Implantadas	Resultados
Cermatex – Indústria de Tecidos Ltda.	Elevada carga orgânica no efluente gerado no processo de engomagem.	Substituição do amido natural bruto por amido solúvel. Instalação de tanques de armazenagem de goma para recozimento. Reestudo geral das formulações de gomas.	Redução de 50% na carga orgânica do efluente gerado. Diminuição no consumo de amidos. Redução de 10% no consumo de água e de energia no processo de beneficiamentp. Redução de 1,5% no custo final do produto.

Tabela 1: Exemplo de Aplicação da Produção Limpa.

Fonte: Adaptado de Almeida e Giannetti (2009)

Ao longo da cadeia de produção têxtil existem diversas operações geradoras de resíduos, desde o descaroçamento do algodão até restos de fios e tecidos das confeções, que criam uma variedade de rejeições quanto à característica e a quantidade. Em particular, destaca-se os resíduos perigosos provenientes da embalagem ou mesmo do uso de produtos químicos, como por exemplo, a perda de pasta na estamparia, a geração de lodos biológicos de tratamento, entre outros. No que se refere ao lodo biológico é importante salientar que este possui poder calorífico e poderia ser utilizado como substituto do combustível em caldeiras de biomassa, sendo outro exemplo da aplicação da P+L na indústria têxtil (SINDITÊXTIL-SP, 2009).

Deste modo, as indústrias têxteis e de confecção que buscam reduzir a geração de resíduos por meio de tecnologias limpas, tornam-se mais eficientes e competitivas quando utilizam a P+L como solução para a gestão ambiental dos resíduos. A aplicação da P+L no setor têxtil reduz os custos da produção, melhora na eficiência do processo e qualidade final do produto, contribuindo para a inovação industrial e a competitividade, reduzindo custos, riscos e melhorando o conceito público da empresa produzindo benefícios sociais, econômicos e ambientais (Debastiani; Machado, 2012).

É possível conferir a evolução do desenvolvimento tecnológico das indústrias têxteis (Tabela 1), através das décadas, quanto ao uso de produtos químicos nos processos com vistas à P+L. A gestão de resíduos não fica restrita ao processo produtivo das indústrias e confeções, muitas empresas têm focado sua produção objetivando o reuso de resíduos têxteis, marcas que baseiam seus produtos na economia circular e criativa, apesar de serem processo artesanais em sua grande maioria, tanto as

empresas quanto seus produtos têm ganhado grande notoriedade atualmente na escolha do consumidor. Os retalhos de tecidos de algodão, como a tricoline ou a *chita*, também podem ser utilizados em trabalhos artesanais para confeccionar bolsas, toalhas, colchas, tapetes, cortinas, entre outros, em um único tom, multicolorido ou estampado, por exemplo. É possível misturar tecidos, desde que não tenham elastano na composição, por dificultar a costura (junção) de materiais com diferentes níveis de elasticidade. Os materiais escorregadios, como o cetim, ou muito finos, como o *voal* de seda, não são recomendados para o trabalho com retalhos, pois são difíceis de manusear. Para o forro, tecidos resistentes como o *denim* ou outro tipo de sarja são opções viáveis (SINDITÊXTIL-SP, 2009).

Contudo, a P+L dentro do setor têxtil ainda é um grande desafio, devido ao curto Ciclo de Vida destes produtos e o crescente consumismo representa um obstáculo na busca pelo Desenvolvimento Sustentável. Deste modo, atitudes conscientes do consumidor colaboram para que este objetivo seja atingido como esperado. A redução de resíduos na indústria pode ser alcançada a partir de melhorias estratégicas nos processos de fabricação, prevendo e considerando os impactos ambientais em todas as etapas de desenvolvimento de novos produtos, da origem da matéria-prima até o descarte pelo consumidor final.

Diversas práticas podem ser aplicadas na indústria e confecção para reduzir a geração de resíduos, como exemplo, o conhecimento prévio das larguras dos rolos de tecidos, os detalhes estratégicos da modelagem, possibilitando um melhor aproveitamento e encaixe, correto descanso dos tecidos para evitar encolhimentos e deformidades na mesa de corte, definição da grade de tamanhos e a combinação adequada de referências e de tamanhos em um mesmo plano de encaixe, a partir da observação da engenharia dos produtos, são ações que podem garantir um melhor aproveitamento da matéria-prima (Debastiani; Machado, 2012).

De acordo com Audaces (2015), para evitar o desperdício de tecido, os tipos de encaixe são importantes no processo de confecção; ao saber o tipo de encaixe que será utilizado, é possível escolher o melhor método e, assim, prever o tempo e a quantidade de tecido necessários para o processo completo. Deste modo, encaixe é a disposição dos moldes lado a lado sobre o enfiado do tecido, colocados o mais próximo possível, sobre essa superfície. O número de camadas pode em alguns casos ser superior a uma centena e, após o encaixe, todas serão cortadas ao mesmo tempo por máquina de lâmina serra vertical. O encaixe deve ser estudado previamente para evitar desperdícios, sendo que esse estudo pode ocorrer através de moldes miniaturizados (geralmente 1:5 para peças

maiores e 1:3 para as menores) ou por programas computacionais específicos para essa finalidade (Audaces, 2015)

Ainda referente ao corte, os intervalos restantes entre os moldes constituirão as aparas ou resíduos têxteis provenientes desse processo precedente à confecção (Ribeiro; Andrade Filho, 1987). Os resíduos da indústria em especial da têxtil, tem sido uma problemática recorrente em diversos países, no Brasil, cerca de 49.755 toneladas de resíduos têm se acumulado desde setembro de 2017, somente na cidade de São Paulo no bairro do Bom Retiro onde se localizam grande parte das empresas de confecção da cidade (SUSTEXMODA, 2022). De acordo com dados do SEBRAE, o Brasil produz cerca de 170 mil toneladas de retalhos têxteis por ano, sendo grande parte gerada no Estado de São Paulo, estima-se que 80% do material têm como destino os lixões e aterros sanitários, um desperdício que poderia gerar renda, incentivar e promover o estabelecimento de negócios sustentáveis no país (SEBRAE, 2014).

Segundo dados oficiais da agência portuguesa de ambiente (APA, 2021), retirados do Relatório Anual de Resíduos Urbanos, em 2020 foram produzidas em Portugal 5,279 milhões de toneladas de resíduos urbanos (RU), menos 0,05% do que em 2019, verificando-se uma ligeira diminuição na produção, quando comparado com anos anteriores. O que corresponde a uma capitação anual de 512 kg/habitante por ano, ou seja, uma produção diária de 1,40 kg por habitante.

Região	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Portugal Continental	4 474	4 523	4 640	4 745	4 945	5 007	5 014
Região Autónoma da Madeira	110	110	119	124	126	129	123
Região Autónoma dos Açores	136	132	132	137	142	146	142
TOTAL	4 719	4 765	4 891	5 007	5 213	5 281	5 279
<i>Varição face ao ano anterior</i>	±2%	±1%	±3%	±2%	±4%	±1%	↓0,05%

(Unidades: milhares de toneladas)

Tabela 2: Caracterização dos resíduos urbanos por regiões de Portugal.

Fonte: Relatório Anual de Resíduos Urbanos, RARU/2020 (APA – Portugal)

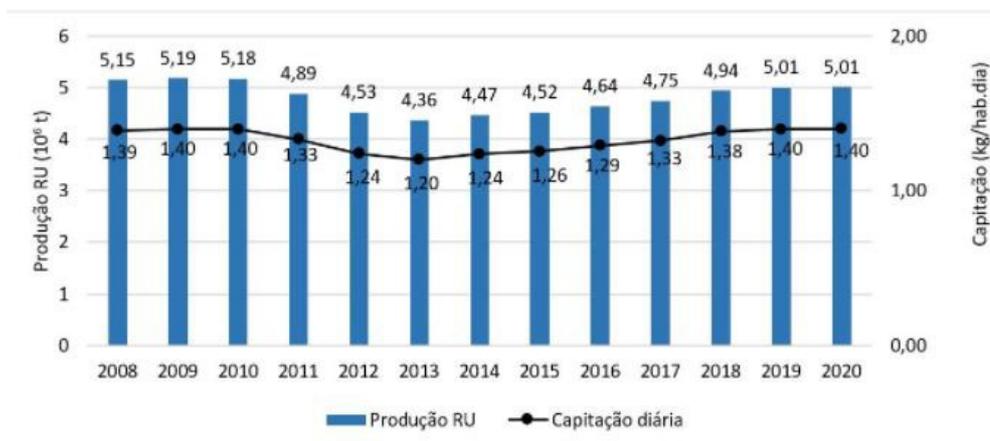


Tabela 3: Resíduos urbanos por ano e por habitantes/dia

Fonte: Relatório Anual de Resíduos Urbanos, RARU/2020 (APA – Portugal)

A APA em seu relatório cita o ano de 2020 como atípico na avaliação dos dados para inclusão no Relatório Anual de Resíduos Urbanos (RARU). Mediante a questão pública ocasionada pela SARS-CoV-2 (COVID-19) quando qualificada pela Organização Mundial de Saúde como pandemia internacional, afetando todo território de Portugal, inclusive o sector dos resíduos. No que diz respeito ao direcionamento e distribuição dos resíduos urbanos e sua gestão, como pode ser verificado na figura abaixo:

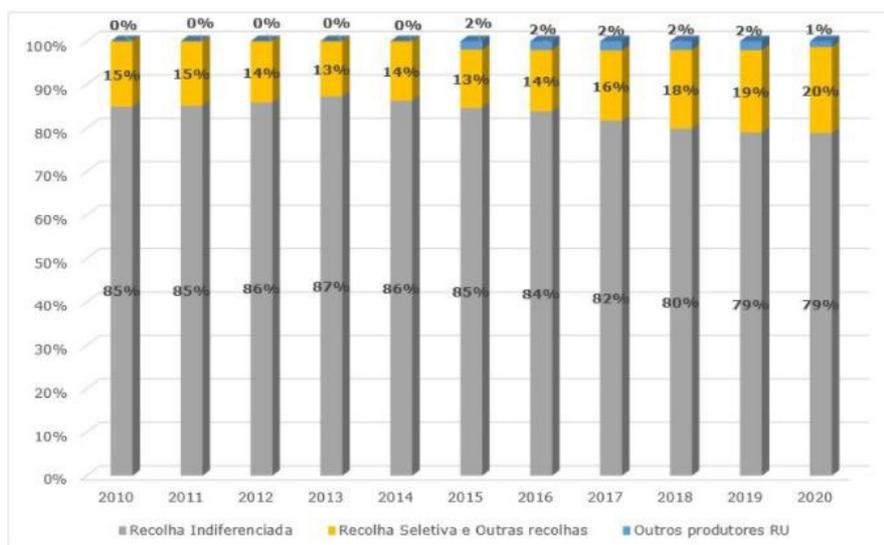


Tabela 4: Caracterização por tipo de recolhas de resíduos urbanos

Fonte: Relatório Anual de Resíduos Urbanos, RARU/2020 (APA – Portugal)

Conforme a APA, sem interromper o serviço de coleta e hierarquia dos resíduos mensurados em 2019, no ano 2020 houve alterações no que diz respeito aos resíduos direcionados diretamente para o aterro, ocasionados pela situação pandémica visando evitar a propagação do vírus. O gráfico 5, reflete a variação de direcionamento e destino final dos resíduos urbanos coletados pelo SGRU de Portugal Continental de 2010 a 2020. No gráfico Y são apresentados os dados de valorização dos resíduos em comparação com a deposição em aterro nos anos 2018 a 2020, sendo utilizada a metodologia *Guidance on municipal waste data collection, September - EUROSTAT 2016*, para aferir a apuração. Em relação aos destinos finais a deposição em aterro, constitui em 2020, cerca de 64% do total de resíduos urbanos coletados.

Gráfico 5: Caracterização de direcionamento dos resíduos urbanos

Fonte: Relatório Anual de Resíduos Urbanos, RARU/2020 (APA – Portugal)

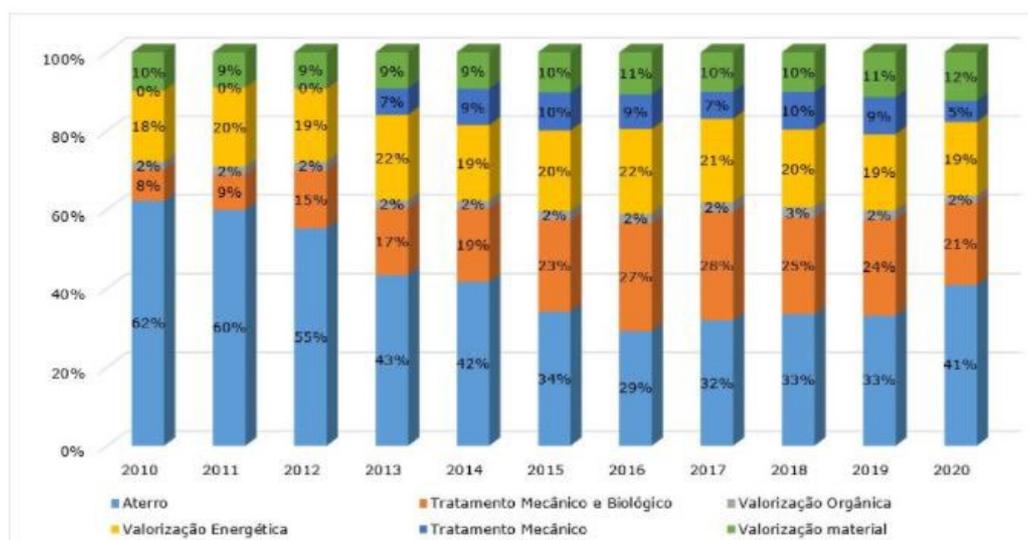
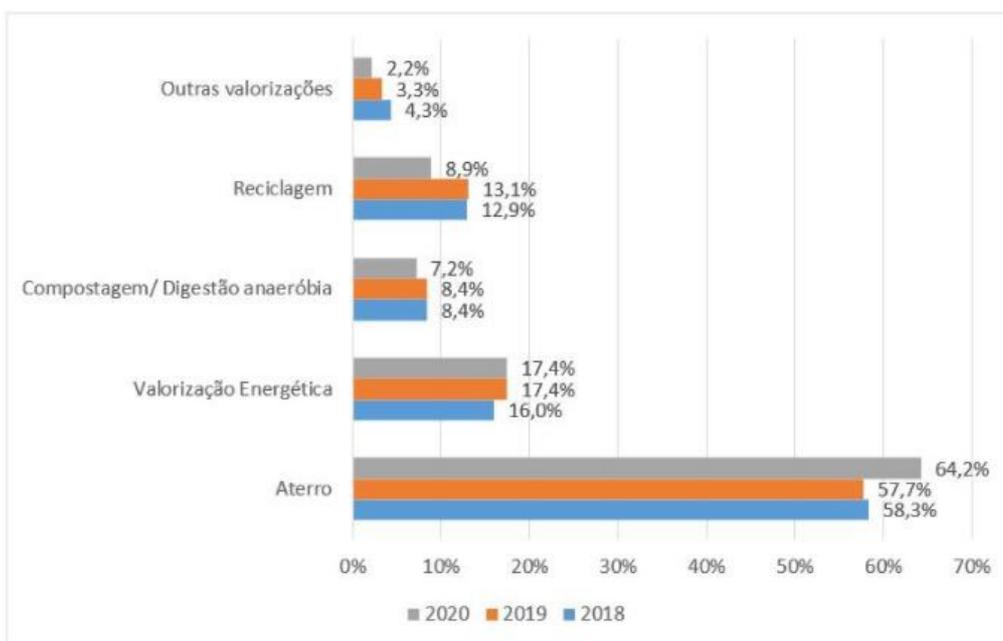


Tabela 6: Caracterização por tipo de recolhas de resíduos urbanos

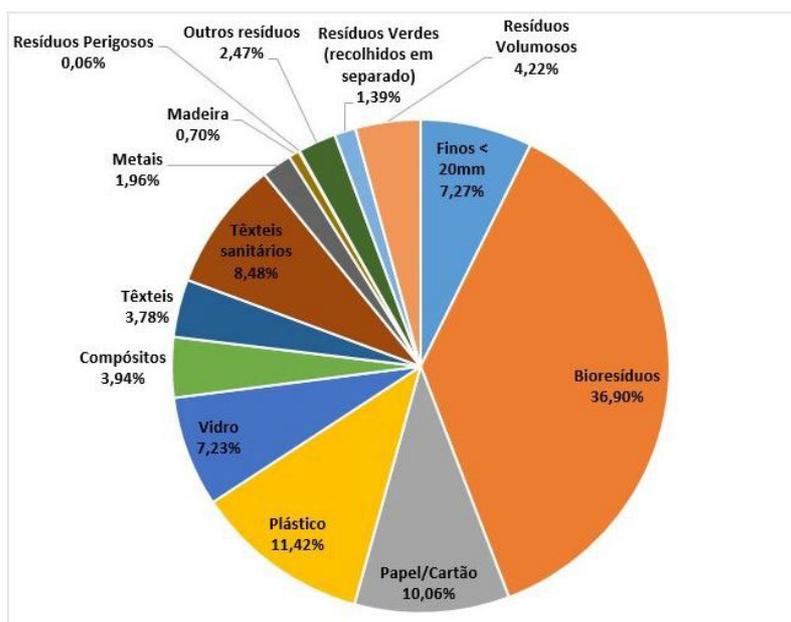
Fonte: Relatório Anual de Resíduos Urbanos, RARU/2020 (APA – Portugal)



No gráfico Z são apresentados os resultados da caracterização física dos resíduos urbanos produzidos no continente português em 2020, métrica elaborada com base nas especificações técnicas da Portaria n.º 851/2009, de 7 de agosto.

Tabela 7: Caracterização física da recolha indiferenciada dos resíduos Urbanos

Fonte: Relatório Anual de Resíduos Urbanos, RARU/2020 (APA – Portugal)



De acordo com estes dados, é possível afirmar que mediante um descarte correto e uma coleta seletiva e encaminhamento para reciclagem e outras formas de valorização, os resíduos podem ser

úteis e voltar novamente para o ciclo produtivo. Os dados disponibilizados pela APA dizem respeito somente aos resíduos urbanos, apesar de haver a coleta de resíduos não urbanos, incluindo industriais, estes dados não estão disponíveis de forma aberta pela agência. Se na métrica dos resíduos urbanos, os resíduos têxteis pontuam 3,78% de um total de 5,279 milhões de toneladas de resíduos somente em 2020, em torno de 200 mil toneladas por ano, fica a dúvida de quanto é descartado pela indústria têxtil?

Os resíduos têxteis quando descartados e coletados adequadamente, podem ser reciclados ou reaproveitados nas fases pós-industrial ou pós-consumo. Os resíduos pós-industriais são compostos pelos subprodutos das indústrias têxteis, produtos reprovados pela qualidade, retalhos e fios que sobram nas várias etapas de produção. São provenientes de fiações, tecelagens, malharias e confeções. Já os resíduos oriundos do pós-consumo são caracterizados pelos artigos têxteis ou de vestuário que não possuem mais utilidade, sendo descartados por estarem desgastados, danificados ou fora de moda. Sendo por vezes, doados a instituições de caridade ou repassados para amigos e familiares e, em alguns casos, são depositados no lixo e acabam nos aterros sanitários (Zonatti et al., 2016).

O reaproveitamento têxtil pode ser realizado de forma artesanal ou industrial. O processo manual é simples e consiste na reutilização das sobras dos tecidos para o artesanato, como bonecas de pano, ecobags, colchas, tapetes, roupas, porta documentos, capas de caderno e uma infinidade de objetos que dependem exclusivamente das capacidades e da criatividade do artesão (SINDITÊXTEL-SP, 2013). O mercado que envolve os resíduos atual evoluiu, podemos ver que em 2013, os sindicatos responsáveis pela indústria têxtil não notavam o valor destes resíduos. Sendo que hoje diversos designers, marcas e empresas de moda já baseiam seus negócios exclusivamente a partir destes resíduos, pautados por objetivos sustentáveis e incentivados pelas novas economias como a circular e a criativa.

Recentemente, tem se observado um maior interesse da indústria têxtil pelo desenvolvimento de produtos tecnológicos, dentre eles os biodegradáveis, contudo, estes ainda não têm um impacto comercial significativo no mercado. Biodegradáveis e não biodegradáveis, o produto não pode ser considerados biodegradável como um todo (Inkinen et al., 2008). Principalmente na moda, os produtos possuem em sua composição diversos componentes, como é o caso dos botões, normalmente produzidos de polímeros com base em petróleo. Os potenciais benefícios decorrentes do desenvolvimento deste tipo de materiais seria a redução de matérias-primas à base de petróleo, ou

seja, preços menos variáveis, menor emissão de gases de efeito de estufa com consequente diminuição de energia na sua produção (Petrie, 2012).

De acordo com (Manzinni e Vezzoli, 2008; Chehebe, 2002), a reciclagem é a última alternativa de reaproveitamento de materiais, quando estes se encontram no final do ciclo de vida. Considerado um processo menos ecológico que a redução e a reutilização por implicar em consumir mais energia na fabricação de outro produto.

Segundo o REI, Relatório de informações econômicas de reciclagem, Criado em 2001 pela EPA, para encorajar o desenvolvimento de um mercado econômico para a reciclagem. Visando aumentar a compreensão das implicações econômicas da reutilização e reciclagem de materiais. A reciclagem é uma parte crítica da economia dos EUA - contribuindo para empregos, salários e receitas fiscais do governo. A reciclagem tem sido um componente importante dos esforços de décadas da Agência de Proteção Ambiental (EPA) para implementar a Lei de Conservação e Recuperação de Recursos (RCRA) e seus esforços mais recentes para buscar uma abordagem de Gestão de Materiais Sustentáveis (SMM), visando reduzir os impactos ambientais de materiais em todo o seu ciclo de vida. O programa SMM da EPA fornece dados, informações, diretrizes, ferramentas e assistência técnica sobre conservação de recursos, reciclagem, recuperação de recursos, redução de resíduos e questões de aterro.

O processo de reciclagem conserva recursos e protege o meio ambiente. Os benefícios ambientais podem incluir a redução da quantidade de resíduos enviados para aterros e instalações de combustão; conservar recursos naturais, como madeira, água e minerais; e prevenção da poluição por meio da redução da necessidade da extração de novas matérias-primas. Os benefícios econômicos e sociais incluem uma economia mais segura, o aproveitamento de uma fonte doméstica de materiais, apoio a manufatura e criação de empregos nas indústrias de reciclagem e manufatura.

Benefícios da reciclagem para a sociedade e meio ambiente:

- Reduz a quantidade de resíduos enviados para aterros e incineradores
- Conserva recursos naturais como madeira, água e minerais
- Aumenta a segurança econômica ao explorar uma fonte doméstica de materiais
- Evita a poluição, reduzindo a necessidade de coletar novas matérias-primas
- Economiza energia

- Oferece suporte à manufatura americana e conserva recursos valiosos
- Ajuda a criar empregos nas indústrias de reciclagem e manufatura nos Estados Unidos

Atualmente, as proporções da produção de resíduos e da poluição gerados no meio ambiente são elevadíssimas, e produzem-se de modo tão rápido que a natureza é incapaz de absorvê-las naturalmente (Salcedo, 2014). Usualmente, apenas o ser humano apodera-se infindavelmente dos recursos e nutrientes que a natureza proporciona para o seu sistema biológico, e acabam por devolver esses materiais de forma quase inapropriada para a saúde da natureza. Porém a própria natureza é o reflexo de uma inspiração sustentável, pois ela “opera de acordo com um sistema de nutrientes e de metabolismos em que o desperdício não existe” (Braungart e McDonough, 2013).

Ao longo de décadas, verifica-se a intensificação das atividades económicas e as suas consequências, que contribuem para a escassez dos recursos naturais impactando o volume de resíduos, depositados no meio ambiente. Em detrimento destas questões, a política relativa ao meio ambiente tem vindo a evidenciar a necessidade da implementação de ações de gestão sustentável de resíduos, em conjunto com os recursos naturais, sendo esta uma das áreas consideradas prioritárias na União Europeia (UE) que fazem face às alterações climáticas no ecossistema, e na saúde e qualidade de vida (Proposta de PNGR, 2011). A nível nacional nos anos 90, tem sido implementada diversas estratégias de gestão de resíduos, tais como o Plano Estratégico de Resíduos Sólidos Urbanos (PERSU) e o Plano Estratégico de Gestão dos Resíduos Industriais (PESGRI) (PNGR, 2011-2020).

Segundo Manzini e Vezzoli (2008) a minimização e valorização de resíduos é um tema urgente a ser considerado, uma vez que permite, para um produto ou serviço em específico, a interação por parte das indústrias de modo a aperfeiçoar em todas as diferentes fases de produção os tipos de recursos e reduzir o consumo energético e de materiais. Uma das fases primordiais e faz grande diferença na valorização dos resíduos é o início do projeto de desenvolvimento de novos produtos, onde ocorre a seleção de matérias-primas secundárias com objetivo principal de reintroduzir os resíduos no processo produtivo.

A nova diretiva do Plano Nacional de Gestão de Resíduos (PNGR, 2011-2020), teve o objetivo de estabelecer a definição de resíduo na busca de valorizar e incentivar sua utilização, visando a maior conservação dos recursos naturais e crescimento do valor económico dos resíduos, incluindo conceitos como o subproduto e o fim do estatuto de resíduo, de modo a facilitar o processo de gestão dos

diferentes materiais presentes. Foi definido assim, o modo de hierarquização de processos de valorização e gestão (Figura 10) de acordo com a classificação dos resíduos.

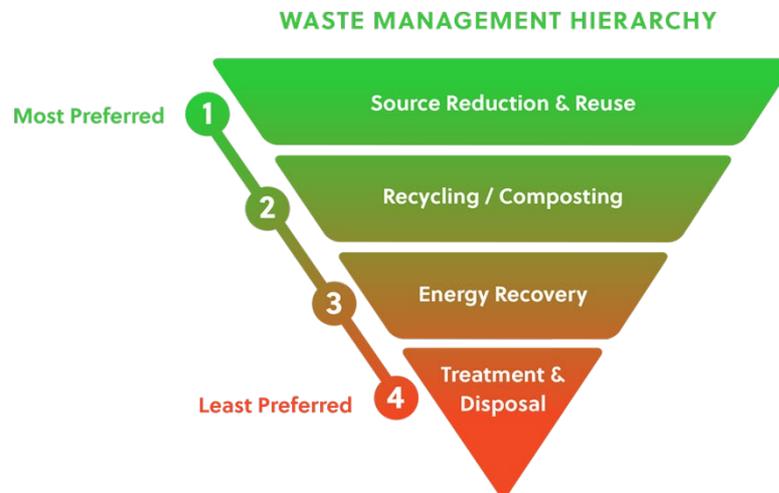


Figura 10: Hierarquia de valorização e gestão de resíduos

Fonte: Adaptado EPA/PNGR, 2011-2020

Durante as últimas décadas, a indústria da moda tem implantado diferentes técnicas e metodologias objetivando a minimização e valorização de resíduos gerados durante os processos de produção, apesar disso, fatalmente ainda ocorre a produção constante de resíduos das matérias-primas utilizadas, caracterizado como resíduo têxtil pós-industrial. Estes resíduos se originam a durante as diferentes etapas inerentes as operações de fabrico, que consistem em pequenos retalhos, aparas e peças reprovadas no controle de qualidade.

Após a utilização e o consumo dos produtos, observamos que acabam por serem desperdiçados, descartados e coletados sendo direcionados erroneamente para os aterros industriais, juntamente aos materiais biológicos, impedindo assim o reuso dos recursos técnicos benéficos e de grande valor industrial e social presentes em sua fabricação. Diante deste é necessário a aplicação de soluções alternativas mais sustentáveis eliminando o descarte valorizando os resíduos. Uma das possibilidades principais para a redução desses aspetos e impactos negativos e melhor gestão dos resíduos gerados no setor fabril passa pela introdução, consideração e análise do ciclo de vida (AVC) dos produtos e materiais, desde a extração da matéria-prima, produção e uso, até à gestão e deposição dos resíduos.

Pois os efeitos ambientais provêm de decisões que se interligam na realização dos diversos estágios do ciclo da vida do produto (AEP, 2013).

A partir da metodologia da Análise do Ciclo de Vida (ACV), pode-se prever e avaliar os múltiplos impactos de um produto ao longo do seu ciclo, incluindo o planeamento de métodos de reuso e reciclagem. Seguindo após esta análise, quando identificados e percebidos os aspetos ambientais mais importantes, pode-se designar linha comparativa dos processos e de produtos distintos, permitindo a definição dos objetivos da sustentabilidade, e por fim aplicar nas melhorias do produto ou as alterações necessárias para a solução de um problema iminente (Salcedo, 2014).

Partindo deste início, a implementação do método ACV na indústria da moda pode promover grande utilidade quanto à seleção soluções adequadas mediante o objetivo de obter uma trajetória mais sustentável (Papanek, 1984). Num pensamento analítico e contínuo sobre a abordagem da indústria têxtil a possível valorização de seus resíduos, a Análise do Ciclo de Vida permitirá a reintrodução dos desperdícios gerados na produção. A partir da observação das fases convencionais e rotineiras do processo de produção da indústria da moda, do projeto de design, a modelação do produto, planeamento e seleção de materiais, cortes das matérias-primas, costura, montagem, acabamento, até à distribuição final do produto.

Com a reintrodução dos resíduos no ciclo de vida de produção (CVP) levando em conta os desenvolvimentos de produtos mais sustentáveis podem ser obtidos uma redução significativa dos impactos negativos e com isso diminuir a constante preocupação ambiental e social que a indústria acarreta atualmente. Uma solução é o mapeamento do sistema de produção ideal na indústria têxtil e moda, incluindo o uso do resíduo gerado limpo e ainda com qualidade exigida para a construção dos novos produtos.

Resumidamente, a partir da aplicação do design sustentável inserido no processo de produção, pode ser instaurada uma possível “revolução industrial”, onde novos produtos são projetados através da reutilização de resíduos e não da exploração dos recursos naturais. “Nós e as coisas que produzimos podemos ser muitos, por termos o sistema correto – um sistema criativo, próspero, inteligente e fértil; e como as formigas, seremos “eficazes”” (Braungart e McDonough, 2013).

Uma verdadeira revolução benéfica, baseada em novas economias evolutivas, circulares e regenerativas. Incluindo o conceito do sistema *Cradle to Cradle*, onde materiais são desenvolvidos e utilizados diferenciando a biosfera da tecnosfera, criando assim dois ciclos industriais distintos e

ecoeficientes. Onde materiais otimizados para o ciclo biológico são biodegradáveis ou obtidos a partir de matéria-prima ou insumos vegetais, retornando mais tarde como nutrientes biológicos de forma segura e positiva para os ecossistemas renovando o seu ciclo. Já os materiais pertencentes ao ciclo técnico oriundos de fontes não renováveis, aqueles que não são renovados de maneira contínua pela biosfera, como por exemplo os metais ou polímeros. Denominados nesta metodologia de nutrientes técnicos e circulam em ciclos industriais fechados, onde são reutilizados.

Enquanto no sistema atual pautado em uma economia linear, onde são produzidos, utilizados e descartados, no design com base no *Cradle to Cradle* e na Economia Circular estes materiais alimentam continuamente a geração de novos produtos. Um sistema em que melhor se valoriza os resíduos naturais e mais adequadamente faz a gestão dos resíduos, reduzindo drasticamente o impacto da indústria e humanidade no ambiente e no planeta.

2.2.3 O Método de Downcycling

Antes de abordar o método, acredito ser importante relembrar que a matéria-prima para sua aplicação é abundante em nosso planeta, seja no Brasil ou em Portugal, relacionados a disponibilidade de resíduos oriundos da indústria têxtil, englobando tanto os resíduos pós-industriais quanto pós-consumo.

Diante da realidade e de dados já citados, como de Portugal que produz cerca de 200 mil toneladas de resíduos têxteis por ano (APA, 2020) e possui uma coleta seletiva de resíduos bem estruturada. Ou mesmo do Brasil que apensar dos dados desatualizados chega-se a 170 mil toneladas de resíduos têxteis anuais (SEBRAE, 2014), um país que ainda não possui uma coleta de resíduos eficiente, mas já demonstra indícios de visualizar o valor econômico do lixo. Em 2008, deixou de arrecadar cerca de US\$ 12 bilhões por não ter reciclado 78% dos resíduos sólidos gerados em solo nacional, que acabaram desperdiçados no lixo comum por falta de coleta seletiva (O ESTADO DE SÃO PAULO, 2009)

Segundo Zonatti et al. (2015), as empresas brasileiras envolvidas com o reuso e a reciclagem têxtil, em 2008 optou por importar os resíduos têxteis, ao invés de utilizar os nacionais, devido a falta de gestão adequada tanto no descarte quanto na coleta dos materiais, por exemplo: resíduos descartados com sujidades, mistura de matérias-primas distintas, alto custo com mão-de-obra para realizar a separação, falta de estímulos fiscais e tributários para comercialização dos produtos desenvolvidos, logística de transporte, entre outros.

É possível afirmar, de acordo com (McDonough e Braungart, 2002; Fuad-Luke, 2010), que a reciclagem é literalmente um processo de Downcycling, por reduzir a qualidade do material ao longo do

processo. Desse modo, pode ser definido como um processo de recuperação de um determinado material para reuso em um produto com menor valor, ou seja, a integridade do material é de certa forma comprometida com o processo de recuperação. Atualmente, existe uma discordância na afirmativa acima, sendo que objetos produzidos a partir de material reciclado atualmente têm adquirido altos valores agregados, incluindo também novas tecnológicas de reciclagem e métodos como o *Cradle to Cradle* que resinificam os resíduos sem comprometer o seu valor.



Figura 11. Exemplo de produto final do processo de Downcycling

Fonte: OBERK, 2018

Existem vários benefícios do processo de *Downcycling*, o mais importante atualmente é o auxílio na proteção do meio ambiente, resinificando os resíduos e produzindo novos produtos de algo que de outra forma iria acabar em um aterro. Este processo oferece benefícios como:

- Economia de custos de energia
- Minimização da Poluição
- Redução nos custos de fabricação
- Proteção Ambiental

O *Downcycling* é o processo no qual os produtos usados e muitas vezes não utilizados são reciclados e reprocessados para a produção novos itens. Alguns pesquisadores argumentam que toda a forma de reciclagem é importante, em observação pelo seu resultado em amplo espectro. A questão é que cada

material têm um grau distinto de reciclabilidade, sendo que alguns se deterioram progressivamente a cada reprocesso. A maior parte da reciclagem é, na verdade, *Downcycling*, e reduz parcialmente a qualidade do material ao longo do tempo. Os benefícios deste processo são inúmeros, ajudando na manutenção do uso dos materiais, reduzem o consumo de matérias-primas virgens, evitam o uso de grandes fontes de energia, emissões de gases de efeito estufa, poluição do ar e poluição da água da produção primária e extração de recursos naturais.



Figura 12 - Símbolos dos Processos de *Recycling*, *Downcycling* e *Upcycling*

Fonte: Adaptado de Moreira et al. (2017).

Downcycling é comumente citado como um termo para descrever um produto reciclado que estruturalmente não é tão resistente quanto o produto original feito a partir de materiais virgens. Os materiais oriundos deste processo normalmente são utilizados apenas para a produção de produto diferente do original. Mas é possível o uso em produtos iguais aos da origem do material reciclado, desde que seja realizada uma mistura entre diversos materiais reciclados ou materiais virgens, caracterizando muitas vezes um compósito.



Figura 13: Material de Polímero Reciclado de Embalagens de Leite (Madeira plástica)

Fonte: Carpintaria Rezende (2020).



Figura 14 – Produto de Moda produzido com Polietileno Tereftalato Reciclado (Malha PET).

Fonte: Oberk (2018).

O termo *Downcycling* foi utilizado pela primeira vez por Reiner Pilz em uma entrevista por Thornton Kay em SalvoNEWS em 1994. O conceito deste processo também foi citado por William McDonough e Michael Braungart em seu livro de 2002 - *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. De acordo com Moreira et al. (2015), os processos *Recycling*, *Downcycling* e *Upcycling* têm grande relevância na redução dos impactos no meio ambiente e são alternativas que devem ser consideradas pelas organizações, pois possibilitam novas oportunidades econômicas, através de uma matéria-prima que seria previamente descartada.

O princípio de qualquer um destes processos é a reutilização de materiais ou produtos, que se encontram no fim da vida útil, adquirindo novas funções. Desta maneira, o desperdício de materiais potencialmente úteis é evitado, possibilitando a minimização dos excedentes provenientes de processos industriais (Anicet, 2012, p. 102). Segundo Geyer et al. (2015), a relação entre Downcycling, reciclagem em circuito aberto e seu impacto ambiental é que um desenvolvimento de produto e gestão de fim de vida ruins podem levar a materiais reciclados de baixa qualidade, limitando as aplicações destes materiais quando reciclados.

Ao observar o cenário internacional, alternativa sustentável tem sido discutidas em busca de mudar a atual conjuntura. Foi aprovada em 2008 pela União Europeia uma diretiva que determina a reciclagem de 50% de todos os resíduos até 2020. No panorama brasileiro a reciclagem de resíduos não chega a 3% em relação ao total de resíduos sólidos urbanos. Já em países como Suécia, Suíça, Holanda,

Alemanha, Áustria e França o objetivo já foi excedido, ultrapassando 50% dos resíduos destinados a reciclagem. Na França, metade matérias-primas que são consumidas pela indústria são oriundas da reciclagem (Abramovay et al., 2013).

Atualmente, predominam os processos de *Recycling* e a *Downcycling* no que diz respeito a recuperação de materiais. O interesse da indústria em reaproveitar os resíduos será maior quando sofrerem com sanções e taxas sobre a geração de resíduos, como já tem acontecido na União Europeia (Abramovay et al., 2013).

Existem legislações, como da ANVISA (departamento de vigilância sanitária brasileiro), que proíbem alguns materiais reciclados de serem utilizados novamente como embalagens de produtos alimentícios, como a PEAD, usadas como matéria-prima de embalagens primárias (ou longa vida), sendo direcionadas para a produção de objetos como mesas, cadeiras e lixeiras, requerendo atenção extra em termos de energia e dos produtos químicos que compõem esses compostos. Outro exemplo de material que não pode ser reciclado é o papel para escrita, não podendo voltar a ser papel do mesmo tipo e com as mesmas características, passando então pelo processo de *Downcycled*, onde se transforma em papéis para fotocópia, papel cartão e papel higiênico.

Os passos básicos para reciclagem de materiais, passam por três etapas, onde criam um ciclo contínuo que é utilizado como símbolo de reciclagem.

Etapas 1: Coleta e Processamento

Existem vários métodos de coleta de recicláveis, incluindo coleta seletiva, centros de entrega e programas de depósito ou reembolso.

Após a coleta, os recicláveis são enviados para uma instalação de recuperação para serem classificados, limpos e processados em materiais que podem ser usados na fabricação. Os recicláveis são comprados e vendidos da mesma forma que as matérias-primas, e os preços sobem e descem dependendo da oferta e da demanda nos Estados Unidos e no mundo.

Etapas 2: Fabricação

Cada vez mais os produtos atuais são fabricados com conteúdo reciclado. Os itens domésticos comuns que contêm materiais reciclados incluem jornais e toalhas de papel, recipientes de refrigerante de alumínio, plástico e vidro; latas de aço e frascos plásticos de sabão em pó.

Materiais reciclados também são usados de novas maneiras, como vidro recuperado no asfalto para pavimentar estradas ou plástico recuperado em carpetes e bancos de parques.

Etapa 3: Aquisição de novos produtos feitos de materiais reciclados

Você ajuda a fechar o ciclo de reciclagem comprando novos produtos feitos de materiais reciclados. Existem milhares de produtos que contêm conteúdo reciclado. Quando for às compras, procure por produtos que podem ser facilmente reciclados ou que contêm conteúdo reciclado

Abaixo estão alguns dos termos usados:

- Produto com conteúdo reciclado - O produto foi fabricado com materiais reciclados coletados em um programa de reciclagem ou de resíduos recuperados durante o processo normal de fabricação. O rótulo às vezes inclui quanto do conteúdo era de materiais reciclados.
- Conteúdo pós-consumo - muito semelhante ao conteúdo reciclado, mas o material vem apenas de recicláveis coletados de consumidores ou empresas por meio de um programa de reciclagem.
- Produto reciclável - Produtos que podem ser coletados, processados e transformados em novos produtos depois de usados. Esses produtos não contêm necessariamente materiais reciclados. Lembre-se de que nem todos os tipos de recicláveis podem ser coletados em sua comunidade, portanto, verifique com seu programa de reciclagem local antes de comprar.

Alguns dos produtos cotidianos que podem ser constituídos de material reciclado incluem latas de alumínio, para-choques de carro, carpetes, caixas de cereais, revista em quadrinhos, caixas de ovo, recipientes de vidro, frascos de sabão em pó, óleo de motor, jornais, toalhas de papel, produtos siderúrgicos e sacos de lixo.

Para o reuso de resíduos têxteis, existem dois processos de *Downcycling* utilizados para a reciclagem e reaproveitamento:

Processo mecânico (Desfibragem)

O processo mais comum de reciclagem têxtil e utilizado em larga escala é a reciclagem mecânica, denominada desfibragem. Nesse processo de reciclagem são utilizados resíduos de tecidos de diferentes composições, a mistura de retalhos é definida de acordo com a capacidade da máquina utilizada e do produto final desejado (Wang, 2006). Na Figura 15 é possível observar o início do

procedimento de desfibragem, com a alimentação da máquina com os resíduos, neste caso retalhos de jeans.



Figura 15. Início do processo de desfibragem de jeans

Fonte: ADAMI TÊXTIL, 2014

Para desfibrar os resíduos têxteis, o material deve ser uniforme, para esse procedimento, antes são utilizadas máquinas cortadeiras ou guilhotinas automáticas (Wang, 2006). Abaixo exemplo de uma máquina cortadeira (Figura 16), está máquina uniformiza os retalhos e deteta a presença de metais, possibilitando a separação de aviamentos, picotando peças inteiras de vestuário.



Figura 16. Exemplo de máquina cortadeira ("Startcut 500", Laroche, França)

Fonte: LAROCHE, 2014.

A desfibradeira que realiza o processo mecânico pode ser composta por 2, 4, 6 ou 8 estágios, quanto maior o número de estágios, maior a qualidade do material desfibrado. Cada estágio contém um rolo de diâmetro variável com inúmeras agulhas na sua superfície. As agulhas são responsáveis por rasgar e triturar os retalhos, conforme detalhado na Figura 6 (Laroche, 2014).



Figura 17. Exemplo de desfibradeira de 3 estágios projetada para reciclagem de sobras de fiação.

Fonte: Laroche, 2014.

O rolo agulhado gira em alta velocidade, e, a cada estágio o número de agulhas aumentam, a fim de triturar totalmente o material têxtil, dando origem a uma massa desfibrada, conforme a Figura 17 (Laroche, 2014).

As máquinas são projetadas para trabalhar com composições diversas e podem desfibrar de 50 a 3.000 kg de resíduos por hora conforme a necessidade (Laroche, 2014). Dependendo do produto final desejado e da matéria-prima utilizada, o fardo desfibrado (Figura 18) pode ser transformado em mantas para revestimentos, geotêxteis, enchimentos ou como insumo para iniciar novamente o processo de fiação (Wang, 2006).

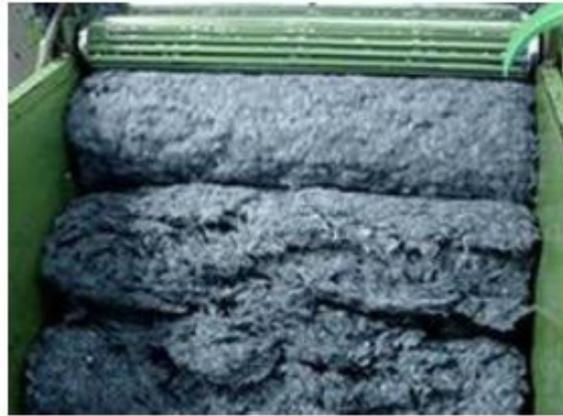


Figura 18. Jeans desfibrado

Fonte: Adami Têxtil, 2014.

Em muitos casos, sequencialmente a desfibragem mecânica, a massa de fibra pode ser encaminhada diretamente para a produção de fios ou não tecidos (Laroche, 2014). Os não tecidos são produtos têxteis de estrutura plana, flexível e porosa, constituída de véu ou manta de fibras ou filamentos, orientados ao acaso ou organizados, consolidados por processo mecânico (fricção) e/ou químico (adesão) e/ou térmico (coesão) e combinações destes. E podem ser classificadas de acordo com o processo de fabricação, matérias-primas, características das fibras ou filamentos, processo de consolidação, peso pr metro quadrado, processo de transformação e/ou conversão, ou associação desses elementos. Quanto à gramatura (massa por unidade de área), os não tecidos podem ser classificados em (ABNT, 1999):

- Leve: menor que 25 g/m²;
- Médio: entre 26 e 70 g/m²;
- Pesado: entre 71 e 150 g/m²;
- Muito pesado: acima de 150 g/m².

A manta, estrutura ainda não consolidada, é formada por uma ou mais camadas de véus de fibras ou filamentos obtidos por três processos distintos: via seca; via húmida e via fundida. No processo via seca os não tecidos podem ser produzidos na carda ou por meio de fluxo de ar (*airlay*). Nesse último processo, as fibras são suspensas em fluxo de ar e depois são coletadas numa tela formando a manta (ABNT, 1999). Abaixo são exemplificados tipos de *airlay* (Figura 19) produzidos com resíduos têxteis.

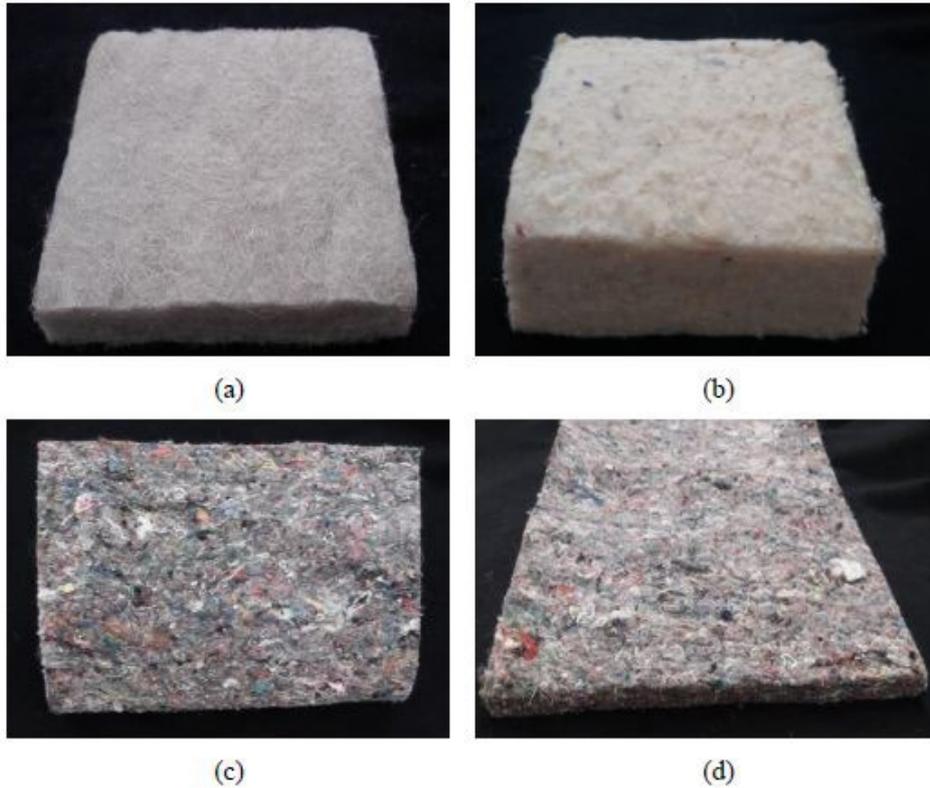


Figura 19. Airlay de diversas composições: (a) poliéster, (b) algodão, (c) composição mista e (d) composição mista com resina fenólica

Fonte: Adami Têxtil, 2014.

Para cada tipo de resíduo têxtil e produto final desejado, pode haver diferenças de tecnologia a utilizar (Laroche, 2014). O esquema gráfico (Figura 20), mostra uma planta completa utilizada na abertura, limpeza e preparação para o processo de fiação dos resíduos de algodão, com capacidade de processar 40 a 1000 kg/h.

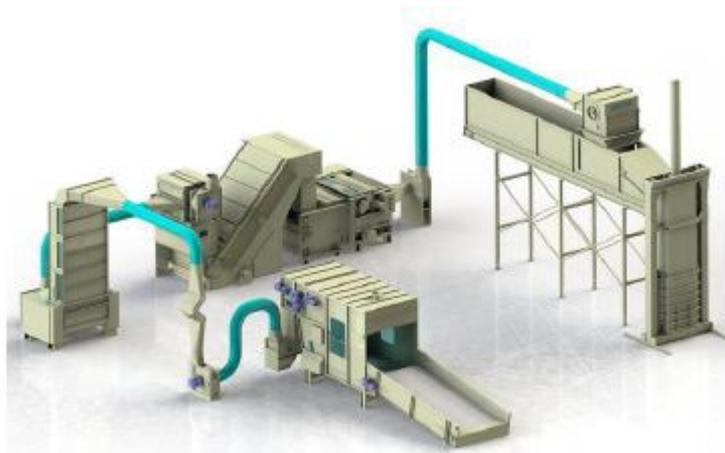


Figura 20. Exemplo de planta completa para processamento de resíduos de algodão (“Soft Line”, Laroche, França)

Fonte: Laroche, 2014.

Para triturar e desfibrar resíduos têxteis considerados “pesados”, objetivando obter fibras regeneradas para produção de não tecidos, normalmente destinados à fabricação de colchões, móveis, isolamento automotivo, base de tapetes e outros é utilizado outro tipo de planta, conforme mostrada na Figura 21.



(a)



(b)

Figura 21. Planta para processamento de resíduos de têxteis pesados (“Exel”, Laroche, França): (a) com 6 cilindros; (b) detalhe das agulhas internas

Fonte: Laroche, 2014.

Processo químico (regeneração de fibras sintéticas)

As fibras químicas foram desenvolvidas inicialmente com o objetivo de imitar e melhorar as características e propriedades das fibras naturais, representando uma alternativa criada pelo homem para as necessidades de diversas indústrias, antes dependentes exclusivamente das fibras encontradas na natureza. Em razão de suas qualidades e excelente aceitação pelo mercado, as fibras químicas tiveram sua gama de utilização expandida, com aplicações específicas, além de conjuntamente ampliar os usos das fibras naturais (Costa, Rocha, 2009).

À medida que suas aplicações cresceram, acabaram por se tornar indispensáveis, mediante o aumento da população mundial e a demanda vestuários confeccionados com maior rapidez e a custos mais baixos, reduzindo, ao mesmo tempo, a vulnerabilidade da indústria têxtil às eventuais dificuldades da produção agrícola (Aguiar Neto, 1996).

As fibras sintéticas são oriundas de derivados do petróleo e sua utilização é bastante aplicado em todos os segmentos da indústria têxtil. Dentre as várias fibras, as mais utilizadas são: poliéster, acrílico, poliamida/náilon, polipropileno e elastano (Araújo, Castro, 1986). Atualmente, as fibras químicas possíveis de reciclagem pelo processo químico são o poliéster e a poliamida (Wang, 2006).

Uma vez que as fibras sintéticas, são normalmente provenientes de derivados de petróleo, possuem um longo tempo de degradação, sua reciclagem em larga escala desempenha uma importante função econômica e ambiental, uma vez que as fibras sintéticas não são biodegradáveis (Wang, 2006).

Existem diferentes processos patenteados de regeneração química de fibras sintéticas, encontram-se registados no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI). A separação de poliamida e elastano foi patenteada no Brasil em 1994, com o código PI 9301222-A. Neste método as fibras precisam estar separadas por cor e composição. O material é colocado no interior de um tanque de aço inoxidável, acrescentando-se ácido fórmico. O conteúdo do tanque é forçado a atravessar um filtro que retém a parte sólida na forma de uma espuma leve de elastano, a qual é lavada para a remoção de todo resíduo de poliamida. Esse material pode ser utilizado no enchimento de bonecas, almofadas ou pode ainda ser novamente extrudido. A fase líquida restante é enviada para um condensador aquecido a 50°C, provocando a separação do ácido fórmico, que passa à fase gasosa. A poliamida fica depositada no condensador, sob a forma de uma massa espessa que pode ser reutilizada na indústria têxtil ou na indústria química de plásticos.

Em 2013, obteve-se a patente PI 1104317-2 A2, onde é detalhado o processo de reciclagem de poliamida 6 e 6.6, a fim de obter um estado de pureza que possibilita a reutilização do resíduo na forma como foi concebido e gerado quimicamente. Nesse processo a fibra é dissolvida, sem modificar a estrutura molecular do material, para ser utilizada pura ou como insumo para a fabricação de plásticos de engenharia. Nesse processo o resíduo a ser reciclado é selecionado manualmente em lotes de poliamida 6 e/ou 6.6, carregado em equipamento hermético. É utilizado como solvente o dimetilformanida (DMF) na proporção de 6 partes de solvente cada 1 kg de resíduo. O solvente aquecido penetra nas fibras do resíduo têxtil e dissolve o elastano que é drenado para fora do equipamento junto com o solvente.

Os estágios de transformação do retalho de poliamida são ilustrados na Figura 22 (a), (b), (c), (d) e (e), a poliamida é transformada em pequenos flocos, que podem ser usados como plástico de engenharia ou passar por uma nova extrusão para a produção de filamentos.



Figuras 22. Estágios da transformação dos resíduos de poliamida em flocos: (a) retalho de tecido 98% poliamida e 2% elastano; (b) retalho de poliamida alvejado; (c) retalho de poliamida livre de elastano; (d) poliamida ao atingir seu ponto de fusão e (e) chips de poliamida

Fonte: Marina Amaral, 2016.

A fabricação de um polímero reciclado chega a economizar até 70% de energia, levando em consideração todo o processo, da extração da matéria-prima primária até o produto final. Os resíduos de poliamida são utilizados na produção de inúmeras variedades de peças e equipamentos domésticos e industriais (H3POLÍMEROS, 2014), além da poliamida, o plástico proveniente de garrafas PET

também pode ser reaproveitado pela indústria têxtil. Como é ilustrado o ciclo de reciclagem da garrafa PET na Figura 23, sendo transformada em um produto têxtil.



Figura 23. Ciclo de produção da malha PET

Fonte: MR.FLY MODA SUSTENTÁVEL, 2011.

O Reaproveitamento de Resíduos Alimentares

Outro grande desafio ambiental é o desperdício de alimentos, um problema social e econômico globalizado. Segundo pesquisas científicas, cerca de um terço dos alimentos produzidos nos EUA não é consumido, assim sendo todos os recursos utilizados para o cultivo, como a água, energia, fertilizantes, incluindo os recursos usados para transportá-los das fazendas para nossas mesas também são desperdiçados.

A maior parte do consumo de recursos e impactos ambientais oriundos do desperdício de alimentos ocorre durante o processo de produção, no processamento, entrega aos mercados até que chegam ao consumidor. Quando ocorre o desperdício, os resíduos alimentares são destinados aos aterros sanitários onde se decompõe, produzindo como subprodutos do processo de decomposição, metano e dióxido de carbono. O metano é um dos gases causadores do efeito estufa que retém o calor no planeta e contribui significante para a mudança climática. Em 2018, segundo a EPA estima-se que nos

Estados Unidos, resíduos alimentares mais que outros materiais, tiveram como destino os aterros sanitários (*Advancing Sustainable Materials Management: Facts and figures* - EPA).

Em 2015, a EPA e o Departamento de Agricultura dos EUA (USDA) estabeleceram para 2030, uma meta nacional de redução de metade em relação a perda e o desperdício de alimentos. Esperam alcançar este objetivo por meio da gestão sustentável de alimentos, auxiliando as empresas e os consumidores a economizar, de modo a criar uma ligação direta entre as comunidades e aqueles em vulnerabilidade alimentícia. Prevenindo assim, a poluição, o aquecimento global e a conservação de recursos naturais. As pesquisas que se envolvem no desenvolvimento de soluções baseadas no conhecimento ciência são importantes para atingir esses objetivos, a reciclagem de resíduos alimentares é uma dessas soluções presentes nas pesquisas da EPA para reduzir o desperdício de alimentos e melhorar sua gestão.

Segundo a EPA, a reciclagem de resíduos alimentares auxiliar na redução das emissões de metano dos aterros sanitários e recuperação de nutrientes e energia valiosos. Em contrapartida do descarte, existindo preocupações em relação aos níveis de plástico e contaminantes químicos persistentes nos fluxos de resíduos alimentares. Os fluxos de resíduos alimentares consistem em alimentos e outros itens (como embalagens de alimentos compostáveis) que são coletados para compostagem ou digestão anaeróbica. As agências têm desenvolvido relatórios sobre a contaminação do solo e lençóis freáticos por fluxos de resíduos alimentares, os impactos desta contaminação e os riscos potenciais para a saúde humana, meios ambientes demonstram que o reaproveitamento é a solução mais segura. (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos - EPA).

O contexto alimentício é essencial para a economia de qualquer país, sendo a área que mais evolui e por consequência é o setor que mais gera resíduos dos tipos sólidos ou efluentes, devendo destinar corretamente e de acordo com as legislações vigente no país. No Brasil, os principais resíduos produzidos pela indústria alimentícia são os efluentes industriais (biológicos e químicos) e resíduos sólidos produzidos no processo de produção de alimentos. Cada tipo de resíduo possui tratamento diferenciado, devido as substâncias contaminantes que podem causar danos ao meio ambiente (TERA, 2016).

De acordo com o SEBRAE (2020), resíduos são característicos do processo produtivo de humanos e animais ou inerentes às atividades produtivas (matéria orgânica, lixo doméstico, águas residuais e gases). Em relação a gestão ambiental, a forma ecologicamente correta de efetuar o tratamento dos

resíduos alimentares passa inicialmente pela sua classificação, em efluentes biológicos e resíduos sólidos (VGRESIDUOS, 2021).

Sendo os resíduos sólidos orgânicos (fração húmida) e recicláveis (fração seca); e os efluentes ocasionalmente gerados nos processos de fabricação (químicos e biológicos), devendo ser avaliadas as diretrizes para esta classificação, determinando o que segue para o reprocessamento (reuso) e o que é rejeito (sem viabilidade de reutilização).

Este trabalho se concentra nos resíduos sólidos orgânicos, de acordo com Albuquerque, D. (2020), resíduos sólidos são aqueles definidos por: resíduos sólidos e semissólidos, processados por indústrias, residências, hospitais, comércio, agricultura, serviços e atividade de diferente geração.

Resíduos classificados como orgânicos (VGRESIDUOS, 2021).

- Bagaços, cascas de frutas e legumes provenientes do processamento de alimentos;
- Lodo sólido de ETE biológicas, inclusive sanitários;
- Produtos alimentícios vencidos ou fora de especificação;
- Restos de alimentos provenientes de residências, restaurantes, supermercados e indústrias;

Estes resíduos sólidos podem ser processados por meio de um sistema natural chamado de compostagem, o processo de degradação estabiliza a matéria orgânica gerando compostos nutritivos que podem ser utilizados como fertilizantes agrícolas. Estão incluídos neste tipo de resíduo os alimentos vencidos, resíduos de alimentos da produção industrial e matérias-primas abaixo do padrão (ECYCLE, 2020).

As Leis e normas têm o objetivo de sistematizar e regulamentar as tarefas humanas e comerciais, e determinar os métodos corretos e seguros de tratamento para os resíduos gerados, sendo imprescindível identificar e categorizar os resíduos de forma padronizada. No Brasil a NBR 10004/04 possui as diretrizes necessárias para a classificação de resíduos sólidos quanto a seus possíveis contaminantes para o meio ambiente e saúde pública. Os procedimentos de caracterização qualificam as etapas e tarefas que geram resíduos, como as propriedades físicas, de cor, odor e grau de heterogeneidade. Juntamente à identificação dos resíduos como perigosos ou não perigosos (BRANT, 2020).

Mediante a grande disponibilidade de resíduos orgânicos e a possibilidade da utilização dos resíduos classificados como “não perigosos” para outras finalidades além da compostagem, é possível afirmar

que estes podem ser uma solução para o desenvolvimento de novos materiais para a indústria da moda e design. Considerando que os recursos naturais são finitos e limitados, surge a necessidade da criação de sistemas de exploração mais racionais que mantenham o equilíbrio dos ecossistemas e diminuam os danos ambientais (Manzini; Vezzoli, 2008).

Baseados em uma economia circular, criativa e regenerativa, novos materiais têm surgido utilizando os resíduos domésticos e da indústria alimentícia. Visando o ato de desenvolver produtos, serviços e sistemas reduzindo o impacto ambiental e aumentando os benefícios sociais, surge o design para a sustentabilidade ampliando a atenção do designer para todas as fases do ciclo de vida do produto (Manzini; Vezzoli, 2008).

De acordo com Fletcher e Grose (2019), propostas tem surgindo na área da moda e design de produto, notadamente, na utilização de matérias-primas não usuais, para a produção de têxteis e acessórios. Afinal, a matéria-prima é o primeiro item da confecção de produtos questionado relativo a sustentabilidade do produto. Alguns destes novos insumos empregados no desenvolvimento de materiais, tem origem justamente no setor alimentício e que de outra maneira seriam descartados. Em relação ao futuro dos materiais, são sugeridos o aproveitamento das rejeições do setor alimentício para o desenvolvimento de novos materiais mais sustentáveis, evitando, portanto, que mais recursos naturais sejam extraídos, contribuindo para a redução do volume de detritos no planeta.

O design pode promover mudanças no material do produto, no processo de fabricação, diminuir o consumo energético ou reduzir o uso de matéria-prima (Edwards, 2011). Aliado a necessidade urgente de um desenvolvimento sustentável o designer pode buscar estas soluções em meio ao próprio problema ou no resgate de conhecimentos e práticas ancestrais as quais forma apagadas pela revolução industrial em busca de máxima produção e máxima lucratividade. Ainda enfrentamos uma crise ecológica, em que os recursos naturais continuam se esgotando e a degradação do planeta é crescente em diversos aspetos (Rodgers e Bremner, 2016).

2.3 Acessórios de Moda: Aviamentos

Os aviamentos são os materiais utilizados para a confecção de uma roupa, além do tecido base, todos os materiais usados para dar acabamento e cumprir uma funcionalidade, e também para fins decorativos. São considerados aviamentos, os zíperes, linhas, botões, elásticos, velcros e ilhós. Quando se trata de um design mais sustentável, lembrar dos aviamentos é importantíssimo, mas é muito comum que fiquem esquecidos no processo.

O vestuário consiste em proteção da saúde e do pudor, e na satisfação quanto à aparência moral e social que se relacionam ao gênero, idade, cultura, religião e outros (Soares, 2011). É o primeiro artefacto que o ser humano recebe na vida e pode ser definido como uma extensão do próprio corpo, pois reflete o bem-estar físico, psíquico e social do ser humano (Forcese, 1981; Reich, Otten, 1987; Huck, Bonhotal, 1997; Grave, 2010). Atualmente dentre todos estes fatores, devemos pensar no impacto negativo ao meio ambiente e planeta, mesmo que o mesmo satisfaça os requisitos pessoais, pode não ser benéfico e bastante prejudicial em questões ambientais.

Os aviamentos são caracterizados de acordo com duas categorias:

- Função decorativa — referentes aqueles aviamentos utilizados apenas para fins estéticos e decorativos;
- Função componente — são os funcionais que compõem e dão sentido a sua função, podendo ser visíveis com a peça finalizada, como franjas, zíperes visíveis e etiquetas ou mesmo invisíveis, como os elásticos e entretelas, por exemplo.

De acordo com Treptow (2013), esses aviamentos precisam ser bem definidos e catalogados para a produção do vestuário, sendo necessário que a ficha técnica possua todas as informações necessárias para a compra do material e localização do mesmo na peça.

Segundo Vianna (2016, p.43), “na cadeia têxtil, os aviamentos estão incluídos durante todo o processo da confecção de uma peça de vestuário e são fundamentais para dar os acabamentos”. Ainda, os aviamentos sendo materiais desenvolvidos na cadeia montante da indústria, detém o sustento da cadeia principal produtiva de vestuário, dando subsistência aos diversos produtos “(...) com maior exigência do domínio de tecnologia” (SEBRAE, 2008). Logo, se diferem tanto por sua função estética quanto prática, atuando o design de produto em interface com o design de moda (Gomes Filho, 2012).

Os principais géneros de fechos de roupa, de acordo com O Grande Livro da Costura (READER'S DIGEST, 1979) são botões, zíperes, ganchos, pressão e 36 Velcro®. Cada variedade de fecho possui características e tamanhos diferenciados, exceto o Velcro® que constitui uma marca registada de um produto padronizado. As suas aplicabilidades podem variar, o botão apresenta inúmeras variações, sendo possível utilizá-lo com casas de botão ou com aselhas, que são alças de linha ou de cordão.

De acordo com Cole e Czachor (2009), os botões podem ser chatos, convexos, meia esfera, e esfera. Podem ter pé (alça para costurá-los) ou furos, podendo ser costurados com pé de linha ou planos. As casas de botão podem ser embutidas, caseadas, verticais ou horizontais, e as aselhas podem ser feitas

com linha, cordão ou tiras de tecido (READER'S DIGEST, 1979). Ainda podem ser encontrados no mercado botões que são aplicados como rebites (Armarinhos São José, 2022). Além dos fechos citados acima, segundo Cole e Czachor (2009) ainda apresentam os cintos, cordões, fivelas, dentes e ilhós. Os botões acompanham padrões de tamanho de acordo com cada tipo de roupa, principalmente nas peças mais tradicionais. Em camisas, por exemplo, os botões têm de 1 cm a 1,5 cm de diâmetro na frente, e podem ter 0,8 cm de diâmetro nas pontas da gola (Coffin, 1998). Em paletós, costumam ter 2 cm na frente e 1,3 cm nas mangas (Cabrera; Meyers, 1983). Em vestidos, as medidas são mais variáveis de acordo com o modelo e o estilo.

O botão, tal qual a linguagem da moda, expressa sua época e segue tendências. Caracterizado por uma moda vigente em um determinado período, reproduz linguagens comunicacionais não verbais, por meio de um sistema de signos (Gardin, 2008). A moda, como fenômeno social, possui caráter temporário e caracteriza-se pela aceitação (ou não) da disseminação de estilos e padrões estéticos-simbólicos pelos usuários (Treptow, 2009). Os botões acompanham os mesmos fenômenos imagéticos, sendo encontrados em museus e em coleções.

O caráter efêmero da moda influencia todo o contexto do vestuário da época, atualmente mediante as questões relativas a conservação do meio ambiente, os botões já acompanham as tendências de práticas sustentáveis e dos novos materiais tecnológicos. O consumo de roupas está fortemente associado aos padrões de vida e cuidados com a aparência e, portanto, vai além do caráter supérfluo, fútil e simbólico, aos quais (muitas vezes) é associado (Vasconcelos, Loreto, Silva, 2015; Barcelo, Esteves, Slongo, 2016).

O uso de um determinado vestuário, ou mesmo um acessório, pode levar à promoção da saúde física, que se relaciona com o conforto psicológico - quando gera uma autoimagem mais positiva ocasionada por principalmente preceitos estéticos quanto ao estilo, design e aparência do modelo, agindo na aceitação social quanto satisfação de uso (NEVES et al., 2015). Os aviamentos, especialmente os botões têm caminhado para uma evolução consciente, juntamente com as novas práticas de construção do vestuário, ligadas a processos e materiais ecoeficientes.

Os aviamentos são dispositivos utilizados no vestuário que apresentam propriedades funcionais, estéticas e/ou simbólicas (Puls, 2003; Treptow, 2009; Fischer, 2010; Marteli et al., 2017). De acordo com Frings (2012, p. 160), “os aviamentos são os materiais usados tanto para fazer o acabamento como para enfeitar roupas e acessórios”, podendo ser subdivididos em: decorativos, funcionais-complementos e/ou básicos.

Para Vianna (2016, p.43), “na cadeia têxtil, os aviamentos estão incluídos durante todo o processo da confecção e são fundamentais para dar os acabamentos”. Ainda, o aviamento sendo um material desenvolvido na cadeia montante da indústria, detém o sustento da cadeia principal produtiva de vestuário. Isto acaba dando subsistência aos diversos produtos “(...) com maior exigência do domínio de tecnologia” (SEBRAE, 2008).

Conhecer os componentes que fazem parte dos aviamentos para o vestuário é importante para a qualidade técnica da roupa, podendo valorizar e até mesmo, controlar o caimento de uma roupa” (Fischer 2010, p.172). A classificação destes acessórios pode ser caracterizada a partir da sua função e protagonismo na peça de vestuário.

Para a montagem de uma roupa são necessários aviamentos como componentes básicos, costurados a peça de roupa e atuando funcionalmente em diversos aspectos do uso. Os acabamentos do tipo bordados, fitas, rendas, lantejoulas e outros possuem teor estético e funcionam como acessórios apenas decorativos (Bosquê, 2014).

Os aviamentos de sustentação, como o caso de bojos, ombreiras, enchimentos, entretelas e barbatanas, contribuem para a modelagem e a configuração da peça sobre o corpo, contribuindo para o caimento e o volume do modelo do vestuário. Já os botões, zíperes, cordões, elásticos, velcros, colchetes, ganchos, fivelas e outros, possuem caráter funcional e são um complemento à peça ou como recurso para a execução do abrir e fechar da mesma, auxiliando no vestir e despir (Pereira, 2013; SENAI, 2014; Marteli et al., 2017).

É importante que o designer de vestuário observe à enorme diversificação das características e funções dos aviamentos, pois, quando utilizados erroneamente, frequentemente causam desconforto, irritação na pele e stresse durante o uso (Marteli et al., 2017). Ocorrendo principalmente com os itens não aparentes, que normalmente, estão em contato direto com a pele, como no caso de etiquetas, elásticos, zíperes, costuras, entre outros.

Os aviamentos disponíveis no mercado possuem grande variedade quanto ao tamanho, material, cor e função. Esta diversidade tem influência sobre a configuração estética do produto, bem como a função prática, sendo percebido com maior clareza quando considerado o uso de dispositivos funcionais do tipo fecho (Fischer, 2010). Na prática, servem como complementos que unem, prendem e/ou ajustam a roupa ao corpo (Alves, Aymone, 2013).

Os aviamentos com função de fechar se localizam normalmente no centro e a frente das peças, ou alocados no centro das costas e nas laterais do corpo, o que exige capacidades motoras diferentes para cada tipo de abertura. Esses dispositivos são empregues para facilitar e viabilizar o vestir da roupa pelo usuário, pois permitem a abertura e o fechamento de partes da mesma (por exemplo: botões, zíperes, Velcro®, colchetes, ganchos, fivelas e outros), como também, prendê-la ao corpo (por exemplo: elástico e cordão) (Forcese, 1981; Pereira, 2013; Gruber et al., 2017; Marteli et al., 2017).

A maioria dos vestuários disponíveis ocidente apresentam um padrão de aplicabilidade em questão de aviamentos de fechar. Como exemplo, a utilização de botões e zíperes de metal em calças jeans, e pequenos botões sintéticos em aberturas de camisas (Marteli et al., 2017), afirmado também por Cole e Czachor (2009) citando o uso de botões de casas e zíperes como abertura da roupa.

O zíper é um tipo de avião de fecho feito de plástico ou metal que se une completamente por meio da cremalheira (dentes) por meio de um puxador e está presente em roupas do tipo calça, bermuda, saia, vestido e jaquetas - podendo ser localizado tanto nas laterais do corpo quanto no centro frente e costas (Cole, Czachor, 2009).

O botão pode apresentar diversos formatos e materiais, mais comumente é encontrado em plástico e metal, onde sua estrutura se une por meio de uma casa ou por pressão. Está presente em roupas de todos os tipos, como calças, bermudas, saias, vestidos, jaquetas, casacos, blusas e camisas. Em relação a seu formato, apresentam formas circulares, ovais, convexas, quadradas e retangulares, com textura ou lisos; podendo ter furos no centro e casas costuradas na vertical ou horizontal (Cole, Czachor, 2009).

A escolha dos aviamentos mediante o tipo, tamanho, formato, cor, textura, quanto a posição espacial do fecho, podem interferir na qualidade da realização das atividades de fechar/abrir e conseqüentemente, influenciar a percepção dos diferentes usuários quanto às características práticas/funcionais dos dispositivos (Cole, Czachor, 2009; Pereira, 2013; Brogin, 2015; Tullio-Pow, 2016; Neves, Marteli, Paschoarelli, 2018).

Além de tudo, podemos afirmar que as etapas de criação, concepção e fabricação de aviamentos são áreas pertinentes ao design de produto, consoante o design de moda. Permitindo a troca de informações a respeito da tecnologia, ergonomia, estética e mercado, em se tratando de soluções pertinentes ao produto e a sustentabilidade do mesmo.

Fletcher e Grose (2011, p.52) afirmam que estes artigos podem ser tão responsáveis pelo impacto ecológico quanto uma peça de roupa, removê-los é difícil e trabalhoso, os aviamentos acabam por ficar nas roupas descartadas, impedindo a reciclagem e contaminando o meio ambiente.

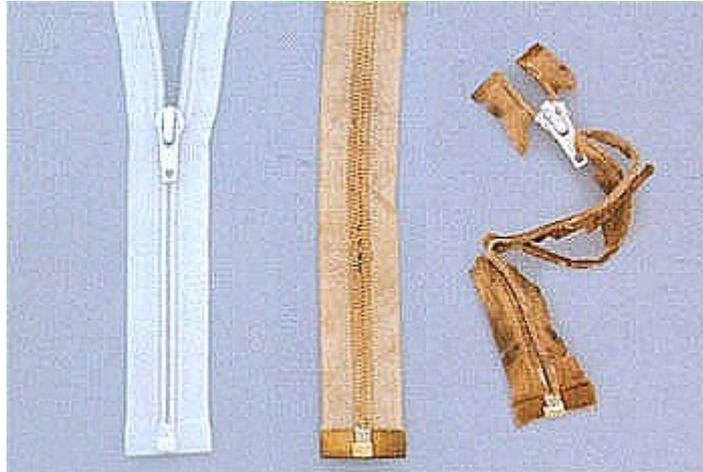


Figura 30: Ziper com Resina Biodegradável ReEarth

Fonte: GBL JEANS (YKK, 2005)

Apostar em aviamentos biodegradáveis seria uma boa solução para o impacto, principalmente dos botões no meio ambiente. Algumas empresas já buscam por estas soluções e podemos encontrá-los no mercado, em 2005 a empresa de aviamentos japonesa YKK lançou um zíper com propriedades biodegradáveis (Figura 30). De acordo com a empresa, o ReEarth™ é uma resina biodegradável composta por milho e outros materiais vegetais, após o descarte microrganismos conseguem quebrar as moléculas e transformar em água e dióxido de carbono, devolvendo os materiais como nutrientes à natureza. O material promete se decompor em cerca de 150 dias quando descartada da forma adequada. Ideal para roupas de tecidos naturais ou com as mesmas propriedades biodegradáveis, produtos como estes podem reduzir o impacto da moda na natureza e o acúmulo de resíduos no planeta.

2.3.1 A Sustentabilidade de um item Essencial: Os Botões

O botão é um objeto utilizado como mecanismo para fechar e abrir uma roupa ou mesmo outros objetos, como as bolsas. Contudo, apesar da praticidade do botão, no princípio foi especificamente utilizado como ornamento de acessórios e roupas. Nesta lógica, ao longo da história da moda tem sido muito importante nos movimentos sociais históricos como símbolo de status e identidade social de cada época. Apesar de incerta e da existência de poucos vestígios da história a respeito dos botões,

segundo indícios surgiu a aproximadamente 3.000 A.C, já existiam no Vale do Indo, localizado no Sul da Ásia durante a época Kot Diji (c. 2800-2600 AC). Outros destes artefactos antigos foram descobertos no Túmulo das Águias, na Escócia (2200-1800 AC), e vestígios encontrados na Idade do Bronze na China (c. 2000-1500 AC) e na Grécia e Roma Antiga. De acordo com Ian McNeil (1990), inicialmente os botões eram utilizados como decoração e não como mecanismo funcional de fecho.



Figura 31: Botões ibéricos de bronze, datados do século IV a.c.

Fonte: Museu da Pré-história de Valencia (2022)



Figura 32: Botão de osso da Idade do Cobre com Orifícios na Base.

Fonte: Museu Nacional de Arqueologia (Matriz Net, 2022)



Figura 33: Botão do Período Medieval/Reconquista Cristã. Séculos XII-XIII d. C.

Fonte: Museu de Évora (Matriz Net, 2022)

A história do botão funcional surgiu na Alemanha do mesmo período, se difundiu pela Europa juntamente com a evolução da indumentária. No século XII, surgem os botões mais próximos dos atuais, tornando-se uma peça de desejo; sendo produzidos com metais e pedras preciosas, sendo utilizados nos punhos das roupas como destaque e ornamento. Em seu auge no século XVIII, adquiriram status de luxo e foram confeccionados por ourives como joias. Gradualmente, os botões passaram a ser vistos como objetos funcionais, e sua função prática passou para primeiro plano e a matéria-prima utilizada passou a ser latão, cobre e vidro em imitação ao cristal. Os botões possibilitaram uma mudança enorme na silhueta, permitindo que as mulheres do século XIII utilizassem vestes justas, dando elegância ao corpo (Figura 34) e braços com mangas justas (Figura 35). Mas por volta de 1760, no mesmo século e início da revolução industrial, o botão perdeu a nobreza sendo produzido em materiais baratos e em grande escala.



Figura 34: Botões em Retrato de Caterina Cornaro (1454-1510), Rainha de Chipre.

Fonte: Galeria Uffizi, Florença. (Wikipedia.org - 2022)

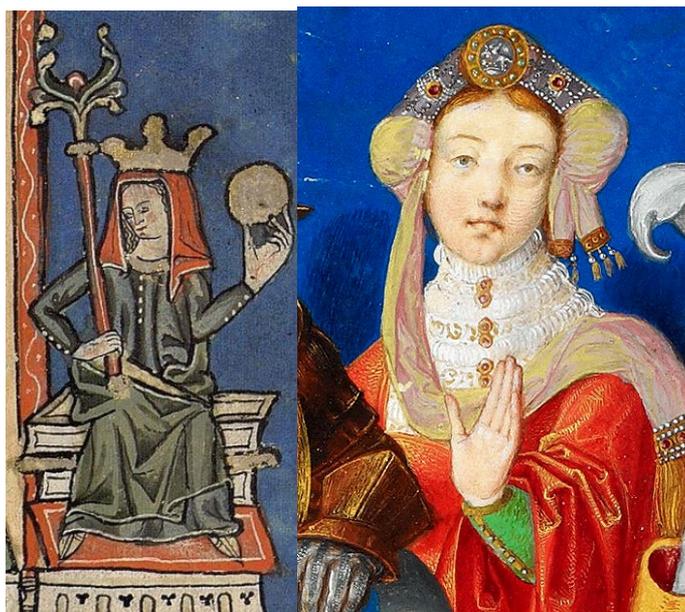


Figura 35: Dona Teresa de Leão, com Filas de Botões nas Mangas.

Fonte: Casa de Bragança (2015) Wikipedia.org (2022)

A confecção dos precursores dos botões eram de materiais naturais e metais, somente após a revolução industrial e a invenção do plástico é que passaram a ser produzidos em larga escala, com valor reduzido e praticamente descartáveis. No cenário atual, os botões precisam se enquadrar as necessidades, prezamos a defesa do meio ambiente, sendo exigido o uso de matérias-primas ecoeficientes para a confecção do vestuário e os acessórios devem acompanhar a mudança. Algumas

iniciativas têm sido tomadas com a produção de botões partir de produtos naturais e reciclados como: algodão, papel reciclado, leite, sementes, sêmola, plantas, frutos, madeira e cortiça, tornando possível a produção de botões ecológicos e biodegradáveis.

Segundo *Ellen MacArthur Foundation*, os resíduos gerados devem ser reutilizados para criação de uma economia circular benéfica a todos, inclusive em prol do meio ambiente. Em contestação da economia linear, atual prática de produção da sociedade, baseada na exploração e extração crescente de recursos naturais, objetivando a maior produção, comércio e lucro, em que esses produtos são utilizados e descartados no final do ciclo de produção.

O modelo econômico extrair, produzir e desperdiçar, atualmente atinge os limites da natureza. O formato linear tem sido considerado inviável, chegando a um nível insustentável de manutenção desse modelo econômico. A humanidade já tem observado algumas consequências deste impacto no ambiente, como a crescente escassez de recursos naturais, o aumento da poluição e a vulnerabilidade humana às intempéries do planeta.

A moda e as tendências temporais têm incentivado o conceito do descartável, obrigando a apresentação de diversos novos produtos a cada temporada, o que incentiva a produção, o consumo e o descarte, baseado na ideia da necessidade de ter o “atual produto da moda”. Continuando a ser uma das indústrias globais que mais degrada o meio ambiente (Morgan, 2015). O consumidor acaba por ficar refém deste processo, sendo incentivado pela publicidade e mídias sociais a consumir mais com a expectativa de inclusão social. A indústria que antes trabalhava com 2 a 4 coleções anuais, atualmente chegando a 52 micro coleções por ano com a promoção do *fast fashion*. A maior parte das roupas são produzidas de fibras artificiais, polímeros sintéticos como o poliéster, produzidos através do processamento de recursos naturais não renováveis, resultando em materiais que devido a qualidade inferior da produção dessas roupas, acaba sendo descartado e indo parar no meio ambiente onde têm causado impactos negativos a natureza e alterando a estabilidade do planeta. Além do problema dos microplásticos liberados durante a lavagem destas roupas, existe o tempo elevado de degradação destes materiais sintéticos.

Um desses recursos extraídos em enormes quantidades anualmente é o petróleo, um recurso natural não renovável, sendo a sua utilização um grande risco para o meio ambiente desde o processo de extração, transporte, refino, até o consumo, com a produção de gases que poluem a atmosfera. O plástico é um dos derivados do petróleo, esse polímero demora cerca de 450 a 500 anos para se decompor na natureza e a reciclagem é considerada a mais complexa dentre os materiais.

Os polímeros são muito presentes na moda, seja nos tecidos como o poliéster ou nos botões, esses acessórios funcionais e presentes em praticamente todas as peças de vestuário, acabam por serem ignorados quanto ao seu impacto ambiental. Portanto, em relação ao impacto ambiental dos botões, o desenvolvimento de acessórios biodegradáveis e compostáveis pode minimizar o impacto deste objeto quando descartado na natureza.

Se hipoteticamente, cada peça de vestuário que é descartada incorretamente, possui no mínimo 5 botões sintéticos presentes em sua construção, podemos afirmar que juntamente com toneladas de roupas milhares de botões estão presentes.

Este acessório que normalmente é associado aos artigos de “armarinho”, têm sua vida útil interligada com a durabilidade do produto de vestuário, quando uma peça de roupa é descartada o item acompanha o processo, mesmo apresentando condições de reuso e reciclagem. Estamos falando de milhares de toneladas de plástico e metais, materiais usuais na produção deste item essencial, segundo dados da Agência Portuguesa do Ambiente (APA), em 2020 foram recolhidos cerca de 5,279 milhões de toneladas de resíduos, sendo deste total cerca de 200 mil toneladas compostos por têxteis descartados nos contentores de resíduos urbanos, de acordo com o Relatório Anual de Resíduos Urbanos (RARU) da APA deste mesmo ano.

Os setores de inovação em novos materiais sustentáveis têm avançado e produzido soluções através de matérias-primas orgânicas provenientes de resíduos. Partindo do pressuposto da necessidade de propor novas alternativas, métodos de fabricação e materiais, defendido por Fletcher e Grose (2011), e desenvolver novos materiais em substituição aos polímeros e resinas à base de petróleo utilizados atualmente, segundo Manzini (2008).

A fabricação e o consumo descontrolado de produtos de moda têm gerado toneladas de resíduos, em especial do pós-consumo, que é aquele ocasionado pelo descarte dos produtos no final do ciclo de vida. A indústria do *fast fashion* acelerou o ciclo e aumentou drasticamente o descarte de roupas, tanto pela baixa qualidade da matéria-prima quanto pela troca acentuada das tendências de moda, principal incentivadora do consumismo. No mundo contemporâneo e com a ajuda dos consumidores e o consumo excessivo e quotidiano, a moda estabeleceu um ciclo de vida momentâneo para os produtos. Juntamente com cada peça de roupa descartada encontraremos os botões essenciais à construção e funcionalidade na indústria do vestuário. Devido ao seu tamanho reduzido e o baixo custo, não é dada a devida importância a seu potencial impacto ambiental, quando não descartado corretamente.

Estudada um pouco da história e a atualidade na produção de botões, foi possível perceber que o material precursor era natural e o objeto era valorizado, o que não acontece atualmente tornando sua existência efêmera. Em primeiro plano, quando se pensa em usar aviamentos mais sustentáveis é observar a sua função, os botões e outros fechos atualmente não são meros detalhes colocados no vestuário como efeito decorativo, são extremamente funcionais. Mesmo com a impossibilidade de substituições severas do material usual, devemos pensar em novas soluções que não envolvam o uso desnecessário de recursos naturais. Além da escolha por materiais com reduzido impacto negativo ao meio ambiente e ao usuário, planejando a sua trajetória do design ao descarte; é essencial para garantir que estes aviamentos serão aplicados de forma consciente e bem aproveitados.

Fletcher e Grose (2011, p.52) afirmam que estes artigos podem ser tão responsáveis pelo impacto ecológico quanto uma peça de roupa, removê-los é difícil e trabalhoso, os aviamentos acabam por ficar nas roupas, impedindo a reciclagem e contaminando o meio ambiente.

Pensando nisso, a indústria e os designers estão atentas a estes conceitos e novas possibilidades de aviamentos sustentáveis estão surgindo. Como é o exemplo dos botões de metais. A marca Levi Strauss & Co utiliza botões de aço inoxidável nas suas coleções, pois dispensam a galvanoplastia, processo que contamina a água por ácidos, bases, cianeto, entre outros (Fletcher e Grose, 2011).

A utilização de aviamentos no vestuário depende do segmento a qual é direcionado e da função da roupa na vida do consumidor. No caso de indivíduos com algum tipo de limitação funcional ou deficiência, que para tal, esses dispositivos são empregues a fornecer maior autonomia na atividade de vestir (Tullio-Pow, 2016). Exigindo para a manipulação desses artefactos certa coordenação motora, capacidade de pega, destreza manual e força, devido a diversidade de modelos e disposição espacial (dianteiro, lateral, traseiro - em diversas alturas) a qual se encontram na peça roupa – sendo interna ou externamente (Forcese, 1981; Perito, 2016). Sendo a usabilidade também é um fator importante a considerar na proposta por novos produtos.

Para Manzini e Vezzoli (2008) as questões sociais e ambientais são constituídas a partir de cenários específicos e formam o alicerce para o desenvolvimento sustentável. Sugerindo que novos procedimentos venham a gerar um modo de vida sustentável, onde os indivíduos tenham condições de participar das estruturas produtivas. Outra proposta refere-se às questões participativas no desenvolvimento tecnológico, a partir da criação de relações entre empresas que são ao mesmo tempo de cooperação e competição, formando assim, um sistema de gestão integrada que tem como objetivo

estimular ações educacionais de caráter social (inclusão social, distribuição de renda, formação de capital humano) e que venham a contribuir com o meio ambiente.

De acordo com Levinbook (2008), a indústria têxtil tem lançado mão de experiências e análises para minimizar os efeitos poluentes de seus produtos com ações como Análises de Ciclo de Vida (ACV) dos produtos ou a conscientização das empresas através do Sistema de Gestão Ambiental (SGA). Desta forma, todos os elos da cadeia produtiva têxtil, partindo das matérias-primas (fibras naturais ou sintéticas) e seguindo para os processos de fiação, tecelagem e malharia, acabamentos, tinturaria e estamparia até à confecção, devem ficar atentos à forma pela qual beneficiam seus produtos.

Para Vezzoli (2008), quando se fala de sustentabilidade ambiental relacionada ao desenvolvimento de produtos, refere-se aos critérios, aos métodos e aos investimentos. O *Lyfe Cycle Design* (LCD) no projeto, faz parte do ciclo de vida dos produtos. Como critério para o desenvolvimento de projetos adotando uma relação sistêmica: o designer precisa ampliar a sua atenção para todas as fases do ciclo de vida do produto. Essas fases se iniciam na origem da matéria-prima necessária para a produção e análise da etapa de sua decomposição, quando o produto for descartado.

3. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO EXPERIMENTAL

A como definido anteriormente esta pesquisa tem como objetivo propor soluções para problemas relacionados à sustentabilidade dos materiais utilizados pela indústria da moda, com foco nos resíduos sólidos provenientes da indústria agroalimentar. Para tal foram utilizados métodos científicos de natureza qualitativa e exploratório-descritivo.

Com o intuito de agregar valor e práticas sustentáveis no desenvolvimento de novos produtos, a metodologia de investigação baseia-se numa pesquisa exploratória de viés qualitativo, com uso do *Design Thinking* como ferramenta de inovação. Esta pesquisa foi designada como um processo de descoberta e aprofundamento necessários sobre o assunto em questão, possibilitando um contacto direto com a problemática partindo de observações e percepções entre outras ferramentas de interpretação do conteúdo. Utilizando constantemente da informalidade e criatividade, metodologia já utilizada em áreas de investigação da sociologia e da antropologia, entretanto atualmente aplicada em diversas disciplinas que compartilham o mesmo objetivo, a compreensão dos fenómenos estudados (Coutinho, 2006).

O estudo da arte, como coletânea de casos aplicados, trata-se de uma parte importante da investigação empírica, essencial na pesquisa qualitativa, possibilitando um estudo específico e detalhado de casos singulares da vida real que permite compreender com detalhes pontos importantes do problema (Yin, 2001).

Diante disso, recorreu-se ao procedimento exploratório nesta metodologia, enquadrado da melhor maneira no trabalho em estudo, fundamentado essencialmente nas etapas do processo criativo para inovação em design conduzidos sob a abordagem do *Design Thinking*, segundo Tschimmel (2011, 2014). Diante da constatação de que nenhum projeto é igual ao outro, tal qual a problemática; outras variações da mesma metodologia foram consultados visando ampliar a possibilidade de um resultado satisfatório.

A fase exploratória de uma investigação pode ser considerada em tese, uma pesquisa exploratória, pois compreende desde a etapa de construção do projeto até os procedimentos e testes para entrada em campo. Contém a determinação do foco da investigação, a delimitação do problema, a definição do objeto e dos objetivos, a construção de hipóteses ou pressupostos e do marco teórico conceitual, a elaboração dos instrumentos de coleta de dados e da exploração do campo (Minayo, 2008, p. 171).

A fase descritiva de acordo com Triviños (2008), busca descrever com certa “precisão” os factos e fenômenos de determinada realidade, objetivando um aprofundamento do tema (Triviños, 2008, p.110). Em relação à abordagem do problema, pode ser classificada como uma pesquisa de natureza qualitativa. Para Neves (1996), a pesquisa qualitativa, compreende um conjunto de diferentes técnicas interpretativas que tem como objetivo, descrever e decodificar os componentes de um sistema complexo de significados.

Em se tratando dos procedimentos técnicos adotados, foi necessária uma pesquisa do estado da arte, desenvolvida por meio de materiais bibliográficos, constituídos principalmente, por livros e artigos científicos levantados em periódicos em bases de dados *online*. Nesta etapa foram realizadas leituras reflexivas, críticas e interpretativas dos fenômenos ligados à literatura pertinente à pesquisa. Para Gil, (2006), a pesquisa bibliográfica permite ao investigador uma ampliação maior da cobertura dos fenômenos muito mais extensa do que uma pesquisa diretamente.

3.1 Metodologia para Inovação em Design de Produtos

A perspectiva sistêmica da criatividade se faz presente no processo criativo aplicado no design, assumindo um pensamento pessoal e direcionado em busca de soluções criativas, interação constante e participativa com outros indivíduos e pensamentos (Brown, 2010).

O modelo CPS (*Creative Problem Solving*), aborda a importância da observação de um modelo no processo de criar ideias e na obtenção de soluções adequadas aos diversos problemas no processo de design, modelo observado em alguns estudos aplicados por Tschimmel (2011). Apresentando um método criativo na proposta de ação que reflete sobre cinco etapas essenciais do processo para obtenção da inovação do pensamento em relação ao problema e a solução, como perceber e identificar o problema, explorar e repensar o problema, desenvolver e valorizar ideias, realizar e comunicar ideias e a avaliar o processo.

No procedimento criativo em design a capacidade dinâmica no processo e as técnicas que integram a metodologia projetual de design tornam o experimento singular. Sob a ótica do *Design thinking*, possibilitam a abertura de novos caminhos no desenvolvimento dos projetos, por serem dinâmicos constantemente e apelativos, fornecendo o dom da observação interativa e difusa sobre a problemática, permitindo a interação com diferentes sistemas, pessoas e ferramentas propícias a inovação (Brown, 2010).

O *Design Thinking* promove o reconhecimento do problema, auxilia na criação de ideias inovadoras e funcionais que apelam para o diferente e emocional, ampliando a capacidade de interpretação projetual do pensamento que tortuosamente leva a soluções (Brown, 2010). Adapta-se ao projeto ou problema por meio da multiplicidade de métodos e técnicas utilizadas que conseguem exteriorizar a ideia do designer (Cardoso e Demarchi, 2012).

De acordo com Manzini (2015), o processo de criação é resultado da combinação de capacidades humanas, em especial o “sentido crítico”, que é a capacidade de observar e ter consciência da possibilidade de melhorar, e a “criatividade” que se resume na capacidade de reconhecer procedimentos viáveis para a resolução de um problema”, que permitem imaginar o inexistente para em busca de soluções.

A criatividade está relacionada com a compreensão do entorno e a intenção de desenvolver melhorias, facilitar o cotidiano e o uso de técnicas e de conceitos desenvolvem a criatividade quando aplicados corretamente. A criatividade é um equilíbrio entre imaginação e avaliação, consiste na geração de novas ideias e identificação de novas oportunidades (Isaksen, Dorval e Treffinger, 2010).

Diversas teorias falam sobre a criatividade e inúmeros pensadores e estudiosos já tentaram desvendar o assunto e entender o seu funcionamento. Existem teorias fundamentadas na metafísica e psicologia, uma das mais importantes é defendida pela psicanálise. Segundo Freud, a criatividade se origina de um conflito no inconsciente (id) desenvolvendo uma solução para esse conflito. Sendo a solução aceita pelo consciente (ego) surgindo como resultado o processo a criação (Kneller, 1999).

O pensamento criativo é algo exploratório, inovador e atraído pelo desconhecido, não se limitando às artes (Isaksen, Dorval e Treffinger, 2010). A criatividade está relacionada a inovação, inovar é inventar, é encontrar soluções bem-sucedidas com essas novas ideias geradas, conduzindo a geração de novos produtos, serviços ou até mesmo novas formas de gerenciar ou fazer negócio (Kiss, 2005).

A criatividade é o primeiro passo para o processo de inovação, depois da ideia criada é necessário a inovação colocando as ideias em prática. Os primeiros pensamentos criativos iniciam todo o processo de criação que consistem basicamente em preparação, incubação, inspiração ou iluminação e verificação (Kneller, 1999).

Na fase inicial do processo criativo surge o primeiro assimilação da ideia a ser realizada, chamado de *insight*, seguindo para a etapa da preparação onde a ideia é analisada a respeito do seu potencial, num processo parecido com a investigação e exploração. A incubação é o passo seguinte, onde todo o

pensamento e exploração armazenada é alimentada pelo inconsciente. Após o período de incubação entra a inspiração, representando a solução esperada. A inspiração não é manipulável, ela se fortalece por meio do desenvolvimento de técnicas e meios de estimular a criatividade e aumentar a inspiração. A etapa final do processo criativo é a verificação, onde a inspiração é avaliada como solução (Kneller, 1999).

Na década de 50 surge o conceito de *Creative Problem Solving*, foi desenvolvido por Osborn e Parnes. Alex Osborn iniciou o estudo deste conceito baseado em estudos anteriores de outros pesquisadores, o surgimento deste conceito auxiliou a mudar a ideia de que o processo criativo só ocorre diante da intuição (Isaksen, Dorval e Treffinger, 2010). O conceito é composto por etapas a seguir consistindo em definir o problema, gerar ideias para a solução, identificar a melhor ideia, determinar plano de ação e implementar (Isaksen, Dorval e Treffinger, 2010).

Diversos métodos com base no *Creative Problem Solving* têm sido desenvolvidos e aplicados em busca de facilitar o desenvolvimento de ideias mais criativas e inovadoras nos mais variados setores, não se concentrando apenas na criação de produtos. O *Design Thinking* é um conceito atual, sendo introduzido em 2003, por David Kelley, da consultoria em design IDEO. Fazendo com que o design seja integrado às estratégias de negócio, como um processo de transformação, direcionado para processos organizacionais e estratégias de pensamento criativo. Atualmente, reconhecido como um aliado para resolução de problemas, com inspiração na criatividade. O *Design Thinking* é a um processo de inovação centrado no usuário que precisa de colaboração, interação e abordagens práticas para alcançar a melhor solução (Bonini e Sbragia, 2011).

No entanto o termo *Design Thinking*, não é novo, tem sido utilizado desde que existe o design. Como forma de explicar melhor a metodologia, torna-se necessário citar a definição de “pensar”, de acordo com o dicionário inglês, onde são especificados *thinking of* (pensar em), *thinking about* (pensar sobre) e *thinking through* (pensar por meio de). Para Cooper, Jungiger, Lockwood (2009); o *design thinking* abrange as três definições, sendo as duas primeiras muito utilizadas parte das organizações quando buscam inovar em produtos e serviços, incluindo *thinking through*, que diz respeito a percepção dos problemas, dos conceitos e a habilidade de construção de cenários e desenvolvimento de estratégias direcionadas pelos métodos de pesquisa e pensamento do design.

Segundo Burnette (2009) o *Design Thinking* é ferramenta interdisciplinar e integrativa, centrada no ser humano, que une imaginação e pensamento analítico racional; onde enfatiza o pensamento construtivo e o conhecimento de forma natural, com meio de facilitar o processo de entender, lembrar e aplicar. A

abordagem humanizada aplicada a esta metodologia objetiva o entendimento da natureza conceitual de organizações baseadas na economia colaborativa, utilizando como diferencial a promoção do desenvolvimento do conhecimento através das experiências de aprendizagem por meio da criatividade e união das diversas formas de inteligência, fazendo a ligação da aprendizagem ao pensamento efetivo e ativo no contexto da realidade.

O *Design thinking* figura um fator essencial para as organizações atingirem a inovação e com isso obter vantagem competitiva em relação a outras. Entretanto, Brown (2009), considera sua existência em conjunto com as aptidões e capacidades dos designers, adquiridas com a experiência, de como alinhar as necessidades do ser humano com a tecnologia disponível na organização; fazendo uso da intuição; distinguindo padrões; construindo ideias diferenciadas com teor emocional e funcional. De acordo com o autor a interdisciplinaridade constitui um fator essencial. (Brown, 2009, p.28). A multiplicidade de conhecimentos propicia uma melhor solução e inúmeras formas de pensar, ter conhecimento em diversas áreas amplia os horizontes para a criação e inovação.

A missão desempenhada do *Design Thinking* consiste em decodificar as observações dos *insights* e os *insights* dentro dos produtos e serviços para melhorar o cotidiano, (Brown, 2009, p.49) e para decifrar os *insights* são necessárias a utilização de estratégias de observação e pensamento. De acordo com Demarchi (2010) o *designer thinker* observa o habitual e o ordinário, registrando suas percepções e ideias visualmente; possuindo a habilidade da imagética, de protótipo, considerado uma maneira diferenciada de validar ideias finais como um processo de criação, uma expressão táctil do pensamento.

Segundo afirma Brown (2009, p. 92) o protótipo é um método de pensamento ativo tornando palpável, tangibilizando uma ideia, permitindo que sejam realizadas análises, avaliações que auxiliam na definição do projeto final. O protótipo necessita de ser testável, mas não necessariamente fisicamente.

De acordo com Lockwood (2009), cinco aspetos são determinantes e considerados ferramenta chave do *Design Thinking*.

- Desenvolver um entendimento profundo do consumidor por meio da pesquisa de campo.

De acordo com o autor, a utilização de uma abordagem empática possibilita inspiração para alcançar os *insights* dos consumidores e em conjuntamente desvendar demandas fragmentadas. (Lockwood, 2009, p.11);

- Colaborar com o usuário na constituição de grupos multidisciplinares, promovendo um trabalho interdisciplinar;
- Capacidade de acelerar o aprendizado através da visualização, experimentação e desenvolvimento de prototipagem rápida;
- Habilidade de criar visualizações imagéticas de conceitos. Este aspecto está intrinsecamente ligado ao último;
- Capacidade de integralizar a análise estratégica de negócio durante o processo de criação.

O *Design Thinking* torna possível a integração da ideia criativa com os aspectos estratégicos tradicionais de negócios, visando obter um ponto de vista mais completo e diferenciado de todo projeto. (Lockwood, 2009, p. 12).

De acordo com os aspectos citados, pode-se dizer que o *Design Thinking* possui peculiaridades singulares e decisivas. Em conformidade com os atributos mencionados, Demarchi (2011) destaca a capacidade de pensar o futuro em vez de reagir à condição presente; ser colaborativo; empático; visual *thinker*; integrativo; criativo; e trabalhar com inovação. Chohan (2008) considera a criatividade como o principal atributo do *Design Thinking*, consoante o autor o designer precisa de capacidades para pensar o que ainda não existe, permitindo novos sentidos, realidades, significados; em busca de uma direção intencional, objetivada alterando os cenários atuais.

O *Design Thinking* possui uma metodologia de conhecimento e aprendizado diferenciada. Segundo Martin (2009) busca o desconhecido, o acaso e a complexidade intencional. Seus principais instrumentos são:

- Observação: utilizada para ver e perceber o que não é perceptível aos outros. Idealmente aplicada no ambiente natural dos indivíduos e os *insights* feitos a partir do comportamento desses em seu *habitat*;
- Imaginação: sempre ativa estabelece numa poderosa ferramenta, composta de implicações e ciclos de teste;
- Configuração: responsável pela percepção e identificação da ideia num sistema determinado de atividade que produzirá o resultado desejável.

Segundo Brown (2009) a empatia, configura outra ferramenta importante, sendo a capacidade de ver o mundo por meio dos olhos dos outros, compreendendo por meio de suas experiências e sentindo de acordo com suas emoções.

Quando se utiliza a metodologia do *Design Thinking*, o conhecimento é naturalmente absorvido e gerencia-se o processo de design por meio de suas ferramentas. Consoante a abordagem de Tschimmel (2011) os estudos criativos e o processo de geração de ideias, buscam a solução ideal também defendidas pelo modelo *Creative Problem Solving* (CPS) que descreve o processo de busca com base em cinco fases distintas em um mecanismo linear:

- 1ª fase: “percepção e identificação do problema”;
- 2ª fase: “exploração e (re)-formulação deste problema”;
- 3ª fase: “produção e valorização das ideias obtidas”;
- 4ª fase: “realização” a da “comunicação destas ideias”;
- 5ª fase: “avaliação do processo”.

O *Design Thinking* desenvolve novas formas de reconhecer os problemas, de como criar ideias através de uma diversidade de métodos e técnicas, tornando adaptável a cada problema, levando em consideração ideias e soluções distintas e multidisciplinares.

3.2 Benchmarking aplicado ao Desenvolvimento do Produto

Tendo claramente em mente o problema a investigar foi realizada a pesquisa exploratória na forma de pesquisa de *Benchmarking*¹ da indústria e descoberta de produtos, processos e do cenário atual no que diz respeito ao desenvolvimento de botões sustentáveis e eventualmente empresas que já utilizam os resíduos agroalimentares como insumo em sua produção. E posteriormente, a análise dos dados que resultaram nas informações mais relevantes contidas abaixo.

- **Empresa: Louropel (Portugal)**

Louropel é uma fábrica de botões, sediada em Portugal na cidade de Vila Nova de Famalicão e segundo informação no site da marca (louropel.org), a empresa foi considerada em 1966 a maior produtora mundial de botões e afins, no que diz respeito ao uso de resinas de poliéster, tendo conquistado o mercado americano e mantendo como seu principal cliente o Exército dos Estados Unidos da América. De acordo com a empresa é a única com Tecnologia Patenteada na produção de

¹ Benchmarking é uma análise estratégica das melhores práticas usadas por empresas do mesmo setor. Um processo de estudo de concorrência, podendo chegar a uma análise profunda dos processos existentes e utilizados por outras empresas e que podem ser replicadas. Processo equivalente a história da arte.

artigos Ecológicos. Segundo o site da empresa, produzem em média, 10 milhões de botões por dia, entre matérias-primas clássicas como o poliéster, metal, madeira (Fig. 36) e borracha.



Figura 36: Botão Natural Artesanal de madeira de manejo sustentável, como a Oliveira e Faia (Madeira). Fonte: Ecobotões (2022)



Figura 37: Botão Natural com 50% de fibras vegetais na sua composição (Brusé). Fonte: Ecobotões (2022)

Destacando-se os botões ecológicos biodegradáveis (Compete 2020), produzidos a partir de fibras vegetais (Fig. 37), cânhamo (Fig. 38), ureia, farinha de sêmola, serradura de madeira, algodão (Fig. 39), cortiça, *corozo* (fruto ácido importado da Colômbia (Fig. 40)), chifres (que chega da Argentina (Fig. 41), borra de café (Fig. 42) com resina reciclada de poliéster polimerizado e papel reciclado (Fig. 43). Os itens são fabricados através de um moderno processo de injeção. A empresa exporta para 40 países, com destaque para a Europa e Estados Unidos. Fornecendo os botões para marcas internacionais de moda como, Armani, Bellator, Massimo Dutti, Ralph Lauren, Valentino, Zara, entre outras.



Figura 38: Botão Natural com 60% de fibras de Cânhamo (Cânhamo/Canapá) Fonte: Ecobotões (2022)



Figura 39: Botão Natural com fibras de algodão e poliéster reciclado (alquímico termo endurecedor - Ecovelt). Fonte: Ecobotões (2022)



Figura 40: Botão Sustentável das sementes de corozo, fruto importado do Equador e do Panamá (Corozo).
Fonte: Ecobotões (2022)



Figura 41: Botão Natural de Pó de Chifre de Diferentes Animais (Chifre natural).
Fonte: Ecobotões (2022)



Figura 42: Botão Natural com 80% de Resíduos da indústria alimentícia, como borra de café e farinha de sêmola, não contém derivados de petróleo em sua composição (Natural).
Fonte: Ecobotões (2022)



Figura 43: Botão Sustentável com 50% a 70% de fibras vegetais de papel reciclado (Papel Reciclado)
Fonte: Ecobotões (2022)

As informações sobre a sustentabilidade do produto, afirmada pela empresa como ecológicos, não pode ser comprovada. Não existem informações transparentes e precisas sobre o processo de produção ou mesmo de degradação do produto. Foi solicitado uma visita técnica a fábrica, mas a empresa não se mostrou disposta a expor seu processo produtivo ou mesmo responder perguntas, deixando ainda mais dúvidas a respeito de suas afirmações.

Empresa: Piero Zamboni 1948 (Itália)

Empresa italiana localizada na região da Bolonha que produz artigos de acessórios de “armarinho”, como botões, fios, dedais, agulhas e zipper. Não existe muitas informações no site da empresa (pt.foderezamboni1948.com). A Figura 44 apresenta um exemplo de Botão produzidos com Caseína do Leite, um biopolímero denominado como Galalite.

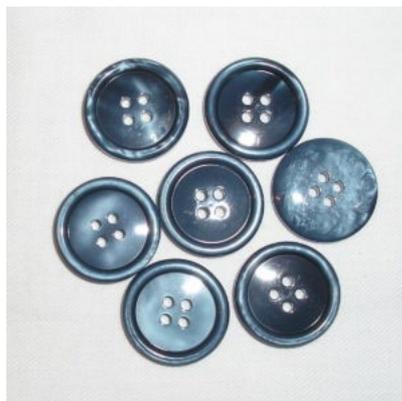


Figura 44: Botão produzidos com Caseína do Leite (Galalite).
Fonte: foderezamboni1948.com (2022)

Empresa: Consci (Brasil)

Produz a mesma gama de produtos e tipos de botões que a Louropel, não foi possível descobrir através do site da empresa (www.cosci.com.br), se são revendedores da fábrica portuguesa ou se dispõe de produção própria. Pode-se destacar o botão Ecolat (Fig. 45) que é fabricado a partir do leite em pó e outros materiais provenientes da reciclagem e reutilização.

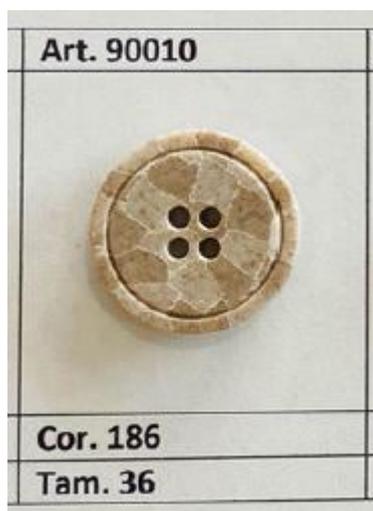


Figura 45: Botão produzidos com Leite em Pó (Ecolat).
Fonte: Catálogo da Empresa (2022)

Todas as informações acima foram reproduzidas do site das empresas (www.cosci.com.br), fornecedores e de conteúdos *on-line*, não sendo possível afirmar veemente que os produtos são realmente ecológicos, sustentáveis ou mesmo biodegradáveis, mediante a transparência restrita das empresas quanto ao método de produção e ciclo de vida dos produtos. Mas pode-se considerar o uso das matérias-primas descritas como sustentáveis, mediante a sua origem. Mas é necessário saber mais sobre as condições de trabalho, impacto ambiental da produção, dentre outros critérios.

Após a realização e análise dos dados do Benchmarking, finalizado o processo exploratório de pesquisa bibliográfica sobre produtos, processos e materiais já existentes, relacionados ao tema, foi selecionada a estratégia metodológica e segue-se para desenvolvimento propriamente dito.

3.3 O *Design Thinking* aplicado ao Desenvolvimento do Produto

Quando o assunto é pautado pela sustentabilidade e reaproveitamento de materiais o design criativo surge como aliado na busca de métodos e materiais para reutilização. Como pré-requisito a utilização de resíduos, que serão aplicados a produtos de têxtil e moda, com o processo de estudo da pesquisa exploratória foi avaliado o que já está feito nesta área específica do design assim como os tipos de resíduos utilizados. Além dos estudos dos conceitos essenciais que envolvem a problemática em questão e a análise de algumas técnicas observadas para a fabricação de produtos.

Para esta investigação notou-se a importância de estudar o desenvolvimento da criatividade, em busca de leituras e conhecimentos aprofundados sobre o método criativo objetivamente em relação ao *Design Thinking*, guiado pela abordagem de Katja Tschimmel (Tschimmel, 2011) que desenvolveu o método de criação *Evolution 6²* (a partir da abordagem de Design Thinking descrita por David Kelley e Tim Brown desenvolvida na década de 90), muito utilizado atualmente e aplicado a este trabalho.

O modelo *Evolution 6²* desenvolvido por Tschimmel não segue a linearidade, permitindo a adaptação de todas as etapas do processo de criação de acordo com o problema a ser resolvido. Esta metodologia de inovação apresenta 6 etapas que se relacionam e se interligam o que facilita variadas combinações e modificações a qualquer momento (Clemente, Tschimmel e Vieira, 2016).

O *Design Thinking* é uma metodologia de criação utilizado para investigações não estruturadas e não totalmente definidos (Clemente, Tschimmel e Vieira, 2016). Como todo o processo de criação é necessário observar o problema em busca da percepção do que não é percebido de imediato, ignorando as saídas comuns, aberto a pensamentos diferentes, capazes de conduzir ideias inovadoras (Tschimmel, 2011).

A pesquisa utiliza o *Design Thinking* como processo de criação, utilizando o modelo *Evolution 6²* como método a seguir e a Economia Circular como requisito para o desenvolvimento de soluções. A escolha por este método é justificada pela liberdade na aplicação das etapas, apesar de um procedimento linear sua utilização é facilitada pela possibilidade de variáveis combinações, livre repetição e alternâncias em um sistema que se interligam. Segundo Tschimmel (2017), estas fases são caracterizadas pela interatividade, incidindo-se: na emergência (identificação da oportunidade), na

empatia (conhecimento do contexto), na experimentação (geração de ideias e desenvolvimento de conceitos), na elaboração (desenvolvimento de soluções físicas e semânticas), na exposição (comunicação de novas soluções e conceitos) e na extensão (implementação, observação e melhoria).

Tem sido grande a preocupação em torno da geração de resíduos sólidos, como os agroalimentares, provenientes do desperdício, assim como com o têxtil, ocasionado pelo descarte errôneo de produtos (principalmente do vestuário) no meio ambiente, contribuindo para aumento do impacto negativo no planeta. Este trabalho pressupõe a criação de materiais mais sustentáveis e a redução da agressão ao meio ambiente, centrado num pensamento económico mais voltado para a sustentabilidade. Delimitando como sendo o objeto, o reaproveitamento de materiais descartados do sector alimentar e métodos de desenvolver novos produtos e materiais mais sustentáveis como base da definição do problema desta pesquisa. O desenvolvimento de trabalho na área do têxtil e moda surge como um fator de mudança decisivo sobre o setor a ser investigado em conjunto com as ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável). Sendo estes 17 objetivos para a AGENDA 2030 desenvolvidos pela ONU e que despertaram no investigador um interesse inerente pela sustentabilidade, trazendo através da preocupação com o planeta a intenção de desenvolver algo capaz de ser produzido através da reutilização de materiais (provenientes do sector alimentar) e de aplicação à moda.

O conhecimento sobre os resíduos surge como fator primordial para a definição do conceito a ser explorado, mais especificamente os resíduos orgânicos domésticos e da indústria alimentar que são descartados por falta de uma aplicação sustentável, nomeadamente podendo contribuir para solucionar alguns problemas causados por materiais sintéticos provenientes da exploração de recursos naturais.

No sector agroalimentar são descartadas matérias-primas com um enorme potencial para se transformarem em insumo de outros sectores produtivos. Segundo dados da APA (2020), em seu relatório anual de resíduos urbanos (RARU), os denominados bioresíduos² correspondem a 80,41% do montante total coletados através da coleta seletiva, e 36,90% das 5.279 mil toneladas (t) da produção de Resíduos Urbanos em Portugal no mesmo ano.

Assim o objetivo deste trabalho é ressignificar a existência deste material que tem sido descartado por falta de pesquisas. Demonstrando a sua capacidade de retornar para o processo produtivo e ser utilizado e estudado para desenvolvimento de novos produtos. Através da realização da pesquisa de

² Bioresíduos são os resíduos biodegradáveis, os resíduos alimentares e orgânicos provenientes de espaços públicos, privados e domésticos. Agência Portuguesa do Ambiente - APA (apambiente.pt)

Benchmarking, essa possibilidade tornou-se mais clara e viável a partir dos dados e processos existentes onde se utilizam bioresíduos como insumo industrial.

Após a coleta e análise dos dados da pesquisa, materiais e processos já utilizados, foram determinados as matérias-primas a serem testadas, ou seja, os resíduos orgânicos alimentares em escala doméstica e por fim sobre o método de reciclagem inicialmente selecionado o *Downcycling*. Aliando ao conhecimento adquirido sobre materiais, polímeros e técnicas de processamento, bem como das propriedades dos diversos materiais a testar, inicia-se o processo de geração de ideias através do *Design Thinking*, em busca de soluções inovadoras.

Após Tschimmel (2015) estudar profundamente e em níveis avançados a resolução de problemas seguindo o método de pensamento do *Design Thinking*, chegou ao desenvolvimento do modelo denominado de E6² (*Evolution 6*²), que disponibiliza um método desenvolvimento de soluções criativas por meio de um método circular e integrado. Este método propõe uso de técnicas processuais possíveis de combinação, repetição e intercâmbio durante as etapas, de forma totalmente interligada (Figura 46).

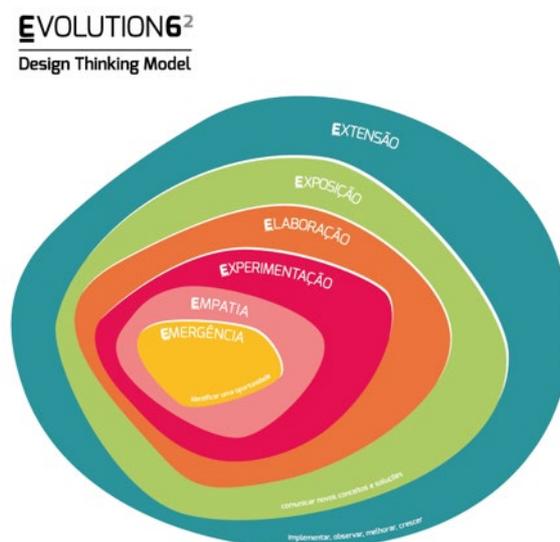


Figura 46 - Modelo E6(2) (adaptado) por Katja Tschimmel
Fonte: (Tschimmel et al., 2015)

Esta investigação-ação baseada no *Design Thinking* como metodologia focou-se na ligação das etapas e fases apresentadas pelo processo criativo desenvolvido por Tschimmel (2011, 2014), adaptando e

buscando outras abordagens mediante as necessidades do projeto de design e as etapas descritas a seguir:

- **Fase 1 - Emergência:** Consiste na identificação da oportunidade ou problema, pela observação do que se relaciona com a questão da problemática da sustentabilidade dos materiais acessórios de vestuário e gestão de resíduos (alimentares) que mediante a pesquisa exploratória se identificou como problema/oportunidade para a criação de botões a partir de novos compósitos (mistura de materiais); Assim diretamente relacionado a questão dos materiais e a sua sustentabilidade e através da utilização de revisão bibliográfica, expandiu-se o conhecimento em relação á história do item (botão ou forma de aberto do vestuário) e do impacto desses materiais no meio ambiente. Decorreu de seguida com a pesquisa exploratória de mercado a respeito da existência de botões e novos materiais sustentáveis, visando conhecer marcas inovadoras e identificar o seu processo de produção.

- **Fase 2 - Empatia:** Sendo o melhor conhecimento do contexto a ser explorado, aprofundamento do tema por meio da pesquisa exploratória, determinação de requisitos e análise do que já existe no campo da valorização de resíduos sólidos aplicados ao design e moda. Aprofundando o problema por meio da “empatia” durante o progresso da pesquisa, possibilitando a identificação de três ODS – Agenda 2030 (Figura 47) harmônicas a pesquisa que amplia a análise em relação ao problema da geração de resíduos ocasionado pelo modo de produção convencional da indústria atual. Por meio de interpretações alternativas sob uma ótica macroscópica e microscópica, a partir dos dados a respeito dos bioresíduos divulgados anualmente pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA), podemos afirmar a escalabilidade de produtos provenientes destes insumos a nível industrial.



Figura 47: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – Agenda 2030
Fonte: ONU Brasil (2022)

- **Fase 3 - Experimentação:** Traduz se na geração das ideias e exploração de conceitos, na produção e valorização de ideias a partir do reaproveitamento de resíduos orgânicos já definidos, com o uso de instrumentos do design pautados pelas econômicas circular e criativa. Como a aplicação constante da experimentação e prototipagem rápida inseridas na metodologia do Design Thinking a

partir dos conhecimentos multidisciplinares adquiridos com a pesquisa exploratória, bibliográfica e de mercado, para a flexibilização do pensamento. O tema central foi explorado e suas ramificações, posteriormente a coleta seletiva dos materiais orgânicos disponíveis em ambiente de consumo doméstico. Após a recolha dos materiais houve a caracterização das técnicas e procedimentos a serem utilizadas na experimentação prática em si, recolhidas através da pesquisa exploratória, práticas observacionais e levantamento de hipóteses para a produção dos primeiros protótipos.

- **Fase 4 - Elaboração:** Formado pelo desenvolvimento das soluções, estruturação de conceitos e testes a partir das ideias geradas em relação ao reaproveitamento dos resíduos orgânicos como possíveis componentes na produção de novos botões biodegradáveis logo mais sustentáveis e consequente a redução do impacto da indústria da moda no meio ambiente. Iniciando a elaboração conceptual e prática das ideias produzidas em relação aos materiais compósitos desenvolvidos, com foco na etapa seguinte de comunicação, apresentação física, das soluções encontradas ao longo do desenvolvimento do trabalho.

- **Fase 5 - Exposição:** Determinado pela apresentação das novas soluções geradas durante o estudo, a partir da comunicação dos conceitos, ideias geradas e protótipos desenvolvidos como soluções experimentais de utilização e valorização dos resíduos orgânicos em composição com outros materiais com as mesmas propriedades determinadas nos requisitos.

- **Fase 6- Extensão:** Esta fase consiste na implementação, testagem e observação dos resultados e determinação de possíveis melhorias nos resultados. Possibilita a avaliação e validação do processo que deu origem ao protótipo e identificação de melhorias e chegarem dos requisitos determinados.

Neste modelo de desenvolvimento de produtos possibilita facilmente o uso das técnicas determinadas durante todo o processo, o que torna possível alterações e adaptações durante qualquer fase desenvolvimento não limitando a ação da criatividade, sendo possível combinar, repetir ou mesmo substituir fases no processo. O modo de funcionando deste tipo de modelo de criação respeita a metodologia singular de pensamento e criação de cada *designer*, apresentando um modelo interligado e relacional de procedimentos.

O procedimento adotado para a produção experimental segue os passos do E6², adaptado para o tempo hábil de realização do projeto de dissertação e para a lógica de pensamento e criação do designer, bem como para a singularidade do produto a desenvolver. A natureza interativa do processo exploratório da investigação, foi essencial a idealização sistêmica do pensamento criativo através do

mapeamento do projeto e problemática em estudo, permitindo o aprofundamento nas características essenciais da metodologia e obtenção dos resultados.

3.4 Trabalho Experimental de Desenvolvimento de Botões Sustentáveis

A preocupação com sustentabilidade, diretamente relacionada ao descarte de resíduos no meio ambiente e seus impactos no planeta, demonstram a urgência no desenvolvimento de materiais menos agressivos, pautados por um pensamento empático mais voltado para a sustentabilidade e manutenção da estabilidade do planeta e existência da humanidade. O reaproveitamento de resíduos na produção de materiais e adoção de uma economia circular e criativa possibilita a redução da agressão ambiental e é base da definição do problema desta pesquisa.

O desenvolvimento do projeto visando a área da moda/têxtil surge mediante a atual cenário desta indústria como uma das maiores poluidoras por meio de seu método de produção efêmero e inconsequente que objetiva o lucro a qualquer custo, mesmo que o saldo seja a sustentabilidade e a degradação ambiental do planeta. O conhecimento sobre o impacto dos resíduos sólidos, surge como requisito em relação a matéria-prima a utilizar, definindo a redução do impacto na exploração de recursos naturais como conceito a ser explorado. Especificamente, a aplicação de um processo circular de produção onde a inevitável geração de resíduos por parte quer das empresas quer do consumidor, se torne nutriente e ofereça novas possibilidades de insumos a serem inseridos na cadeia produtiva, convertendo o sistema linear em circular.

Os resíduos orgânicos fazem parte de uma gama de potenciais insumos, atualmente descartados por falta de pesquisa e interesse da indústria em implementar um processo regenerativo em vez do sistema destrutivo atual. Foi observado durante a pesquisa exploratória o início de interesse, por parte de algumas empresas, nos resíduos como matéria-prima para estudo e desenvolvimento de novos produtos. Tendo em mente este, como o problema a explorar nesta pesquisa, foram determinados os requisitos citados acima e que norteiam o objetivo final do trabalho. Após realizadas as devidas análises no conteúdo levantado a partir do processo exploratório e pesquisa bibliográfica, foi determinada a estratégia metodológica para o desenvolvimento experimental prático da pesquisa.

A análise em torno das propriedades do material selecionado e da predeterminação do processo de *downcycling* como método de beneficiamento dos resíduos para aplicação nos experimentos, possibilitou a obtenção do substrato base no composto a ser desenvolvido e testado. Sendo um dos fatores determinantes para seguir com o estudo e busca de respostas as hipóteses levantadas, trata-se

do procedimento de criação de compósitos. Que são materiais formados pela junção de um ou mais materiais com o intuito de se obter um produto de maior qualidade, geralmente compostos de naturezas diferentes visando agregar novas propriedades ao material final.

Este procedimento foi possibilitado pelo alinhamento de conhecimentos de diversas áreas e de um estudo autônomo sobre a engenharia dos materiais, das propriedades, características e processos de desenvolvimento e produção. Técnicas aliadas a metodologia do Design Thinking, em busca de soluções inovadoras descritas abaixo.

3.4.1 Resíduos Sólidos (Emergência)

Após finalizada e analisada a revisão bibliográfica, foi selecionada a estratégia metodológica *Design Thinking* como método para a investigação objetivando alcançar os requisitos propostos, o desenvolvimento empírico segue a sequência da produção experimental da investigação descrita.

A emergência tratada neste estudo como foco central é a sustentabilidade da indústria da moda/têxtil, em sequência no funil de delimitação do tema chega-se a problemática dos materiais utilizados na indústria e seu impacto ao meio ambiente, seja na produção quanto no descarte inadequado. Sequencialmente na busca de traçar o ponto central da pesquisa chegamos aos resíduos sólidos produzidos pelas indústrias em geral, normalmente resíduos que são descartados sobe uma gestão imprópria e que culminam na exploração de mais recursos naturais. Por fim, chegamos ao problema identificado e que será trabalhado na investigação em busca de soluções, os botões, objetos presentes em praticamente todos os itens de vestuário, sendo descartados em conjunto com a roupa, impactando o meio ambiente devido a sua habitual composição plástica (polímeros sintéticos). Mediante ao Relatório Anual de Resíduos Urbanos (RARU, 2020), fornecido pela APA, é possível observar a quantidade de resíduos orgânicos e têxteis descartados anualmente em Portugal.

Tabela 7 – Quantificação dos Resíduos Urbanos Produzidos em Portugal Continental (2020)
Fonte: Adaptado do Relatório Anual de Resíduos Urbanos (APA / RARU – 2020)

TIPO DE RESÍDUO (CARACTERIZAÇÃO)	PERCENTUAL DO TODO (100%)	QUANTIFICAÇÃO (5,279 milhões Toneladas)
Bioresíduos	36,90 %	1.947 Mil (t)
Papel	10,06 %	531 Mil (t)
Têxteis	3,78 %	200 Mil (t)
Madeira	0,70 %	36 Mil (t)
Resíduos Verdes	1,39 %	73 Mil (t)

Como passo seguinte do estudo, após a percepção do cenário e identificação da problemática que permeia os resíduos sólidos em Portugal, sendo evidenciado pela quantidade anual de resíduos domésticos produzidos anualmente e suas respectivas caracterizações, segundo os dados obtidos através dos relatórios anuais da Agência Portuguesa do Ambiente (APA). Por não dispor de números referentes aos resíduos industriais e agrícolas, pois os mesmos não são abertamente divulgados, nos faz acreditar que sejam tão impactantes quanto os urbanos. A partir destes aspetos gerados foi identificado e validado a oportunidade a trabalhar, mediante esta problemática. O que revela questões urgentes na abordagem em torno de produtos, materiais e uma produção mais sustentável; seguindo para uma análise empática em torno do mercado atual que emprega a resinificação de resíduos em sua produção.

3.4.2 Análise do Mercado (Empatia)

Finalizada a primeira etapa do método *Evolution 6^o*, onde foi identificado o problema da gestão de resíduos orgânicos como oportunidade potencial para desenvolvimento de novos materiais. Tendo o problema a desenvolver determinado na etapa que corresponde a emergência, segue-se para a empatia, onde o contexto será explorado e conhecido mais a fundo. Passo onde acontece a observação do processo produtivo de empresas e produtos a serem estudados ou já em fase de produção e comercialização, com a utilização de resíduos sólidos. Esta observação não se limita a um tipo de resíduo específico, pois o conhecimento do contexto geral permite a identificação de oportunidades inexploradas em outros setores. A coleta destas informações foi realizada através de uma pesquisa exploratória e bibliográfica, seguindo a partir de buscas na *internet* por matérias, vídeos e imagens onde o processo possa ser visualizado e hipóteses possam ser levantadas para a fase experimental de técnicas pertinentes à área de aplicação deste estudo. As seguintes iniciativas foram amplamente analisadas e os processos de produção estudados, como alguns dos exemplos que se apresentam a seguir:

- **Piñatex®**

Segundo informações do site da empresa, é considerado uma alternativa ao couro animal, sendo produzido de fibras de celulose extraídas de folhas de abacaxi, PLA (ácido polilático) e resina à base de petróleo. Foi desenvolvido pela Dra. Carmen Hijosa e apresentado pela primeira vez na exposição de pós-graduação do Royal College of Art, em Londres. Piñatex é fabricado e distribuído pela empresa de Hijosa, Ananas Anam LTDA.



Figura 24: Fibra da planta do Abacaxi, couro vegetal e produto final.

Fonte: ananas-anam.com (2022)

- **Orange Fiber**

De acordo com informações coletadas de diversas matérias e do site da empresa, a fibra é produzida através da extração de celulose do bagaço de citrinos, como a laranja e o limão. Foi desenvolvido na Itália em 2014 por Adriana Santanocito e Enrica Arena com o apoio da Universidade Politécnica de Milão. O fio obtido é semelhante à seda e gera um tecido com maciez e luminosidade sendo um dos premiados no Global Change Award patrocinado pela H&M Foundation, que tem por objetivo financiar projetos sustentáveis. Segundo a *startup* italiana a ilha de Sicília produz cerca de 700 toneladas de resíduos por ano, neste processo o resíduo de destarte da indústria de sucos, se tornam fibras de celulose de alta qualidade.



Figura 25: Coleta dos Resíduos, Produção da fibra ao Material Final
 Fonte: orangefiber.it (2021)

- **QMILK**

A matéria-prima para a produção do “Qmilk” advém da caseína, a proteína do leite, mais especificadamente do leite azedo, podendo ser considerada um método de reciclagem do resíduo da indústria pecuária (Fig. 26). Segundo Cunha (2015), durante o processo de obtenção da fibra, são utilizados poucos litros de água e nenhum resíduo adicional é formado, podendo ser considerada ecoeficiente. De acordo com o fabricante as fibras são 100% naturais, sedosas, macias e possuem compatibilidade com a pele, efeito antibacteriano natural e forte hidroflicidade, agregando valor aos produtos têxteis. Segundo afirma a empresa, é a única fibra natural com propriedades de ligação térmica, podendo ser conectadas sem plásticos convencionais ou resinas fenólicas. Permanecem 100% naturais e podem ser compostadas, representando o reaproveitamento de cerca de 2 toneladas de leite descartados só na Alemanha. A empresa afirma também que são ecológicas, devido ao desperdício zero, sem produtos químicos, baixo consumo de água (2 litros por Kg de fibra), baixo consumo de energia e de processamento rápido (5 minutos). Segundo o fabricante, as fibras “Qmilk” apresentam propriedades funcionais antimicrobianas, não inflamáveis e antialérgicas.



Figura 26: Etapas da Produção do Material e Fibra QMILK.
Fonte: qmilkfiber.eu (2022)

- **Vegea®**

De acordo com informações de reportagens e do fornecedor, o Vegea é um material semelhante ao couro, oriundo de resíduos da fabricação do vinho, como os óleos, as cascas, as sementes e até os pequenos caules que formam o cacho, conforme informações encontradas no *website* do fabricante (fig. 27). O “couro” ecológico, que foi desenvolvido pela empresa Vegea, foi o vencedor de 2017 do já foi citado *Global Change Award*. De acordo com a empresa, o processo de transformação dos resíduos da uva no material não utiliza água, ácidos ou metais pesados. Após a extração do suco das frutas, o bagaço é submetido a um processo de separação e desidratação; o produto passa por processamento mecânico e é finalmente misturado a alguns componentes que o tornam em uma espécie de tecido com a mesma função, estética e textura do couro bovino. Segundo a site da empresa, anualmente são produzidos mais de 26 bilhões de litros de vinho em todo o mundo, o que gera quase 7 bilhões de quilos de resíduos da produção, suficientes para produzir 3 bilhões de metros quadrados do material anualmente.



Figura 27: Processamento dos Resíduos do Cultivo de Uvas e Produção do Vegea.
 Fonte: www.vegeacompany.com/eliiss.com (2022)

- **Bibi Eco**

É uma iniciativa de uma empresa brasileira que produz calçados infantis. Segundo a marca, desenvolveu um tênis infantil que utiliza como matérias-primas insumos sustentáveis e resíduos reaproveitáveis, sendo fabricado com uma mistura de garrafa PET reciclada, serragem (serrim de madeira), cascas de arroz, além de outros resíduos reaproveitados. De acordo com o fabricante, o solado é fabricado com polímero TR transparente com serragem, cabedal produzido a partir de garrafas PET recicladas e o processo de colagem é feito com cola base de água. De acordo com informações sobre o produto, o tênis tem ainda um engate produzido em ECO WPC, matéria-prima composta em 20% por cascas de arroz e tiras de PVC renovável de fibras de bambu. Utiliza materiais não tóxicos e energia limpa no seu processo de produção (Fig. 28).



Figura 28: Calçado Infantil Produzido com Resíduos da Indústria Alimentícia
Fonte: bibi.com (2022)

- **Kaffeeform**

Segundo dados da empresa, cerca de dois bilhões de xícaras de café são tomadas, por dia, globalmente. Estima-se que, todos os anos, 58 bilhões de copos de papel são utilizados e descartados pelas cafeterias, normalmente produzidos de uma mistura de plástico e papel e utilizados apenas uma única vez. De acordo com informações do site, para a fabricação de copos de papel, milhões de árvores são derrubadas, então o *designer* alemão Julian Lechner encontrou no próprio resíduo do café a solução para esta problemática. Segundo a empresa, desenvolveu copos e xícaras com a borra de café, resíduo orgânico e compostável, oriundo da produção da bebida e descartado após o uso. Na *startup* Kaffeeform, criada em Berlim pelo *designer*, a borra de café é a matéria-prima, Lechner fez parceria com cafeterias da capital alemã e coleta os resíduos que seriam descartados. Ao material são adicionados uma cola natural e resíduos de madeira, produzindo xícaras, pires e copos reutilizáveis, resistentes e 100% biodegradáveis (Fig. 29). Em 2018, a Kaffeeform foi vencedora do prêmio internacional *Red Dot Design* na categoria Inovação de Produto.



Figura 29: Copos Biodegradáveis Produzidos com Resíduos de Cafeterias
 Fonte: kaffeeform.com (2022)

Em complemento a análise de *Benchmarking* e outras soluções de empresas e designers descritos ao longo deste estudo. Com base em iniciativas que reutilizam de resíduos orgânicos no desenvolvimento de produtos, a seguir descritos isoladamente alguns produtos análogos para análise do processo de desenvolvimento e obtenção de métodos que possibilitem chegar a produtos com resultados semelhantes. Na tabela 8, são apresentados produtos com a classificados dos seus respetivos insumos (possíveis) para posterior levantamento de hipóteses para compósitos compatíveis. Algumas empresas produzem materiais compósitos a partir de resíduos combinados entre si para a criação de novos materiais compósitos com características superiores.

Após a análise dos processos de produção, a partir de informações gerais das empresas e seus respetivos produtos, reportagens e vídeos, disponíveis na internet. Foi realizado a classificação dos tipos de resíduos, bem como sua composição, liderada pelo composto presente em maior quantidade. A classificação foi feita através de informações nos sites das empresas, reportagens e pesquisas bibliográficas. Mediante observação dos dados (Tabela 8), será possível levantar hipóteses e selecionar os insumos (Resíduos domésticos), para o desenvolvimento experimental de um produto (botão).

Tabela 8 – Classificação de Resíduos Utilizados como Insumos em Produtos

PRODUTO	MATÉRIA-PRIMA (Fonte)	RESÍDUO (Classificação)	COMPÓSITO (Provável)
Botão	Semente de Corozo	Proteína Vegetal	Pó + Aglutinante
Botão	Resíduos de Uva	Fibra Vegetal	Pó + Aglutinante
Couro Vegetal	Leite Azedo	Proteína Animal	Pasta + Aglutinante
Couro Vegetal	Folhas de Ananás	Fibra Vegetal	Pó + Aglutinante
Copo	Borra de Café	Carboidratos	Pó + Aglutinante

É importante citar que dos produtos citados acima, mediante análise das características particulares dos produtos obtidos pelas empresas, como composição, durabilidade e degradabilidade. Juntamente das informações divulgadas no site dos produtos, a respeito das características sustentáveis, existe uma falta de transparência na descrição da produção e testes realizados nos produtos, limitando-se apenas as afirmações das empresas.

Segundo a Norma Europeia (EN 13432), para a certificação de materiais compostáveis por meio industrial, o tempo ideal de decomposição do material é de 12 semanas, sem deixar mais de 10% do material original no composto e fragmentos menores que 2mm, incluindo a qualidade resultante desse composto, não podendo ser tóxico e prejudicial ao meio ambiente.

Verificamos, no entanto, que das empresas e produtos estudados (Piñatex, Orange Fiber, Qmilk, Vegea, Bibi Eco, Kaffeeformy, Louropel, Consci e Piero Zamboni) nos seus respectivos sites não dispõe destas informações associadas a Normatização, o que nos leva a considerar que as informações divulgadas pelas empresas carecem de transparência para comprovar a veracidade das afirmativas, pois não existe uma movimentação por parte das mesmas em comprovar o que divulgam, muito menos sobre a degradabilidade ou sustentabilidade dos seus produtos.

Quando a sustentabilidade é presente apenas no discurso publicitário, pode ser considerado uma prática de *Greenwashing*, afirmação baseada na falta da divulgação de dados de testes de biodegradabilidade e relatórios de impacto ambiental dos produtos e componentes das empresas. Segundo o Greenpeace, *Greenwashing* é um termo com cunho pejorativo surgido no início dos anos 90, utilizado para descrever uma situação em que se promove uma imagem ambiental positiva que não corresponde à realidade, de acordo com o site da ONG (greenpeace.org), resume-se no ato de enganar os consumidores em relação às práticas ambientais de uma companhia e/ou benefícios ambientais de um determinado produto ou serviço.

Analisados os dados disponíveis, e verificando-se a ausência de informação sobre a utilização da referida Normalização (de degradabilidade), podemos ser impelidos a considerar que o mercado ainda não dispõe comprovadamente de um botão biodegradável e compostável.

Na tentativa de aprofundar o conhecimento adquirido, bem como encontrar respostas para as questões e hipóteses levantadas dá-se início à fase da experimentação, motivada pela deteção do campo inexplorado de materiais biodegradáveis, ecoeficientes, ético e realmente sustentáveis.

Dada a continuidade desta pesquisa, procedeu-se a uma busca intensiva através da *internet*, utilizando o “Google” (nomeadamente no Google académico) e na utilização algumas palavras-chave, tais como: biodegradável + materiais + sustentabilidade + biomateriais + resíduos, associados aos “botões” para encontrar estudos, vídeos, imagens, material científico e marcas com pesquisas de investigação e produção com base no mesmo tema.

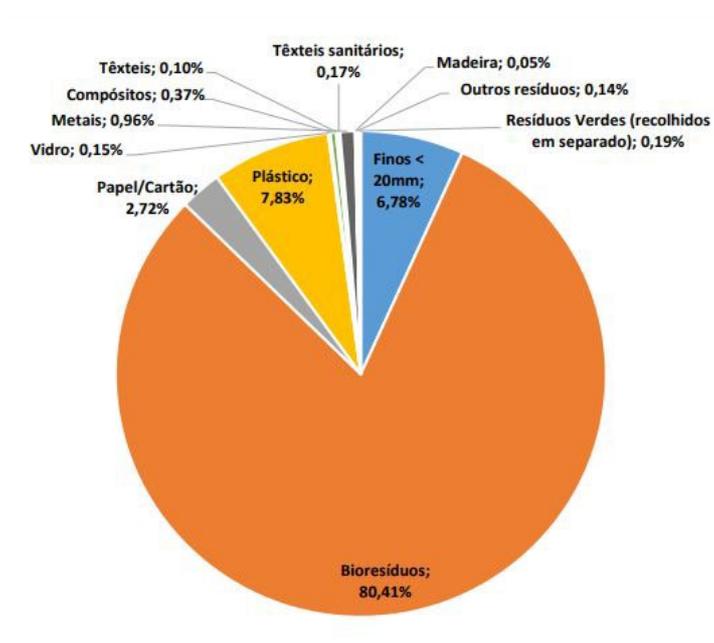
Passando agora para a definição das matérias-primas que darão origem aos insumos a serem utilizados nos experimentos.

3.4.3 Matéria-Prima Sustentável (Definição)

De modo a explorar e desenvolver o contexto de materiais antes da fase de experimentação, desenvolveu-se uma busca levando em conta a observação dos resíduos sólidos disponíveis a nível doméstico, e foi feita uma seleção de potenciais resíduos orgânicos e pesquisa microscópica com base na composição química (nível básico) destes resíduos, visando a observação e mapeamento de materiais a serem comparados aos materiais já desenvolvidos por outras empresas.

Ao analisar os resíduos sólidos gerados anualmente, a partir de coleta seletiva em Portugal, (com base na Portaria n.º 851/2009, de 7 de agosto) dados disponibilizados pela APA. Verifica-se que a grande maioria dos resíduos, cerca de 84,41%, são de bioresíduos e 36,90% por coleta indiferenciada, direcionados ao tratamento biológico (Figura 47). Isto leva-nos a pensar que parte destes resíduos podem ser compostos de restos de alimentos, incluindo sementes, cascas, aparas de legumes e verduras que não são aproveitados para a alimentação. Diante do total de 5.279 mil toneladas (t) de resíduos por coleta indiferenciada no ano de 2020, de acordo com a APA, cada habitante produz 512 Kg de resíduos por ano, cerca de 1,4 Kg por dia. Segundo estes dados, podemos chegar ao número de 1.947 mil toneladas de bioresíduos anuais produzidos em Portugal continental.

Figura 47: Caracterização Física de Resíduos por Coleta Seletiva em Portugal Continental (Macro)
 Fonte: APA (RARU – 2020)



Diante destes números, foram determinados resíduos a serem coletados num período de 90 dias no âmbito doméstico privado. Sendo selecionados mediante a disponibilidade do produto e a facilidade de acordo com a sazonalidade do alimento. Foram selecionados 7 tipos de resíduos, descritos na tabela 10:

Tabela 10: Resíduos Domésticos Selecionados para o Estudo (Micro)

Casca de Laranjas
Pó de Café
Cascas de Banana
Casca de Romã
Casca de Nozes
Casca de Manga
Casca de Maracujá

Para o processamento posterior dos resíduos, algumas medidas de conservação e armazenamento foram tomadas preliminarmente, incluindo a desidratação por meio natural: ao sol (secagem) e armazenamento em saco hermeticamente fechado evitando a retenção de humidade e propagação de fungos e bactérias nos resíduos.

Durante o processo e recolha das amostras de resíduos orgânicos, foram realizados estudos básicos específicos da composição química e estrutura molecular de cada material, por comparação com as estruturas fibrosas celulósicas conhecidas da indústria têxtil, em se tratando de fibras e materiais naturais. Dentro as composições químicas podem-se destacar a lignina, celulose, pectina e o amido, cujas principais propriedades se apresentam na Tabela 10:

Tabela 10: Estrutura Química Básicas das Fibras Vegetais
(Fonte: www.brasilecola.uol.com.br)

Composição Química	Propriedades
Lignina	É uma macromolécula encontrada nas plantas, associada à celulose cuja função é de conferir rigidez, impermeabilidade e resistência a ataques microbiológicos e mecânicos aos tecidos vegetais.
Celulose	É um polímero, possui uma combinação única de propriedades, como elevada área superficial, baixa densidade, transparência ótica, biodegradabilidade, baixa toxicidade, elevada resistência mecânica e biocompatibilidade.
Pectina	É um tipo de fibra solúvel, considerada um polímero. Encontrada naturalmente em frutas e verduras, como maçã, beterraba e frutas cítricas. Esse tipo de fibra dissolve-se facilmente em água, confere consistência viscosidade.
Amido	É um polímero natural formado pela condensação das moléculas de glicose. Possui propriedades espessantes e ligantes.

Durante o processo de estudos da estrutura química básica dos alimentos mais comuns, verificou-se a necessidade de outro componente a ser inserido na produção experimental, o ligante ou aglomerante que viria a dar estrutura ao produto. No processo de recolha dos resíduos alimentares, mediante estudos semelhantes (disponíveis em pesquisas na *internet*), sabendo que para a formação de compósitos são necessários no mínimo dois componentes e mediante a escolha do método de Downcycling como processamento dos resíduos domésticos, surge a necessidade de um componente que faça a ligação dos compostos, um ligante ou uma cola. Assim procedeu-se à pesquisa por tipos de ligantes que respeitassem os requisitos determinados para o produto. Foram identificados possíveis aglutinantes para desenvolvimento do material compósito, como o Alginato, Amido, Quitosana, Latex, Resina vegetal, Resina Animal, Celulose e Caseína, que se apresentam na Tabela 12, juntamente com as suas principais características:

Tabela 12: Ligantes e Colas Naturais.
(Fonte: www.brasilecola.uol.com.br)

Ligantes	Propriedades
Colágeno Vegetal	É uma proteína responsável pela elasticidade e resistência. Extraído de várias espécies de algas.
Amido	É considerado um polímero natural, extraído de cereais e raízes como batatas, arroz e trigo.
Quitosana	É feito com as cascas de crustáceos, como camarão, caranguejo e lagosta; é rico em fibras.
Látex	É um polímero, produzido por algumas plantas como a papoula, a seringueira, o mamoeiro e o Caucho.
Resina Vegetal	É uma secreção viscosa produzida no caule e de outros órgãos de certas plantas como Breu amazônico.
Resina Animal	É uma resina segregada por insetos, encontrado nas florestas da Índia e Tailândia.
Celulose	É um polímero de cadeia longa, que dá origem a uma cola feita a partir de nanofibras de celulose.
Caseína	Uma proteína de maior concentração no leite, utilizada na produção de um polímero natural de nome Galalite.
PLA (Ácido Polilático)	Termoplástico biodegradável de origem natural e de fontes renováveis, como amido de milho ou cana-de-açúcar.

Aprofundado sobre o conceito de *Downcycling*, sabe-se que é um processo de reciclagem de resíduos em que o material reciclado é reduzido a um composto, geralmente de menor qualidade e funcionalidade do que o material original. A partir deste entendimento foi observado a necessidade de realizar uma pesquisa de técnicas utilizadas para o processamento dos resíduos agroalimentares coletados, incluindo pensar alternativas que possam ser viáveis quando este se tratar de procedimento industrial e necessitar de acesso a tecnologia específicas. Estes estudos deram origem à informação de procedimentos de beneficiamento listados na Tabela 13:

Tabela 13: Procedimentos para o *Downcycling* de Resíduos Orgânicos domésticos.
(Fonte: o Autor)

Procedimento	Tecnologia	Disponibilidade
Liquidificação	Liquidificador	Ambiente Doméstico
Decantação/Filtração	Coador	Ambiente Doméstico
Trituração	Triturador de Resíduos Sólidos	Centro de Valorização de Resíduos (CVR)
Moagem	Moinho de Disco	Laboratório de Engenharia Civil – UMinho (Guimarães)

Concluídas as etapas anteriores e determinados os procedimentos seguintes, que consistem na aplicação de testes práticos para a obtenção dos compostos a serem trabalhados na produção de botões biodegradáveis e compostáveis. Seguido da fase de prototipagem, a etapa chamada de experimentação ou geração de ideias na qual será desenvolvido todo o processo de criação e desenvolvimento experimental.

A partir da decisão pelo processo de *Downcycling*, constituindo este como a primeira etapa da próxima fase, que posteriormente a este processo segue para a etapa de elaboração, ou seja, o processo de criação e de execução da ideia propriamente dita; exposição (resultados) e extensão (implementação e possíveis melhorias).

3.4.4 Processo de Desenvolvimento (Ideação)

A partir das etapas, bem como observações e estudos anteriores, a respeito das características químicas estruturais de alguns resíduos. Após finalizado o procedimento de recolha e armazenamento das amostras, nesta etapa tentou-se explorar de forma experimental as melhores possibilidades e técnicas para obter a solução da problemática por meio de um pensamento criativo e crítico quanto as soluções encontradas.

Na ideação do projeto, durante a etapa de desenvolvimento e experimentação, observa-se a importância da criatividade em conjunto com um pensamento bilateral, culminando inevitavelmente em acertos e erros em busca de inovação e soluções alternativas. É através de mente aberta que se observa aquilo que muitas vezes está ao nosso alcance (Kelley e Littman, 2006). De acordo com Kelley e Littman (2005), quanto mais emoção, necessidade e desejo de se alcançar algo durante a construção de ideias, o mais provável é que o processo conduza a oportunidades inovadoras e promissoras.

➤ **Processo de Liquidificação e Decantação (Procedimento Doméstico)**

A primeira parte do projeto de ideação consistiu em testar os procedimentos listados anteriormente para obtenção da matéria-prima, pelo método de *Downcycling*, a partir dos resíduos alimentares coletados (Fig. 48). Sendo a Liquidificação, a Filtração e Decantação os primeiros processos postos em teste, como se apresentam de seguida.



Figura 48: Resíduos Orgânicos Desidratados ainda na fase de Casca (de Manga)
Fonte: Autor

Os resíduos coletados, durante os 180 dias foram colocados ao sol para permitir a sua desidratação de forma natural e armazenados na ausência de humidade, para não entrarem em processo de decomposição, tendo adquirido a aparência como observado na figura anterior. Posteriormente foram introduzidos em água e triturados num processo de trituração doméstico (com liquidificador).

Mediante as particularidades de cada tipo de resíduo, o aspeto do resultado obtido através do processo de trituração, sendo que em alguns casos foi possível chegar a partículas menores e líquidos mais homogêneos. Em casos particulares, como da casca da laranja (Fig. 49), foram obtidas duas qualidades de compostos, que se diferenciam pelo tamanho das partículas.



Figura 49: Processo de Liquidificação de Resíduos Orgânicos (Casca de Laranja).
Fonte: Autor

Após a liquidificação, os componentes líquidos passam por um processo de filtragem (Figura 50), onde foi utilizado o filtro Melita 103 – Dura Fiber, onde o filtro retém as partículas maiores, que também foram aproveitadas, obtendo assim de duas a três qualidades diferentes subprodutos de cada resíduo.



Figura 50: Processo de Liquidificação de Resíduos Orgânicos (Castanha portuguesa).
Fonte: Autor

Após a fase de filtragem, os líquidos resultantes passam a fase de decantação (Figura 51), onde ficam em repouso por 24 horas, até que todas as partículas suspensas se depositem no fundo dos recipientes.

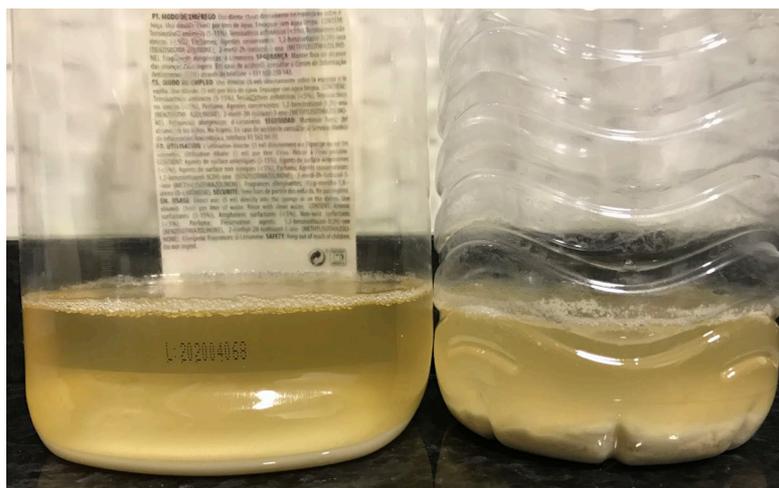


Figura 51: Processo de Decantação de Resíduos Orgânicos (Castanha portuguesa).
Fonte: Autor

Como resultado do processamento por liquidificação e decantação (Fig. 52) foi possível obter amostras distintas, dependendo do resíduo que os originaram. Devido a utilização de água neste processo, alguns sedimentos criaram partículas e placas após a desidratação, sendo observado a necessidade de outro método para conseguir a um composto mais refinado.



Figura 52: Resultado do Processo de Decantação de Resíduos Orgânicos (Castanha portuguesa – à Esquerda e Casca de Laranja – à direita).
Fonte: Autor

➤ **Processo de Trituração (Centro de Valorização de Resíduos – CVR)**

O processo de tritura dos resíduos orgânicos foi realizado pelo Centro de Valorização de Resíduos – CVR (UMinho), onde foi utilizado um triturador mecânico de resíduos. O processo não permitiu uma trituração fina (menor), devido a constatação da presença de humidade nas amostras, o que poderia danificar o equipamento devido ao aquecimento e possível entupimento mediante a sedimentação das partículas do resíduo nas paredes internas do triturador. O resultado obtido com este procedimento pode ser observado na Figura 53.



Figura 53: Resultado do Processo de Trituração de Resíduos de Casca de Laranja (com o moinho do CVR)
Fonte: Autor

Como é possível visualizar na Figura 54, as partículas dos resíduos do resultado deste procedimento mantiveram um tamanho impróprio para a qualidade deste experimento, pois é necessário pulverizar os resíduos ao máximo para a obtenção de matérias-primas satisfatórias para a prototipagem com o compósito. Foi constatado a necessidade de recorrer a outro procedimento, em busca de amostras adequadas para início da fase de prototipagem rápida.



Figura 54: Resultado do Processo de Trituração de Resíduos (com o moinho do CVR)
Casca de Banana (à esquerda) e Maracujá (a direita).
Fonte: Autor

➤ **Processo de Pulverização por Disco (Laboratório de Eng^a Civil da UMinho)**

Diante dos resultados anteriores foi necessário recorrer a um procedimento de laboratório, onde foi utilizado um pulverizador mecânico de disco (Figura 55) normalmente usado para materiais de

construção em engenharias civil e geológica do Laboratório de Eng^a Civil da Universidade do Minho em Guimarães.



Figura 55: Processo de Moagem de Resíduos – Moedor de Disco.
Fonte: Autor

Esta tecnologia de funcionamento simples, exigindo apenas que as amostras possuam partículas pequenas. A sua capacidade em termos de quantidades é reduzida, sendo necessário a realização de diversos procedimentos até obter a quantidade necessária de amostra de cada resíduo orgânico. Como alguns resíduos já haviam sido de alguma forma trituradas na etapa anterior, foram utilizadas essas amostras, pois as mesmas possuíam o tamanho adequado a utiliza no moedor de disco.

Neste procedimento os resíduos orgânicos (Figura 56) são acomodadas no interior da pequena cuba de metal, entre as suas paredes e o disco.



Figura 56: Procedimento de Moagem de Resíduos (Casca de Romã).
Fonte: Autor

O conjunto da cuba e do disco são posicionados no interior da máquina onde vão sofrer movimentos vibratórios durante alguns minutos, variando o tempo de amostra para amostra, até que o resultado da moagem seja a pulverização dos resíduos (Fig. 57 e 58), em tamanho satisfatório para a utilização no procedimento seguinte de prototipagem.



Figura 57: Resultado do Procedimento por Moagem a Disco (Casca de Nozes).
Fonte: Autor



Figura 58: Resultado do Procedimento por Moagem a Disco (Casca de Nozes).
Fonte: Autor

Devido aos resultados satisfatórios de pulverização dos resíduos, obtidos neste procedimento, foi efetuado também a moagem do composto ligante, PLA (Ácido Polilático), escolhido dentre as opções de aglutinantes para utilização no compósito, e posterior aplicação no desenvolvimento de produtos por prototipagem rápida.

Após estudos preliminares com ligantes à base de amido foi decidido por utilizar o PLA como ligante no compósito do protótipo (Fig. 59). A seleção e utilização deste polímero PLA dá-se pelas suas

características pois é um polímero compatível com os requisitos determinados: biodegradável, reciclável, biocompatível, compostável e bio absorvível.

Outro fator determinante para sua escolha, foi a disponibilidade imediata, após tentativas sem sucesso de acesso a outros tipos de aglutinantes. Este polímero (Pellets), foi disponibilizado pelo laboratório do Centro de Ciência e Tecnologia Têxtil da Universidade do Minho (sobra de material de outras experiências científicas).

O PLA ou ácido polilático, é um polímero sintético termoplástico, a sua produção ocorre a partir da fermentação por bactérias, de vegetais ricos em amido, como a beterraba, a mandioca e neste caso o milho³, produzindo grandes quantidades de ácido lático que se unem em cadeias de repetição formando o polímero.

Para conhecer a temperatura de fusão do polímero procedeu-se ao ensaio de tempo e temperatura, onde foram testadas variações a fim de obter o produto em estado pastoso para junção com os resíduos em pó. Após vários testes no laboratório de Química Têxtil da UMinho, chegamos ao estado ideal de fusão do PLA, cujos resultados forma de 214 °C por 2 Minutos de exposição ao calor, especificamente para o polímero e condições do laboratório em questão.

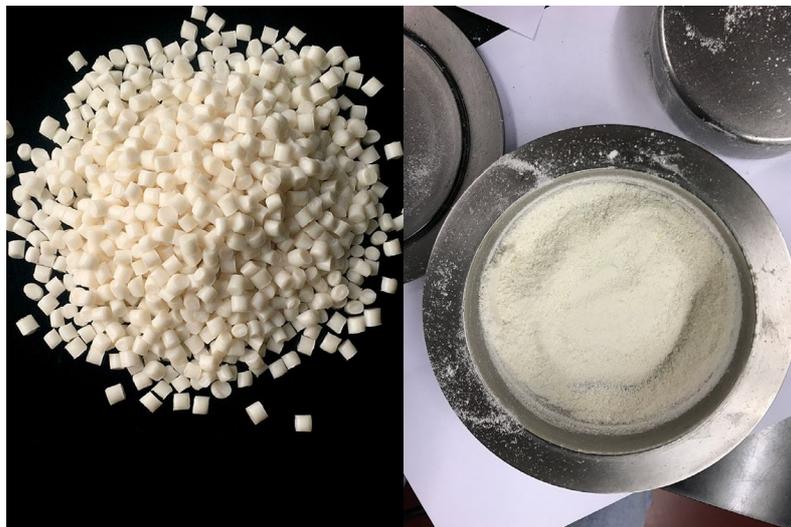


Figura 59: Resultado da Moagem de Pellets de PLA (Polímero/Ligante).

Fonte: Autor

³ <https://www.ecycle.com.br/pla/>

As técnicas colocadas na presente fase do trabalho consistiram na produção das amostras necessárias para a fase de prototipagem, onde o produto em teste será desenvolvido a partir da mistura de dois materiais, um ligante (PLA) e um composto estrutural (carga), neste caso os resíduos em pó, onde foram testadas as composições em percentagem (%) até obter resultados que unam as melhores características de cada componente formando o material compósito.

Os materiais compósitos são combinações de dois ou mais materiais cuja estrutura é formada por um material ligante, que serve de matriz, e por um material de reforço, de enchimento ou carga. O material de reforço pode ser incluído na estrutura sob a forma de partículas (pós) ou fibras. A importância dos materiais compósitos e a sua seleção para este projeto, resulta da possibilidade de se chegar a produzir um material cujas propriedades possam ser superiores às propriedades físicas e mecânicas individuais dos materiais que o compõem.

É essencialmente importante citar que estas propriedades são influenciadas mediante as percentagens de cada componente na mistura final, sendo necessário testes prévios para determinar as quantidades ideais dos componentes para o desenvolvimento do produto, a disposição dos componentes, bem como a sua disposição interferem diretamente na qualidade do produto final e sua durabilidade.

No âmbito desta Dissertação é importante diferenciar um material compósito natural, de um material compósito em que são utilizados materiais naturais na sua produção, sendo o último o caso que se refere ao tema proposto nesta investigação. Isto é, um material compósito natural é um material cuja sua formulação é composta por insumos naturais e um material ligante natural ou sintético. Um material compósito que utiliza materiais naturais difere de um compósito natural por ser um produto artificial, ou seja, em que os seus componentes, mesmo que provenientes de fontes naturais, são previamente analisados e escolhidos já determinando o resultado.

Durante o processo de idealização do projeto observou-se a importância da criatividade através da observação e do pensamento livre em busca de inovação por meio da multidisciplinaridade de ideias e áreas. A partir desta visualização dos resultados obtidos nesta fase, passou-se à fase seguinte, onde o desenvolvimento do produto dá início ao processo de prototipagem rápida, uma importante etapa da metodologia do Design Thinking e do método *Evolution 6* desenvolvido por Katja Tschimmel.

3.4.5 Desenvolvimento de Botões Sustentáveis (Prototipagem)

Segue-se então a etapa da “experimentação” onde se dá a exploração do conceito produtivo e a aplicação das ideias visando obter soluções, neste caso o desenvolvimento de botões biodegradáveis

por meio do método de criação de materiais compostos com bases naturais. Nesta etapa explora-se o método experimental de produção e a prototipagem rápida como maneira de visualização imagética da ideia, o que possibilita a avaliação de suas características, propriedades e necessidades de melhorias posteriores.

A construção artesanal dos protótipos dos botões ocorreu inicialmente em ambiente doméstico durante a pandemia onde foram exploradas várias possibilidades a partir de resíduos alimentares do cotidiano. Estes resíduos foram coletados durante o período de 6 meses. Sendo previamente desidratados ao sol e forno com função de convecção e posteriormente conservados em caixas de papelão arejadas, objetivando manter livre de humidade.

As amostras desenvolvidas em ambiente doméstico não seguiram protocolos ou padrões de produção, sendo provenientes de experimentação livre e insights resultantes de leituras aleatórias, vídeos da internet e hipóteses. Os aglutinantes utilizados neste processo foram baseados em farinha de trigo, amido de milho, colas vegetais industrializadas e bioplástico desenvolvido de maneira caseira.

Em segunda instância o e foi replicado a experiência em laboratório nas instalações do Departamento de Engenharia Têxtil da Universidade do Minho. A primeira etapa desta prototipagem laboratorial consistiu no teste de percentual de misturas adequadas ao desenvolvimento do material compósito ideal para a aplicação que se objetiva. O processo de produção e testagem encontra-se demonstrado nas imagens da figura 60 e seguintes.

Foram feitos então os primeiros testes (Figura 60) a fim de verificar a melhor percentagem de componentes para o objeto de estudo, ou seja, realizados testes com diferentes quantidades de ligante (PLA) e Reforço (Resíduo Pulverizado).

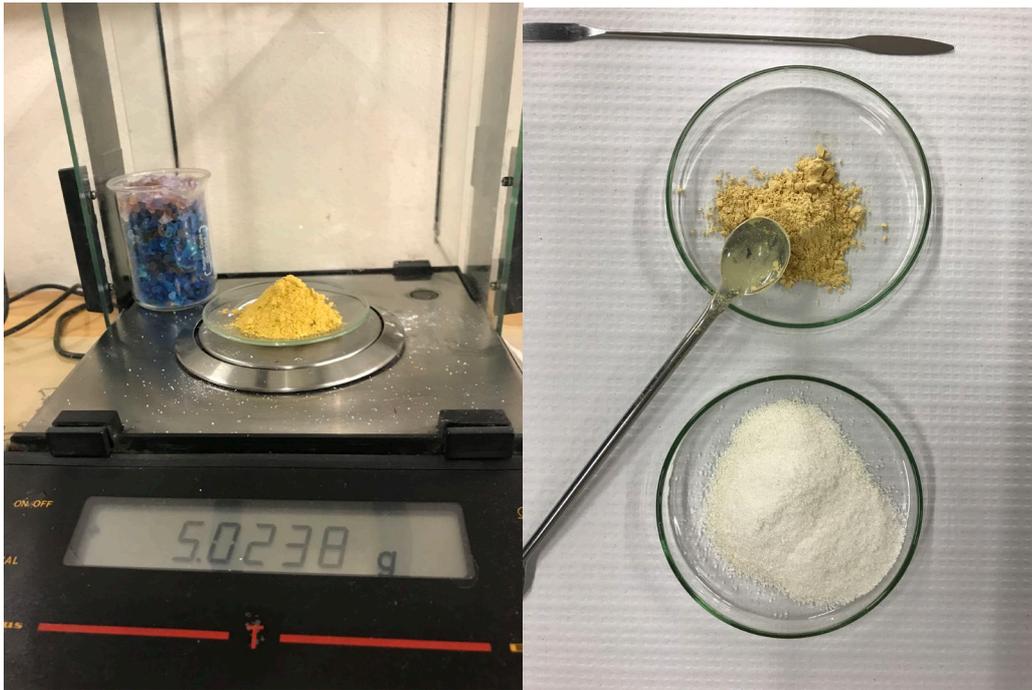


Figura 60: Processo de Pesagem para Teste de Porcentagens Ligante/Reforço.
Fonte: Autor

No primeiro processo (Figura 61) foram utilizados resíduos de cascas de laranja na percentagem de 50% para cada componente, ou seja, 50% de ligante (PLA) e 50% de Reforço (Resíduo). Após a pesagem os componentes foram misturados fisicamente com uma espátula e colocados numa forma de silicone (7.8 cm x 9 cm) com compartimentos no formato de botões e levados ao forno em uma temperatura de 214° graus, (de acordo com a temperatura de fusão do polímero como estudado e apresentado anteriormente) por 2 minutos, até que o polímero inicie seu processo de fusão. O tempo foi sendo estipulado por observação das fases de fusão desde o início, até ao processo de fusão estar completo. A forma utilizada dispõe de botões de diferentes circunferências, como 25mm, 20mm, 15mm, 10mm e 9mm de Diâmetro, os Botões de 25mm serão utilizados no teste de validação técnica do protótipo final.



Figura 61: Processo de Testagem com Forma de Silicone.

Fonte: Autor

Neste primeiro teste (Figura 62) a pesar do composto se apresentar homogêneo, este apresentava um aspeto carbonizado e a superfície dos botões apresentavam um certo granulado o que indicava muita quantidade de produto de carga/resíduo, alguma diferenciação de fusão dos botões maiores para os menores.



Figura 62: Resultado do Processo de Testagem em Forma de Silicone.

Fonte: Autor

O procedimento foi repetido, diminuindo a quantidade da carga nas proporções de composição: 70% ligante (PLA) e 30% carga (Resíduo), e numa 1ª fase esta mistura foi testada um recipiente de cerâmica, para não ter a influência das quantidades (diferentes tamanhos dos botões).

O teste com o utensílio cerâmico observou-se que o composto (Figura 63) apresenta maior homogeneidade e todo polímero está fundido. A etapa seguinte seria avaliar a melhor maneira de dar forma ao produto utilizando as formas de silicone para moldar os botões.



Figura 63: Processo de Testagem em Recipiente Cerâmico.

Fonte: Autor

No teste seguinte (Figura 64), foi realizado outra tentativa com um utensílio de cerâmica, onde primeiramente foi posto no forno somente o ligante (PLA), após a dissolução do componente, foi adicionado o reforço (carga) nas mesmas proporções anteriores estipuladas (70/30), após realizar a mistura, a pasta resultante foi colocada por meio de uma espátula nas formas de silicone e levada novamente ao forno por alguns minutos.



Figura 64: Resultado do Processo de Teste em duas fases, utensilio cerâmico e forma de silicone.

Fonte: Autor

Este processo de testagem (Figura 65) foi o mais satisfatório alcançado com este procedimento em escala reduzida em laboratório, sendo possível observar a homogeneidade do compósito e a sua forma idêntica a um botão funcional, igualmente a sua dureza e resistência à manipulação.



Figura 65: Resultado do Processo de Testagem em Recipiente Cerâmico e Molde de Silicone.
Fonte: Autor

O processo de produção dos botões a partir do compósito, com utilização conjunta do utensílio de cerâmica e posteriormente moldado na forma de silicone mostrou-se o mais satisfatório. A fim de visualizar o comportamento das demais amostras de resíduos com a utilização do mesmo processo, objetivando avaliar cor final e demais características, foram produzidas amostras seguindo a mesma quantidade de 70% de ligante (PLA) e 30% de reforço (resíduos diversos, nomeadamente Cascas de Manga, Romã, Nozes e Limão), os resultados estão apresentados na Figura 66.



Figura 66: Amostras contendo Resíduos de Cascas de Manga, Romã, Nozes e Limão.
Fonte: Autor

Como resultado desta fase obteve-se um material compósito consistente, homogêneo e com características estéticas idênticas aos botões utilizados no cotidiano. A partir dos resultados obtidos seguiu-se para o procedimento final da metodologia baseada no *Design Thinking* e modelo *Evolution 6^o*, sendo classificado como esteticamente satisfatório os resultados alcançados, seria necessário verificar os seus requisitos técnicos de qualidade.

O exercício mental, material e imagético das ideias apresentadas para a aquisição de novos produtos (e mais sustentáveis) sentiu-se a necessidade de converter estas percepções em algo tangível, transpondo da conceção das ideias para a transformação dessas ideias (Brown, 2010).

Os pensamentos criativos foram executados nesta etapa de elaboração da solução (Protótipo) de modo a exteriorizar todo o processo prático que exige a idealização para a sua concretização física, dando cor, forma e corpo a cada etapa desde o design conceptual, a permitir a rápida visualização das ideias segundo um conceito, até chegar a fase de prototipagem final de novos produtos, tornando a idealização palpável e a solução concreta. A prototipagem, é considerada a etapa mais importante desta metodologia, uma vez que a partir dela torna-se possível observar concretamente a viabilidade do projeto quanto ao nível tecnológico, (e mais tarde ao nível financeiro e mercadológico). Para esta investigação e experimento, a viabilidade é baseada no alcance dos objetivos sustentáveis iniciais e que motivaram o projeto, uma parte dessa viabilidade será validada na seguinte e última fase.

3.4.6 Validação técnica do produto (Testagem)

A usabilidade do produto (Botão) desenvolvido é similar aos artigos industrializados, sua validação técnica de resistência foi determinada inicialmente pelo método 5A de lavagem doméstica, seguindo a NP EN ISO 6330:2002, que consiste em simular sucessivas lavagens em máquina de lavar automática, simulando diversos processos de limpeza e higienização do vestuário, neste caso para avaliar a resistência dos botões no quotidiano. (Norma Portuguesa NP EN ISO 6330 2002: têxteis: métodos de lavagem e secagem domésticas para ensaio de têxteis: (ISO 6330:2000) - Instituto Português da Qualidade).

Onde os resultados bem como os itens utilizados no teste se encontram nas figuras 67 e 68.



Figura 67: Amostra submetida ao Teste de Durabilidade pela Norma NP EN ISO 6330:2002.
Fonte: Autor

Neste processo de testagem 10 amostras foram submetidas ao teste de durabilidade em lavagem doméstica, 4 amostras produzidas em laboratório e 7 em ambiente doméstico,

Neste processo de testagem coseram-se 10 protótipos de botão a um tecido, que foram submetidos a teste de robustez à lavagem doméstica. Destes 10 protótipos 4 dos botões forma produzidas em laboratório (N^a 2, 3, 4, e 5) e os restantes 6 foram desenvolvidos pelo procedimento doméstico de prototipagem.

Figura 68: Resultado da Amostra Submetida ao Teste de Durabilidade NP EN ISO 6330:2002.



Fonte: Autor

Após o processo de testagem foi possível observar pela figura 68, que a maioria das amostras produzidas em ambiente doméstico (sem o uso do polímero PLA), praticamente se desintegraram no processo de lavagem a máquina. As amostras 2, 3, 4 e 5, (que possuem PLA em sua formulação), apresentação em excelente estado, não tendo sofrido qualquer alteração podendo assim ser

considerado o processo e o produto como aprovados pelo teste da robustez à lavagem segundo norma em questão.



Figura 69: Amostras Aprovadas no Teste de Durabilidade NP EN ISO 6330:2002.
Fonte: Autor

A amostra experimental, foi produzida a partir de resíduos alimentares do consumo doméstico, nomeadamente cascas de noz, casca de romã, pó de café e casca de limão siciliano, objetivando a escalabilidade com a reutilização do subproduto da indústria alimentícia. Segundo o conceito do *Cradle to Cradle™*, todos os materiais envolvidos nos processos industriais e comerciais, sejam técnicos ou biológicos, devem nutrir a cadeia no final do ciclo de vida. O design deve ser pensado em termos de produtos de impacto positivo e redução dos impactos negativos mediante sua efetividade (McDonough e Braungart, 2002).

Portanto, a biodegradabilidade é um indicativo importante na avaliação do desempenho ecológico dos materiais e próprio de uma determinada condição ambiental (Pagga, 1997; Mohee et al., 2007). No caso deste protótipo, deverá ainda ser testada a sua biodegradabilidade, numa próxima fase. Mediante a origem dos compostos utilizados na fabricação destes produtos, em que o ligante, (constituído por PLA) à partida caracterizado como sendo biodegradável em condições favoráveis e o material de carga, que é constituído pelos resíduos orgânicos são naturalmente biodegradáveis e compostáveis, todo o produto deverá ser biodegradável e compostável, no entanto necessita de validação destas hipóteses.

De acordo com a última fase da metodologia do Design Thinking: Modelo E6² (Tschimmel, 2011), o método finaliza na fase da “extensão”, na qual faz parte a implementação da ideia como produto

comercial e realizadas as possíveis melhorias, caso seja avaliado a necessidade, para o produto desenvolvido, estes pontos serão abordados no capítulo de conclusões e perspectivas futuras da dissertação.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS

A partir do estudo e análise dos conceitos essenciais para a realização desta investigação, desde toda a pesquisa exploratória, bibliográfica até a experimental, todo o percurso foi traçado visando manter o objetivo principal do projeto, a sustentabilidade voltada para reaproveitamento de resíduos aplicados a indústria da moda/têxtil e após as várias experiências e testes realizados, se faz necessário avaliar os resultados obtidos.

As primeiras experiências foram realizadas em ambiente doméstico, mediante a situação pandémica e impossibilidade de acesso aos laboratórios da Universidade do Minho, apenas com os materiais disponíveis no ambiente doméstico. Sendo possível avaliar este processo exploratório e os resultados como positivos, pois a necessidade de adequar os procedimentos e mesmo explorar ideias com o que estava disponível levou a descobertas importantes para as seguintes etapas do trabalho já em ambiente laboratorial.

Como em ambiente doméstico não é possível controlar os processos e os experimentos, toda a experimentação foi livre e orgânica, partindo da intuição e de hipóteses levantadas e aplicadas durante leituras de artigos, textos aleatórios sobre o assunto e vídeos na internet.

Já no laboratório têxtil da Universidade do Minho, os experimentos foram realizados, com controle de todos os passos e etapas. Primeiramente aconteceram as etapas de preparação dos resíduos orgânicos alimentares, visando transformá-los em compostos homogênicos e pulverizados. Para esses procedimentos foram utilizadas tecnologias disponibilizadas pelo Centro de Valorização de Resíduos e os Laboratórios da Engenharia Civil e Geológica.

A partir do beneficiamento dos resíduos, foi dado início aos testes para determinar as quantidades ótimas a serem misturadas de cada componente, sendo um ligante e o outro o reforço ou carga. Neste caso o PLA foi utilizado como ligante e os resíduos orgânicos como reforço. O composto foi colocado no forno do laboratório para os testes, sendo necessário que o polímero chegasse ao ponto de fusão, foram utilizadas tabelas disponíveis na internet, específicas para manusear filamentos em impressoras 3D, utilizadas para determinar as temperaturas que seriam submetidas o PLA. Essas informações não foram levadas à risca, pois notou-se que o comportamento do PLA era instável, a partir de testes em diversas temperaturas, sendo mais prudente determinar a temperatura e tempo ideal através de testagens prévias.

Após os resultados e a determinação da temperatura e tempo, foram iniciados os testes com a utilização dos resíduos orgânicos pulverizados. Os primeiros testes com a mistura dos dois componentes nas proporções de 50%/50%, não tiveram os melhores resultados: as amostras foram carbonizadas e apresentaram um aspeto granuloso, (mesmo os resultados menos problemáticos que foram obtidos, não possuíam os requisitos mínimos determinados para os produtos). Um dos resultados que foram considerados insatisfatórios foi o grau de robustez do produto, que na maioria das vezes era quebradiço a manipulação.

Após os testes de ajustados às proporções dos componentes na mistura (70% ligante/30% carga), as amostras seguintes apresentaram melhorias nas características anteriores, o que culminou com alguns testes de qualidade dos produtos.

Com o protótipo desenvolvido pôde-se analisar tanto as características do material quanto a funcionalidade do produto. Ambos sendo satisfatórios em se tratando de um teste experimental e preliminar. Mediante os resultados obtidos e o teste aplicado, é possível concluir em primeira instância a viabilidade da utilização dos resíduos orgânicos em aplicações de compósitos para a criação de acessórios de moda, neste caso específico botões. Os resíduos além de funcionar como o reforço a estrutura final, podem ser utilizados como corante natural para o polímero, o que pode ser uma mais-valia para um processo mais sustentável.

Pode-se ainda imaginar que o material criado apresenta um design capaz de ser adaptado a diferentes produtos na área de design e moda, sendo versátil e sustentável de acordo com os testes preliminares e experimentais.

5. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

5.1 Conclusões

É de extrema importância o quanto os conceitos de moda relacionados com a sustentabilidade demonstram influência mútua, é evidente o quanto o produto sugere ao consumidor que inspirou o produto. Compreende-se por produto, o Ciclo de Vida completo, desde a matéria-prima, processos, produção, distribuição, uso, até o destino final do produto; que idealmente deveria ser a logística reversa para a reciclagem. É notável e importante o poder de persuasão do consumidor consciente no mercado e conseqüentemente na sustentabilidade do planeta, por intermédio de suas decisões de consumo, quando exige responsabilidade ambiental das empresas por meio dos produtos, e pelas atitudes durante o uso e no final de vida do produto.

O produto sustentável expõe valores mais profundos, onde o ato da compra engloba todo o Ciclo de Vida em uma visão mais ampla e a longo prazo, não se limitando somente a convicções estéticas e simbólicas, mas com o todo do impacto que o produto poderá causar ao meio ambiente, de acordo com a sua gestão seja pela indústria ou quando chega às mãos do consumidor.

Quando utilizamos metodologias como o *Design Thinking* para a inovação, podemos desenvolver novos produtos e com eles soluções para problemas ambientais, como a gestão dos seus resíduos. Com base numa economia circular, sustentada por conceitos como o *Cradle to Cradle (C2C)*, onde os produtos são planejados desde o princípio com a finalidade de eliminar a ideia do lixo. O sistema atual é insustentável e traz sérias conseqüências ao planeta, problemas como a poluição de rios e mares, alterações climáticas, o microplásticos na cadeia alimentar, propagação de doenças e outros.

Este estudo, desde o início, objetivou uma pesquisa em torno da circularidade da e para a indústria da moda, inserindo material descartado novamente no ciclo produtivo. Onde os resíduos são qualificados como nutrientes (C2C), retornando para o ciclo de produção, sendo ainda classificados em técnicos ou biológicos, caso dos materiais biodegradáveis. Foco da pesquisa, por se tratar de um ciclo natural e que também resolveria uma parte do problema do acúmulo de resíduos no meio ambiente, nomeadamente os botões de materiais sintéticos.

Em simultâneo a investigação buscou abranger aspectos econômicos, ambientais e sociais, em se tratando de resíduos e matéria-prima orgânica para o desenvolvimento de produtos biodegradáveis.

Será necessário a movimentação de toda uma rede de produção, objetivando a escalabilidade desta investigação. Onde seriam gerados empregos, renda, educação e principalmente consciência e redução do impacto ambiental por meio destes produtos.

Uma vez que a indústria da moda tem um elevado impacto negativo no planeta e utiliza recursos escassos, a busca para desenvolver produtos mais sustentáveis deve começar pelos próprios materiais, sem eles não há alternativas ou produtos conscientes que visem a sustentabilidade. Estes novos materiais devem vir da reciclagem de produtos obsoletos e não da extração de insumos virgens, desde a revolução industrial temos explorado os recursos naturais, e gerado resíduos em aterros que inundam o planeta, principalmente nas regiões mais pobres e carentes.

Quanto aos botões sustentáveis desenvolvidos no procedimento experimental, pode ser afirmado a manutenção de sua função original e aplicabilidade. Juntamente com a expectativa da sua biodegradabilidade, de acordo com os insumos utilizados em sua produção. O produto final deve ainda passar por testes que atendam as normas de degradabilidade vigentes e somente posteriormente serem escalados para uma produção industrial e respectiva comercialização.

Os problemas ambientais causados pela aceleração da produção e consumo é preocupante, estamos a chegar no limite do planeta, estamos consumindo os recursos naturais e devolvendo os resíduos ao meio ambiente. O planeta está em desequilíbrio, é necessário reverter a situação e transacionar do sistema atual de produção linear para uma economia circular e regenerativa. A revolução industrial mudou a forma de produção e consumo, e acelerou a poluição do planeta, o uso de recursos renováveis será uma das soluções para o acúmulo de resíduos no planeta.

Finalizando, acredita-se que a presente pesquisa tenha obtido resultados satisfatórios, e alcançado o objetivo de desenvolver um material sustentável, utilizando como matéria-prima resíduos orgânicos e o processo de Downcycling. Após a finalização dessa etapa da investigação fica determinado próximos passos a desenvolver como estudo futuro destes materiais bem como dos processos utilizados. Lembrando que o protótipo idealmente deve passar por testes para determinar precisamente as suas propriedades de biodegradabilidade e compostabilidade, em conjunto com uma avaliação completa de seu Ciclo de Vida e da durabilidade no uso cotidiano.

5.2 Perspetivas Futuras

Como perspetivas futuras pertinentes a esta investigação, pretende-se desenvolver uma pesquisa aprofundada a respeito dos materiais compósitos, bem como outras possibilidades de materiais que funcionem como aglutinantes, impreterivelmente provenientes de fontes renováveis.

Por outro lado, intenciona-se em dar continuidade ao projeto e desenvolver *workshops*, onde poderá ser propagado a mais pessoas os benefícios dos materiais sustentáveis, bem como da gestão correta dos resíduos; sejam eles têxteis ou orgânicos. Acreditamos que a mudança começa dentro de casa, a partir do momento em que as pessoas tomarem consciência que os resíduos não são lixo e sim nutrientes para serem reutilizados, essa problemática do acúmulo de resíduos e o descarte inadequado tenderá a reduzir.

Além da iniciativa dos cursos e da continuar destas pesquisas um possível doutoramento, existe a possibilidade desta investigação se tornar num projeto de Modelo de Negócios Circular (e mais a frente uma *Startup*), visando tornar essa solução escalável e benéfica ao meio ambiente. Novos materiais como estes aqui explorados podem ser utilizados para confeccionar outros produtos, como bolsas, calçados e mesmo peças do vestuário. Existem vários tipos de resíduos que não são explorados e muitos deles possuem propriedades únicas, mediante o estudo prévio da composição química e estrutural dos resíduos orgânicos, foi possível entender que existe um padrão de composição; e a partir desta observação será possível olhar os resíduos não mais como descarte, mas sim como matéria-prima.

Para dar continuidade a este estudo, seria conveniente aprofundar conhecimentos numa possível investigação de doutoramento, com maior profundidade e rigor científico e acesso a testes laboratoriais de ponta, infraestrutura e elaboração de testes envolvendo normas vigentes relacionadas com o produto desenvolvido. Incluindo o desenvolvimento de um método universal de avaliação de impacto ambiental para atestar a segurança da disposição destes materiais biodegradáveis na natureza, juntamente com a sua eficácia em relação ao tempo de degradação. Para tanto, seria necessário analisar e testar outros resíduos, incluindo além dos orgânicos, os técnicos, ampliando as possibilidades e os benefícios dos materiais e métodos desenvolvidos.

A durabilidade do produto é outro ponto a avaliar, sendo que para serem sustentáveis os produtos precisam ser duráveis e somente no final do seu Ciclo de Vida, é que devem ser recolhidos para serem reciclados, ou descartados no caso de materiais biodegradáveis já obsoletos. A obsolescência programada é uma prática poluidora e agravante da indústria da moda, que objetiva o desenvolvimento

de produtos de baixa qualidade e que com tempo certo de duração, com a intenção apenas de vender mais e constantemente. Essas práticas apenas resultaram em toneladas de resíduos espalhadas pelo planeta, poluindo a água, o solo e impactando ecossistemas.

Pretende-se também, com a realização desses testes, oferecer ao consumidor maior confiabilidade quanto aos materiais sustentáveis, reais benefícios, características produtivas e de uso, segurança para o consumidor e para o meio ambiente, assim como a possibilidade de tornar esses produtos mais competitivos no mercado (consciente).

Tem-se ainda como perspectiva futura a correta certificação destes produtos quanto às suas propriedades biodegradáveis, seguindo normas e padrões técnicos, possivelmente para a criação de uma marca ecológica para comercialização destes materiais de uma forma sustentável e sustentada nas bases de uma economia circular.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAMOVAY, Ricardo (2013). Lixo zero: gestão de resíduos sólidos para uma sociedade mais próspera / Ricardo Abramovay, Juliana Simões Speranza, Cécile Petitgand. – São Paulo: Planeta sustentável: Instituto Ethos.
- AGENDA 21. (2022). Disponível em: www.cqgp.sp.gov.br/.../AGENDA%2021%20GLOBAL%20CAPÍTULO. Acesso em 05/08/2021.
- AGUIAR NETO, P. P. (1966). Fibras Têxteis. v. 1 (341 p.) e v. 2 (293 p.). Rio de Janeiro: SENAI/CETIQT.
- ALVES, A. S.; AYMONE, J. L. F. (2013). Representação gráfica de moldes em um software para o design do vestuário. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHICS ENGINEERING FOR ARTS AND DESIGN, 10., 2013, Florianópolis. Anais ..., Florianópolis.
- AMBIENTE, M. do M., Educação, M. da and Consumidor, I.B. de D. do, (2005). Consumo Sustentável: Manual de Educação. 1 ed. Brasília.
- ANASTASSAKIS, Zoy. (2013). Laboratório de Design e Antropologia: preâmbulos teóricos e práticos. Arcos Design. Rio de Janeiro: PPD ESDI UERJ. Volume 7 Número 1. Pp. 178-193. Junho.
- ANICET, Anne. Colagens (2012). Têxteis: em busca de um design sustentável. Tese de Doutorado em Design. Universidade de Aveiro, Curso de Pós-graduação em Design.
- ANICET, Anne; BESSA, Pedro; BROEGA, Cristina. (2021). Design de superfícies a partir de resíduos industriais têxteis. Anais do 3º Simpósio Brasileiro de Design Sustentável (III SBDS), UFPE, Recife.
- APA - Agência Portuguesa do Ambiente (2020). Resíduos: Dados sobre Resíduos Urbanos. Disponível em: <https://apambiente.pt/residuos/dados-sobre-residuos-urbanos>
- ARAÚJO, Mário D.; CASTRO, E. M. de Melo. (1986). Manual de engenharia têxtil. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- AUS, R. (2011). Trash to Trend - Using Upcycling in Fashion Design. Tallinn: Estonian Academy of Arts.
- BARBIERI, J. C. (2007). Organizações inovadoras sustentáveis. In: BARBIERI, J. C.; SIMANTOB, M. Organizações inovadoras sustentáveis: uma reflexão sobre o futuro das organizações. São Paulo, Atlas.
- BARCELOS, R. H.; ESTEVES, P. S. SLONGO, L. A. (2016). A consumidora da terceira idade: moda e identidade. International Journal of Business Marketing, v. 1, n. 2, p. 003-018.
- BARDIN, L. (2004). Análise de Conteúdo. Lisboa: Edições 70.
- BASTIOLI, C. (2014). Handbook of Biodegradable Polymers. Shawbury: Rapra Technology Limited, 2ªEd.
- BELGACEM, M. N.; BLAYO, A.; GANDINI, A. (2003). Organoslov lignin as a filler in inks, varnishes, and paints, Industrial Crops and Products, v.18, n. 2, p. 145-153.
- BERLIM, L. (2009). Moda: a possibilidade da leveza sustentável: tendências, surgimento de mercados justos e criadores responsáveis. Dissertação (Mestrado em Administração). Universidade Federal Fluminense. Eduff, RJ.
- BERLIM, Lilyan. (2012). Moda e Sustentabilidade: uma reflexão necessária. São Paulo: Estação das Letras e Cores Editora.
- BIER, Clerilei Aparecida; BOUSFIELD, Rodrigo; ABREU, Sabrina. (2006). Estruturação de um plano estratégico para capacitação de recursos voltado para organizações sem fins lucrativos. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências da Administração, Escola Superior de Administração e Gerência. Florianópolis.
- BOFF, L. (2017). Sustentabilidade: o que é, o que não é. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012. 200 p.

- BOGA - Beyond Oil and Gas Alliance (2022). Disponível em: <https://beyondoilandgasalliance.com/>. Acesso em 12 Jan. 2022
- BOGDAN, R. C. BIKLEN, S. K. (1994). *Investigação Qualitativa em Educação – Uma Introdução à Teoria e aos Métodos*. Porto: Porto Editora.
- BONINI, L. A., & SBRAGIA, R. (2011). O modelo de design thinking como indutor da inovação nas empresas: um estudo empírico. *Revista de Gestão e Projetos*, 2(1).
- BPI - BIODEGRADABLE PRODUCTS INSTITUTE. *The Compostable Logo*. Nova York: Biodegradable Products Institute, 2016. Disponível em. Acesso em 12 set. 2021
- BRASIL. Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 (2000). *Nacional. Agenda 21 Brasileira: bases para discussão*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- BRASIL. Ministério da Educação. (2005). *Manual de educação para o consumo sustentável*. Brasília: MEC/MMA/IDEC. 160 p.
- BRAUNGART, M., MCDONOUGH, W., BOLLINGER, A. (2007). Cradle-to-cradle design: creating healthy emissions – a strategy for eco-effective product and system design. *Journal of Cleaner Production*, vol. 15, 1337–1348.
- BRAUNGART, M; MCDONOUGH, W. (2013). *Cradle to cradle: criar e reciclar ilimitadamente*. 1. ed. São Paulo: Editora G. Gili.
- BROGIN, B. *Gestão do Design para Moda Inclusiva: Diretrizes de projeto para experiência do usuário com deficiência motora*. (2015). 222 f. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis- SC.
- BRUNDTLAND, Gro Harlem. (1991). *Nosso futuro comum: comissão mundial sobre meio ambiente e desenvolvimento*. 2.ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas.
- BURNETT, F. L. (2009). “As cidades brasileiras e desigualdade socioespacial”. Em *Pauta*, 6 (24): 99-112. <https://doi.org/10.12957/rep.2009.522>
- C2C. Overview of the cradle-to-cradle certified product standard. Version 3.0. McDonough Braungart Design Chemistry, 2012. Disponível em: http://s3.amazonaws.com/c2cwebsite/resources/certification/standard/C2CCertified_V3_Overview_121113.pdf/. Acesso em: fevereiro, 2022.
- CABRERA, R.; MEYERS, P. F. (1983). *Classic Tailoring Techniques: a construction guide for men's wear*. New York: Fairchild Publications.
- CARDOSO, Marina Xavier; DEMARCHI, Ana Paula P. (2012). O Processo de Desenvolvimento de Produtos de Moda baseado no Design Thinking: um estudo de caso. *Projética Revista Científica de Design (Londrina)*; 3(2): 51-65.
- CARSON, Rachel. (1962). *Primavera silenciosa*. São Paulo: Melhoramentos.
- CASTRO, M. L. A. C. Carraro, C. (2008). O resgate da ética no design: a evolução da visão sustentável (artigo completo). In: *Anais P&D 2008*. São Paulo: AEND.
- CEREJEIRA, T. de L. T. (2012). A moda e o vestuário como objetos de estudo da antropologia na compreensão das relações sociais, identidade e imaginário da sociedade contemporânea brasileira. Disponível em: <http://ufrn.emnuvens.com.br/vivencia/article/view/3424/2769>>. Acesso em: 29 ago. 2021.
- CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Disponível em: < cetesb.sp.gov.br/ >. Acesso em: abril de 2021.
- CHEHEBE, J. R. B. (2002). *Análise do ciclo de vida de produtos: ferramenta gerencial da ISO 14000*. Rio de Janeiro: Qualitymark,. 104 p.

- CHOHAN B. R. (2008). Catalysing Organizacional Inovation Through Designer Mind: Exploring the fundamental issues of 'design Thinking' and its sucessful implementation for organizacional Estudos em Design | Revista (online). Rio de Janeiro: v. 19 | n. 2 [2011], p. 1 – 15 | ISSN 1983-196X sucess. In INTERNATIONAL DMI EDUCATION CONFERENCE, anais... França.
- CLEMENTE, Violeta; TSCHIMMEL, Katja; VIEIRA, (2016). Rui. Pensamento criativo e crítico no Desenvolvimento de Produto: uma intervenção didática baseada no Design Thinking. Revista Lusófona de Educação, [s. l.], v. 32, n. 32, p. 92.
- COLE, J.; CZACHOR, S. (2009). Professional sewing techniques for designers. Fairchild Books: New York, 526p.
- CONAR - Conselho Nacional de Autorregulamentação Publicitária, (1978). Código Brasileiro de Autorregulamentação Publicitária Código e Anexos, Disponível em: <<http://www.conar.org.br/>>. Acesso em: abril de 2021.
- COOPER, R.; JUNGINGER, S.; LOCKWOOD, T. (2009). Design thinking and design management: a research and practice perspective. Design Management Review, [s. l.], v. 20, n. 2, p. 46-55.
- COSTA, A. C.; ROCHA, E. (2009). Panorama da cadeia produtiva têxtil e de confecções e a questão da inovação. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 29, p. 159-202.
- COSTA, F. C. X.; BITTENCOURT, P. (2016). Reflexões sobre Design Estratégico: Pesquisas Contextuais. p. 23-35. In: SCALETSKY, C. C. (org.). Design Estratégico em Ação. São Leopoldo: Unisinos.
- COUTINHO, S. G. (2006). Design da Informação para Educação InfoDesign Revista Brasileira de Design da Informação 3 – ½,2006], 49-60
- CUNHA, R. Reet Aus: salvando o meio ambiente com a moda upcycling. Stylo Urbano, 28 out. 2016. Disponível em: <<http://www.stylourbano.com.br/reet-aus-salvando-o-meio-ambientecom-a-moda-upcycling/>>. Acesso em: 19 abr. 2021.
- CUNHA, Renato. Uma breve história da evolução da moda até o fast fashion. Disponível em: <<http://www.stylourbano.com.br/uma-breve-historia-da-evolucao-damoda-ate-o-fast-fashion/>>. Acesso em: abril de 2021.
- D'ALMEIDA, Tarcisio. (2008). "Ser Autoral, Ser Criativo: Ensaio sobre o Processo de Criação no Mundo da Moda". Anais do IV Colóquio de Moda 2008, Novo Hamburgo (RS), Feevale. p.1-9.
- DEBASTIANI, E. L.; MACHADO, L. A. (2012). Estudo sobre a geração de resíduos sólidos nas indústrias de confecção têxtil no município de Erechim-RS. In: 3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente, Bento Gonçalves/RS.
- DEMARCHI, A. P. P. (2010). Gestão Estratégica de Design com a abordagem de design thinking: proposta de um Sistema de Produção do Conhecimento: 2010, 278 f. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- DIAS, Genebaldo Freire. (1992). Educação Ambiental: princípios e práticas. São Paulo: Gaia. 224p.
- DOMÉNECH, Ignasi; BEVERIDGE, Philippa; PASCUAL, Eva. (2004). O Vidro: técnicas de trabalho de forno. Lisboa: Estampa.
- DUARTE, R. (2002). Pesquisa qualitativa: reflexões sobre o trabalho de campo. Caderno de Pesquisa, n. 115, p. 139-154, março.
- DURNING, A. (1992). How much is enough? The consumer society and the future of earth. New York. WW Norton & Co.
- EARTH OVERSHOOT DAY - Disponível em: < <https://www.overshootday.org/> >. Acesso em: abril de 2021.
- EBNESAJJAD, S. (2013). Handbook of Biopolymers and Biodegradable Plastics: Properties, Processing and Applications. William Andrew.

- ECYCLE. O que é sustentabilidade ambiental? IN: eCycle. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/6176-sustentabilidade-ambiental.html>>. Acesso em: 17 mar 2021.
- EDWARDS, K.L. (2011). Materials influence on design: A decade of development. *Materials & Design*, Elsevier. v. 32, p. 1073–1080;
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2020). Disponível em: < <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/whatis-the-circular-economy>>. Acesso em: abril de 2021.
- EPA – U. S. Environmental Protection Agency. Proposed renewable fuel standards for 2017, and the biomass - based diesel volume for 2018. Renewable Fuel Standard Program: Regulations & Volume Standards, 2017. Disponível em: <https://www.epa.gov/renewable-fuel-standardprogram/regulations-and-volume-standards-under-renewable-fuel-standard>. Acesso em: 02 mar. 2017.
- FISCHER, Anette. (2010). *Construção do Vestuário*. Porto Alegre: Bookman.
- FLETCHER, K. (2008). *Sustainable Fashion and Textiles: Design Journeys*. 1º Edition. Earthscan. London.
- FLETCHER, K. (2010) Slow fashion: an invitation for systems changes. *Fashion Practice*, DOI: 10.2752/175693810X12774625387594
- FLETCHER, K.; THAM, M. (2014). *The Handbook of Sustainability and Fashion*. Routledge International Handbooks. Routledge, Abingdon, Oxon. ISBN 9780415828598.
- FORCESE, V.L. (1981). *Clothing Fasteners: ease of manipulation and preference among arthritic women*. 1981. 180f. Thesis (Master of Science in Clothing and Textiles) - University of Manitoba.
- FRANKL, P; RUBIK, F. (2000). *Life Cycle Assessment in Industry and Business: Adoption of Patterns, Applications, and Implications*. Berlin: Springer-Verlag. 280p.
- FREIRE, Karine. (2009). Reflexões sobre o conceito de design de experiências. Reflections upon the experience design concept. *Strategic Design Research Journal*.
- FRINGS, G. S. (2012). *Moda: Do conceito ao consumidor*. Tradução de Marina Belloli. 9 ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- FUAD-LUKE, Alastair. (2010). *Ecodesign: the sourcebook*. São Francisco, CA: Chronicle Books.
- GARDIN, Carlos. (2008). *Corpo e mídia: modos e modas*. in OLIVEIRA, Ana Claudia; CASTILHO, Claudia. *Corpo e moda: por uma compreensão do contemporâneo*. Barueri, SP: Estação das Letras e Cores Editora.
- GEYER, R.; JAMBECK, J. R.; LAW, K. L. (2015). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Sci. Adv.*, New York, v. 3. 6 p
- GEYER, R.; KUCZENSKI, B.; HENDERSON, A. (2016). "Equívocos comuns sobre reciclagem". *Journal of Industrial Ecology* . 20 (5): 1010–1017. doi : 10.1111 / jiec.12355 . S2CID 153936564.
- GIANNETTI, B; ALMEIDA, C. M. V. B. (2006). *Ecologia industrial. Conceitos, ferramentas e aplicações*. São Paulo: Edgard Blucher, p. 109.
- GIL, A. C. (2006). *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas.
- GLOBAL FOOTPRINT NETWORK. Disponível em: < <https://www.footprintnetwork.org>>. Acesso em: abril de 2021.
- GOMES FILHO, João. (2012). *Gestalt do objeto: sistema de leitura visual da forma*. 5 ed. São Paulo: Escrituras editora.
- GRAEDEL, T.E. (1998). *Streamlined Life-Cycle Assessment*. New Jersey: Prentice Hall. 310p.
- GRAVE, Maria de Fátima. (2010). *A moda-vestuário e a ergonomia do hemiplégico*. São Paulo: Escrituras Editora.

H3POLÍMEROS. Disponível em: < <http://www.h3polimeros.com.br/>>. Acesso em: abril de 2021.

Hansen, K.T. (2004), 'The word in dress: anthropological perspectives on clothing, fashion and culture', *Annual Review of Anthropology*, 33, 369–92.

HART, Stuart. (2006). *Capitalismo na encruzilhada*. Porto Alegre: Bookman.

HAUSCHILD, M.Z. (2005). Assessing Environmental Impacts in a Life Cycle Perspective. *Environmental Science and Technology*, v. 39, n.4, p. 81A-88A.

HUCK, J; BONHOTAL, B. (1997). Fastener systems on apparel for hemiplegic stroke victims. In: *Applied Ergonomics*, v.28, n.4, pp.227-282.

IDEC. (2005). *Consumo Sustentável: Manual de Educação*. Brasília: ConsumersInternational/ MMA/MEC/IDEC.

INKINEN, H. T.; Kianto, A.; VANHALA, M. (2008). Knowledge management practices and innovation performance in Finland. *Baltic Journal of Management*, v. 10, n. 4, p. 432-455.

IOVINO, R., ZULLO, R., RAO, M. A., CASSAR, L., & Gianfreda, L. (2008). Biodegradation of poly (lactic acid)/starch/coir biocomposites under controlled composting conditions. *Polymer Degradation and Stability*, 93(1), 147–157.

Isaksen, S.G., Dorval, B.K. and Treffinger, D.J., (2010). *Creative Approaches to Problem Solving*. *Creative Approaches to Problem Solving: A Framework for Innovation and Change*, pp.1–24.

ISO 14044. (2006). *Environmental Management – Life Cycle Assessment – Requirements and Guidelines*. Geneva: ISO. 46p.

ISO. (2006). International Organization for Standardization. ISO 14040. *Environmental Management – Life Cycle Assessment – Principles and Framework*. Geneva: ISO. 20p.

ISO/TR 14047. (2000). *Environmental Management – Life Cycle Assessment – Examples of Application of ISO 14042*.

ISO/TR 14049. (2000). *Environmental Management – Life Cycle Assessment – Examples of Application of ISO 14041 for goal and scope definition and inventory analysis*.

ISO/TS 14048. (2001). *Environmental Management – Life Cycle Assessment – Data Documentation Format*.

ITANI, Alice; VILLELA Jr, Alcir. (2007). *Meio Ambiente & Saúde: desafios para a gestão*. *Interfacehs*, v. 1, p. 1-15.

IUCN. (2006). *The future of sustainability: Re-thinking Environment and Development in the Twenty-first Century*. Report of the IUCN renowned thinkers meeting: The World Conservation Union, (Jan), pp.1–257.

KATES, R. W. et al. (2001). *Sustainability Science*. *Sci. Mag.*, v. 292, n. 5517, p. 641- 642.

KAZAZIAN, T. (2009). *Haverá a idade das coisas leves: design e desenvolvimento sustentável/ organizado por Thierry Kazazian; tradução de Eric Roland Rene Heneault - São Paulo: Editora Senac São Paulo*.

KAZAZIAN, T. (org). (2005). *Design e desenvolvimento sustentável: haverá a idade das coisas leves*. São Paulo: Editora Senac. p. 5

KELLEY, T., & LITTMAN, J. (2006). *The ten faces of innovation (1a Edição ed.)*. United States of America: Crown Business.

KELLEY, Tom; LITTMAN, (2005). *Jonathan. As 10 faces da inovação*. Rio de Janeiro: Elsevier.

KISS, Ellen. *Criatividade, design e inovação*. Disponível em: <<http://www.designbrasil.org.br/artigo/criatividade-design-e-inovacao>>. Acesso em: 06 set. 2021.

KNELLER, G.F., (1999). *Arte e ciência da criatividade*. 14th ed. São Paulo.

- KRUCKEN, L.; TRUSEN, C. (2009). A comunicação da sustentabilidade em produtos e serviços. In: MORAES, D. (Org.). Cadernos de estudos avançados em Design: sustentabilidade I. Barbacena, MG: Editora da Universidade do Estado de Minas Gerais – Eduemg.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. (1992). Metodologia do trabalho científico. 4.ed. São Paulo: Atlas, 1992.
- LEVINBOOK, Miriam. (2008). Design de superfície têxtil. In: PIRES, Dorotéia Baduy (org.). Design de moda: olhares diversos. Barueri: Estação das Letras e Cores Editora.
- MAGNAGO, P. F.; AGUIAR, J. P. O. DE; PAULA, I. C. DE. (2012). Sustentabilidade em desenvolvimento de produtos: uma proposta para a classificação de abordagens. Revista Produção Online, v. 12, n. 2, p. 352–376.
- MANZINI, E. (2005). Enabling solutions: Social innovation, creative communities and strategic design. Dis-Indaco: Politecnico di Milano.
- MANZINI, E. (2008). Design para a inovação social e sustentabilidade: comunidades criativas, organizações colaborativas e novas redes projetuais. Rio de Janeiro: E-papers.
- MANZINI, E. Design, (2015). When Everybody Designs: an introduction to design for social innovation (design thinking, design theory). Londres: MIT Press.
- MANZINI, E., VEZZOLI, C. (2005). O desenvolvimento de produtos sustentáveis: Os requisitos ambientais dos produtos industriais. São Paulo: EDUSP, 1a edição.
- MANZINI, E.; VEZZOLI, C. (2016). O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais. 4 ed. São Paulo: Edusp.
- MANZINI, E; Vezzoli, C. (2008). O desenvolvimento de produtos sustentáveis: Os requisitos ambientais dos produtos industriais. São Paulo: EDUSP, 3a edição.
- MARCONI, Maria de Andrade. LAKATOS, Eva Maria. (1990). Metodologia Científica. 2. ed. São Paulo: Altas.
- MARTELI, L.N.; et al. (2017). Aviaamentos e a vestibilidade de roupas para idosos: uma contribuição do design ergonômico. In: Colóquio de Moda, 13., Bauru-SP, 15p. Anais.
- MARTINS, R. (2009). Jeans, ícone da moda: estudo do comportamento de consumo.
- MCDONOUGH, W., & BRAUNGART, M. (2002). Cradle to cradle: Remaking the way we make things (1st ed.). New York :North Point Press.
- McNeil, I. (1990). The Encyclopedia of the History of Technology. London: Routledge.
- MELO NETO, G.; STACCIARINI, J. H. R. (2011). Educação Ambiental: da disciplinaridade à transdisciplinaridade ao pensamento complexo. In: Anais do II SEAT – Simpósio de Educação Ambiental e Transdisciplinaridade, UFG/IESA/NUPEAT, Goiânia.
- MILLER, Daniel. (2007). Material culture and mass consumption. Oxford: Blackwell.
- MINAYO, Maria Cecilia de Souza. (2008). O desafio do conhecimento. 11 ed. São Paulo: Hucitec.
- MOHEE, R., UNMAR, G. (2007). “Determining biodegradability of plastic materials under controlled and natural composting environments”. Waste Management 27: 1486 – 1493.
- MORAIS, Carla; CARVALHO, Cristina; BROEGA, Ana Cristina. (2011). A design tool to identify and measure the profile of sustainable conscious fashion costumer. In: AUTEX CONFERENCE, 8., 2011, Mulhouse. Anais... Mulhouse: AUTEX, 2011. p. 388-393.

- MORGAN, A. (2015). The true cost: documentário. Direção e Produção de Andrew Morgan. França: Andrew Morgan (2015). Retrieved from: <http://netflix.com/13726978>
- MÜLLER, C. J. (2003). Modelo de gestão integrando planejamento estratégico, sistemas de avaliação de desempenho e gerenciamento de processos. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul.
- MUNARI, Bruno (1981). Das coisas nascem coisas. Tradução de José Manuel Vasconcelos. Lisboa, Edições 70.
- MUÑOZ-Bonilla A, FERNÁNDEZ-García M. (2009). Polymeric materials with antimicrobial activity. *Prog Polym Sci.* 2009; 37(2): 281–339.
- NAS – National Academy Of Sciences. (2007). Sustainability Science: a room of its own. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, v. 104, n. 06, p. 1737–1738.
- NETO, A. B. (2005). Elas não sabem como ganhar a guerra. *HSM Management Update*. N. 20. Mai. 2005. Entrevista concedida a Fernanda Diamant. Disponível em: <<http://www2.saocamiloba.br/clipping/Grandes%20empresas.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2021.
- NEVES, E. P.; et al. (2015). Biomechanics and Fashion: Contributions for the design of clothing for the elderly. *Procedia Manufacturing*, v.3, p.6337 – 6344.
- NEVES, E.P.; MARTELI, L.N.; PASCHOARELLI, L.C. (2018). Elderly and Clothing: Considerations about Handling Trimmings. *Current Trends in Fashion Technology & Textile Engineering*, v.2, n.2.
- NEVES, J. L. (1996). Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades. *Caderno de pesquisa em administração*, v. 1., n. 3.
- O ESTADO DE SÃO PAULO. (2009). Em 2008 o Brasil importou 175,5 mil toneladas de lixo. 26.07.2009. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/geral,em-2008-brasil-importou-175-5-mil-toneladas-de-lixo,408583>>. Acesso em: 30 mai. 2020.
- OKADA, Regina e BERLIM, Lilyan. (2014). Design de moda: possibilidades de inovação social e sustentabilidade. 2014. Tese – Curso de Pós-graduação em Design de Moda e Sustentabilidade, UNILASALLE, Niterói, RJ.
- OLIVEIRA, A. P. O. et al. (2009). FATEC-AMERICANA – Disciplina Ciência das Fibras Têxteis. [s.l.].
- OLIVEIRA, Driéli Valério de et al. (2013). Aspectos Inclusivos da Moda com Foco nas Pessoas com Deficiência Visual. *Moda Palavra. E - Periódico*, Florianópolis, v. 1, n. 9, p.116-139.
- OLIVEIRA, I.B.; ANDRADE, L. H.; NETA, L.F.; AMARAL, M. C. S. (2013). Textile wastewater treatment by microfiltration aiming at indigo blue dye recovery. In: 7th IWA Specialized Membrane Technology Conference and Exhibition for Water and Wastewater Treatment and Reuse, Toronto.
- ONU / WCED. (1987). World Commission on Environment and Development: our common future. Oslo: WCED, 1987. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/rio20/documentos/>>. Acesso em: 14 mar. 2021.
- ORSATO, Renato J. (2002). Posicionamento ambiental estratégico. Identificando quando vale a pena investir no verde. *REAd – Revista Eletrônica de Administração*. UFRGS, v. 8, n. 6, p. 1-29.
- ORSATO, Renato J. (2006). Competitive environmental strategies: when does it pay to be green? *California management review*. University of California, Berkeley, v. 48, n. 2, p. 127-142.
- OTTO, T; SMITH, R. (2013). Design Anthropology: A Distinct Style of Knowing. In: Gunn W, Otto T, Smith RC, eds. 2013. *Design Anthropology: Theory and Practice*. London: Bloomsbury. p.242-274
- PAGGA, U. (1997). Testing biodegradability with standardized methods. *Chemosphere*, 35:2953-2972.

- PAGGA, U., D. BEIMBORN e M. YAMAMOTO. (1996). "Biodegradability and Compostability of Polymers-Test Methods and Criteria for Evaluation". In: *Journal of Environmental Polymer Degradation* 4.3, pp. 173–178. issn: 10647546. doi: 10.1007/bf02067451.
- PANTALEÃO, L. F.; PINHEIRO, O.J; MENEZES, M.F. (2016). Teoria e prática, ética e estética no design de produtos: questões de sustentabilidade como alternativa para subversão da atual cultura material de consumo. In: CIMODE - Congresso Internacional de Moda e Design, 3, Buenos Aires.
- PAPANEEK, V. (1984). *Design for the real world*. Second Edition. New York: Van Nostrand Reinhold.
- PAZMINO, Ana Veronica. (2007). Uma reflexão sobre Design Social, Eco Design e Design Sustentável. I Simpósio Brasileiro de Design Sustentável. Curitiba.
- PEREIRA, Livia Marsari, ANDRADE, Raquel Rabelo. (2013). Vestuário infantil com conceitos de aprendizagem: o design como condutor projetual. *Projética*, Londrina, v.4, n.1, p. 101-120.
- PEREIRA, U. C. (2011). Sustentabilidade: da teoria à prática – por uma educação ambiental transformadora. In: *Anais do II SEAT – Simpósio de Educação Ambiental e Transdisciplinaridade*, UFG/IESA/NUPEAT, Goiânia.
- PETRIE, E. (2012). Biobased Components in Hot Melt Adhesive Formulation. *SpecialChem*, p. 8.
- PNAS – PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. (2007). Sustainability Science: a room of its own. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, vol. 104, n. 06, p. 1737–1738.
- PNGR. (2011). *Plano Nacional de Gestão de Resíduos 2011-2020*. Lisboa.
- PNUMA - UNEP. (2011). *Towards a green economy: pathways to sustainable development and poverty eradication - A synthesis for policy makers*. 2011. Disponível em: <www.unep.org/greeneconomy>. Acesso em: 17 jul. 2021.
- QUELHAS, O. L. G.; ALLEDI FILHO, C.; MEIRIÑO, M. (2008). *Introdução à Engenharia de Produção*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- RARU - Relatório Anual de Resíduos Urbanos. (2020) Agência Portuguesa do Ambiente – APA.
- REDDY, C. S. K.; GHAI, R; RASHIMI; KALIA, V. C. (2003). *Bioresour. Technol*, 87, 137.
- REFOSCO, Ereany; et al. (2011). O novo consumidor de moda e sustentabilidade. 2011. In.: COLÓQUIO DE MODA, 7., 2011, Paraná. *Anais... Paraná: REDEModa*, 2011. p. 1- 10.
- REICH, N.; OTTEN, P. (1987). What to Wear: A Challenge for Disabled Elders. *The American Journal of Nursing*, v.87, n.2, p. 207-210.
- RELATÓRIO PLANETA VIVO, (2010). *Biodiversidade, biocapacidade e desenvolvimento: relatório do ano 2010*. Acesso em 08 jun. 2021.
- RIBEIRO, L.G.; ANDRADE FILHO, J. (1987). *Introdução à Engenharia Têxtil*. v. 1 (208 p.), v. 2 (214 p.), v.3. (196 p.) SENAI, Rio de Janeiro.
- ROCHA, E.; BARROS, C. (2006). Dimensões culturais do marketing: teoria antropológica, etnografia a e comportamento do consumidor. *Revista de Administração de Empresas*, v. 46, n. 4, p. 36-47.
- ROCHA, Everardo e Barros, Carla. (2006). Dimensões culturais do marketing: teoria antropológica, etnografia e comportamento do consumidor. *RAE*, v. 46, p. 36-47.
- RODGERS, P.; BREMNER, C. (2016). An A to Z of Contemporary Design. *The Design Journal*, v. 19, n. 1, p. 5-23.
- RODRIGUES, Janice; BELLIO, Liliana; ALENCAR, Camila. (2012). Sustentabilidade no Design: A transversalidade das teorias filosóficas e suas articulações na contemporaneidade complexa. *Modapalavra*, n. 9, p.95-115.

- RODRIGUES, P.; SCHERDIEN, I. (2013). Design estratégico na comunicação de sustentabilidade nas embalagens Natura Ekos. *Strategic Design Research Journal*, n. 6, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, maio – agosto 2013, p. 58 – 63. DOI: 10.4013/ SDRJ.2013.62.02
- ROGERS, Dale S. et al. (2012). *Going backwards: reverse logistics trends and practices*. Pittsburgh, PA: Reverse Logistics Executive Council.
- RUPPRECHT, C.D.D. et al. (2020). Trust me? Consumertrust in expert information on food product labels. *Food Chem. Toxicol.*
- RUTHSCHILLING, Evelise; SANTOS, Aguinaldo dos. (2012). Design para consumo sustentável de roupas. In: CIMODE, 2012, Guimarães. *Proceedings CIMODE 2012*, Guimarães: Escola de Engenharia - Universidade do Minho, 2012. p. 2432-2441. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1822/29259>>. Acesso em: 30 out. 2021.
- SALCEDO, E. (2014). *Moda ética para um futuro sustentável*. São Paulo: G. Gili.
- SANTOS, Caroline Zanardo Gomes dos; SANTOS, Joyce Ribeiro dos. (2010). Design de moda: o corpo, a roupa e o espaço que os habita. *Revista Multidisciplinar. UNIESP. Saber Acadêmico - n ° 09*.
- SANTOS, Ivan Mota. (2012). *Avaliação da percepção dos usuários sobre a comunicação da sustentabilidade em produtos: o modelo Persus*. 2012. 104f. Dissertação (Mestrado em Design) – Universidade do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- SCHENINI, Pedro Carlos; Nascimento, Daniel Trento. (2002). Gestão pública sustentável. *Revista de Ciências da Administração – v.4, n.08*.
- SCHENINI, Pedro Carlos; SCHMITT, Valentina; SILVA, Fernando Amorin. (2014). Marketing verde como abordagem estratégica frente ao novo perfil de consumo. *Cpmark: Caderno Profissional de Marketing, Piracicaba, v. 2, n. 1, p. 12-24*.
- SEBRAE. (2008). *Artesanato: um negócio genuinamente brasileiro*. Brasília: SEBRAE, v. 1, n. 1.
- SEBRAE. (2014). *Desenhar não é o bastante para empreender em moda*. SEBRAE. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/PE/Anexos/perfil%20de%20neg%C3%B3cios%20de%20moda.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2021.
- SENAI - Sistema Nacional de Aprendizagem Industrial. (2015). *Fiação*. 1ª Edição. São Paulo- Editora SENAI.
- SENAI - Sistema Nacional de Aprendizagem Industrial. (2016). *Processos Produtivos Têxteis*. 1ª Edição. São Paulo – Editora SENAI.
- SHINODA, T.; NAGAO, T.; NAKAYAMA, M.; SERIZAWA, H.; KOSHIOKA, M.; OKABE, H.; KAWAI, A. (2003). Identification of a triterpenoid saponin from a crucifer, *Barbarea vulgaris*, as a feeding deterrent to the diamondback moth, *Plutella xylostella*. *Journal of Chemical Ecology*. V.28, p.587-599.
- SILVA, D. O (2000). Paradigma transdisciplinar: uma perspectiva metodológica para a pesquisa ambiental. In: Philippi Jr., Arlindo (Org.). *Interdisciplinaridade em Ciências Ambientais*. São Paulo: Signus.
- SILVA, L. G. M. et al. (2012). Study and Application of na Enzymatic Pool in Bioscouring of Coton Knit Fabric. *Canadian Journal of Chemical Engineering*, v. 95, n. 7, p. 1253-1260.
- SINDITÊXTIL-SP – Sindicato das Indústrias de Fiação e Tecelagem do Estado de São Paulo. (2009). *Guia técnico ambiental da indústria têxtil – Série P+L*. São Paulo: CETESB: SINDITÊXTIL-SP.
- SLACK, N. et al. (1997). *Administração da produção*. Tradução A. B. Brandão et al. São Paulo, Editora Atlas, 726p. e Tradução Maria Teresa Correa de Oliveira et al, São Paulo, Editora Atlas, 2002, 2ª edição, 747 p.

- SMITH, C. B.; COHEN, M. C. L.; RUIZ PESSEDA, L. C.; FRANÇA, M. C.; GUIMARAES, J. T. F.; ROSSETTI, D. F.; LARA, R. J. (2011). Holocene Coastal vegetation changes at the mouth of the Amazon River. *Review of Palaeobotany and Palynology*, v. 168, n. 1, p. 21-30, 2011. DOI: <10.1016/j.revpalbo.2011.09.008>. Disponível em: <<http://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2011.09.008>>.
- SMITH, P.A.C.; Sharicz, C. (2011). The shift needed for sustainability. *The Learning Organization*, 18(1): 73-86.
- SOARES, Rosana. (2011). Saberes, herança e manifestações culturais brasileiras. Indaial: Uniasselvi.
- SOARES, Thiago Barbosa. (2015). Discursos do sucesso: a produção de sujeitos e sentidos do sucesso no Brasil contemporâneo (Dissertação de Mestrado). São Carlos: UFSCar.
- STOKES, D. E. O (2008). Quadrante de Pasteur: a ciência básica e a inovação tecnológica. Campinas: Ed. da Unicamp.
- STRAUSS, Carolyn; FUAD-LUKE, Alastair. (2008). The slow design principles Proceedings of the changing the change, Torino, p. 1-14. Disponível em: <http://raaf.org/pdfs/slow_design_principles.pdf> Acesso em: 26 out. 2021.
- SUSTEXMODA - USP. Disponível em: <http://https://www.sustexmoda.org/>. Acesso em: 20 ago. 2021.
- TEXTILES, W.P. in, 2009. Interior textiles - Design and developments.
- TREPTOW, Doris Elisa. (2013). Inventando moda: planejamento de coleção. 5. ed. São Paulo: Edição da Aurora.
- TREPTOW, Doris. (2009). Inventando Moda: planejamento de coleção. Brusque: O Autor, 2009.
- TRIVIÑOS, A. N. da S. (2008). Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação. 2º Edição. São Paulo: Atlas.
- TRIVIÑOS, A. N. S. (1992). Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas.
- TSCHIMMEL, K. (2014). Evolution 6^2 Booklet. Matosinhos: ESAD Arte + Design.
- TSCHIMMEL, K. Processos Criativos: (2011). A Emergência de Ideias na Perspectiva Sistêmica da Criatividade (1º Ed). [Creative Processes: The Emergence of Ideas in the Systemic Perspective of Creativity]. Edições ESAD.
- TULLIO-POW, S. (2016). Mapping the Clothing Taskscape: Apparel Needs in Rehabilitation Therapy. 2016. 279f. Thesis (Doctor of Philosophy) - University of Alberta.
- VEZZOLI, C. (2008). Cenário de design para moda sustentável. Tradução Kathia Castilho. In: PIRES, Baduy Dorotéia (Org.), Design de moda: Olhares diversos. 1ª Ed. São Paulo: Estação das Letras.
- VEZZOLI, C., Manzini, E. O. (2005). Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis: Os Requisitos Ambientais dos Produtos Industriais. São Paulo: EDUSP. 1ed.366p.
- VEZZOLI, Carlo. (2010). Design de sistemas para a sustentabilidade. Salvador: Edufba, 2010. 342p. ISBN p. 81 978-85-232-0722-9
- VILJANMAA, Mikko et al. (2002). Hydrolytic and environmental degradation of lactic acid based hot melt adhesives. *Polymer Degradation and Stability*, Tampere, n. 78, p. 269-278.
- WANG, M. H.; WANG, H. Q. (2006). From process logic to business logic: a cognitive approach to business process management. *Information & Management*, v. 43, n.2, p. 179-193, 2006.
- YIN, Robert K. (2001). Estudo de caso – planejamento e métodos. (2Ed.). Porto Alegre: Bookman.
- YU, H.; TULLIO-POW, S.; AKHTAR, A. (2016). Retail design and the visually impaired: A needs assessment. *Journal of Retailing and Consumer Services*, v. 24, p. 121-129.

ZONATTI, Welton Fernando. (2016). Geração de resíduos sólidos na indústria brasileira têxtil e de confecção: materiais e processos para reuso e reciclagem. 2016. 250 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Sustentabilidade, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. Disponível em: <https://bit.ly/30RUrK7>. Acesso em: 10 nov. 2022.