



DESIGN PARA A BIOECONOMIA TÊXTIL

Raquel Pinto dos Santos

Relatório de Estágio

Mestrado em Design para a Sustentabilidade

Estágio orientado pela Prof.^a Doutora Rita Almendra e pela Doutora Carla Silva

ANO 2023

DECLARAÇÃO DE AUTORIA

Eu, Raquel Pinto dos Santos, declaro que o presente relatório de estágio de mestrado intitulado “Design para a Bioeconomia Têxtil”, é o resultado da minha investigação pessoal e independente. O conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas na bibliografia ou outras listagens de fontes documentais, tal como todas as citações diretas ou indiretas têm devida indicação ao longo do trabalho segundo as normas académicas.

O Candidato

[assinatura]

Lisboa, [data]

31 Outubro 2023

RESUMO

Perante o desafio da sobreprodução associada ao modelo económico e de consumo linear, é necessário impulsionar a transformação sustentável do ecossistema da indústria têxtil e do vestuário. A presença omnipresente do design na nossa vida quotidiana serve simultaneamente de força unificadora e de catalisador para os avanços substanciais que são necessários em termos de conhecimentos teóricos e práticos. Abrange metodologias cognitivas e sistémicas, ao mesmo tempo que faz avançar as capacidades tecnológicas em diversos domínios que abrangem a ciência dos materiais, a engenharia de processos e ambiental, a biotecnologia, os sistemas de fabrico, as tecnologias da informação e o espectro das ciências sociais e comportamentais.

O presente documento aborda e reflete sobre o papel do design na bioeconomia têxtil, e resulta do estágio de índole profissional realizado na empresa CITEVE (Centro Tecnológico das Indústrias Têxtil e do Vestuário). Surge no âmbito do Mestrado de Design para a Sustentabilidade, da Universidade de Lisboa, e decorreu no período compreendido entre Fevereiro e Agosto de 2023. Durante o período de estágio, a mestranda contribuiu ativamente para quatro projetos descritos neste documento. Estes projetos eram parte integrante do Projeto be@t - Bioeconomia Têxtil, que visa reforçar a Bioeconomia Nacional, e do Projeto Waste2BioComp, que se centra na transformação de resíduos orgânicos em componentes sustentáveis de base biológica.

Esta experiência de estágio contribuiu para o desenvolvimento de competências profissionais transdisciplinares e exemplifica uma integração louvável do rigor académico e da aplicação prática, contribuindo para um caminho promissor para o progresso sustentável na indústria têxtil e do vestuário em Portugal.

Palavras-Chave:

CITEVE; Design de Sistemas; Bioeconomia; Indústria Têxtil e do Vestuário; Sustentabilidade

ABSTRACT

Faced with the challenge of overproduction associated with the linear economic and consumption model, it is necessary to promote the sustainable transformation of the textile and clothing industry ecosystem. The ubiquitous presence of design in our daily lives serves as both a unifying force and a catalyst for the substantial advances in theoretical and practical knowledge that are required. It embraces cognitive and systemic methodologies while advancing technological capabilities in diverse fields including materials science, process and environmental engineering, biotechnology, manufacturing systems, information technology, and the spectrum of social and behavioral sciences.

This document discusses and reflects on the role of design in the textile bioeconomy as part of a professional internship at CITEVE (Technological Centre for the Textile and Clothing Industry). It was carried out as part of the Master's Degree in Design for Sustainability at the University of Lisbon and took place between February and August 2023. During the internship, the master's student actively contributed to four projects described in this document. These projects were part of the be@t – Bioeconomy at Textile Project, which aims to strengthen the Portuguese bioeconomy, and the Waste2BioComp Project, which focuses on the transformation of organic waste into sustainable bio-based components.

This internship experience contributed to the development of transdisciplinary professional skills and exemplifies a commendable integration of academic rigor and practical application, contributing to a promising path for sustainable progress in the textile and clothing industry in Portugal.

Keywords:

CITEVE; System Design; Bioeconomy; Textile and clothing industry; Sustainability

AGRADECIMENTOS

O presente relatório é o culminar da minha dedicação e de longas viagens movidas pela paixão de fazer parte da mudança. Sinto-me muito grata pela vitória alcançada e, mais ainda, pelas muitas pessoas que me apoiaram em todas as etapas deste percurso.

Expresso o meu mais profundo agradecimento à minha orientadora, Rita Almendra, que me tem acompanhado desde o início do meu percurso académico no ensino superior. Os seus conselhos, correções, conversas perspicazes, paciência ilimitada e apoio inabalável sempre me guiaram e serviram como uma profunda fonte de inspiração, tanto no meio académico como na vida.

À minha co-orientadora, Carla Silva, que acreditou em mim em 2020 e me deu o incentivo e a oportunidade de entrar no domínio da ciência, mesmo sabendo que era um território desconhecido para mim. Estou grata pela sua orientação, generosa partilha de conhecimentos e inestimável feedback.

O conhecimento que adquiri com este programa de mestrado e a influência positiva da Faculdade de Belas Artes, da Faculdade de Ciências, do Instituto Superior de Economia e Gestão, do Instituto de Ciências Sociais e da Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa na aposta pela transdisciplinaridade enche-me de um sentimento de realização. A todos os professores que desempenharam um papel crucial na demonstração de que colaborativamente podemos começar a mudar o mundo.

Um agradecimento sincero ao CITEVE por me ter dado a oportunidade de trabalhar num ambiente inspirador. Estou grata a todos aqueles, ainda que não mencionados, com quem aprendi muito e que me fizeram sentir em casa. Um agradecimento especial à Cristina Castro pela sua orientação, encorajamento e acolhimento caloroso. À Catarina Guise pela generosa partilha de conhecimentos, sugestões, correções e apoio indispensável. À Elsa Faria e a toda a equipa da Academia CITEVE pela sua hospitalidade, abertura, feedback construtivo e maravilhoso espírito de equipa.

À minha família e amigos pelo apoio inabalável ao longo dos meus anos de estudo e investigação. A todos aqueles que estiveram presentes, mesmo que não explicitamente mencionados, agradeço o vosso amor e tempo.

Agradeço a Tatiana Pinto, Maria João Cardoso, Paula Cardoso, Sandra Soares, Teresa Abreu, Agata Nolasco, Teresa Flores, Gulnazi Kenzhebay, Maria Silva, Maria Trincão Maia, Álvaro António, Luís Silvano, Diogo Alves e Thomas van Keulen pela amizade, inspiração, apoio, conselhos, telefonemas, mensagens, almoços, jantares, pausas, cafés, cervejas, etc., etc., etc.

Finalmente, gostaria de expressar o meu mais profundo amor e gratidão aos meus pais, Paula Pinto e Pedro Santos. Sem eles, nada teria sido, é ou será possível. Que sempre me incentivaram a seguir os meus sonhos e prepararam o caminho para todas as oportunidades. O meu mais sincero obrigada.

TABELA DE CONTEÚDOS

| | |
|--|-----|
| RESUMO..... | iii |
| ABSTRACT | iv |
| AGRADECIMENTOS | v |
| 1. Introdução..... | 18 |
| 2. Tópico Investigativo..... | 19 |
| 3. Objetivos..... | 20 |
| 3.1. Objetivos Gerais | 21 |
| 3.2. Objetivos Específicos | 22 |
| 4. Enquadramento do Estágio..... | 24 |
| 4.1. Motivações Pessoais..... | 24 |
| 4.2. A Empresa – CITEVE | 25 |
| 4.3. O Estágio | 27 |
| 5. Metodologia..... | 29 |
| 5.1. Pensamento Metodológico | 29 |
| 5.2. Metodologia Aplicada | 33 |
| 5.3. Métodos e Instrumentos de Recolha de Dados..... | 34 |
| 5.4. Análise dos Dados | 35 |
| 6. Enquadramento Teórico | 37 |
| 6.1. Contexto de Sustentabilidade | 37 |
| 6.2. Paradigmas Emergentes do Design na Era do Antropoceno..... | 42 |
| 6.3. Modelos Económicos em Evolução: Transformar a cadeia de valor dos têxteis e do vestuário..... | 46 |
| 6.4. Revolução nos Materiais Têxteis e de Moda..... | 48 |
| 6.5. Design para o Impacte: Avançar por uma abordagem orientada pelo design | 55 |
| 7. Projetos..... | 62 |
| 7.1. Projeto Principal – A Durabilidade como Fator de Sustentabilidade..... | 64 |
| 7.1.1. Introdução ao Projeto Principal..... | 65 |
| 7.1.2. Metodologia Aplicada ao Projeto Principal..... | 66 |

| | |
|--|--------|
| 7.1.3. Desenvolvimento Experimental | 68 |
| 7.1.3.1. Materiais e Métodos | 68 |
| 7.1.3.2. Resultados e Discussão..... | 83 |
| 7.1.3.3. Resultados e Discussão no Âmbito do Design..... | 104 |
| 7.1.4. Conclusões do Projeto Principal..... | 107 |
| 7.2. Projetos Secundários..... | 109 |
| 7.2.1. Capacitação da Indústria Têxtil e do Vestuário em Sustentabilidade, Ecodesign e Ecoengenharia | 110 |
| 7.2.2. Formação e Assistência Técnica em Empresas: be@tool | 115 |
| 7.2.3. ECOSYSTEMEX TG3 Working Group - Ecodesign for Safe and Sustainable Materials, Products & Processes (Waste2BioComp) | 119 |
| 8. Conclusão | 125 |
| 8.1. Conclusões..... | 125 |
| 8.2. Recomendações e Perspetivas Futuras | 126 |
| 9. Referências | 129 |
| 10. Bibliografia (por temas)..... | 136 |
| 11. Anexos | cxlvi |
| 12. Apêndices | cxlvii |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Contextualização dos objetivos de trabalho..... | 20 |
| Figura 2 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável identificados..... | 21 |
| Figura 3 - Logotipo CITEVE..... | 26 |
| Figura 4 – Diagrama de pensamento metodológico..... | 29 |
| Figura 5 – Diagrama metodológico, Robbins, 2018..... | 30 |
| Figura 6 – Krebs Cycle of Creativity III, Neri Oxman, 2016..... | 31 |
| Figura 7 - Metodologia de trabalho..... | 33 |
| Figura 8 - Timeline Iniciativas para a Sustentabilidade na ITV..... | 40 |
| Figura 9 – Classificação de fibras têxteis..... | 49 |
| Figura 10 - O papel da educação, das políticas, dos modelos de negócio e da mudança de comportamento nos sistemas têxteis circulares, EEA & ETC, 2019..... | 56 |
| Figura 11 – Estratégias de Design para o Sistema da Moda..... | 58 |
| Figura 12 – Estratégias de Design para o Sistema da Moda II..... | 59 |
| Figura 13 - Cronograma de estágio..... | 63 |
| Figura 14 - Metodologia Projeto Principal..... | 67 |
| Figura 15 - Cronograma de Desenvolvimento Experimental do Projeto Principal..... | 67 |
| Figura 16 – a) Fio algodão; b) Fio liocel; c) Fio cânhamo; d) Fio reciclado..... | 69 |
| Figura 17 – Equipamento Statimat M – Textechno e Adamel..... | 71 |
| Figura 18 – a) Tricolab; b) Processo de produção de malhas; c) Malhas produzidas.... | 71 |
| Figura 19 - Equipamento e processo de tingimento. a) Máquina Mathis Labomat; b) Máquina Máquina de Lavar de Alta Centrifugação..... | 72 |
| Figura 20 – a) Máquina de lavar a roupa doméstica; b) máquina secadora..... | 74 |
| Figura 21 – Espetrofotômetro de reflectância Spectraflash® SF250®..... | 75 |
| Figura 22 – Representação do sistema de cor L*a*b*..... | 75 |
| Figura 23 - Máquina constant rate of extention (CRE) Tineus Olsen..... | 77 |

| | |
|---|----|
| Figura 24 – Martindale | 77 |
| Figura 25 - a) Enterramento; b) Estufa Binder; c) Interior da estufa com os reatores; c) Reator com os provetes enterrados..... | 79 |
| Figura 26 - Equipamento de corte CITEVE..... | 80 |
| Figura 27 - Equipamentos da linha laboratorial de fiação do CITEVE: (a) carda, (b) laminador/torce, (c) contínuo de fiação, (d) bobinadeira | 81 |
| Figura 28 - Massa linear (Ne) dos fios comerciais de CO, CLY, CA e fio reciclado (50% de lã, 35% de poliéster, 10% de acrílico e 5% de outras fibras)..... | 83 |
| Figura 29 – Tenacidade dos fios comerciais de CO, CLY, CA e fio reciclado (50% de lã, 35% de poliéster, 10% de acrílico e 5% de outras fibras) | 84 |
| Figura 30 – Alongamento dos fios comerciais de CO, CLY, CA e fio reciclado (50% de lã, 35% de poliéster, 10% de acrílico e 5% de outras fibras) | 84 |
| Figura 31 – Variação dimensional (encolhimento ou alongamento) das malhas de CO | 89 |
| Figura 32 – Variação dimensional (encolhimento ou alongamento) das malhas de CLY | 90 |
| Figura 33 – Variação dimensional (encolhimento ou alongamento) das malhas de CA | 90 |
| Figura 34 – Variação dimensional (encolhimento ou alongamento) das malhas de fio reciclado (50% de lã, 35% de poliéster, 10% de acrílico e 5% de outras fibras)..... | 91 |
| Figura 35 – Força máxima (N) das tiras de malha de CO, CLY, CA e reciclado (50% de lã, 35% de poliéster, 10% de acrílico e 5% de outras fibras) a 0 lavagens e após 30 ciclos de lavagem..... | 92 |
| Figura 36 – Alongamento (%) das tiras de malha de CO, CLY, CA e reciclado (50% de lã, 35% de poliéster, 10% de acrílico e 5% de outras fibras) a 0 lavagens e após 30 ciclos de lavagem..... | 92 |
| Figura 37 – Amostra controlo de CO; Amostra CO pré ensaios com 15 dias de enterramento; Amostra CO pré ensaios com 30 dias de enterramento..... | 97 |
| Figura 38 – Amostra controlo de CO; Amostra CO pós ensaios com 15 dias de enterramento; Amostra CO pós ensaios com 30 dias de enterramento | 97 |
| Figura 39– Amostra controlo de CLY; Amostra CLY pós ensaios com 15 dias de enterramento; Amostra CLY pós ensaios com 30 dias de enterramento..... | 98 |

| | |
|--|-----|
| Figura 40 – Amostra controlo de CLY; Amostra CLY pré ensaios com 15 dias de enterramento; Amostra CLY pré ensaios com 30 dias de enterramento | 98 |
| Figura 41 – Amostra controlo de CA; Amostra CA pré ensaios com 15 dias de enterramento; Amostra CA pré ensaios com 30 dias de enterramento..... | 99 |
| Figura 42 – Amostra controlo de CA; Amostra CA, pós ensaios com 15 dias de enterramento; Amostra CA, pós ensaios com 30 dias de enterramento | 99 |
| Figura 43 – Amostra controlo de malha Reciclado; Amostra malha Reciclado pré ensaios com 15 dias de enterramento; Amostra malha Reciclado pré ensaios com 30 dias de enterramento..... | 100 |
| Figura 44 – Amostra controlo de malha Reciclado; Amostra malha Reciclado pós ensaios com 15 dias de enterramento; Amostra malha Reciclado pós ensaios com 30 dias de enterramento..... | 100 |
| Figura 45 – Resultados de medição de massa dos reatores | 101 |
| Figura 46 – Massa linear (Ne) dos fios de mistura - 50% CO reciclado / 50% CO virgem, 50% CA reciclado / 50% CO virgem e 50% fibra reciclada pela segunda vez (25% WO, 17,5% PES, 5% PAC e 2,5% de outras fibras) / 50% CO virgem..... | 102 |
| Figura 47 – Tenacidade (RKM) dos fios de mistura - 50% CO reciclado / 50% CO virgem, 50% CA reciclado / 50% CO virgem e 50% fibra reciclada pela segunda vez (25% WO, 17,5% PES, 5% PAC e 2,5% de outras fibras) / 50% CO virgem..... | 102 |
| Figura 48 – Alongamento (%) dos fios de mistura - 50% CO reciclado / 50% CO virgem, 50% CA reciclado / 50% CO virgem e 50% fibra reciclada pela segunda vez (25% WO, 17,5% PES, 5% PAC e 2,5% de outras fibras) / 50% CO virgem..... | 103 |
| Figura 49 - Definição da problemática, suas causas, padrões e tendências, meios e soluções de investigação como base de reflexão para o Projeto Principal..... | 104 |
| Figura 50 - Sistema base consequente da avaliação dos ensaios efetuados e resultados obtidos | 106 |
| Figura 51 – Metodologia do projeto secundário Capacitação da Indústria Têxtil e do Vestuário em Sustentabilidade, Ecodesign e Ecoengenharia | 112 |
| Figura 52 – Processo para a criação da estrutura base do referencial de sustentabilidade | 113 |
| Figura 53 – Metodologia do projeto secundário Formação e Assistência Técnica em Empresas: be@tool..... | 117 |

| | |
|--|-----|
| Figura 54 – Metodologia do projeto secundário ECOSYSTEMEX TG3 Working Group - Ecodesign for Safe and Sustainable Materials, Products & Processes (Waste2BioComp) | 121 |
| Figura 55 – Mapa de conceito da estratégia de ESPR..... | 122 |
| Figura 56 – Descrição dos sectores a explorar pelo projeto W2BC no âmbito do ESPR | 122 |
| Figura 57 – Abordagem de apoio do W2BC ao TG3 | 123 |
| Figura 58 – Apresentação do trabalho realizado, Reunião TG3 de Agosto 2023 | 123 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|---|-----|
| Tabela 1 – Escala de avaliação de borbotos..... | 78 |
| Tabela 2 – Resultados das diferenças de cor observadas entre as amostras de algodão | 85 |
| Tabela 3 – Resultados das diferenças de cor observadas entre as amostras de liocel | 86 |
| Tabela 4 – Resultados das diferenças de cor observadas entre as amostras de cânhamo | 87 |
| Tabela 5 – Resultados das diferenças de cor observadas entre as amostras de malha reciclada..... | 88 |
| Tabela 6 – Resultados da resistência à formação de borbotos entre as amostras de algodão..... | 93 |
| Tabela 7 – Resultados da resistência à formação de borbotos entre as amostras de liocel | 94 |
| Tabela 8 – Resultados da resistência à formação de borbotos entre as amostras de cânhamo..... | 94 |
| Tabela 9 – Resultados da resistência à formação de borbotos entre as amostras de malha reciclado..... | 95 |
| Tabela 10 - Sistema de classificação de maturidade tecnológica TRL | 105 |
| Tabela 11 – Reuniões internas W2BC para ECOSYSTEMEX..... | 121 |
| Tabela 12 – Reuniões TG3 | 121 |

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

CA – Cânhamo

CDB – Convention on Biological Diversity

CFDA – Council of Fashion Designers of America

CLY – Liocel

CO – Algodão

COP – Conference of the Parties

ECAP – European Clothing Action Plan

EPR – Extended Producer Responsibility

ESPR – Ecodesign for Sustainable Products Regulation

EU – União Europeia

G7 – Group of Seven (Canada, France, Germany, Italy, Japan, the United Kingdom, and the United States)

GOTS – Global Organic Textile Standard

IA – Inteligência Artificial

ITV – Indústria Têxtil e do Vestuário

KPIs – Key Performance Indicators

LCA – Life Cycle Assessment

ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

PAC - Acrílico

PES - Poliéster

PMEs – Pequenas e Médias Empresas

PRR – Plano de Recuperação e Resiliência

RSE – Responsabilidade Social Empresarial

SSbD – Safe and Sustainable by Design

STV – Sector Têxtil e do Vestuário

TG3 – Technical Group 3

TI – Tecnologia da Informação

UI – User Interface

UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change

UX – User Experience

W2BC – Waste2BioComp Project

WO – Lã

GLOSSÁRIO

Abrasão – Processo de desgaste ao uso ou exposição aos elementos.

Antropoceno – Época geológica que descreve o período mais recente da história humana.

Biodegradabilidade – Processo de degradação por microorganismos em H₂O, CO₂, sais minerais e biomassa (na presença de O₂).

Biomateriais – Materiais de base biológica.

Cn/Tex – Unidade para qualificar a capacidade elástica de um têxtil ou de um fio.

Comunicação de ciência – Prática de sensibilização e informação para temas relacionados com a ciência a públicos fora da comunidade científica.

Decomposição – Processo no qual substâncias orgânicas sofrem uma alteração significativa, em matéria orgânica ou inorgânica.

Degradação – Ato de degradar, como por exemplo a diminuição gradual de tons.

Densidade Linear – Relação entre massa e comprimento de um produto de fiação (fita, mecha, pavio ou fio), definindo a espessura deste.

Desfibrção – Processo de separar as fibras de.

Desintegração – Processo de destruição total num processo de tratamento biológico de resíduos (compostagem).

Fiação – Ato de fiar, produzir fios.

Fibras – Filamentos delgados.

Gamificação – Estratégia de criação de experiências semelhantes a jogos.

Malha – Tecido têxtil por entrelaçamento de laçadas de fios.

Ne – Unidade de medição de espessura dos fios, Número Inglês.

Nexos – Ligação entre dois conceitos.

Normas – Conjunto de diretrizes para a execução de ensaios laboratoriais, como por exemplo ISO.

Polímeros – Material ou substância composta por macromoléculas.

Provetes – Amostras.

Reatores – Recipiente onde ocorrem reações químicas

Reciclagem – Processo de conversão de desperdício em novos produtos.

Tenacidade – Qualidade do que resiste à rotura.

Título – Nome utilizado para definir a densidade linear de um fio.

UI – Estratégia de design com foco na usabilidade, interatividade, aspeto e sensação de interfaces.

Ultimação – Conjunto de operações finais

UX – Estratégia de design de produtos focada na experiência do utilizador

1. Introdução

Este Relatório de Estágio de Mestrado foi realizado no âmbito do Projeto Integrado be@t – Bioeconomia Têxtil, para Reforço da Bioeconomia Nacional, financiado pelo Fundo Ambiental através da Componente 12 – Promoção da Bioeconomia Sustentável (Investimento TC-C12-i01 – Bioeconomia Sustentável N.º 02/C12- i01/202), dos fundos europeus atribuídos a Portugal pelo Plano de Recuperação e Resiliência (PRR), no âmbito do Mecanismo de Recuperação e Resiliência da União Europeia (UE), enquadrado no Next Generation UE, para o período de 2021 - 2026.

Paralelamente ao contexto de trabalho no projeto be@t, reporta-se a participação efémera no Projeto Waste2BioComp - Converting organic waste into sustainable bio-based components, GA 101058654, financiado pelo programa Horizonte Europa 2021- 2027 (sob o tópico HORIZON-CL4-2021-TWIN-TRANSITION-01-05), designadamente no consórcio - Technical Group 3 on Ecodesign for safe and sustainable - promovido pela ECOSYSTEMEX.

2. Tópico Investigativo

A experiência profissional adquirida pela mestranda durante o estágio no CITEVE, permitiu-lhe participar ativamente em projetos centrados na área da bioeconomia têxtil, mais especificamente em quatro áreas integradas: biomateriais, circularidade, sustentabilidade e ecodesign. Aplicou abordagens de design sistémico a processos internos (projetos da Empresa), enfatizando a integração de transições ecológicas, tecnológicas e sociais. Esta experiência proporcionou também um conhecimento aprofundado da indústria têxtil e de vestuário, a nível nacional e europeu, nomeadamente no que respeita à durabilidade, à gestão de resíduos e ao ciclo de vida dos produtos têxteis.

O problema da sobreprodução na indústria têxtil e do vestuário associado ao modelo económico linear não é um fenómeno recente. O sistema operacional de produzir, utilizar e desperdiçar continua a esgotar recursos, a poluir oceanos e a gerar montanhas de resíduos (Pucker, 2023) O projeto be@t reúne 54 entidades empenhadas em abraçar um novo modelo de negócio bioeconómico circular com o objetivo de elevar a indústria têxtil nacional através do valor acrescentado. Nesse sentido, estudaram-se as tendências e prioridades estratégicas, por pesquisa através de métodos mistos e investigação ativa com foco na durabilidade, especificamente de materiais de base biológica, o seu ciclo de vida e o seu descarte consciente ou upcycling.

Simultaneamente, é imperativo analisar e melhorar o modelo económico existente, bem como promover a sua implementação efetiva. Essenciais para a transição, os projetos secundários facilitaram a criação de programas e ferramentas para o intercâmbio, a disseminação de conhecimentos e a formação entre especialistas, investigadores e profissionais do sector têxtil e do vestuário.

3. Objetivos

Para a orientação do estágio e do trabalho de investigação foram identificados objetivos gerais e específicos a serem cumpridos no decorrer do estágio. Em primeiro lugar, foi considerado o contexto Europeu em matéria dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), dando seguimento às questões de sustentabilidade apreendidas no âmbito do mestrado. De seguida, enquadraram-se estes objetivos gerais no contexto do sector têxtil e do vestuário, mais concretamente relacionando-os com os objetivos já desenvolvidos pelo CITEVE através do projeto be@t. Por fim, o trabalho desenvolvido pela aluna durante o seu estágio foi conduzido por estes objetivos específicos pré-definidos (Figura 1).

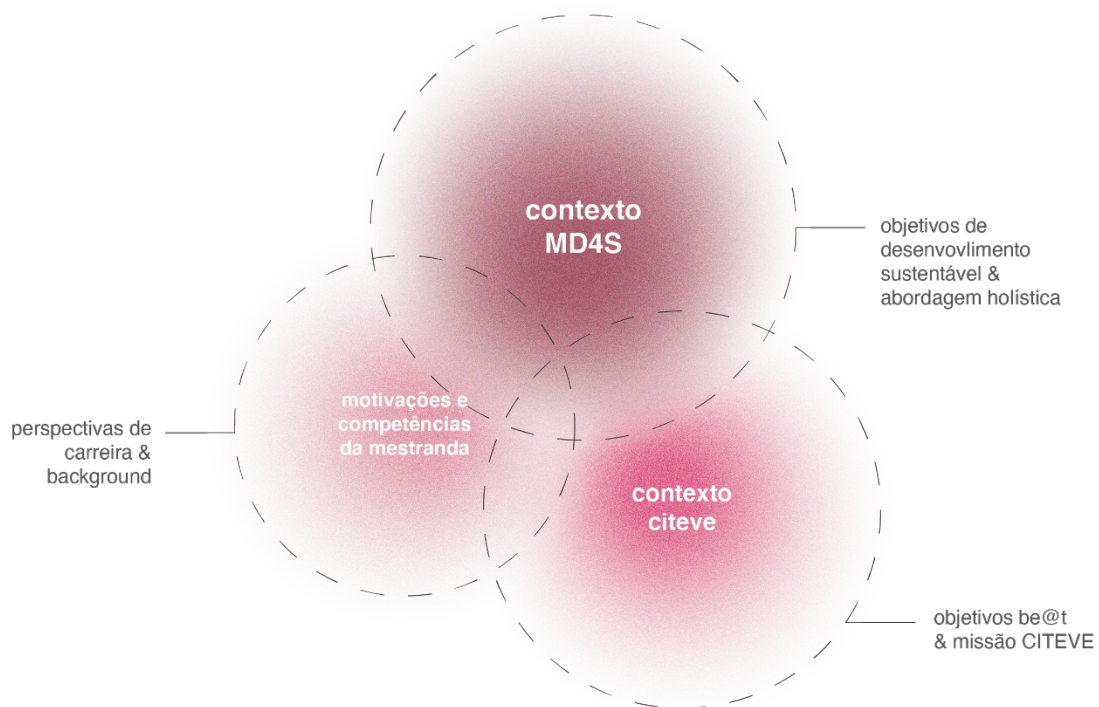


Figura 1 – Contextualização dos objetivos de trabalho - Fonte: Mestranda (2023)

3.1. Objetivos Gerais

Primeiramente cabe contextualizar os objetivos gerais referentes ao projeto be@t que serviram de mote ao trabalho da mestranda:

- “1. Desenvolver novos produtos e materiais têxteis de origem biológica;
2. Explorar abordagens inovadoras de ecodesign e eco engenharia para garantir a circularidade de produtos têxteis;
3. Promover a reutilização, recolha e reciclagem de têxteis;
4. Contribuir para uma cultura de sustentabilidade e consumo responsável.” (CITEVE, 2023)

Posteriormente, importa referir os objetivos gerais retirados dos ODS propostos pelas Nações Unidas em 2015 no relatório *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*, e identificados pela mestranda como referencialmente alinhados às necessidades do CITEVE no âmbito do projeto be@t foram os seguintes (Figura 2):



Figura 2 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável identificados - Fonte: <https://ods.pt/> - consultada a 24 Janeiro de 2023

3.2. Objetivos Específicos

Após identificação dos objetivos gerais foram definidos os objetivos específicos da mestranda e o seu contributo para o projeto be@t conforme o desafio lançado pelo CITEVE para o estágio. Estes foram motivados pelo principal objetivo da mestranda, de explorar o potencial da indústria têxtil e do vestuário para adotar práticas mais sustentáveis incentivando a bioeconomia no sector. Identificam-se, assim, os seguintes objetivos específicos, com base nos ODS, e posteriormente aplicados para a integração da mestranda nos quatro projetos efetuados no decorrer do estágio, os seguintes:

9 - Indústria, inovação e infraestruturas

- Apoiar o desenvolvimento tecnológico interno, a investigação e a inovação;
- Contribuir para a melhoria da investigação científica e das capacidades tecnológicas do sector industrial têxtil e do vestuário;
- Auxiliar na atualização das tecnologias industriais;
- Contribuir para a reabilitação da indústria de modo a torná-la mais sustentável;
- Auxiliar na promoção da industrialização inclusiva e sustentável.

12 - Produção e consumo sustentáveis

- Contribuir para a gestão e uso responsável dos recursos naturais;
- Auxiliar na redução significativa da produção de resíduos por uma abordagem à circularidade;
- Encorajar empresas para a adoção de práticas sustentáveis.

13 - Ação Climática

- Contribuir para a adaptação e resiliência da indústria em relação à crise climática;
- Apoiar a consciencialização e educação, interna e externa, para as alterações climáticas e os impactes consequentes ao sector têxtil.

17 - Parcerias para a implementação dos objetivos

- Auxiliar a partilha de conhecimento e cooperação entre equipas de diferentes áreas.

4. Enquadramento do Estágio

De seguida são explicadas em detalhe as Motivações Pessoais, a Empresa onde decorreu o trabalho, assim como, o Estágio propriamente dito.

4.1. Motivações Pessoais

A estudante foi motivada a prosseguir o tema Design para a Bioeconomia Têxtil devido ao seu crescente interesse na sustentabilidade e à sua convicção de que a ITV tem um papel importante a desempenhar na abordagem dos atuais desafios ambientais do nosso tempo. Foi também motivada pela oportunidade de trabalhar com o CITEVE, um centro de investigação e inovação líder no sector têxtil e do vestuário.

A oportunidade de estágio demonstrou que a mestranda desenvolveu novas competências profissionais e pessoais que serão valiosas para a sua inserção no mercado de trabalho. Estas competências incluem: competências técnicas, capacidade de resolução de problemas, competências de comunicação, capacidade de trabalho em equipa e competências interpessoais.

A mestranda acredita que este trabalho de investigação tem potencial para dar um contributo significativo no domínio do design e da sustentabilidade. Espera-se que as suas descobertas inspirem outros investigadores e profissionais a trabalhar no sentido da normalização dos conceitos de sustentabilidade na ITV, contribuindo para um equilíbrio ambiental, social e económico.

4.2. A Empresa – CITEVE

O CITEVE (Centro Tecnológico das Indústrias Têxtil e do Vestuário), é uma instituição privada sem fins lucrativos, reconhecida como uma referência nacional e internacional para a promoção da inovação e desenvolvimento tecnológico nas indústrias têxtil, vestuário e têxteis técnicos. (CITEVE, 2023)

Com sede em Vila Nova de Famalicão, Portugal, e filiais comerciais em seis países, o CITEVE fornece uma gama de serviços a empresas do sector têxtil e do vestuário, incluindo testes laboratoriais, certificação de produtos, consultoria técnica e tecnológica, I&D+inovação, formação, e serviços de moda e design. A sua missão é apoiar o desenvolvimento das capacidades técnicas e tecnológicas destas indústrias, promovendo a inovação, a melhoria da qualidade e o apoio instrumental à definição de políticas industriais para o sector. (CITEVE, 2023)

Antigo Instituto Têxtil de Vila Nova de Famalicão, o CITEVE, nasceu sob a liderança de José Mariano Gago, na iniciativa de melhorar as capacidades tecnológicas de Portugal, impulsionar a investigação e o desenvolvimento, apoiar os avanços tecnológicos e aumentar a competitividade da indústria têxtil portuguesa (Silva, 2023). Desde a sua criação em 1989, já estabeleceu parcerias com mais de 630 empresas, na sua maioria PMEs sediadas na região Norte de Portugal, e desenvolveu um profundo conhecimento da realidade e desempenho do sector têxtil e do vestuário (STV). (CITEVE, 2023)

O CITEVE desempenha um papel crucial na definição e implementação de políticas públicas, devido ao seu estratégico posicionamento quer geográfico quer entre o meio académico e as empresas, servindo como prestador de serviços, organização de apoio e promotor de conhecimento e informação para o sector. (CITEVE, 2023)

“(…)é a mudança de atitude das comunidades científica, industrial e da distribuição que está agora a dar um definitivo impulso para a verdadeira mudança de paradigma.” (Costa, 2023) – Braz Costa, Diretor-geral do CITEVE



Figura 3 - Logotipo CITEVE - Fonte: Repositório interno de comunicação CITEVE

4.3. O Estágio

O estágio curricular no âmbito do curso de Mestrado em Design para a Sustentabilidade da Universidade de Lisboa, foi realizado na empresa CITEVE (Centro Tecnológico das Indústrias Têxtil e do Vestuário), situada na Rua Fernando Mesquita 2785, 4760-034 Vila Nova de Famalicão.

A duração do estágio foi de 6 meses, no período compreendido entre Fevereiro e Agosto de 2023, em regime full-time (8h diárias).

Durante o estágio a aluna integrou o Departamento de Química e Biotecnologia. Este Departamento desenvolve uma série de projetos transformacionais para a indústria têxtil, nomeadamente o desenvolvimento de novos materiais, novos processos e novos produtos têxteis, que tenham por base a sustentabilidade, a performance e o potencial de inovar a cadeia de valor. (CITEVE, 2023)

O estágio descrito foi coordenado pela Doutora Carla Joana Silva (Diretora do Departamento de Química e Biotecnologia e Gestora do Projeto be@t), que teve um papel crucial na orientação, feedback e validação de todo o desenvolvimento dos projetos realizados.

No decorrer do estágio a aluna foi integrada em quatro projetos de acordo com os objetivos específicos:

- A Durabilidade como Fator de Sustentabilidade
- Capacitação em Ecodesign e Eco Engenharia
- Formação e Assistência Técnica em Empresas: be@tool
- ECOSYSTEMEX TG3 Working Group - Ecodesign for safe and sustainable materials, products & processes (Waste2BioComp)

Foi efetuado trabalho de campo complementar aos projetos decorridos, nomeadamente a realização de visitas a empresas de referência como a Riopelle e a JFA, e a participação ativa em conferências de renome como a Modtissimo Edição 60+1, o iTechStyle Summit 2023 e a Têxtil Logística 2023 (Ver Apêndice 1). Adicionalmente, adquiriu formação certificada pela Academia CITEVE (Ver Anexo I e Anexo II), que englobou o curso

Têxtil de A-Z, conhecimentos abrangentes sobre a íntegra do processo têxtil, e uma MasterClass Be@t em parceria com a Universidade Católica de Lisboa acerca de Sustentabilidade como Estratégia para o STV (Sector Têxtil e do Vestuário).

5. Metodologia

Este capítulo introduz as metodologias e métodos de projeto fornecendo uma base introdutória para o estágio realizado na empresa CITEVE. A metodologia envolveu o alinhamento dos processos identificados pela mestranda com a abordagem científica do CITEVE, visando a sinergia entre as suas contribuições. Desta forma, garante-se a harmonização com os esforços existentes na Empresa. Adicionalmente, considerando a combinação de investigação em diferentes campos do conhecimento, é essencial uma abordagem metodológica personalizada. As secções seguintes enquadram a metodologia no contexto mais vasto do trabalho multidisciplinar realizado, abrangendo aspetos como o pensamento metodológico, a metodologia aplicada, os métodos utilizados e a recolha e análise de dados. Ainda assim, em cada projeto será especificado o processo metodológico referente.

5.1. Pensamento Metodológico

Pretende-se neste subcapítulo desconstruir a linha de pensamento da mestranda.

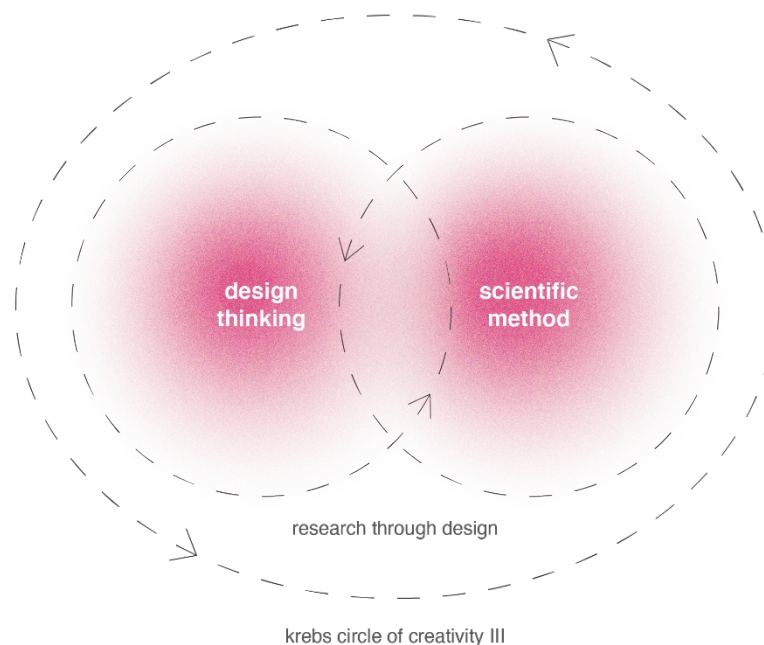


Figura 4 – Diagrama de pensamento metodológico -Fonte: Mestranda (2023)

A combinação das abordagens de Investigação através do Design e do Krebs Cycle of Creativity de Neri Oxman (2016) com uma metodologia baseada no Design Thinking e no Método Científico foi possível enriquecer significativamente o processo de investigação.

Eis como cada abordagem pode contribuir:

Investigação através do Design (RtD)

“A investigação através do design reconhece o processo de design como uma atividade de investigação legítima (...) a ponte entre a teoria e a construção de conhecimentos para melhorar as práticas de design.” (Martin & Hanington, 2012, p. 146) ¹

A metodologia de investigação através do design (RtD), frequentemente discutida na literatura, debate-se com o estabelecimento do lugar legítimo do design no domínio científico. Holly Robbins apresenta uma intrigante abordagem circular a esta metodologia, expressa no diagrama da Figura 5, em que o processo de RtD serve como um "caminho para enquadrar e reformular o tópico de investigação e informar outro ciclo de design" (Robbins, 2018, p. 30) ².

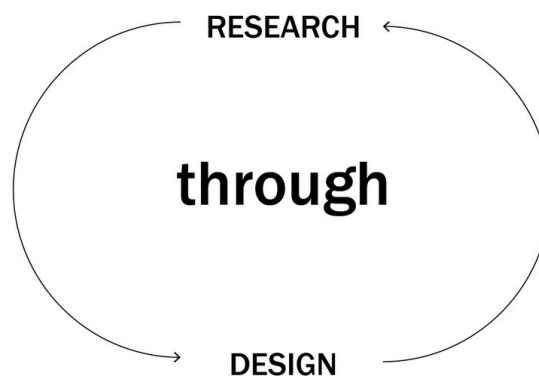


Figura 5 – Diagrama metodológico (Robbins, 2018, p. 30) - Fonte: <http://www.hollyrobbins.com/research-through-design>

¹ Martin, B., & Hanington, B. (2012). "Research Through Design". Em *Universal Methods of Design - 100 Ways to Research Complex Problems, Develop Innovative Ideas, and Design Effective Solutions* (pp. 146-147). Rockport Publishers. [traduzido pela mestranda]

² Robbins, H. (2018). *Materializing Technologies: Surfacing Focal Things and Practices with Design*. Em *Doctoral thesis* (pp. 28-50). Delft University of Technology. [traduzido pela mestranda]

Esta abordagem procura não só alargar a aplicabilidade do design enquanto método científico, mas também dotá-lo de ferramentas mais rigorosamente científicas, impulsionando-o para uma convergência (r)evolutiva. Proporciona uma mentalidade criativa e interativa à investigação e permite uma compreensão dinâmica e evolutiva do espaço do problema.

Krebs Cycle of Creativity (KCC)

Proposto por Neri Oxman (2016), o Krebs Cycle of Creativity III reflete o fluxo perpétuo de energia criativa análogo ao Ciclo de Krebs, referente às reações químicas no metabolismo celular. A Ciência, a Engenharia, o Design e a Arte simbolizam as modalidades de criatividade humana, substituindo os compostos de carbono, interconvertendo-se e gerando moedas num processo dinâmico. Isto reflete o conceito anti-disciplinar de que o conhecimento transcende as fronteiras tradicionais, enfatizando a interligação intrínseca.

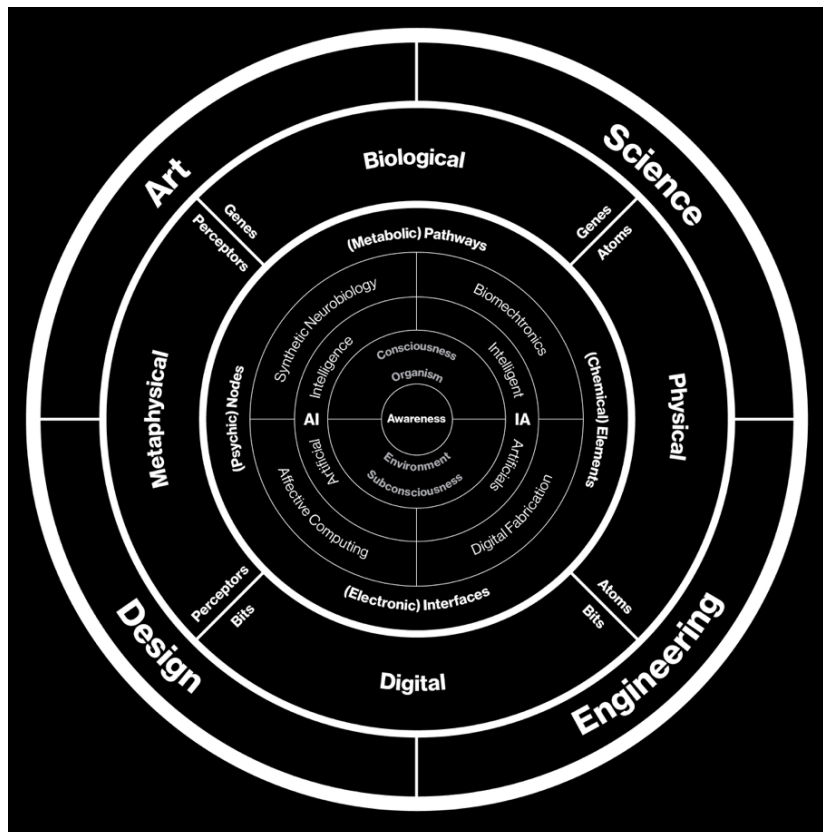


Figura 6 – Krebs Cycle of Creativity III (Domains + Units). Neri Oxman. 2016 - Fonte: (Antonelli & Burckhardt, 2020, p. 17)

Esta “cartografia provisória”, mas abrangente, ilustra a interligação destes domínios, em que cada um pode catalisar um processo transformador dentro de outro; e em que um indivíduo ou projeto pode habitar múltiplos domínios simultaneamente. Permite enfatizar a criatividade interdisciplinar e a promoção da interconexão intrínseca.

Ao integrar estas abordagens, a metodologia ganha um carácter mais dinâmico, criativo e interativo. Incentiva uma mentalidade que valoriza a experimentação, a colaboração e a adaptabilidade. Além disso, reconhece a importância da criatividade, da interdisciplinaridade e do pensamento holístico na investigação e na resolução de problemas.

Design Thinking x Método Científico

O design thinking é uma metodologia de resolução de problemas que dá prioridade a abordagens centradas no utilizador, realçando a empatia, a ideação e a criação de protótipos. Embora tenha alcançado uma popularidade significativa pelo seu potencial para promover a inovação e soluções centradas no ser humano, a natureza interativa e aberta do design thinking pode levar a resultados ambíguos, tornando difícil medir e avaliar a sua eficácia (Buchanan, 1992; Bason, 2017). Debate-se que a ênfase excessiva na criatividade e na ideação pode negligenciar os aspectos práticos da implementação e da escalabilidade (Brown, 2008). Ainda assim, o design thinking tem-se revelado valioso em muitos contextos, particularmente para problemas complexos e mal definidos. A sua força reside na capacidade de promover uma mentalidade colaborativa e centrada no utilizador, encorajando as equipas multidisciplinares a trabalharem em conjunto para encontrar soluções inovadoras (Cross, 2011).

A prática de observar, questionar e realizar experiências para obter respostas é uma prática universal em todos os domínios científicos. O método científico funciona como um quadro de resolução de problemas, permitindo aos investigadores realizar estudos empíricos e tirar conclusões fiáveis a partir das provas recolhidas (Britannica, The Editors of Encyclopaedia, 2023). O processo científico contempla seis etapas distintas. Inicialmente, a observação leva à formação de uma questão de investigação, definindo a trajetória da investigação; Posteriormente, são formuladas hipóteses como explicações testáveis para os fenómenos observados; Estas hipóteses orientam experiências

controladas para recolher dados empíricos, sendo necessário um planeamento meticuloso para garantir resultados fiáveis (Johnson & Christensen, 2014). Após a recolha de dados, procede-se à sua análise para obter conhecimentos significativos. Isto implica organizar e interpretar a informação para validar ou rever a hipótese inicial (Leedy & Ormrod, 2013). Por último, os cientistas divulgam os seus resultados através de artigos de investigação ou apresentações, promovendo a expansão do conhecimento científico (Pechenik, 2021).

Reconhecer que o design thinking é maximamente eficaz quando integrado noutras metodologias e enquadramentos é crucial para resolver os seus potenciais constrangimentos. Consequentemente, ao interrogar primeiro a lógica subjacente a uma problemática e ao tentar fundamentá-la através da validação quantitativa utilizando o método científico, é possível iniciar um processo de contemplação crítica relativamente a um cenário ou problema complexo. A procura do conhecimento através da objetividade e da análise crítica complementa a procura da criatividade e da implementação.

5.2. Metodologia Aplicada

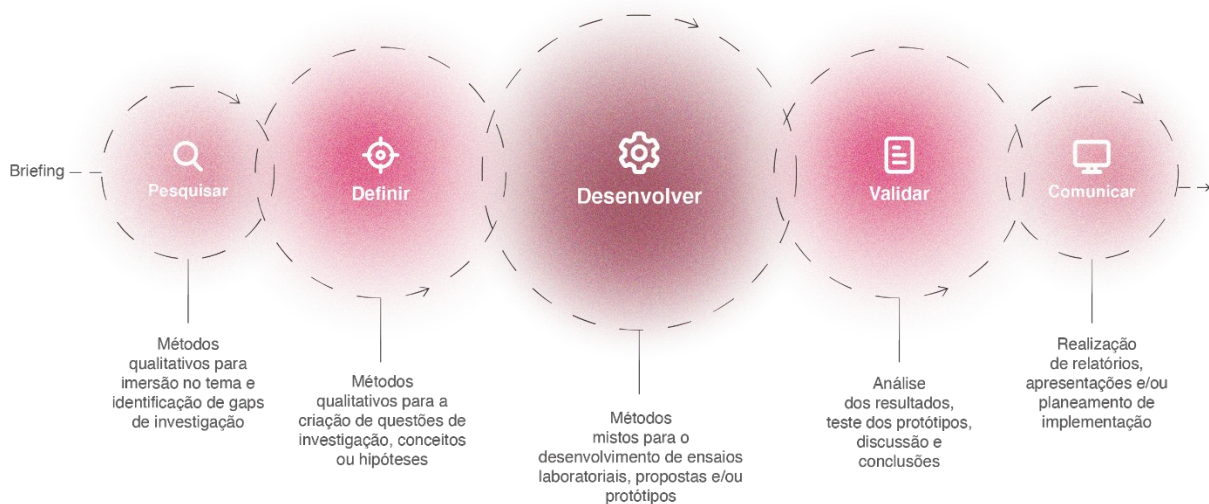


Figura 7 - Metodologia de trabalho - Fonte: Mestranda (2023)

Com base no subcapítulo anterior, apresenta-se um diagrama (Figura 7) que representa visualmente a metodologia utilizada. Nas fichas de síntese criadas para cada projeto (Capítulo 7), será explanada a metodologia com a integração da entrada da mestranda no projeto, a sua participação sustentada e os métodos utilizados ao longo do processo.

O resultado deste trabalho teve por base uma revisão da literatura e da pesquisa já efetuada pelo CITEVE e respetivos parceiros do projeto. A investigação de estado da arte para todos os projetos foi realizada em documentos oficiais da União Europeia, Fundações, Organizações, e repositórios de faculdades relevantes bem como em artigos científicos, utilizando jornais científicos de renome e as bases de dados Web of Science, Scopus, Springer Link, ScienceDirect e Research Gate, de forma a obter literatura académica revista por pares. A pesquisa foi efetuada através de uma combinação de palavras-chave descritiva de cada projeto. Foram também consultados livros na biblioteca da Fundação Calouste Gulbenkian. Fontes cinzentas, como artigos de revistas e sites técnicos, também foram considerados para a revisão.

5.3. Métodos e Instrumentos de Recolha de Dados

A utilização das metodologias de investigação descritas como suporte à prática do design e refletindo no propósito dos projetos realizados através de uma abordagem de métodos mistos, ou seja, a triangulação das fontes de dados, “uma forma de procurar a convergência entre métodos qualitativos e quantitativos” (Creswell & Creswell, 2018, p. 300)³, tornou o processo de investigação mais sólido. Os dados qualitativos são frequentemente exploratórios e abertos, sem respostas predefinidas, enquanto os dados quantitativos consistem normalmente em respostas estruturadas e fechadas. Em conjunto, proporcionam uma compreensão global objetivando uma abordagem mais profunda aos sistemas complexos que constituem a problemática. (Flick,2005; Creswell & Creswell, 2018)

Contemplando todos os projetos realizados foram utilizados os seguintes métodos:

Métodos Qualitativos:

- Teoria fundamentada por revisão de literatura: Obtenção de conhecimentos teóricos a partir da literatura existente.
- Imersão: Envolvimento na equipa, projeto e/ou contexto para uma compreensão aprofundada da problemática.

³ Creswell, J. W., & Creswell, J. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches* (p.300) (Vol. First edition). Los Angeles, United States of America: SAGE Publications, Inc. [traduzido pela mestranda]

- Brainstorming: Geração de ideias e soluções criativas através de sessões de ideação em grupo.
- Casos de estudo: Análise crítica de projetos com boas práticas.
- Iceberg: Análise crítica e desconstrução, por camadas de complexidade, da problemática abordada.
- *Five W's and H*: Questionamento crítico - Quem, O quê, Quando, Onde, Porquê e Como - para a criação e validação de uma proposta.
- Entrevistas não estruturadas: Conversas com profissionais e colegas.
- Mapas de conceito: Representações visuais para organizar e explorar ideias e relações complexas.
- Image boards: Colagens visuais utilizadas para transmitir conceitos e ideias.
- Investigação exploratória por observação participativa: Compreender os processos da cadeia têxtil e do vestuário necessários para a concretização dos projetos.
- Experience sampling: Teste de protótipos para receber feedback.
- Percurso do utilizador / mapas de fluxo do utilizador: Visualização das interações e experiências do utilizador com um produto ou serviço.
- Documentação visual e escrita: Registo de processo por fotografia e vídeo, bem como a elaboração de diários e relatórios.

Métodos Quantitativos:

- Investigação experimental: Realização de experiências controladas realizadas em laboratório para investigar relações de causa e efeito através da manipulação sistemática de variáveis.

A amplitude de métodos justifica-se pela diversidade temática e área de aplicação de cada projeto, sejam estes no domínio científico ou prático.

5.4. Análise dos Dados

A análise de dados envolve um exame minucioso e um resumo dos dados recolhidos para obter informações significativas e responder a questões de investigação específicas. Abrange processos destinados a organizar e interpretar os dados para descobrir padrões

ou factos subjacentes. Este esforço analítico serve de base às operações subsequentes e às conclusões retiradas dos dados. (Eldridge, 2023)

Creswell (2009) propõe uma estratégia teórica estruturada em seis passos, para a análise de dados, reconhecendo que, na realidade, estes passos interagem frequentemente e podem não aderir estritamente a uma progressão linear.

"Passo 1. Organizar e preparar os dados para análise (...)

Passo 2. Ler todos os dados (...)

Passo 3. Iniciar a análise detalhada com um processo de código (...)

Passo 4. Utilizar o processo de código para gerar uma descrição do ambiente ou das pessoas, bem como categorias ou temas para análise (...)

Passo 5. Avançar sobre a forma como a descrição e os temas serão representados na narrativa qualitativa (...)

Passo 6. Um passo final na análise de dados envolve fazer uma interpretação ou significado dos dados (...) os autores sugerem que os resultados confirmam informações anteriores ou divergem delas. Também pode sugerir novas questões que precisam de ser colocadas - questões levantadas pelos dados e pela análise que o inquiridor não tinha previsto no início do estudo." (Creswell J. , 2009, pp. 142-143)⁴

Na fase da investigação descrita é fundamental encontrar um equilíbrio harmonioso entre a precisão dos procedimentos de tratamento de dados e a vasta gama de oportunidades potenciais. Os dados quantitativos foram analisados com ferramentas da folha de cálculo Excel, enquanto os dados qualitativos foram objeto de um exame minucioso e de uma análise crítica por parte da mestranda. Isto sublinha a importância de uma perspectiva perspicaz na análise, particularmente quando se avaliam fatores influentes.

⁴ Creswell, J. (2009). *Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches*. (pp. 142-143) California, Thousand Oaks: Sage. [traduzido pela mestranda]

6. Enquadramento Teórico

De seguida é apresentado o estado da arte relativo à temática do presente trabalho.

6.1. Contexto de Sustentabilidade

A sustentabilidade transcende as fronteiras disciplinares, enfatizando a interligação dos seus elementos numa abordagem holística, em que cada elemento é coerente com os outros (D'Itria, 2022). A Comissão Brundtland das Nações Unidas define sustentabilidade “como a satisfação das necessidades atuais sem pôr em risco a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades” (Brundtland Commission, 1987, p. 41)⁵. O desenvolvimento sustentável implica a mobilização dos sistemas educativos mundiais para um futuro mais sustentável. Na sua essência, a sustentabilidade representa um objetivo a longo prazo, enquanto o desenvolvimento sustentável engloba os vários métodos e percursos para o atingir (Jeronen, 2013). O crescimento sustentado refere-se a um aumento consistente e prolongado do bem-estar económico, social e ambiental ao longo do tempo (Barro & Sala-i-Martin, 2004). É uma componente crítica da sustentabilidade e do desenvolvimento sustentável, uma vez que garante que o progresso não só é alcançado, mas também mantido de forma equilibrada. O conceito de crescimento sustentado alinha-se com o objetivo mais vasto da sustentabilidade, que procura satisfazer as necessidades presentes sem comprometer o futuro, enquanto o desenvolvimento sustentável delinea as estratégias e os processos para atingir este objetivo (Brundtland Commission, 1987; D'Itria, 2022). Em conjunto, estes três conceitos formam um quadro integrado para alcançar uma prosperidade duradoura, salvaguardando simultaneamente o bem-estar das gerações futuras.

6.1.1. Agendas globais de sustentabilidade

O conceito de sustentabilidade tem evoluído ao longo do tempo, sendo inicialmente caracterizado pelo modelo dos três pilares, que engloba as dimensões económica, ambiental e social. A sustentabilidade económica envolve a garantia do bem-estar dos

⁵ Brundtland Commission. (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. (p. 41) Brundtland Report. UN. [traduzido pela mestranda]

cidadãos dentro dos limites salariais estabelecidos, ao mesmo tempo que aborda as disparidades nos níveis de rendimento e no acesso ao investimento. A sustentabilidade ambiental, por outro lado, enfatiza a vida dentro das restrições ecológicas da biosfera, reconhecendo a importância de preservar os recursos naturais para as gerações futuras. Por último, a sustentabilidade social centra-se na promoção de comunidades coesas que permitem que diversos participantes se envolvam de forma autónoma e harmoniosa. (Fashion SEEDS, 2019)

É vital compreender que a sustentabilidade é um termo muito mutável consoante a geografia e cultura. Em 2010, ocorreu uma mudança fundamental com a introdução de um quarto pilar, a cultura, como um elemento crítico da sustentabilidade nos documentos políticos (Cunningham & UNESCO, 2013). A sustentabilidade cultural visa promover sistemas inclusivos que reconheçam e nutram a diversidade em várias comunidades, sistemas de crenças e práticas, inclusive nos domínios do discurso da moda e da sustentabilidade. Além disso, engloba estratégias para salvaguardar o património cultural, as tradições e as histórias das nações, com o objetivo de preservar a sua integridade para as gerações futuras. (Fashion SEEDS, 2019)

Esta evolução para um quadro de quatro pilares alarga o âmbito da sustentabilidade, reconhecendo o valor intrínseco da diversidade cultural e da preservação do património. Ao integrar a cultura nas dimensões económica, ambiental e social existentes, este modelo alargado proporciona uma abordagem mais abrangente às ações e políticas sustentáveis. Enfatiza a interdependência desses pilares, destacando a necessidade de soluções holísticas que equilibrem a prosperidade económica, a gestão ambiental, a equidade social e a preservação cultural. (D'Itria, 2022)

Ao olharmos para 2050, o caminho para a sustentabilidade é marcado por iniciativas e quadros globais ambiciosos. Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas fornecem um roteiro abrangente, englobando 17 objetivos interligados que abordam vários aspetos da sustentabilidade, desde a erradicação da pobreza até à ação climática (United Nations, 2015). Além disso, o Pacto Ecológico Europeu é um quadro político transformador que visa a neutralidade climática até 2050 na União Europeia, abrangendo uma série de políticas, desde as energias renováveis às estratégias de economia circular (European Commission, 2021).

Em 2022, surgiram outras iniciativas para acelerar os progressos, nomeadamente os debates sobre biodiversidade e ação climática que têm sido proeminentes em fóruns mundiais. A reunião COP15 da Convenção das Nações Unidas sobre a Diversidade Biológica (CDB), por exemplo, teve como objetivo estabelecer novas metas para a conservação e recuperação da biodiversidade. Este evento destaca o crescente reconhecimento da interligação entre biodiversidade e sustentabilidade (Convention on Biological Diversity (CBD), 2022) Além disso, o Pacto Climático de Glasgow da COP26 enfatizou a urgência da ação coletiva para limitar o aquecimento global, sublinhando o imperativo de as nações reforçarem os seus compromissos climáticos (United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), 2022).

As inovações na tecnologia e nas práticas empresariais são fundamentais para moldar o caminho para a sustentabilidade. Os avanços nas fontes de energia renováveis, nas técnicas de agricultura sustentável e nos modelos de economia circular são os principais impulsionadores de um futuro mais sustentável. Inclusive, a crescente adoção da digitalização e de soluções baseadas em dados oferece novos caminhos para monitorizar e melhorar as práticas de sustentabilidade (Lagos, 2021).

No entanto, os desafios persistem. Questões complexas como a desigualdade, os conflitos geopolíticos e a resistência à mudança continuam a colocar obstáculos significativos. A urgência das alterações climáticas exige uma ação rápida e coordenada. A colaboração entre governos, empresas, sociedade civil e indivíduos é crucial para a concretização de um futuro sustentável até 2050.

Em resumo, o caminho para a sustentabilidade até 2050 está pavimentado com iniciativas globais como os ODS, o Pacto Ecológico Europeu e as recentes reuniões da COP. Os avanços tecnológicos e as práticas empresariais inovadoras desempenham um papel vital. Embora tenham sido feitos progressos, são imperativos esforços concertados e mudanças sistémicas para cumprir os objetivos ambiciosos e superar os desafios existentes.

6.1.2. Caminho para 2050 do sector têxtil e do vestuário: contexto Europeu e Português

A indústria têxtil e da moda enfrenta desafios críticos em matéria de sustentabilidade, mas os esforços concertados e as iniciativas estratégicas estão a preparar o caminho para um futuro mais sustentável.

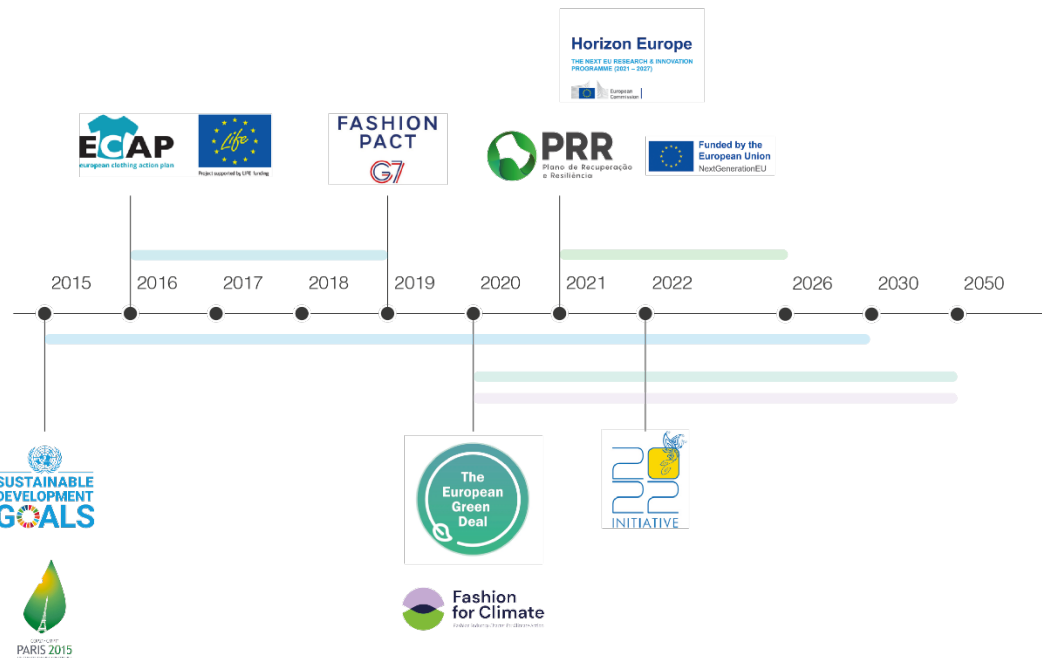


Figura 8 - Timeline Iniciativas para a Sustentabilidade na ITV - Fonte: Mestranda (2023)

Na União Europeia já são inúmeras as iniciativas no âmbito do sector têxtil e do vestuário, representadas na Figura 8, nomeadamente:

- O Plano de Ação Europeu para o Vestuário (ECAP) é um esforço significativo destinado a minimizar o impacte ambiental do vestuário ao longo do seu ciclo de vida. O ECAP centra-se nos princípios da economia circular, na eficiência dos recursos e no design sustentável, com o objetivo de reduzir as emissões de carbono e a utilização de água na indústria. (Watson et al, 2018)
- O Fashion Pact é outra iniciativa global proeminente, estabelecida sob a presidência francesa do G7. Reúne marcas de moda, retalhistas e fornecedores para abordar coletivamente questões ambientais e sociais. O pacto define

compromissos em áreas como o clima, a biodiversidade e a proteção dos oceanos, dando ênfase à colaboração e à transparência. (Fashion Pact, 2023)

· O Horizon Europe, o principal programa de investigação e inovação da União Europeia, é uma promessa significativa para a indústria da moda. Ao promover esforços de investigação em colaboração, tem como objetivo impulsionar a inovação sustentável na produção têxtil, no desenvolvimento de materiais e nas práticas de moda circular. Através do financiamento e da partilha de conhecimentos, o Horizonte Europa proporciona uma plataforma vital para o avanço das tecnologias e práticas sustentáveis no sector da moda, contribuindo para uma indústria mais responsável em termos ambientais e socialmente consciente. (Conselho Europeu, 2023)

Em Portugal, a indústria têxtil e do vestuário tem sido uma pedra angular da economia portuguesa durante séculos, com uma história rica e profundamente enraizada no artesanato e na mão de obra especializada. Nas últimas décadas, Portugal passou por transformações significativas neste sector, adaptando-se aos desafios da globalização e às mudanças nas exigências dos consumidores. O país é conhecido pelos seus produtos têxteis de elevada qualidade, nomeadamente em segmentos como os têxteis-lar, os têxteis técnicos e a moda. A localização estratégica de Portugal na Europa, juntamente com a sua adesão à União Europeia, proporcionou ao sector uma vantagem competitiva. Portugal concentra cerca de 5.000 empresas que operam em vários subdomínios do sector têxtil e do vestuário. Entre estas, uma parte funciona como entidades verticais integradas, mas a maioria é caracterizada como pequenas e médias empresas. Esta indústria está distribuída por todo o território nacional, com uma concentração predominante nas regiões do Norte, como Porto, Braga, Guimarães e Famalicão. Para além disso, está presente de forma notável na região da Beira Interior, nomeadamente na Covilhã, situada na zona centro de Portugal.

O sector têxtil português evoluiu para um panorama dinâmico e diversificado, composto por um misto de pequenas empresas familiares e grandes empresas industriais. É de salientar a ênfase do sector na inovação e na sustentabilidade, com investimentos em investigação e desenvolvimento e um compromisso crescente com processos de produção amigos do ambiente (Lopes, 2021). Além disso, a adesão de Portugal a padrões éticos e

de responsabilidade social permitiu-lhe posicionar-se como um fornecedor fiável e digno de confiança no mercado global. A ênfase da indústria na qualidade, flexibilidade e tempos de resposta rápidos valeu-lhe o reconhecimento como um destino de abastecimento preferencial para marcas internacionais de renome.

A nível nacional, o Plano Nacional de Resiliência de Portugal reconhece a importância da sustentabilidade no sector têxtil e da moda. Define estratégias para aumentar a competitividade da indústria, reduzindo simultaneamente os impactes ambientais. Ao dar prioridade às práticas sustentáveis e à inovação, Portugal pretende alinhar a sua indústria têxtil com os objetivos globais de sustentabilidade (Presidência do Conselho de Ministros, 4 de maio de 2021).

6.2. Paradigmas Emergentes do Design na Era do Antropoceno

Para a presente investigação mostrou-se pertinente desconstruir as noções convencionais de design, do papel dos designers e da forma como estes se estabelecem no domínio da investigação, uma vez que o contexto de estágio exigiu à mestranda uma abordagem transdisciplinar.

A essência do design continua a ser um tópico de contínuos debates, devido à sua pluralidade de perspetivas. Como tal, é razoável inferir que o seu conceito central transcende as barreiras linguísticas e as fronteiras culturais, embora possam surgir nuances com base em contextos e preconceitos culturais específicos (Erlhoff & Marshall, 2008). O termo design tem proveniência do termo latim *designare*, que significa definir, descrever ou marcar (Erlhoff & Marshall, 2008). Ao longo da história evoluiu significativamente, refletindo a mudança de valores sociais, os avanços tecnológicos e os movimentos artísticos. Nas civilizações antigas, o design era predominantemente funcional, centrando-se na criação de ferramentas, cerâmica e arquitetura para satisfazer as necessidades básicas. Durante o Renascimento, designers como Leonardo da Vinci integraram a arte e a funcionalidade, sendo pioneiros numa abordagem mais holística do design. A Revolução Industrial, nos séculos XVIII e XIX, revolucionou o design, passando do artesanato para a produção em massa. Esta Era introduziu processos de design padronizados e o surgimento de escolas de design. O século XX testemunhou

vários movimentos de design, desde a estética intrincada da Art Nouveau até às formas simplificadas da Art Deco. A escola Bauhaus, fundada por Walter Gropius, defendeu o funcionalismo e influenciou os princípios do design moderno. Após a Segunda Guerra Mundial, o design ramificou-se em várias disciplinas, incluindo o design gráfico, o design de produto e o design de interiores. O design thinking surgiu no final do século XX, dando ênfase à empatia e à resolução de problemas centrada no utilizador. (Brown, 2008; Erlhoff & Marshall, 2008)

Na filosofia contemporânea do design, os designers são vistos como agentes performativos com uma responsabilidade crucial. A sua tarefa é não só compreender, mas também envolver-se empaticamente em sistemas complexos. Esta ligação empática permite-lhes promover mudanças transformadoras a partir do interior desses sistemas. Requer uma compreensão profunda da intrincada interação entre vários elementos e uma abordagem proactiva para efetuar mudanças positivas. Essencialmente, os designers desempenham agora um papel dinâmico na modelação e reforma dos sistemas, funcionando como catalisadores de mudanças significativas e sustentáveis. Esta perspetiva sublinha a natureza evolutiva do design, realçando a sua capacidade de ser simultaneamente impactante e orientado para um objetivo. (Nold, 2021)

6.2.1. Design para o sistema da moda

"Uma indústria têxtil sustentável (da qual a moda constitui a maior parte) é uma indústria eficiente em termos de recursos e com base em recursos renováveis, que produz serviços e produtos de vestuário não tóxicos, de alta qualidade e a preços acessíveis, proporcionando simultaneamente meios de subsistência seguros e protegidos" (UNEP & UNFCCC, 2023, p. 11) ⁶

"A sustentabilidade na indústria da moda implica não só a redução dos impactos negativos, mas também a amplificação das contribuições positivas ao longo de toda a cadeia de valor, abrangendo aspetos que vão desde a conceção e a produção até ao retalho

⁶ UNEP & UNFCCC. (2023). The Sustainable Fashion Communication Playbook. (p. 11) Nairobi: United Nations Environment Programme (UNEP) & United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). [traduzido pela mestranda]

e à utilização pelos consumidores. Serve de catalisador para fazer avançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas. Estes abrangem uma vasta gama de objetivos, incluindo, entre outros, o ODS 6 (Água potável e saneamento), o ODS 12 (Consumo e produção sustentáveis), o ODS 13 (Ação climática), o ODS 14 (Vida debaixo de água), o ODS 15 (Vida na terra), bem como os ODS 1, 5 e 8, que abordam o alívio da pobreza, a igualdade de género e o trabalho digno e o crescimento económico.” (UNEP & UNFCCC, 2023, p. 11)⁷

A indústria têxtil e da moda é um sistema vasto e complexo que engloba numerosos processos e uma multiplicidade de funções. Neste ambiente dinâmico, os designers estão a evoluir para além das funções tradicionais; estão a tornar-se solucionadores de problemas adaptáveis a todo o sistema (Fashion SEEDS, 2019). O Design Sistémico para a Sustentabilidade no Sistema da Moda desafia as normas predominantes da indústria da moda, com o objetivo de reformular os seus princípios fundamentais. Esta mudança de paradigma exige um enfoque mais amplo para além das contribuições económicas, dando prioridade aos impactes sociais, ambientais e culturais (Fashion SEEDS, 2019). Na esfera ambiental, conceitos como desperdício zero, upcycling, biomateriais e avaliação do ciclo de vida (LCA) são fundamentais para reduzir a pegada ecológica da moda. O pilar económico defende modelos de negócios sustentáveis e práticas de economia circular, alinhando a moda com objetivos mais amplos de sustentabilidade económica. Socialmente, enfatiza práticas participativas e de co-design e design participativo para promover mudanças sistémicas na sociedade. Finalmente, culturalmente, incentiva a aprendizagem de diversas tradições e a alavancagem da inovação artesanal para uma abordagem de design transcultural. Esta estrutura holística procura revolucionar o design de moda, incorporando a sustentabilidade no seu núcleo. (Valtonen, 2020)

6.2.2. Enquadramento sócio-material do design sistémico

O design evoluiu em relação aos sistemas, abrangendo a academia, o comércio e a indústria. As teorias tradicionais de sistema dão ênfase à compreensão do modo como as partes constituintes colaboram de modo a criar propriedades novos paradigmas. Na

⁷ UNEP & UNFCCC. (2023). The Sustainable Fashion Communication Playbook. (p. 11) Nairobi: United Nations Environment Programme (UNEP) & United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). [traduzido pela mestrandia]

literatura referente ao design, o pensamento sistémico e o design thinking são frequentemente comparados como duas abordagens complementares para compreender e resolver problemas complexos: o pensamento sistémico ajuda-nos a compreender as relações complexas entre as diferentes partes de um sistema, enquanto o design thinking ajuda a centrarmo-nos na experiência humana e a desenvolver soluções que satisfaçam as necessidades de todas as partes interessadas. (Buchanan, 2019)

O design, em particular o design sistémico, o design de transição e o design participativo, são conceitos fundamentais para a resolução de problemas. O design sistémico adota uma abordagem holística para abordar questões complexas, considerando a interligação dos sistemas. O design de transição centra-se nas transições sociais para futuros sustentáveis, dando ênfase ao pensamento a longo prazo e à mudança sistémica. O Design Participativo envolve os utilizadores finais no processo de design, assegurando que as soluções vão ao encontro das necessidades do mundo real. Estas abordagens, combinadas com a Inovação Social, têm como objetivo criar impactes sociais positivos através de soluções inovadoras. O Design Escalar considera intervenções de design em várias escalas, desde o local ao global. (Nold, 2021; Valtonen, 2020; Fletcher & Tham, 2021)

A aplicação destes conceitos à indústria têxtil e do vestuário é crucial. O design sistémico ajuda a enfrentar os desafios complexos da indústria, como os resíduos e a poluição (Fletcher & Tham, 2021). O Design de Transição orienta a mudança para práticas sustentáveis na produção e no consumo (Irwin, 2015). O Design Participativo garante que o vestuário atenda às diversas necessidades dos consumidores, minimizando os impactes ambientais (Patsarika, 2020). A inovação social incentiva o desenvolvimento de práticas trabalhistas inclusivas e justas na indústria (Kimbell, 2020). Finalmente, o Design Escalar ajuda a adaptar as soluções aos contextos específicos das diferentes regiões do mercado global de têxteis e vestuário (Nold, 2021). Juntos, estes conceitos formam um quadro poderoso para orientar a indústria têxtil e de vestuário para um futuro mais sustentável e socialmente responsável.

6.3. Modelos Económicos em Evolução: Transformar a cadeia de valor dos têxteis e do vestuário

6.3.1. Transição do modelo linear para um modelo circular

O modelo de economia linear funciona com base na premissa de que os produtos seguem um ciclo de vida linear: desde a extração da matéria-prima, passando pela produção, consumo, até à eventual eliminação. Neste sistema, quando os produtos chegam ao fim da sua vida útil, são considerados resíduos e são retirados do processo económico (Stahel, 2016). Em contraste, inicialmente conceptualizado por McDonough e Braungart (2010), um paradigma de economia circular reimagina este processo. Procura reutilizar os bens no final da sua vida útil, convertendo-os efetivamente em recursos valiosos para outras indústrias. Ao fazê-lo, a economia circular visa criar circuitos fechados nos ecossistemas industriais, minimizando assim o desperdício e maximizando a eficiência dos recursos. Esta abordagem, caracterizada pela sua natureza sistémica, procura gerar benefícios para as empresas, a sociedade e o ambiente. Além disso, uma economia circular é inerentemente regenerativa, procurando dissociar o crescimento económico do consumo de recursos finitos, contribuindo assim para a sustentabilidade e resiliência a longo prazo (Ellen MacArthur Foundation, 2017).

6.3.2. Estratégias de bioeconomia na cadeia de valor dos têxteis e do vestuário

"A bioeconomia, ao contrário da economia com base no petróleo, assenta na gestão e produção de recursos biológicos e combina a agricultura e a silvicultura com biotecnologias inovadoras e investigação genómica."
(Collet, 2018, p. 88) ⁸

A bioeconomia, caracterizada pela utilização sustentável de recursos renováveis, está pronta a revolucionar a indústria têxtil e do vestuário a nível global. Esta mudança de paradigma é motivada pela necessidade urgente de reduzir os impactes ambientais associados aos processos convencionais de produção têxtil. Os materiais de base

⁸ Collet, C. (2018). Biotextiles: Envolving Textile Design Practices for the Bioeconomy and Emerging Organism Industry. (p. 88) [traduzido pela mestranda]

biológica, como as fibras de origem vegetal e os polímeros biossintéticos, oferecem uma alternativa promissora, uma vez que são derivados de fontes renováveis e biodegradáveis (Textile Exchange, 2022).

Na Europa, a bioeconomia ocupa uma posição de destaque na agenda de sustentabilidade da região. A Estratégia de Bioeconomia da Comissão Europeia tem como objetivo fomentar a inovação e promover o desenvolvimento de produtos sustentáveis de base biológica, incluindo têxteis e vestuário. Iniciativas como o Horizonte Europa e o Plano de Ação para a Economia Circular apoiam ainda mais a investigação e a inovação neste domínio, enfatizando a transição para uma economia mais sustentável e circular (European Commission, 2022).

Portugal, com os seus ricos recursos agrícolas, está bem posicionado para capitalizar o potencial da bioeconomia para os têxteis e o vestuário. A tradição do país na produção de fibras naturais de alta qualidade, como a cortiça e o linho, alinha-se com os princípios da bioeconomia. Além disso, o compromisso de Portugal com a sustentabilidade, refletido em iniciativas como a Estratégia Nacional para a Bioeconomia, sublinha a sua dedicação à promoção da inovação neste sector. (Agência Portuguesa do Ambiente (APA), 2021)

As práticas circulares, quando combinadas com estratégias de bioeconomia, têm um imenso potencial para transformar o sector. A conceção do sistema desempenha um papel crucial na viabilização da circularidade, otimizando os fluxos de materiais, reduzindo os resíduos e promovendo a eficiência dos recursos (Collet, 2018).

6.3.3. Estratégias económicas emergentes para a cadeia de valor dos têxteis e do vestuário

As estratégias económicas emergentes na cadeia de valor dos têxteis e do vestuário estão a redefinir os paradigmas da indústria. Hoffman (2018) propõe a Abordagem de Integração Empresarial, integrando soluções sustentáveis nos modelos de negócios existentes. Esta abordagem aborda a crise socioambiental, reorganizando internamente as empresas e melhorando a sua vantagem competitiva. Oferece um progresso incremental

em direção à sustentabilidade, preparando os futuros líderes para o mercado de trabalho em evolução. (D'Itria, 2022)

Além disso, as estratégias de transformação do mercado, tal como descritas por Hoffman (2018), defendem modelos de negócio proactivos que lideram a revolução do mercado. Em vez de esperar passivamente pela mudança impulsionada pelo consumidor, as empresas tomam a iniciativa, orientando a procura para escolhas éticas e para a prosperidade social. Esta abordagem incute nos futuros líderes uma perspetiva organizacional transformadora e de longo prazo. (D'Itria, 2022)

No sector da moda, Rinaldi (2019) destaca o impacto da sustentabilidade na dinâmica do mercado. As inovações em matéria de rastreabilidade, transparência e circularidade estão a remodelar a indústria. Estas mudanças, juntamente com o conceito de consumo colaborativo, estão a impulsionar uma mudança para um ecossistema de moda mais sustentável e responsável. O futuro da indústria da moda depende da capacidade de adaptação a estas tendências transformadoras, garantindo um futuro mais sustentável e ético. (D'Itria, 2022)

6.4. Revolução nos Materiais Têxteis e de Moda

6.4.1. Impacte dos materiais de moda

As fibras têxteis são os componentes básicos dos tecidos e têxteis e incluem uma vasta gama de materiais naturais, sintéticos e artificiais. São a base para vários tipos de produtos têxteis, desde o vestuário aos artigos para o lar. Numa abordagem geral a Figura 9 explana a classificação têxtil consoante a composição das fibras, assim como alguns exemplos. As fibras têxteis englobam dois grandes grupos: fibras naturais e fibras não naturais. As naturais dividem-se em fibras de base celulósica provenientes de folhas, caules, sementes ou frutos, como o algodão e, em fibras de origem animal, por exemplo a lã. Por sua vez, as fibras não naturais dividem-se em fibras provenientes de polímeros naturais, sintéticos e inorgânicas. As fibras provenientes de polímeros naturais, como o liocel e a viscose, têm como matéria-prima base celulose de fontes naturais, sendo transformadas em fibras através de processos químicos (Kadolph & Langford, 2006).

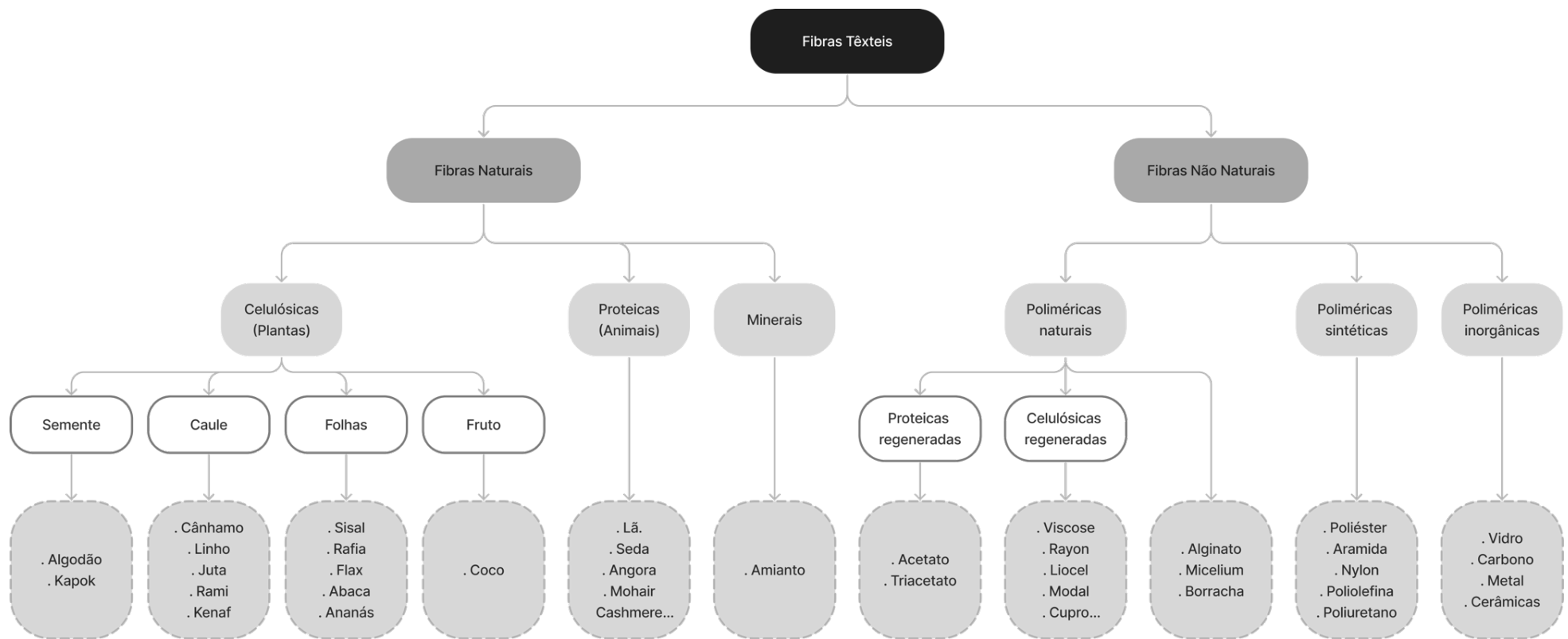


Figura 9 – Classificação de fibras têxteis [adaptado do diagrama (Fashionary, 2018, pp. 206-209)]

Os materiais têxteis e de moda desempenham um papel significativo no impacto ambiental global. A indústria da moda é conhecida por ser uma das indústrias mais poluentes a nível mundial, contribuindo para questões como a poluição da água, a emissão de gases com efeito de estufa e a produção de resíduos. (Textile Exchange, 2022)

As práticas agrícolas para a aquisição de materiais podem ter efeitos ecológicos a longo prazo. Os modelos circulares orientados para o design podem enfrentar desafios de viabilidade, afetando os esforços de sustentabilidade. Os processos de corte de moldes geram resíduos significativos, contribuindo para a pressão ambiental. Os processos de produção não conformes agravam ainda mais a pegada ecológica da indústria. A água é uma preocupação crítica na produção têxtil. Uma única T-shirt requer 2700 litros de água, o que equivale às necessidades de abastecimento de uma pessoa durante três anos. Além disso, a indústria da moda contribui significativamente para a poluição da água. Os microplásticos, uma preocupação ambiental crescente, são um subproduto da lavagem do vestuário, sendo 35% provenientes das fibras têxteis. A utilização de produtos químicos na indústria da moda é alarmante, sendo que representa 23% do consumo global de produtos químicos. O consumo de energia é igualmente significativo, resultando em emissões de carbono mais de 400% superiores se uma peça de vestuário for usada apenas cinco vezes em vez de cinquenta. (Ellen MacArthur Foundation, 2017; Textile Exchange, 2022)

O algodão, um material têxtil muito utilizado, requer grandes quantidades de água para o seu cultivo. O poliéster, outro têxtil popular, é derivado de recursos não renováveis e é responsável por 1,5 triliões de libras de emissões de CO₂ anualmente. (Textile Exchange, 2022) Além disso, a produção de materiais sintéticos como o poliéster, o nylon e o acrílico contribui para a poluição por microplásticos, com uma estimativa de 1900 partículas microplásticas libertadas por grama de têxtil sintético durante a lavagem (Napper & Thompson, 2016). A eliminação de produtos de moda também representa um problema significativo globalmente, a indústria da moda produz anualmente 92 milhões de toneladas de resíduos têxteis, prevendo-se um aumento de 60% entre 2015 e 2030. Os fabricantes e retalhistas contribuem com 13 milhões de toneladas de resíduos por ano, em grande parte devido à sobreprodução, com 30% das roupas a não serem vendidas em cada estação. Isto significa que mais 57 milhões de toneladas de resíduos produzidos anualmente e culminando numa produção anual total de 148 milhões de toneladas.

Apenas 20% dos têxteis em todo o mundo são recolhidos para potencial reutilização ou reciclagem. (Ellen MacArthur Foundation, 2021) De acordo com o Eurostat, em 2020, a União Europeia (UE) gerou 4,8 milhões de toneladas de resíduos por habitante, dos quais 39,2 % dos resíduos foram reciclados e 32,2 % depositados em aterros na UE. (Eurostat, Janeiro 2023). Para além disso, a indústria da moda é responsável por 10% das emissões globais de carbono e é um dos maiores consumidores de água a nível mundial (UNECE, 2018).

Para mitigar estes impactes, estão a ser cada vez mais adotadas alternativas e práticas sustentáveis. O cultivo de algodão orgânico, por exemplo, reduz o uso de água em até 91% em comparação com os métodos convencionais (Textile Exchange, 2022). Além disso, a utilização de materiais reciclados e de tecnologias inovadoras na produção de moda pode reduzir significativamente a pegada ambiental (Textile Exchange, 2022).

6.4.2. Materiais sustentáveis

A indústria têxtil e do vestuário baseia-se principalmente em materiais como o algodão, o poliéster e o nylon pela sua versatilidade, durabilidade e acessibilidade. No entanto, o impacto ambiental destes “materiais convencionais” levou a um interesse crescente em alternativas sustentáveis. Os materiais sustentáveis, também conhecidos como materiais de base biológica, provêm de recursos renováveis e têm propriedades como o baixo impacto ambiental, o consumo reduzido de energia e o potencial de biodegradabilidade. Estes materiais abrangem uma vasta gama de opções, incluindo o algodão orgânico, o cânhamo, o bambú e outras fibras de origem vegetal. Para além disso, os biomateriais na moda referem-se a materiais derivados de organismos biológicos que oferecem alternativas inovadoras e ecológicas aos tecidos tradicionais. Os exemplos incluem o couro à base de micélio e os têxteis de seda de aranha, que têm propriedades notáveis e uma pegada ambiental reduzida em comparação com os seus homólogos sintéticos. (Lee, Congdon, Parker, & Borst, 2020)

Como parte do movimento de sustentabilidade, os investigadores de mercado preveem que o mercado global dos têxteis sustentáveis registe uma taxa de crescimento anual composta de 12,5% até 2030. (World Bio Market Insights, 2022) As próximas fases da revolução dos materiais envolvem mais investigação e desenvolvimento de inovações

sustentáveis e biomateriais. Isto inclui a exploração de novas fontes, a melhoria dos processos de produção e a garantia da escalabilidade e da relação custo-eficácia. Além disso, a colaboração entre as partes interessadas da indústria, investigadores e decisores políticos é crucial para impulsionar a adoção generalizada destes materiais e catalisar mudanças positivas na indústria têxtil e do vestuário. (Fashion SEEDS, 2019)

"A capacidade de renovação, a compatibilidade com o clima e a biodegradabilidade dos materiais à base de celulose não são as únicas propriedades que tornam estes materiais atrativos quando comparados com os materiais finitos que estão a substituir. A natureza orgânica dos biomateriais também envolve propriedades únicas e permite aplicações anteriormente inimagináveis (...) passando do substrato de crescimento para a biologia sintética." (Collet, 2018, p. 89; Kääriäinen & Tervinen, 2017, p. 31) ⁹

6.4.3. Estruturas e normas regulamentares para o sector têxtil e do vestuário

Em resposta às preocupações acerca dos processos de produção que mais recursos consomem e aos desafios da gestão de resíduos do sector têxtil e do vestuário, a UE introduziu a Iniciativa para Produtos Sustentáveis da Comissão Europeia. Esta aborda os problemas do consumo e da produção insustentáveis e a necessidade de regras comuns a nível Europeu. A iniciativa tem por objetivo melhorar a sustentabilidade dos produtos, a informação aos consumidores e a aplicação da legislação. As principais medidas incluem o alargamento do âmbito do ecodesign a mais produtos, o reforço dos requisitos de sustentabilidade e a introdução de um passaporte digital para os produtos. Espera-se que a iniciativa beneficie os cidadãos, as empresas e o ambiente. (Ven, 2022)

Em Março do presente ano, 2023, a Comissão Europeia publicou uma proposta de regulamento relativo ao ecodesign para produtos sustentáveis (ESPR) que visa atenuar o impacto ambiental dos produtos, incluindo os do sector têxtil e do vestuário. Estabelece

⁹ Collet, C. (2018). Biotextiles: Envolving Textile Design Practices for the Bioeconomy and Emerging Organism Industry. (p. 89); Kääriäinen, P., & Tervinen, L. (2017). Lost in the wood(s) - The new biomaterial in Finland. (p. 31) Helsinki: Aalto University. [traduzido pela mestranda]

requisitos mínimos ambientais e de sustentabilidade para uma vasta gama de produtos vendidos no mercado da UE. O ESPR obrigará o produtor a aderir a critérios ambientais específicos, tais como a eficiência energética, a utilização de recursos e a reciclabilidade, incentivando assim práticas de concepção sustentáveis na indústria (Permanent Representatives Committee (Part 1), 2023). O ESPR ainda está a ser desenvolvido, mas espera-se que entre em vigor nos próximos anos.

Para além do ESPR, o quadro *Safe and Sustainable by Design* (SSbD) desempenha um papel crucial no reforço da sustentabilidade no sector têxtil e do vestuário. O SSbD enfatiza a avaliação dos perigos associados a materiais e processos, bem como a substituição de substâncias nocivas por alternativas mais seguras (Agência Europeia dos Produtos Químicos, 2020). Discute a necessidade de produtos químicos mais seguros e o quadro da Comissão para incentivar a inovação. O quadro visa desenvolver novos produtos químicos e materiais, otimizar os processos de produção e reformular a utilização das substâncias existentes. A Comissão considera que esta ação melhorará a segurança e a sustentabilidade dos produtos e processos químicos, não apenas ambientalmente responsáveis, mas também seguros para os consumidores e trabalhadores. (Caldeira C., Farcal R., Moretti C., Mancini L., & Rasmussen K., 2022)

A Responsabilidade Alargada do Produtor (EPR) é crucial no sector têxtil e do vestuário para a gestão sustentável dos resíduos. Esta responsabilidade responsabiliza os produtores por todo o ciclo de vida dos seus produtos, desde a conceção até à eliminação, promovendo materiais ecológicos e práticas de reciclagem. A EPR incentiva os princípios da economia circular, reduzindo os impactes ambientais e promovendo uma indústria mais sustentável. (Foundation, 2022)

6.4.4. Comunicação transparente: Comunicação científica, certificações e relatórios de sustentabilidade

Uma comunicação transparente na indústria da moda é essencial para criar confiança e garantir práticas responsáveis. Este capítulo tem como objetivo analisar a forma como podemos comunicar entre equipas, partes interessadas e decisores políticos. A comunicação científica, os relatórios de sustentabilidade e as certificações desempenham um papel fundamental no reforço da transparência e da rastreabilidade.

Os comunicadores de moda, incluindo profissionais de marketing, gestores de marcas, contadores de histórias, influenciadores até a investigadores, gestores de empresas e equipas de vendas, desempenham um papel fundamental na promoção do progresso em direção a iniciativas globais importantes, como o Acordo de Paris, o Quadro Global de Biodiversidade de Kunming-Montreal e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. “Isto é conseguido através dos seus esforços para 1) combater a desinformação e o greenwashing; 2) reduzir as mensagens que incentivam o consumo excessivo; 3) mudar as aspirações para estilos de vida mais sustentáveis; e 4) capacitar os consumidores para atuarem como cidadãos, exigindo uma maior ação por parte das empresas e dos decisores políticos.” (UNEP & UNFCCC, 2023, p. 10) ¹⁰

A comunicação científica envolve a divulgação de resultados de investigação e de conhecimentos baseados em dados relativos a práticas sustentáveis na indústria da moda. Esta comunicação fornece às partes interessadas, incluindo consumidores, empresas e decisores políticos, informações fiáveis sobre os impactes ambientais e sociais da produção de vestuário. Ajuda na tomada de decisões informadas e incentiva a adoção de práticas sustentáveis (UNEP & UNFCCC, 2023).

As certificações de rótulos, tais como Fair Trade, GOTS (Global Organic Textile Standard), Cradle to Cradle e OEKO-TEX® 100, servem como indicadores visíveis da adesão de um produto a normas ambientais e sociais específicas. Estas certificações são apoiadas por avaliações e auditorias rigorosas, garantindo que os produtos cumprem critérios de sustentabilidade rigorosos. Os rótulos fornecem aos consumidores uma forma rápida e reconhecível de identificar produtos que se alinham com os seus valores, promovendo o consumo responsável. (Fashion United, 2023; UNEP & UNFCCC, 2023)

Organizações como Preferred Fiber & Materials e o Council of Fashion Designers of America (CFDA) geram relatórios que avaliam o desempenho de sustentabilidade de marcas e materiais de moda. Estes relatórios oferecem uma visão abrangente da cadeia de fornecimento de uma marca, incluindo fatores como o fornecimento de materiais,

¹⁰ UNEP & UNFCCC. (2023). The Sustainable Fashion Communication Playbook. (p. 10) Nairobi: United Nations Environment Programme (UNEP) & United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). [traduzido pela mestranda]

processos de produção e conformidade social. Ao disponibilizar publicamente estes relatórios, os consumidores e as partes interessadas podem avaliar os esforços de sustentabilidade de uma marca e tomar decisões de compra conscientes. (Textile Exchange, 2022; CFDA, 2023)

As empresas do sector têxtil e do vestuário devem dar prioridade à monitorização dos seus impactes ambientais e sociais e, subsequentemente, à emissão de relatórios exaustivos, por várias razões convincentes. Em primeiro lugar, esta prática alinha-se com os princípios da responsabilidade social empresarial (RSE) e da sustentabilidade, demonstrando um compromisso com práticas empresariais éticas e responsáveis. Em segundo lugar, permite às empresas identificar áreas onde podem ser feitas melhorias, impulsionando a inovação e a eficiência nas operações. Além disso, a transparência dos relatórios promove a confiança e a credibilidade junto das partes interessadas, incluindo consumidores, investidores e reguladores, o que pode influenciar positivamente a reputação da marca e a fidelidade dos clientes. Em última análise, a monitorização e o relato dos impactes na indústria têxtil e do vestuário servem como ferramentas cruciais para alcançar os objetivos de sustentabilidade a longo prazo e manter uma vantagem competitiva num mercado cada vez mais sintonizado com as preocupações ambientais e sociais. (Fashion Revolution, 2023; UNEP & UNFCCC, 2023)

6.5. Design para o Impacte: Avançar por uma abordagem orientada pelo design

6.5.1. Interligações para um cenário desejável

A educação, as políticas, os modelos empresariais e a mudança de comportamento desempenham um papel crucial no estabelecimento de sistemas têxteis circulares eficazes (Dils, 2019). A educação promove uma mentalidade orientada para a sustentabilidade, que influencia as decisões de conceção e produção. A política fornece um quadro regulamentar que promove a circularidade, enquanto os modelos empresariais inovadores, como os regimes de responsabilidade alargada do produtor e as cadeias de abastecimento circulares, são fundamentais. A mudança comportamental é igualmente

importante, uma vez que as atitudes e práticas dos consumidores têm um impacto significativo no sucesso das iniciativas têxteis circulares.

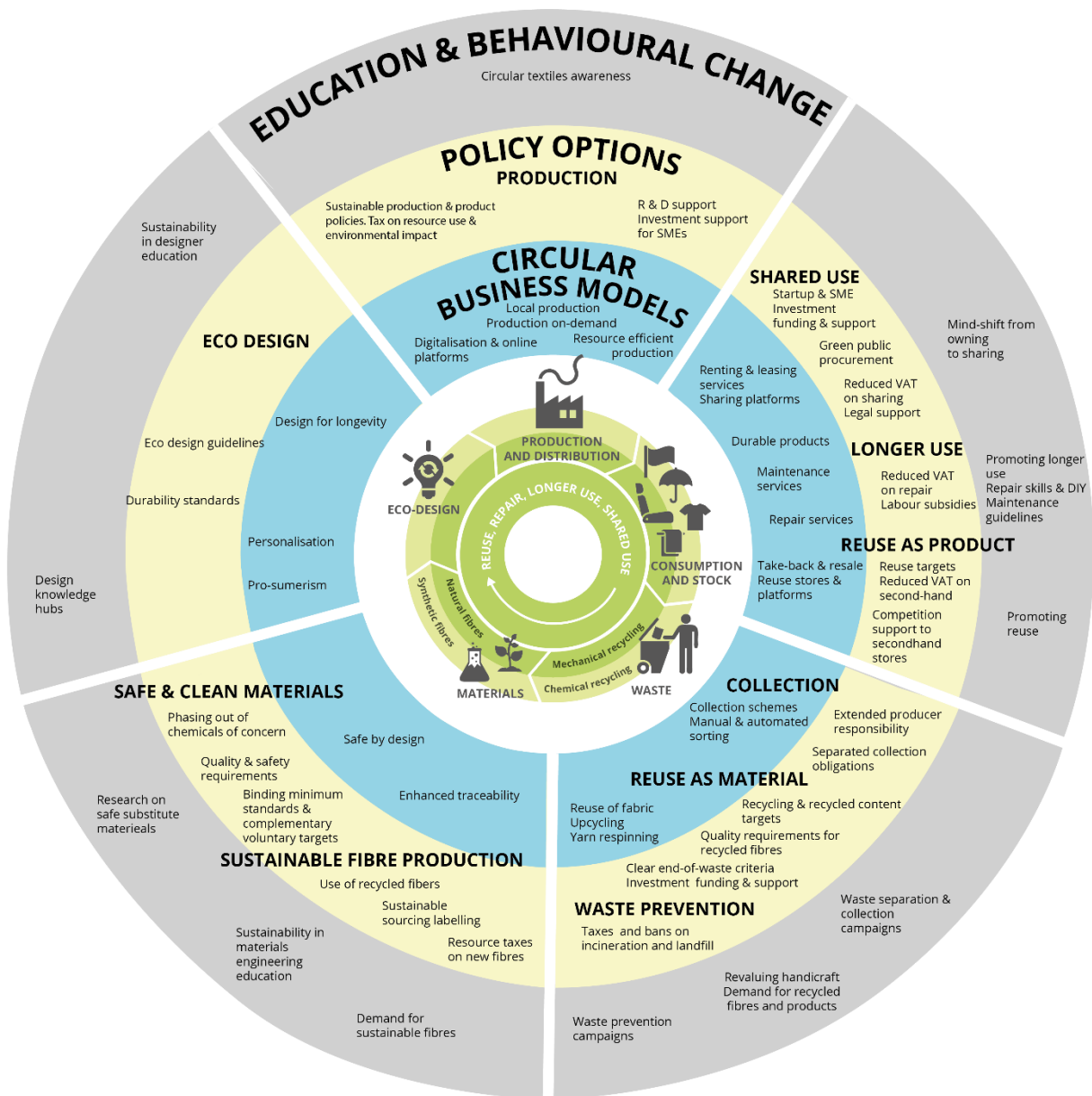


Figura 10 - O papel da educação, das políticas, dos modelos de negócio e da mudança de comportamento nos sistemas têxteis circulares (EEA & ETC, 2019) – Fonte: ETC/WMGE and EEA (<https://www.eea.europa.eu/publications/textiles-in-europes-circular-economy>, consultado a 28 Outubro 2023)

A Rede Europeia de Informação e de Observação (Eionet) elaborou uma nota informativa que apresenta uma perspetiva centrada na UE sobre os impactes da produção e do consumo de têxteis. O diagrama (Figura 10) apresentado no relatório da Eionet ilustra a intrincada rede e a interdependência dos vários sectores envolvidos na transição da

indústria da moda baseada na EU. Ilustra o sistema têxtil e mostra as opções propostas para modelos empresariais circulares, regulamentação e mudança de comportamentos em cada fase do ciclo de vida. A Eionet sublinha ainda o papel fundamental do design e dos designers na facilitação desta transição. Destaca igualmente a necessidade de o ensino da moda, as organizações, os decisores políticos e a própria indústria reavaliarem e reformarem as práticas atuais. (Dan & Østergaard, 2021)

A Eionet propõe várias medidas para facilitar esta transição de uma indústria têxtil linear para uma indústria têxtil circular, com uma forte ênfase na importância das escolhas de design. Em particular, o relatório defende uma integração significativa dos princípios de sustentabilidade nos currículos de educação em design, pois acredita que isso poderia catalisar uma mudança significativa na cultura do design (Dils, 2019). Além disso, o relatório sugere a implementação de regimes de responsabilidade alargada do produtor e uma mudança para modelos de negócio circulares. Muitas destas recomendações estão perto de se tornarem legislação, com início já em 2025. Este facto cria um maior sentido de urgência para que a indústria da moda acelere a transição para uma economia circular, aumentando as expectativas e as responsabilidades dos designers neste processo transformador. (Dan & Østergaard, 2021)

6.5.2. Estratégias orientadas pelo design

Numa era de crescente consciência ambiental, as estratégias orientadas para o design desempenham um papel fundamental na redução da pegada ecológica dos produtos e serviços. A figura 11 explora quatro paradigmas de design essenciais por uma abordagem de design thinking: design de baixo impacte, design para a durabilidade, design para a perenidade e design de baixo desperdício. Estas estratégias contribuem coletivamente para o desenvolvimento sustentável e abordam a necessidade premente de uma utilização responsável dos recursos. (D'Itria, 2022)

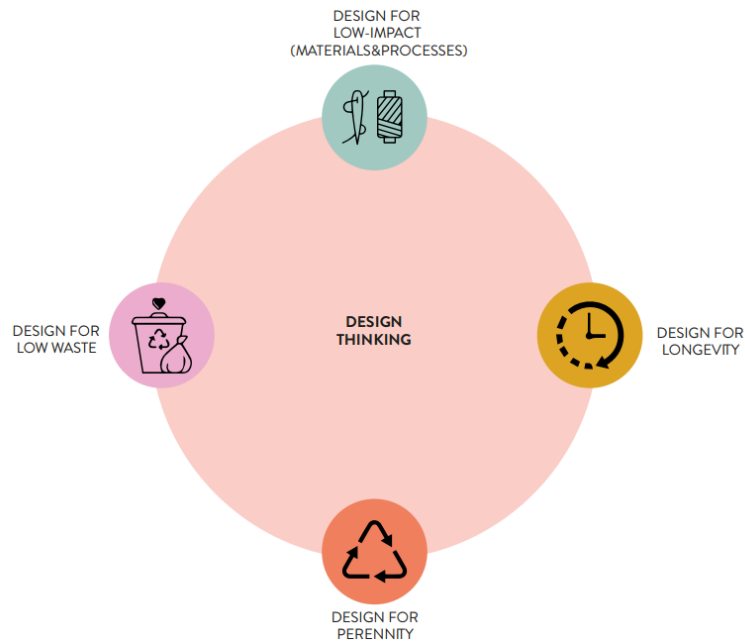


Figura 11 – Estratégias de Design para o Sistema da Moda - Fonte: (D'Itria, 2022)

Design de baixo impacte

O design de baixo impacte envolve a minimização da pegada ambiental dos produtos e serviços ao longo do seu ciclo de vida. Isto inclui considerações desde a seleção de materiais e processos de produção até ao transporte, utilização e eliminação no fim da vida útil. A utilização de materiais ecológicos, a incorporação de fontes de energia renováveis e a otimização da logística são componentes fundamentais desta estratégia. (Salcedo, 2014)

Design para a durabilidade

O design para a durabilidade centra-se na criação de bens que possam suportar uma utilização prolongada. Implica a seleção de materiais de alta qualidade, técnicas de confeção robustas e a conceção de produtos que resistam ao desgaste. Esta abordagem minimiza a necessidade de substituição frequente, reduzindo o consumo de recursos e a produção de resíduos. (Ellen McArthur Foundation, 2020)

Design para a perenidade

O design para a perenidade centra-se na criação de produtos que sejam duradouros, intemporais e adaptáveis. Esta abordagem enfatiza a longevidade, reduzindo a frequência

das substituições e promovendo a eficiência dos recursos. Ao dar prioridade à qualidade e ao artesanato, os designers prolongam a vida útil dos produtos, reduzindo assim o consumo global de recursos e a produção de resíduos. (D'Itria, 2022)

Design para um baixo nível de resíduos

O design para baixo desperdício envolve a redução, reutilização e reciclagem de materiais no processo de design. Esta estratégia procura minimizar o impacto ambiental da produção e da eliminação pós-consumo. A implementação de sistemas de ciclo fechado, a utilização de materiais reciclados e a conceção para desmontagem são técnicas fundamentais para alcançar resultados de baixo desperdício. (Salcedo, 2014)

Para além das estratégias acima descritas, a literatura introduz novos níveis de complexidade quando desconstruída ou cruzada. Este facto é acompanhado pelo aparecimento de abordagens inovadoras (ver Figura 12), incluindo conceitos como *fibershed*, durabilidade física e emocional, desmontagem, monomaterial, reciclabilidade, desperdício zero e reciclagem. (D'Itria, 2022)

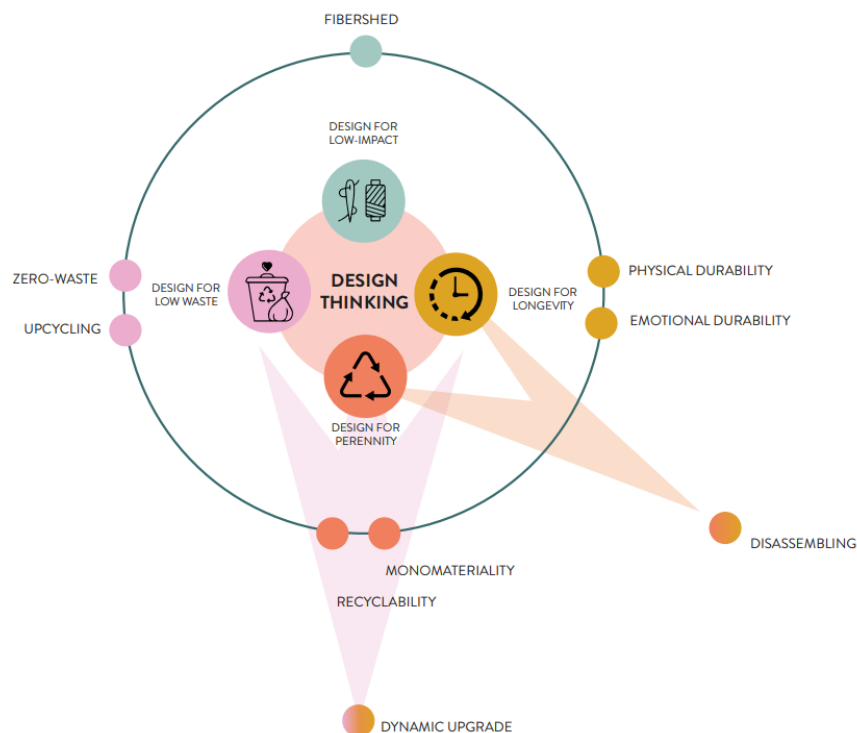


Figura 12 – Estratégias de Design para o Sistema da Moda II - Fonte: (D'Itria, 2022)

Design de baixo impacto: Fibershed

O Fibershed é um sistema localizado que se concentra na obtenção de fibras numa região específica, reduzindo a pegada de carbono associada ao transporte e apoiando as comunidades locais. Esta estratégia promove práticas agrícolas sustentáveis e minimiza o impacto ambiental da produção têxtil. (White & Burgess, 2019)

Design para a durabilidade: Durabilidade Física e Emocional

A durabilidade física e emocional enfatiza a criação de produtos que podem resistir ao desgaste, tanto em termos de uso físico pela sua construção e/ou qualidade como de mudanças nas tendências, mantendo-se relevantes e desejáveis para o utilizador, ou para vários utilizadores, ao longo do tempo. Ao conceber a durabilidade, os produtos têm uma vida útil mais longa, reduzindo a necessidade de substituição frequente e conservando os recursos. (Fletcher & Tham, 2021; Ellen McArthur Foundation, 2020; Salcedo, 2014)

Design para a durabilidade x Design para a perenidade: Desmontagem

A desmontagem é um conceito de design que considera a forma como os produtos podem ser facilmente desmontados para reparação, reutilização ou reciclagem (OECD/ISO, 2016). Esta abordagem promove a circularidade, alargando o ciclo de vida dos produtos têxteis e minimizando os resíduos. (Gam, Cao, Bennett, Helmkamp, & Farr, 2011)

Design para a perenidade: Monomaterialidade e Reciclabilidade

Monomaterialidade é uma estratégia onde um produto é composto por um único material ou fibra, por oposição a uma peça de vestuário feita de diferentes materiais seja pela mistura de fibras no fio, na multiplicidade de detalhes como por exemplo botões, fechos e linhas de costura de materiais diferentes. Esta abordagem facilita posteriormente a reciclagem das peças por serem facilmente reciclados e reintegrados no processo de produção. A reciclabilidade é a facilidade com que um material pode ser reciclado na prática e à escala. (Andersson, 2018; Ellen McArthur Foundation, 2020)

Design para um baixo nível de resíduos: Desperdício Zero e Upcycling

O desperdício zero, conhecido como *zero waste*, e o upcycling são estratégias que visam eliminar e reutilizar os resíduos gerados durante o processo de produção, respetivamente. Os princípios de resíduos zero visam minimizar os resíduos desde o início, nomeadamente nos processos de design modelagem e corte, enquanto o upcycling

envolve a transformação de materiais residuais em produtos novos e de valor acrescentado. (Andersson, 2018)

Ainda que numa posição otimista de “design futuring” estas estratégias visam não só ser um exemplo de “como fazer melhor”, mas catalisadoras de um sentido crítico do que o design precisa de ser mobilizado a ou contra. Numa premissa de que teremos um futuro melhor pelo design, é necessário compreender que sempre que criamos algo destruímos algo. Isto sublinha a importância de aplicar estratégias complexas, que sejam não só éticas, mas também renováveis, para um novo paradigma de sistema. (Fry, 2009)

7. Projetos

Os projetos aqui apresentados englobam, o projeto principal - "A durabilidade como fator de sustentabilidade"-, de caráter científico e produzido de forma mais autónoma, e três projetos secundários realizados em equipas multidisciplinares e interdepartamentais na finalidade de aplicação prática.

Para melhor compreensão do posicionamento dos projetos efetuados no decorrer do estágio foram organizadas fichas síntese organizadas pelos seguintes tópicos:

- Nome do projeto
- Enquadramento do projeto: Esta secção descreve o contexto mais vasto do projeto, incluindo quaisquer projetos, iniciativas ou ações de que este faça parte.
- Intervenientes: Trata-se de indivíduos ou grupos que forneceram orientação, colaboração ou apoio à mestranda ao longo do projeto.
- Descrição do projeto: Um breve resumo dos objetivos do projeto.
- Briefing: Esta secção fornece uma visão geral das instruções ou orientações iniciais dadas à mestranda para o projeto.
- Introdução: Aprofundamento da descrição e enquadramento do projeto.
- Metodologia: Esta secção mostra a participação da mestranda no projeto em formato de diagrama, descrevendo as fases, os métodos e posteriormente descreve as ferramentas ou técnicas utilizadas.
- Resultados: Descreve o desenvolvimento e os produtos ou resultados específicos gerados durante o projeto.
- Conclusões: Esta secção contém as reflexões finais, os conhecimentos e as lições aprendidas com o projeto, incluindo quaisquer recomendações para trabalhos futuros ou áreas a melhorar.

O cronograma da Figura 13 permite contextualizar a duração dos projetos durante o período de estágio, compreendido de seis meses

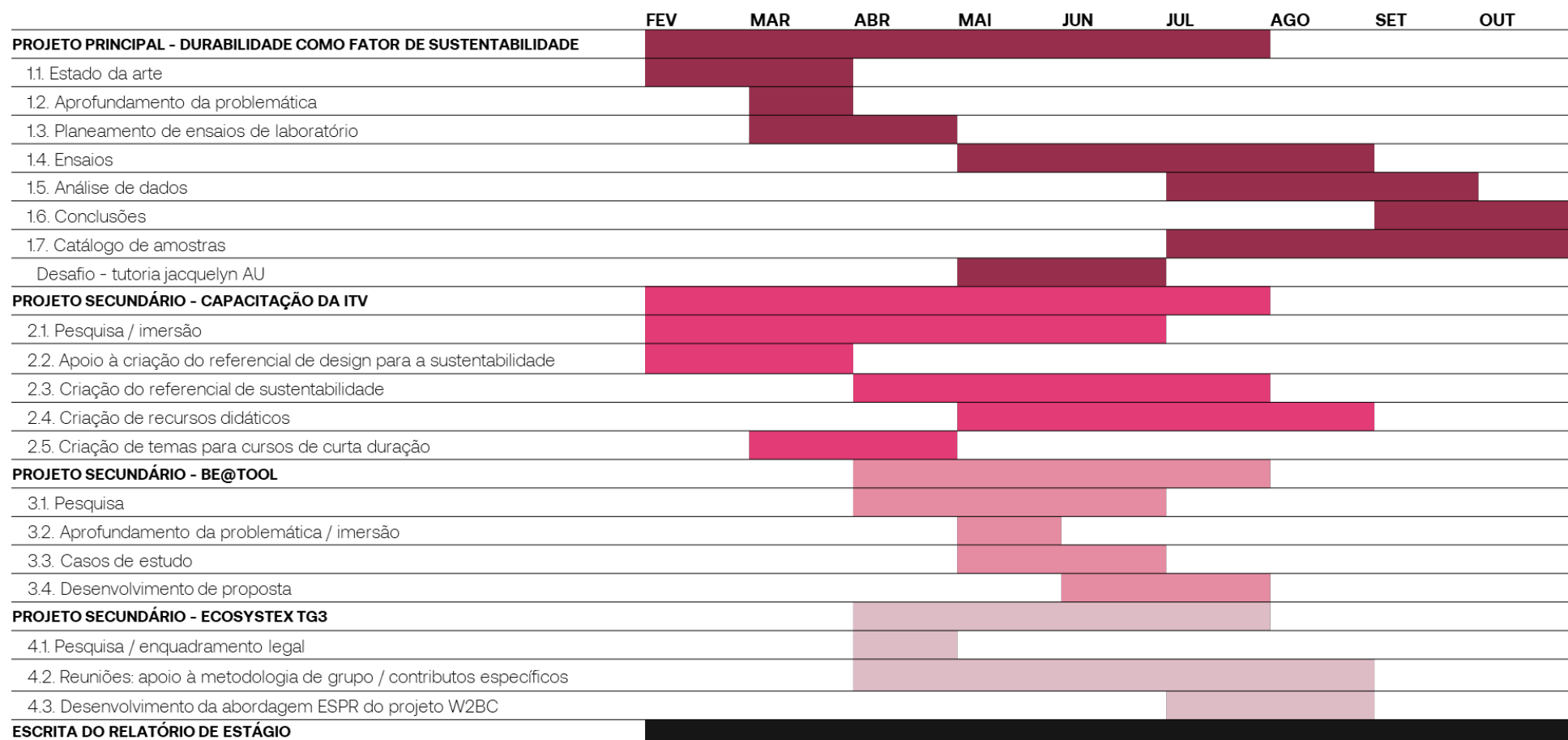


Figura 13 - Cronograma de estágio

7.1. Projeto Principal – A Durabilidade como Fator de Sustentabilidade

Enquadramento

Projeto be@t, Iniciativa 2 e 4

Duração

6 meses

Intervenientes

Raquel Santos (Mestranda)

Carla Joana Silva

Catarina Guise

Manuel Seara Carvalho

Filipe Rodrigues

João Ferreira

José Carneiro

Ângela Amorim

Flávio Ferreira

Teresa Pereira

Descrição do Projeto

Refletir sobre a durabilidade como um fator essencial para a sustentabilidade, com foco na durabilidade física de malhas de base biológica e recicladas (algodão, liocel, cânhamo) de modo a gerar soluções catalíticas no âmbito do sistema bioeconomico têxtil.

Briefing

“Research gaps” no âmbito do pilar dos biomateriais; Design sistémico circular para os materiais propostos; Avanço do conhecimento no sector das malhas; Importância da durabilidade para a sustentabilidade e no sector das malhas.

7.1.1. Introdução ao Projeto Principal

O projeto de investigação intitulado “A Durabilidade como Fator de Sustentabilidade” procura gerar conhecimentos que se alinham com as Iniciativas 2 e 4 do projeto be@t. Estas iniciativas visam melhorar o sector agroindustrial, utilizando resíduos para a produção de novas fibras naturais; e promover a reciclagem de fibras pré e pós-consumo através de processos otimizados, respetivamente. Esta investigação analisa a durabilidade na indústria têxtil e do vestuário, com especial incidência na durabilidade física de malhas de base biológica e recicladas, nomeadamente o algodão, o liocel, o cânhamo e uma mistura de fibras naturais e artificiais, anteriormente recicladas. Ao investigar a resiliência e a longevidade destes materiais, o estudo tem como objetivo identificar oportunidades para minimizar o impacte ambiental e explorar alternativas sustentáveis de fim de vida para estes materiais.

A durabilidade é “a capacidade de um produto físico se manter funcional e relevante ao longo do tempo, quando confrontado com os desafios do funcionamento normal” (Ellen McArthur Foundation, 2020, p. 6) ¹¹. Sendo um importante indicador de sustentabilidade em todos os sectores, incluindo o dos têxteis, avalia a capacidade de um produto para resistir ao desgaste, à utilização e aos fatores de pressão ambiental. Os materiais duráveis mantêm as suas características originais distintivas e o seu aspeto ao longo do tempo (Pinho & Santarém Andrade, 2018). Contudo, controverso no nosso mundo de ritmo acelerado, o conceito de durabilidade pode ser desafiado pela conveniência da descartabilidade (Agência Portuguesa para o Ambiente, 2019). Habitúamo-nos ao consumo rápido de informação e ao movimento constante. Neste novo paradigma, onde é que a durabilidade se enquadra e qual a sua relevância para a sustentabilidade? Curiosamente, a pandemia desencadeou o desejo de um ritmo mais lento e de uma concentração na criação de valor acrescentado nas nossas vidas (Cacioppo, Hawkley, & Thisted). Acoplado pela pressão dos media e experiências diretas de ansiedade climática, que nos coloca em escrutínio as rotinas do quotidiano. A natureza do vestuário mostra-se desafiante ao contemplar a experiência do utilizador pela estética, funcionalidade e conforto, e adicionalmente os princípios ambientais, sociais, culturais e económicos. De

¹¹ Ellen McArthur Foundation. (2020). Vision of a circular economy for fashion. (p. 6) [traduzido pela mestrandia]

um ponto de vista sistêmico para soluções industriais e responsabilidade alargada do produtor, este paradigma complexo, que a Durabilidade procura abordar, inclui os seguintes aspetos-chave:

1. Testes mecânicos: Efetuar ensaios mecânicos para quantificar a força, a resistência à abrasão e outras propriedades relevantes dos materiais celulósicos e reciclados. Compará-los com os seus homólogos convencionais para avaliar a sua durabilidade;
2. Eficiência da reciclagem: Analisar a eficiência dos processos de reciclagem mecânica de materiais celulósicos e reciclados. Avaliar o número de ciclos a que podem ser submetidos antes de se degradarem e se a reciclagem afeta o seu desempenho global;
3. Cenários de fim de vida: Investigar o comportamento destes materiais no final do seu ciclo de vida. Determinar se podem ser efetivamente compostados ou reciclados, ou se contribuem para os desafios da gestão de resíduos.

7.1.2. Metodologia Aplicada ao Projeto Principal

A metodologia utilizada seguiu o processo descrito na Figura 14. Dada a ênfase da investigação no desenvolvimento experimental, a descrição passo a passo do trabalho laboratorial é apresentada na Figura 15 com um diagrama de Gantt.

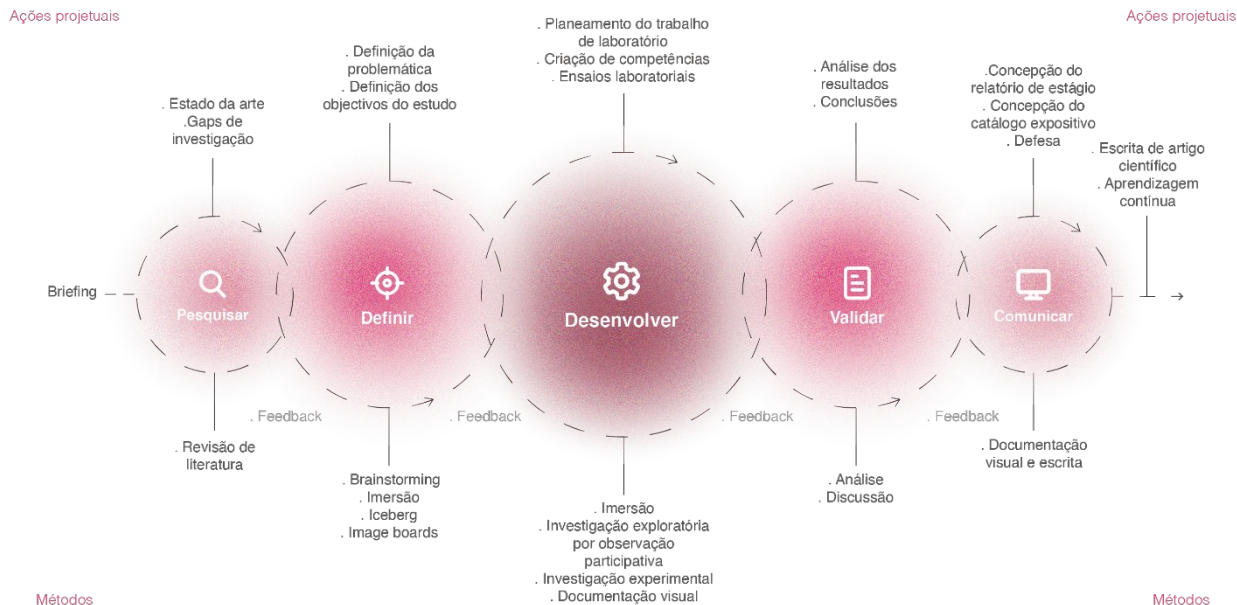


Figura 14 - Metodologia Projeto Principal - Fonte: Mestranda (2023)

Cronograma de Desenvolvimento Experimental

Projeto Principal - Durabilidade como Fator de Sustentabilidade

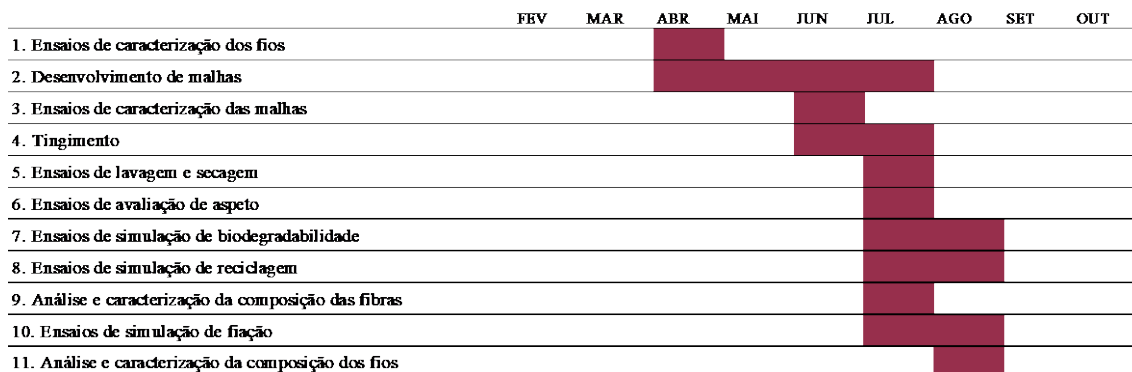


Figura 15 - Cronograma de Desenvolvimento Experimental do Projeto Principal

Adicionalmente, foi dada a responsabilidade à mestranda de orientar a aluna Jaquelyn Rodriguez, que realizou um estágio curricular no âmbito do 1º ano de licenciatura em Têxteis e Vestuário da Austin University, entre o período de 10 de Maio a 22 de Junho de 2023 (7 semanas). Deste modo, a aluna Jaquelyn pôde acompanhar e auxiliar algumas das atividades do desenvolvimento experimental, maioritariamente na fase de pesquisa e de criação das malhas.

7.1.3. Desenvolvimento Experimental

De seguida são explicados, em detalhe, os materiais e métodos utilizados.

7.1.3.1. Materiais e Métodos

As matérias-primas utilizadas neste trabalho foram fios virgens de algodão, cânhamo, liocel e um fio reciclado composto por 50% lã, 35% poliéster, 10% acrílico e 5% outras fibras (Figura 16). A nível de massa linear, os fios de algodão e liocel apresentavam um título Ne 20/1, o fio de cânhamo um título Ne 16/1 e o fio reciclado Ne 7/1. Tanto o fio 100% cânhamo como o fio 100% liocel eram fios branqueados. Os materiais utilizados foram gentilmente fornecidos pelas empresas Mundifios, S.A. e JGomes Lda.

Seguidamente é feita uma descrição mais detalhada de cada matéria-prima:

Algodão: Derivado dos pelos das sementes da planta *Gossypium*, é uma fibra natural altamente versátil e amplamente utilizada nos têxteis, conhecida pela sua respirabilidade e absorção. Globalmente os maiores produtores de algodão são a China, a Índia e os Estados Unidos, seguido do Paquistão, Brasil, Turquia, Uzbequistão e Austrália. O processamento, não sendo obrigatoriamente feito no país de origem, envolve o descaroçamento, a cardação e a fiação, resultando em fios para tecelagem ou tricotagem. É frequentemente misturado com outro tipo de fibras de forma a apresentar outro tipo de propriedades que sozinho, no seu estado natural, não seria possível. As práticas sustentáveis, incluindo a agricultura biológica e a redução do uso de pesticidas, abordam as preocupações ambientais no cultivo do algodão. (Textile Exchange, 2022; Fashionary, 2020)

Liocel: Alternativa ecológica aos têxteis tradicionais, está a ganhar força na indústria da moda. Derivado da polpa de madeira, principalmente do eucalipto, o seu sistema de produção circular minimiza o impacto ambiental. O método de fiação, em circuito fechado, por solvente utiliza eficazmente os recursos e reduz os resíduos químicos. Com elevada absorção de humidade, respirabilidade e uma textura sedosa, o liocel é versátil para várias aplicações de vestuário.

Cânhamo: Derivado da planta *Cannabis sativa*, destaca-se como um material sustentável e vantajoso para aplicação têxtil. Com um crescimento rápido e uma necessidade mínima de pesticidas e herbicidas, o cânhamo alinha-se com os princípios ecológicos. O processamento envolve a moagem, a decorticação e a degomagem, preparando as fibras para a fiação e a tecelagem ou tricotagem. Os avanços tecnológicos continuam a melhorar a qualidade e as propriedades dos têxteis de cânhamo. Notavelmente respirável e com excelentes capacidades de absorção de humidade, o cânhamo encontra o seu nicho no vestuário para climas quentes. Além disso, mistura-se facilmente com materiais como o algodão ou a seda, de modo a aumentar os seus fracos atributos específicos de suavidade e maleabilidade. (Textile Exchange, 2022) (Fashionary, 2020)

Fibra Reciclada (50% lã, 35% poliéster, 10% acrílico e 5% outras fibras): Proveniente de desperdícios industriais, destaca-se por ser uma fibra, e posteriormente fio, 100% reciclado. Contudo, a mistura de fibras é uma problemática grande no sector têxtil no fim de vida destes materiais. Com metade do seu componente de lã, uma fibra natural que bem gerida acredita um potencial regenerativo a todo o sistema, é resistente, e tem boas propriedades de isolamento e de regulação térmica. A utilização de fibras sintéticas, responsáveis por mais de metade do mercado global, o poliéster e o acrílico, são amplamente utilizados no vestuário, têxteis lar, acessórios e calçado pela sua resistência e durabilidade aos mais diversos fins. (Textile Exchange, 2022) (Fashionary, 2020)

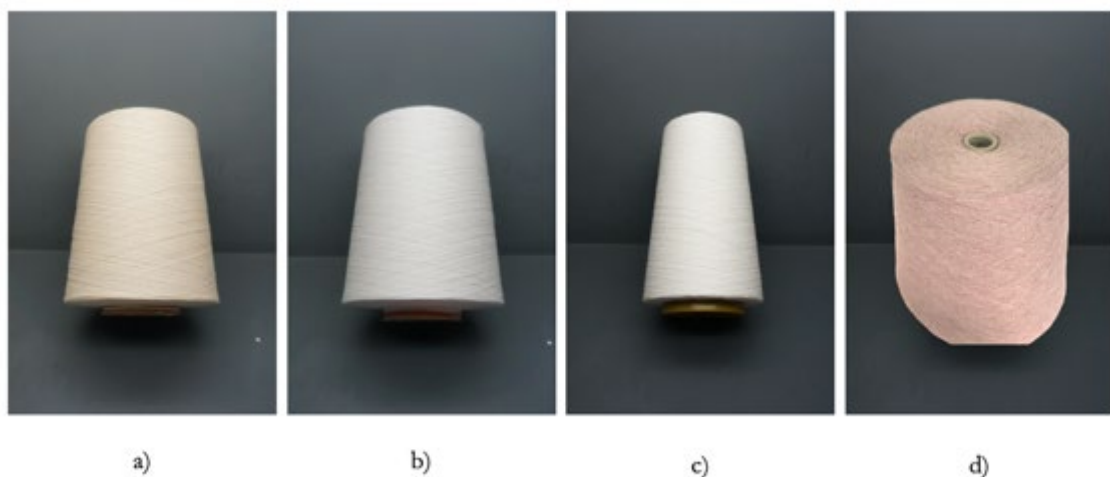


Figura 16 – a) Fio algodão; b) Fio liocel; c) Fio cânhamo; d) Fio reciclado

Caracterização dos fios

De modo a ter dados comparativos do início de vida dos produtos têxteis que iriam ser criados foi realizada uma caracterização dos fios comerciais fornecidos.

Os fios adquiridos a nível comercial foram analisados antes de serem sujeitos a qualquer ensaio com o objetivo de se comparar com os resultados obtidos após testes. Foi feita uma análise, nos laboratórios certificados do CITEVE, a nível físico e mecânico, caracterizando-se a massa linear, tenacidade e alongamento. De seguida serão explicados, de uma forma breve, os métodos utilizados nesta caracterização.

Massa linear

A massa linear de uma fibra equivale ao seu peso por unidade de comprimento, medida com base na NP EN ISSO 2060. A seguinte equação mostra como a massa linear foi calculada:

$$D_L = \frac{m}{L}$$

D_L corresponde à densidade linear (tex)

m corresponde à massa do fio (g)

L corresponde ao comprimento do fio (Km)

Tenacidade e alongamento

Os ensaios de resistência mecânica dos fios foram realizados de acordo com a norma ISO 2062:2009. Para os fios de algodão, liocel e reciclado, utilizando um aparelho de ensaio de tração Statimat M - Texttechno (Figura 17) com maxilas planas cobertas de borracha. Já para o fio de cânhamo foi utilizado o aparelho Adamel com maxilas planas cobertas de borracha. Todos os ensaios foram realizados num ambiente condicionado de 20+/-2°C e 65+/-4% H.R. A distância entre as maxilas foi fixada em 500 mm, a velocidade de ensaio em 500 mm/min e a pré-tensão em 0,5 cN/tex.



*Figura 17 – Equipamento Statimat M
– Textechno e Adamel*

Malhas

Para a produção das malhas foi utilizado o aparelho Tricolab (Figura 18, a), tear de malhas circular a nível laboratorial, utilizando-se um jogo de 14 agulhas por polegada. Foi produzido cerca de 30 m de malha de cada matéria-prima, correspondendo a cerca de 1 kg de fio.

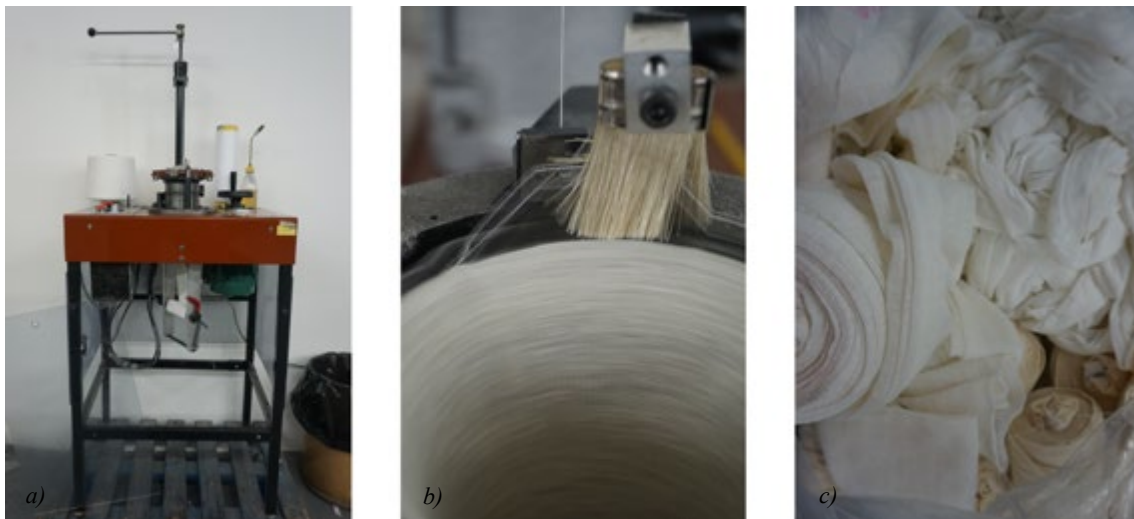


Figura 18 – a) Tricolab; b) Processo de produção de malhas; c) Malhas produzidas

Foram utilizados os seguintes comprimentos de laçada:

- Malha 100% CO: 3,0
- Malha 100% CA: 4,0

- Malha 100% CLY: 3,0

- Malha Reciclado (50% de lã, 35% de poliéster, 10% de acrílico e 5% de outras fibras):
6,5

Tingimento

O processo de tingimento foi realizado pelo técnico de tinturaria do CITEVE, Manuel Carvalho, sendo sempre acompanhado pela mestranda. Foi realizado apenas nas malhas de CO, CA e CLY. Por incidente de manchamento das malhas de CLY o processo de tingimento teve de ser efetuado duas vezes. Para tingir as malhas primeiramente foi realizado o processo de pré tingimento que engloba: o branqueamento (apenas das malhas de CO, uma vez que as malhas de CA e CLY já tinham sido branqueadas em fio pelo fornecedor); o acerto do pH; e a eliminação do peróxido hidrogénio (água oxigenada). Posteriormente procedeu-se ao tingimento, o acerto do pH e o ensaboamento. Foram utilizadas as máquinas descritas na Figura 19.



Figura 19 - Equipamento e processo de tingimento. a) Máquina Mathis Labomat; b) Máquina Máquina de Lavar de Alta Centrifugação

As formulações para cada uma destas etapas são apresentadas de seguida:

Branqueamento do CO:

3 ml água oxigenada a 200 vol.
2 ml soda cáustica 50%
0,5 ml diadavin um (detergente molhante)
0,5 ml Tanex DB (estabilizador orgânico)
98°C | 30 min

Anti-pilling (apenas para o CLY)

Acerto do pH:

0,5 ml ácido acético
50°C | 15min

Eliminação do peróxido hidrogénio / oxigenada:

0,5 ml kemic lase EFR
50°C | 15 min

Tingimento:

80 g Sal
0,5 ml Levegal® RL (equalizador do CO)
1,5 % Vermelho Corazol RD
20 g Carbonato sódio / soda solvay
50 °C | 60 min

Acerto do pH:

0,5 ml ácido acético
50°C | 15min

Ensaboamento:

0,5 ml Tanapal pura
90°C | 20 min

Caracterização das malhas

As malhas foram caracterizadas a nível mecânico, utilizando-se os procedimentos explicados de seguida.

Lavagem e secagem doméstica

Foi efetuado um processo de lavagem e secagem domésticas de 30 ciclos. Especificamente para medir a percentagem de encolhimento ou alongamento, a perda de cor e a sua resistência após serem submetidos a um tratamento húmido, utilizando uma máquina de lavar a roupa e uma máquina secadora (Figura 20). O objetivo deste ensaio foi de reproduzir os ciclos de utilização típicos dos produtos têxteis em análise, simulando o processo de lavagem e secagem realizado por um consumidor padrão que utiliza máquinas.



Figura 20 – a) Máquina de lavar a roupa doméstica; b) máquina secadora

Coordenadas de cor (método diferença para o controlo)

Foi utilizado um espectrofotómetro de reflectância Spectraflash[®] SF250, (Figura 21) para determinar as características colorimétricas das malhas. Foi utilizado o sistema de cores Lab, um dos mais utilizados na indústria têxtil e proposto pela Commission Internationale de l'Eclairage (CIE). Este sistema permite-nos calcular a diferença entre os valores obtidos das várias amostras para uma amostra padrão definida (DE*).

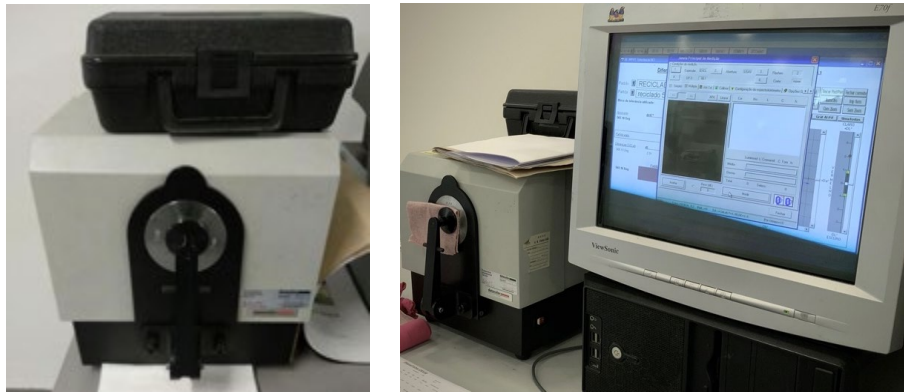


Figura 21 – Espectrofotômetro de reflectância Spectraflash® SF250®

Representado na Figura 22 estão os três eixos utilizados pelo sistema de cores *CIE*Lab.

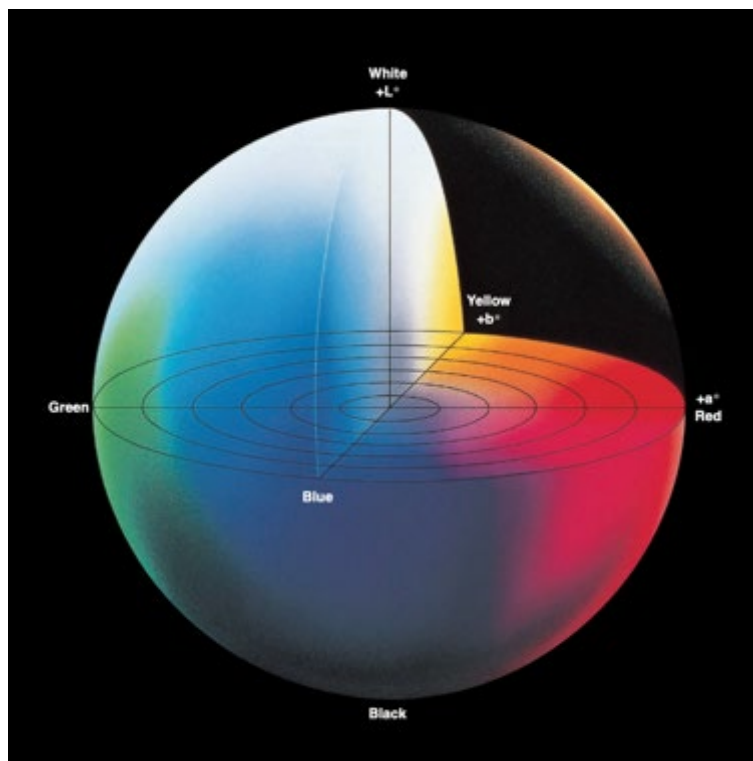


Figura 22 – Representação do sistema de cor $L^*a^*b^*$

Fonte: (KONICA MINOLTA, 2007)

L^* - Luminosidade: Um valor de 0 representa o preto absoluto, enquanto 100 representa o branco puro.

a^* - Eixo vermelho-verde: Os valores positivos de a^* representam tons vermelhos, enquanto os valores negativos de a^* representam tons verdes. Os valores negativos indicam tons verdes.

b^* - eixo amarelo-azul: Os valores positivos de b^* indicam tons mais amarelos, enquanto os valores negativos indicam tons mais azuis.

Variações dimensionais

Foram avaliadas as alterações dimensionais dos artigos têxteis, neste caso das malhas de CO, CA, CLY e reciclado, durante o processo de lavagem e secagem domésticas nos ciclos de 1 lavagem, 2, 3, 4, 5, 10, 20 e 30 lavagens. Para medir a percentagem de encolhimento ou alongamento após serem submetidas a um tratamento húmido, foi desenhado um retângulo com as mesmas dimensões (6 cm x 4 cm) em todas as amostras. Após os dados recolhidos foi calculada a área correspondente a cada lavagem, e consequente percentagem de encolhimento ou alongamento.

$$A = b \times h$$

$$(A_{nr \text{ de lavagem}} \times 100) \div A_0 = x$$

A - área (cm)

b - comprimento (cm)

h - largura (cm)

$A_{nr \text{ de lavagem}}$ - área consoante o ciclo de lavagem (cm)

A_0 - área inicial, com 0 lavagens(cm)

x - percentagem de encolhimento ou alongamento (%)

Resistência à rotura e alongamento (método da tira)

A resistência mecânica das malhas foi testada de acordo com a norma ISO 13934-1:2013, com uma modificação no número de amostras para 5 e na distância entre as maxilas para 100 mm. O equipamento CRE Tineus Olsen (Figura 23) foi utilizado para determinar a resistência à tração e o alongamento das amostras, isto é, a força máxima e o alongamento máximo que um determinado item pode suportar ao longo do seu processo de ultimação.

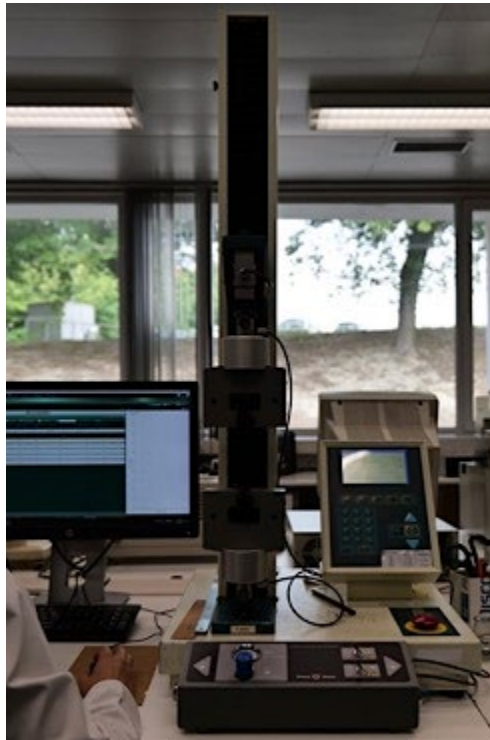


Figura 23 - Máquina constant rate of extension (CRE) Tineus Olsen

Resistência à formação de pilling

A resistência ao pilling (borbotos) foi testada de acordo com a norma EN ISO 12945-2:2020. Foi utilizado o dispositivo Martindale e, em vez de lâminas de abrasão, foi utilizada uma malha 100% algodão para simular o desgaste dos produtos no cotidiano.

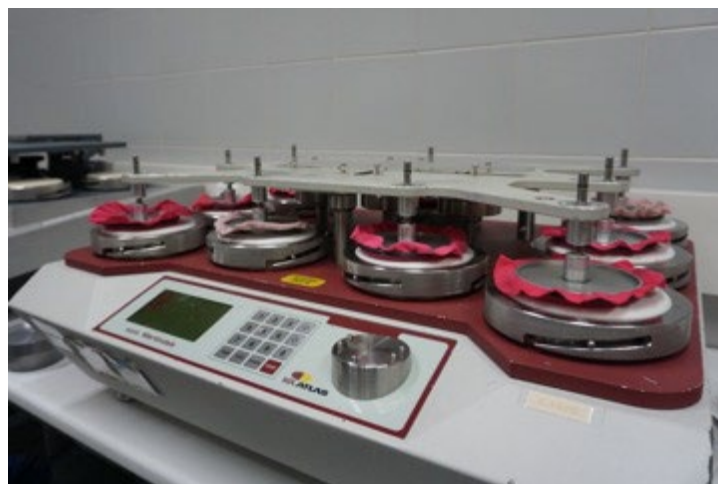


Figura 24 – Martindale

O grau de pilling foi avaliado comparando visualmente as amostras testadas com uma malha de referência. Os valores observados foram registados numa escala de 1 a 5 (Tabela 1), em que 1 indica denso pêlo superficial e/ou severa formação de borboto e 5 indica nenhuma alteração. As avaliações foram realizadas aos 125, 500, 1000 e 2000 ciclos.

| Grau | Descrição |
|------|---|
| 5 | Nenhuma alteração. |
| 4 | Ligeiro aparecimento de pelo superficial e/ou borbotos parcialmente formados. |
| 3 | Aparecimento de pelo superficial e/ou formação de borboto moderado. Borbotos de tamanho e densidade variados e cobrindo parcialmente a superfície do provete. |
| 2 | Nítida formação de pelo superficial e/ou borboto. Borbotos de tamanho e densidade variados cobrindo uma grande proporção da superfície do provete. |
| 1 | Denso pelo superficial e/ou severa formação de borboto. Borbotos de tamanho e densidade variados cobrindo a total superfície do provete. |

Tabela 1 – Escala de avaliação de borboto

Fim de vida das malhas

Para avaliar o fim de vida das malhas de CO, CA, CLY e reciclado foram efetuados testes de biodegradabilidade e de reciclagem mecânica, com o intuito de fornecer dados sobre a viabilidade de fins de vida com menor impacte, e de forma a produzirmos produtos circulares.

Biodegradabilidade

Os ensaios de biodegradabilidade foram efetuados por base na norma ISO 20200:2015 - Especificações para plásticos concebidos para ser aerobicamente compostados em instalações municipais ou industriais. Foi seguido um método em desenvolvimento pelo laboratório de microbiologia do CITEVE. Foram testadas amostras de pré e pós simulação de consumo (i.e. após os ensaios de lavagem e secagem doméstica). Estas amostras foram cortadas com as dimensões compreendidas de 10 cm x 20 cm,

posteriormente mergulhadas 30 s em água destilada e enterradas em composto orgânico universal em diferentes reatores. Em seguida foram colocadas numa estufa a 58°C durante 30 dias. Foram retiradas amostras ao 15º dia e ao 30º dia. A Figura 25 mostra parte do processo: a) Enterramento; b) Estufa Binder; c) Interior da estufa com os reatores; d) Reator com os provetes enterrados.



Figura 25 - a) Enterramento; b) Estufa Binder; c) Interior da estufa com os reatores; d) Reator com os provetes enterrados.

Reciclagem mecânica

Corte e desfibrção

O processo de corte e desfibrção é a primeira etapa da produção de fios a partir de materiais reciclados. No CITEVE, o equipamento de corte e desfibrção é da LAROCHE. A máquina de corte normalmente utilizada é o modelo Starcut 500 (Figura 26), que possui um sistema de corte rotativo com duas lâminas. A largura de corte pode ser ajustada e o número de passagens do material através do tambor pode ser regulado. No entanto, devido a uma avaria da máquina, as malhas foram cortadas à mão com uma largura pré-determinada.



Figura 26 - Equipamento de corte CITEVE

O equipamento de desfibração do CITEVE é um modelo Cadette, composto por 5 módulos. Os três primeiros módulos funcionam em conjunto, existindo uma saída entre estes três e os dois últimos módulos. Este facto permite que a manta têxtil seja retirada à saída dos três primeiros módulos. O operador pode ajustar os seguintes parâmetros: velocidade das correias de alimentação, velocidade de rotação dos rolos e o número de passagens por cada um dos dois conjuntos de módulos.

Nesta etapa, de corte e desfibração, os parâmetros utilizados foram:

- Largura de corte (que poderá ir até aos 76 mm);
- Velocidade do tapete de corte (200 tr/min ou 400 tr/min);
- Nº de passagens do material no tambor;
- Velocidade de alimentação dos tapetes (até 10 m/min);
- Velocidade de rotação dos cilindros (até 2560 rpm);
- Velocidade dos rolos de alimentação (até 6,70 m/min);
- Distância entre cilindros e tapete (de 0,1 mm a 2 mm).

Processo de fiação

Esta atividade centrou-se na investigação de métodos de fiação utilizando o processo de fiação convencional por anel.

Fiação de anel

A linha de fiação laboratorial do CITEVE é da marca Mesdan. É constituída por uma carda, laminador com uma espécie de torce incorporado, numa fase final da laminagem, um contínuo de fiação e uma bobinadeira (Figura 27).



Figura 27 - Equipamentos da linha laboratorial de fiação do CITEVE: (a) carda, (b) laminador/torce, (c) contínuo de fiação, (d) bobinadeira

O objetivo deste processo de fiação é o de estudar as variáveis ao longo das várias etapas e o seu impacte no fio final, bem como a percentagem de fibra reciclada que pode ser incorporada, garantindo que são cumpridas todas as características que o tornam possível de aplicar na produção de malhas/têxteis.

Devido à contaminação das malhas de CLY não foi possível realizar fio reciclado desta matéria-prima. Para as restantes matérias-primas foram produzidos fios 50/50, i.e. 50% CO virgem e 50% de fibra reciclada.

Determinação do título do fio

Para determinar a massa linear (título) dos fios produzidos em mistura foi utilizada a norma EN ISO 2060:1995, com alteração no comprimento do fio para 1 m por escassez de amostra. O seu título foi determinado em tex e em Ne (número inglês). Os ensaios foram realizados num ambiente condicionado de 20+/-2°C e 65+/-4% H.R.

Tenacidade e alongamento dos fios reciclados

Foram efetuados ensaios de resistência mecânica aos fios concebidos, novamente de acordo com a norma ISO 2062:2009 e utilizando o aparelho de ensaio de tração Statimat M – Textechno, mostrada anteriormente. Todos os ensaios foram realizados num ambiente condicionado de $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $65\pm 4\%$ H.R. A distância entre as maxilas foi fixada em 20 mm, a velocidade de ensaio em 500 mm/min e a pré-tensão em 0,5 cN/tex.

7.1.3.2. Resultados e Discussão

Este capítulo descreve e analisa os resultados do trabalho experimental efetuado durante o período de estágio.

Fios comerciais

De seguida são apresentados os resultados dos ensaios realizados relativamente aos fios comerciais.

Massa linear, Tenacidade e Alongamento

A Figura 28 apresenta os valores da massa linear para os fios comerciais de CO, CLY, CA e reciclado.



Figura 28 - Massa linear (Ne) dos fios comerciais de CO, CLY, CA e fio reciclado (50% de lã, 35% de poliéster, 10% de acrílico e 5% de outras fibras)

O fio 100% CO possui o título mais elevado, o que significa que é o fio mais fino do grupo. Em contrapartida, o fio reciclado regista o título mais baixo, sendo o mais grosso. O liocel apresenta um título de Ne 19/1, enquanto o fio de cânhamo Ne 14/1.

A Figura 29 mostra os resultados relativos à tenacidade e a Figura 30 os resultados relativos ao alongamento.

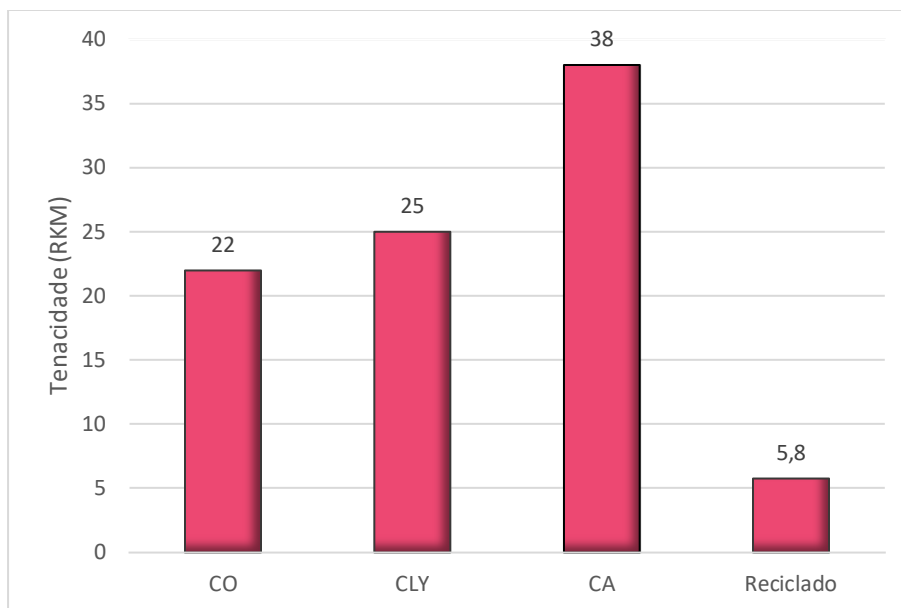


Figura 29 – Tenacidade dos fios comerciais de CO, CLY, CA e fio reciclado (50% de lã, 35% de poliéster, 10% de acrílico e 5% de outras fibras)



Figura 30 – Alongamento dos fios comerciais de CO, CLY, CA e fio reciclado (50% de lã, 35% de poliéster, 10% de acrílico e 5% de outras fibras)

A Figura 29 mostra que o fio reciclado tem a tenacidade mais baixa, o que o torna menos resistente à rotura. Por outro lado, o cânhamo é o fio com tenacidade mais elevada, o que resulta num alongamento mais baixo. Os fios de algodão e de liocel têm níveis de tenacidade semelhantes. Em termos de alongamento, tanto os fios de liocel como os fios reciclados destacam-se pela sua percentagem considerável de alongamento, uma característica que pode ser atribuída à sua composição. O liocel, sendo uma fibra sintética, e o fio reciclado, contendo 50% de fibras sintéticas, justificam esta observação. É visível que as fibras naturais têm valores de alongamento mais baixos.

Coordenadas de cor

As seguintes tabelas apresentam os valores DE*, que representam o desvio de cor em relação ao padrão, adquiridos para as diferentes amostras analisadas através dos ciclos domésticos de lavagem e secagem 1, 2, 3, 4, 5, 10, 20 e 30.

A tabela 2 apresenta os resultados para o algodão.



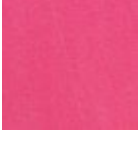

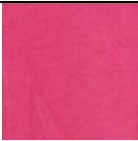
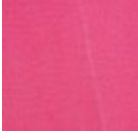


| Amostra | DE* | Imagem |
|----------------|------------|---|
| 1 | 0,71 |  |
| 2 | 0,84 |  |
| 3 | 1,15 |  |
| 4 | 2 |  |
| 5 | 2,55 |  |
| 10 | 3,49 |  |
| 20 | 5,48 |  |
| 30 | 7,17 |  |

Tabela 2 – Resultados das diferenças de cor observadas entre as amostras de algodão

Ao analisar os dados da Tabela 2, torna-se evidente que existe uma variação notável na cor da malha de algodão. Esta distinção torna-se mais pronunciada a partir da quarta lavagem, com uma alteração particularmente notória nos ciclos 20 e 30. A tonalidade vermelha da malha de algodão sofre uma perda crescente, e é na trigésima lavagem que se regista a disparidade mais significativa na cor da fibra.

A tabela 3 apresenta os resultados para o liocel.


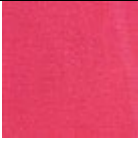
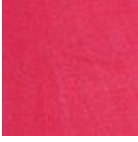
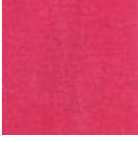
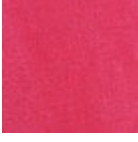
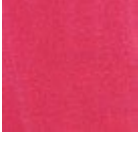
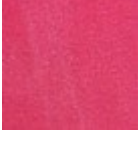
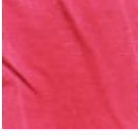
| Amostra | DE* | Imagem |
|----------------|------------|---|
| 1 | 1,71 |  |
| 2 | 1,4 |  |
| 3 | 0,97 |  |
| 4 | 2,64 |  |
| 5 | 2,61 |  |
| 10 | 2,42 |  |
| 20 | 5,36 |  |
| 30 | 5,9 |  |

Tabela 3 – Resultados das diferenças de cor observadas entre as amostras de liocel

No caso das malhas de liocel, a diferença de cor apresenta uma variabilidade notável nos ciclos 3, 5 e 10. Esta variação é atribuída à libertação de fibrilas durante os ciclos de lavagem. A diferença de cor torna-se mais evidente na 20ª lavagem, e nota-se a sua estabilização na 30ª.

A tabela 4 apresenta os resultados para o cânhamo.

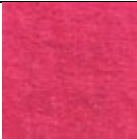
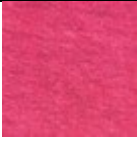
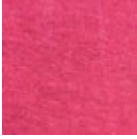
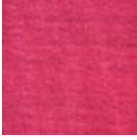
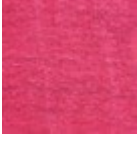
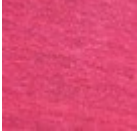
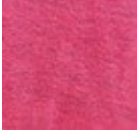
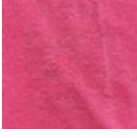
| Amostra | DE* | Imagem |
|----------------|------------|---|
| 1 | 1,18 |  |
| 2 | 1,13 |  |
| 3 | 1,85 |  |
| 4 | 0,95 |  |
| 5 | 1,28 |  |
| 10 | 2,17 |  |
| 20 | 4,88 |  |
| 30 | 5,33 |  |

Tabela 4 – Resultados das diferenças de cor observadas entre as amostras de cânhamo

Ao rever a Tabela 4, torna-se evidente que existe uma lacuna significativa e uma flutuação considerável nos resultados dentro das 5 lavagens iniciais, embora as distinções sejam dificilmente discerníveis a olho nu, uma vez que oscilam em torno de 1 DE*. Só após o décimo ciclo é que se pode observar uma mudança de cor perceptível. Esta diferença para a cor padrão aumenta exponencialmente entre a décima e vigésima lavagem.

A tabela 5 apresenta os resultados para o reciclado.



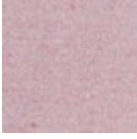

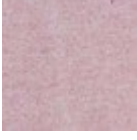
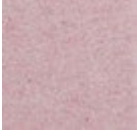


| Amostra | DE* | Imagem |
|----------------|------------|---|
| 1 | 1,41 |  |
| 2 | 2,65 |  |
| 3 | 1,82 |  |
| 4 | 2,51 |  |
| 5 | 1,7 |  |
| 10 | 2,17 |  |
| 20 | 2,75 |  |
| 30 | 3,93 |  |

Tabela 5 – Resultados das diferenças de cor observadas entre as amostras de malha reciclada

A Tabela 5 mostra que a malha de fio reciclado produz resultados mais inconsistentes, principalmente devido à sua composição sintética. Não apresenta qualquer desvanecimento de cor perceptível a olho nú até 10 lavagens.

Resumindo os resultados das coordenadas de cor, é evidente que as malhas de algodão apresentam o desvio mais notável da cor padrão com o aumento dos ciclos de lavagem e secagem. As malhas de fio reciclado apresentam a maior variabilidade de valores, provavelmente devido à perda de fibrilas durante o processo de lavagem/secagem e à gama diversificada de cores no fio reciclado, que vai do rosa ao cinzento.

Variações dimensionais

Os resultados de variação dimensional das amostras em teste são apresentados nos quadros seguintes.

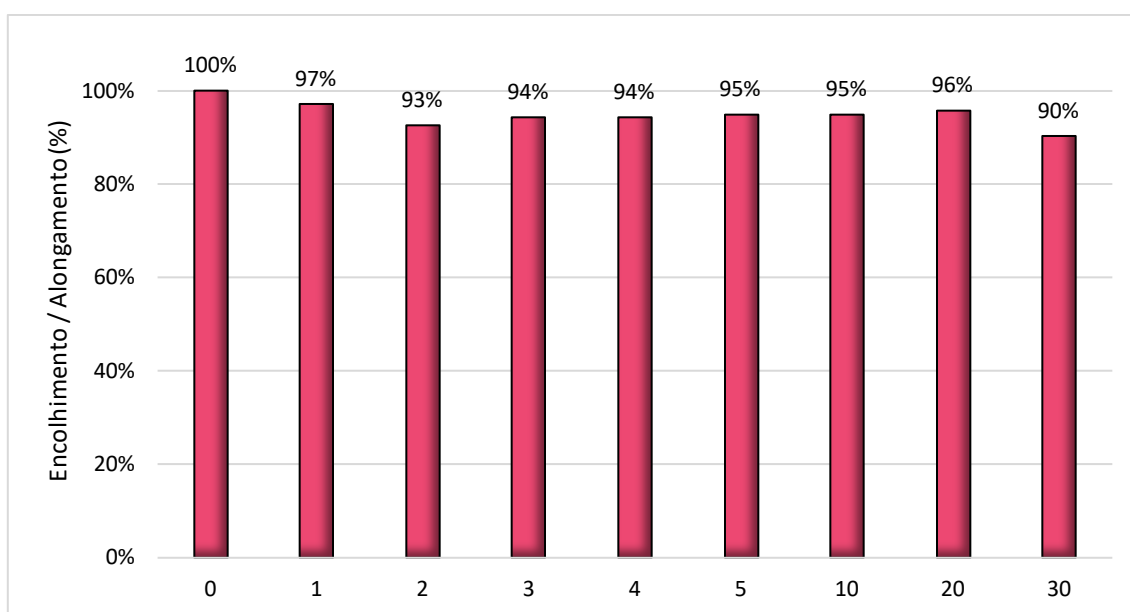


Figura 31 – Variação dimensional (encolhimento ou alongamento) das malhas de CO

Analisando os valores apresentados na Figura 31, pode deduzir-se que as malhas de algodão apresentam um encolhimento médio de 6,5%. O encolhimento máximo e mínimo observado durante os 30 ciclos de lavagem e secagem foi de 10% (30 lavagens) e 3% (1 lavagem), respetivamente. Embora a variação dimensional das malhas de algodão tenha sido algo errática, é perceptível que o encolhimento ocorre nos primeiros ciclos de

lavagem, estabiliza notavelmente entre o terceiro e o vigésimo ciclo e apresenta uma maior tendência para encolher com os ciclos seguintes.

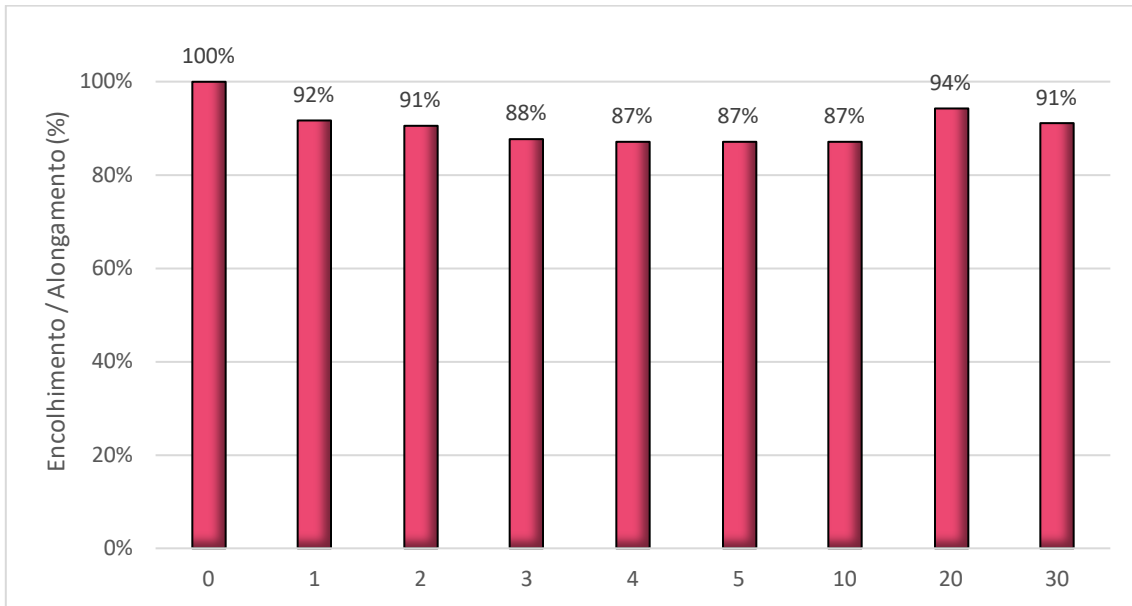


Figura 32 – Variação dimensional (encolhimento ou alongamento) das malhas de CLY

Os resultados apresentados na Figura 32 revelam uma contração substancial nas malhas de liocel durante os primeiros quatro ciclos, atingindo os 13%. Esta situação estabiliza-se entre o quinto e o décimo ciclos. Verifica-se, depois, um alongamento notável, regressando a um tamanho próximo do seu estado inicial, com uma perda de apenas 9%. No entanto, mantém-se uma retração média da malha de 9,5% ao longo do estudo.

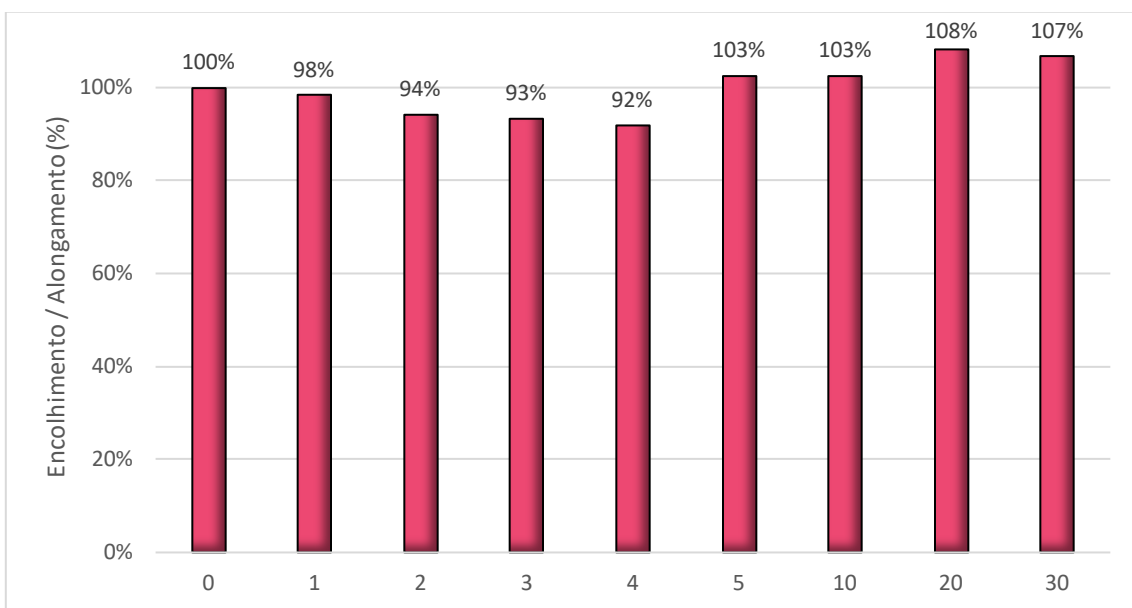


Figura 33 -- Variação dimensional (encolhimento ou alongamento) das malhas de CA

A Figura 33 ilustra um padrão de contração inicial seguido de alongamento na malha. À semelhança das malhas CO e CLY, a malha de cânhamo regista um encolhimento notável nos primeiros quatro ciclos de lavagem e secagem, com uma redução de 8% no tamanho. No entanto, ao contrário de todas as outras fibras, apresenta uma propensão para se esticar para além das suas dimensões originais. A partir do quinto ciclo, regista-se um alongamento contínuo que varia entre 3 e 7%.

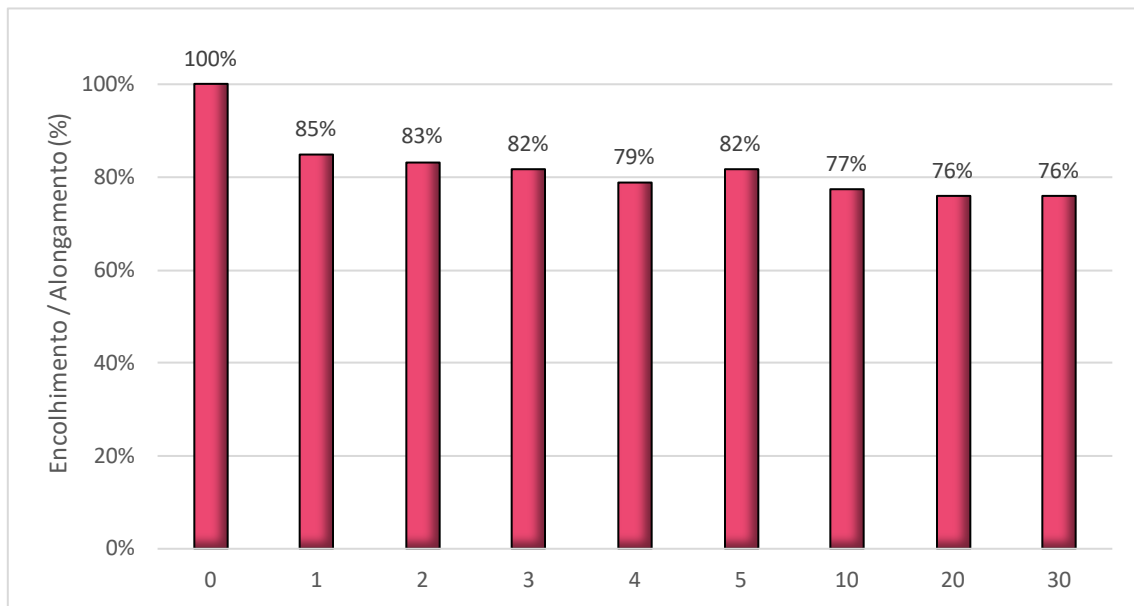


Figura 34 – Variação dimensional (encolhimento ou alongamento) das malhas de fio reciclado (50% de lã, 35% de poliéster, 10% de acrílico e 5% de outras fibras)

Em contraste com as outras malhas, a malha de fio reciclado demonstrou uma tendência de curva decrescente, com exceção de um pico observado no quinto ciclo (Figura 34). Esta malha em particular apresentou o nível mais elevado de contração, atingindo os 24%.

Em resumo, tornou-se evidente que o processo de lavagem a húmido e secagem induz um efeito de encolhimento nas malhas, posteriormente notório durante o processo de tingimento. A extensão ou encolhimento é notavelmente influenciada pelos parâmetros de temperatura utilizados no equipamento. A malha de fio reciclado apresentou a taxa de encolhimento mais elevada, com 24%, um resultado atribuído à sua composição com 50% de lã. Para além disso, a malha de cânhamo foi a única que apresentou um alongamento estrutural, de 7%. Em contrapartida, as malhas CO e CLY apresentam um padrão semelhante, seguindo consistentemente uma curva de contração e subsequente expansão no domínio do encolhimento.

Resistência à rotura e alongamento (método da tira)

As figuras seguintes (Figura 35 e Figura 36) apresentam os resultados dos testes de resistência à rotura e alongamento das amostras de controlo, 0 ciclos, e depois de 30 ciclos de lavagem e secagem.

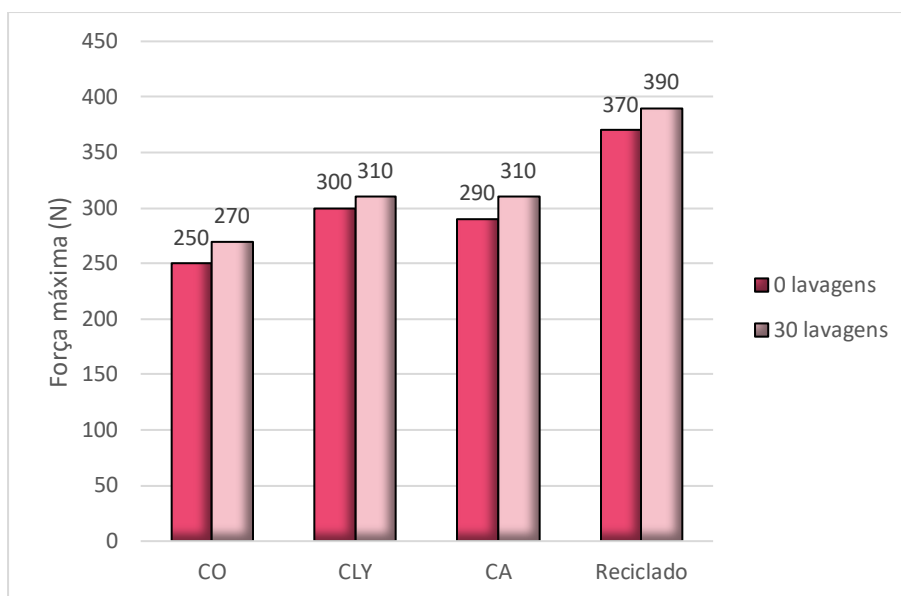


Figura 35 – Força máxima (N) das tiras de malha de CO, CLY, CA e reciclado (50% de lã, 35% de poliéster, 10% de acrílico e 5% de outras fibras) a 0 lavagens e após 30 ciclos de lavagem

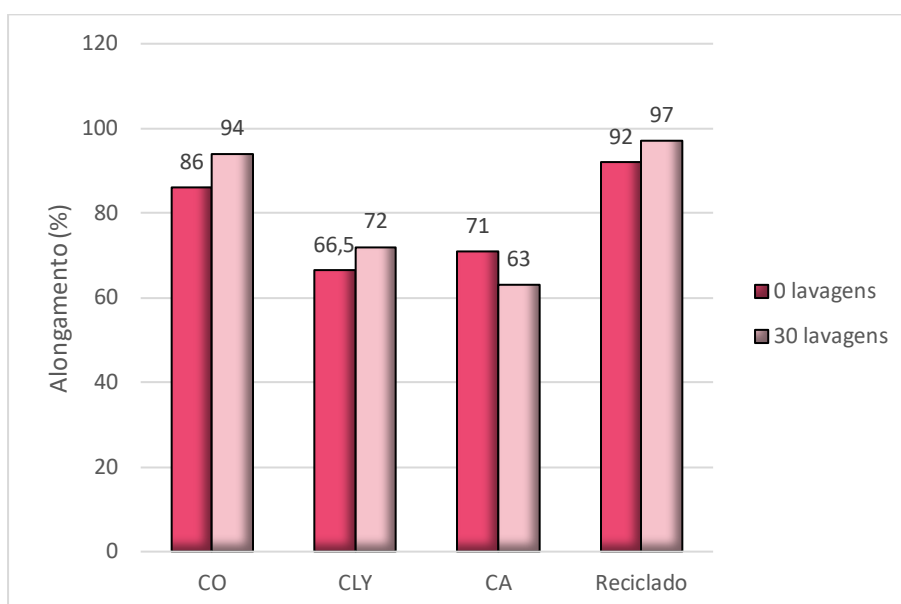


Figura 36 – Alongamento (%) das tiras de malha de CO, CLY, CA e reciclado (50% de lã, 35% de poliéster, 10% de acrílico e 5% de outras fibras) a 0 lavagens e após 30 ciclos de lavagem

Verificou-se que os ciclos de lavagem e de secagem, ao contrário da amostra de controlo levaram a um aumento do valor médio da força aplicada, assim como do alongamento, antes da rotura. Contudo, com o baixo número de amostras para teste – de 5 provetes por composição –, não se relatou aumentos significativos não sendo possível retirar conclusões definitivas.

Resistência à formação de pilling

Os resultados dos testes de resistência à formação de pilling são apresentados nas tabelas seguintes (Tabela 6, Tabela 7, Tabela 8, Tabela 19).

| Amostra (ciclos de lavagem e secagem) | Borboto | | | |
|--|----------------|-----|------|------|
| | 125 | 500 | 1000 | 2000 |
| 0 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 |
| 5 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 10 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| 20 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| 30 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |

Tabela 6 – Resultados da resistência à formação de borbotos entre as amostras de algodão

Na Tabela 6 verifica-se que a formação de borbotos nas malhas de algodão é quase insignificante em todas as amostras, sem alteração notável à medida que o número de rotações ou ciclos de lavagem e secagem aumenta.

| Amostra (ciclos de lavagem e secagem) | Borboto | | | |
|--|----------------|-----|------|------|
| | 125 | 500 | 1000 | 2000 |
| 0 | 3 | 2-3 | 2 | 2 |
| 5 | 2-3 | 2 | 2 | 2 |
| 10 | 2-3 | 2-3 | 2 | 1-2 |
| 20 | 2-3 | 2-3 | 2 | 2 |
| 30 | 3 | 3 | 2-3 | 2-3 |

Tabela 7 – Resultados da resistência à formação de borbotos entre as amostras de liocel

Verificando os resultados apresentados na Tabela 7 relativamente ao desenvolvimento de borbotos nas malhas de liocel, é evidente que, apesar de terem sido submetidas a um tratamento anti-pilling, as malhas sofreram um desgaste significativo durante o processo de tingimento. O teste apresentado mostra resultados consistentes na geração de pilling moderado mesmo, com tamanho e densidade variáveis, cobrindo parcialmente a superfície do espécime. Este fenómeno progride para uma formação mais pronunciada, cobrindo uma parte substancial do provete pelo crescente número de revoluções de abrasão.

| Amostra (ciclos de lavagem e secagem) | Borboto | | | |
|--|----------------|-----|------|------|
| | 125 | 500 | 1000 | 2000 |
| 0 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 4 |
| 5 | 4-5 | 4 | 3-4 | 3 |
| 10 | 4 | 3-4 | 3-4 | 3 |
| 20 | 3-4 | 3 | 3 | 2-3 |
| 30 | 3 | 3 | 2-3 | 2 |

Tabela 8 – Resultados da resistência à formação de borbotos entre as amostras de cânhamo

Ao analisar os resultados da Tabela 8, torna-se evidente uma disparidade clara e gradual na formação de pilling nas malhas de cânhamo. Isto ocorre tanto com um aumento do número de ciclos de lavagem e secagem como com um aumento do número de revoluções.

| Amostra (ciclos de lavagem e secagem) | Borboto | | | |
|--|----------------|-----|------|------|
| | 125 | 500 | 1000 | 2000 |
| 0 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 5 | 4 | 3-4 | 3-4 | 3 |
| 10 | 3-4 | 3 | 2-3 | 2-3 |
| 20 | 3-4 | 3 | 2-3 | 2 |
| 30 | 4-5 | 4 | 3-4 | 3 |

Tabela 9 – Resultados da resistência à formação de borbotos entre as amostras de malha reciclado

Por fim, a ocorrência de pilling nas malhas de fio reciclado apresenta irregularidades. Observa-se que, do 20º ciclo de lavagem ao 30º, há um aumento do nível, indicando uma redução do pilling. Este fenómeno pode ser atribuído à desfibração provocada pelo aumento das revoluções. A progressão das revoluções e a correspondente evolução do pilling desde a amostra de controlo (0 lavagens) até à marca das 20 lavagens está de acordo com as expectativas (Tabela 9).

Em relação aos resultados apresentados à resistência de formação de borbotos, torna-se evidente que o liocel apresenta o nível mais elevado de pilling previsto entre todas as amostras. O algodão destaca-se como sendo a matéria-prima mais resistente, em forte contraste com o cânhamo, que apresenta uma tendência notável para a formação de borbotos ao longo da sua utilização. Por último, as malhas recicladas, pela sua composição de lã e fibras sintéticas, podem demonstrar uma maior variabilidade no comportamento de formação de borbotos.

Biodegradabilidade

As figuras 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43 e 44 apresentam os resultados de degradação visual dos provetes submetidos aos ensaios de biodegradabilidade. Em todas as figuras apresentadas neste capítulo a imagem em a) representa o provete controlo, sendo que as apresentadas em b) e c) representam 15 e 30 dias de exposição com substrato orgânico universal em condições controladas. Para as Figuras 37, 39, 41, 43 (i.e. cada primeira figura da composição em questão) as imagens a), b) e c) representam igualmente a não exposição destes provetes a qualquer tipo de ensaios de desgaste, enquanto nas figuras 38, 40, 42 e 44 (i.e. cada segunda figura da composição em questão) as imagens a), b) e c) representam provetes submetidos a 30 ciclos de lavagem e secagem.

As figuras 37 e 38 mostram as amostras de malha de algodão submetidas a ensaios. É evidente que a amostra de malha de algodão que não foi submetida a testes de desgaste ou de lavagem, apresentou uma taxa de degradação mais rápida em comparação com a malha com 30 ciclos de lavagem e secagem. Este fenómeno tornou-se particularmente notório no 30º dia. O ataque destes microrganismos tornou-se evidente após apenas 15 dias, marcado pelo aparecimento de numerosas manchas de bolor. Além disso, é possível observar uma perda nítida e consistente de brilho e cor nos espécimes de algodão ao longo de todos os períodos de exposição considerados.



*Figura 37 – Amostra controlo de CO; Amostra CO pré ensaios com 15 dias de enterramento;
Amostra CO pré ensaios com 30 dias de enterramento*



*Figura 38 – Amostra controlo de CO; Amostra CO pós ensaios com 15 dias de enterramento;
Amostra CO pós ensaios com 30 dias de enterramento*

As Figuras 39 e 40 mostram os resultados de degradação das malhas de liocel submetidas a teste. É visível o aparecimento de fungos semelhante e perda de brilho uniforme em ambas as amostras b). É ao trigésimo dia que se evidencia a maior degradação nos provetes de pós ensaios de lavagem (Figura 39, c) do que nos de 0 lavagens (Figura 40, c).

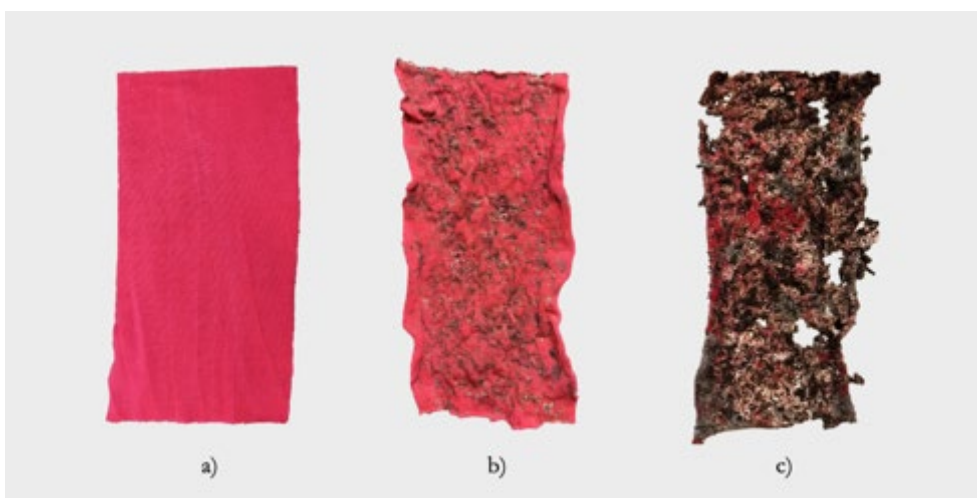


Figura 40 – Amostra controlo de CLY; Amostra CLY pré ensaios com 15 dias de enterramento; Amostra CLY pré ensaios com 30 dias de enterramento

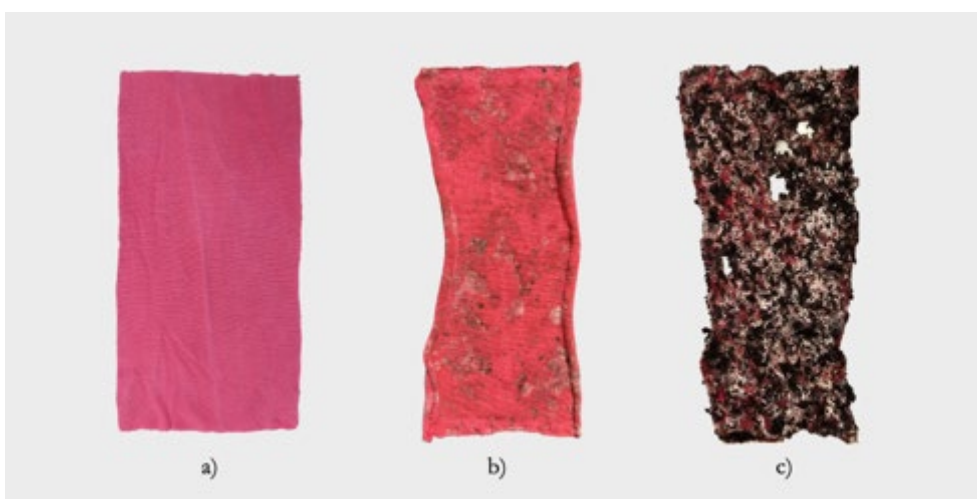


Figura 39– Amostra controlo de CLY; Amostra CLY pós ensaios com 15 dias de enterramento; Amostra CLY pós ensaios com 30 dias de enterramento

As Figuras 41 e 42 referentes aos provetes de cânhamo, apresentam uma deterioração evidente sob as condições controladas. Esta degradação é significativamente mais pronunciada nas amostras de 0 lavagens. A descoloração perceptível limita-se a manchas de bolor, e é também perceptível ao toque que os fios se tornam consideravelmente mais frágeis com o tempo, acabando por se desintegrar quando a amostra é retirada do reator.

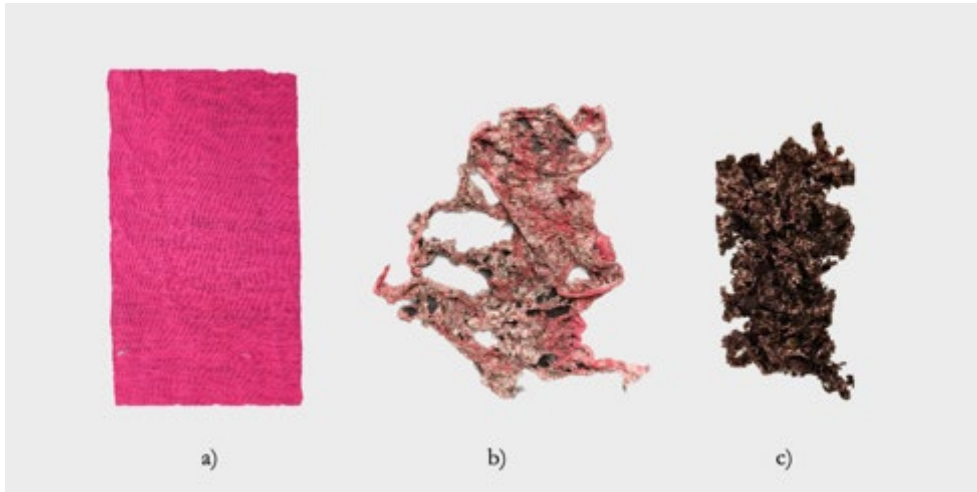


Figura 41 – Amostra controlo de CA; Amostra CA pré ensaios com 15 dias de enterramento; Amostra CA pré ensaios com 30 dias de enterramento



Figura 42 – Amostra controlo de CA; Amostra CA, pós ensaios com 15 dias de enterramento; Amostra CA, pós ensaios com 30 dias de enterramento

As fibras das amostras de malha de fio reciclado, compostas por 50% de lã, 35% de poliéster, 10% de acrílico e 5% de outras fibras, não registaram qualquer degradação visível até aos 30 dias de enterramento (Figuras 43 e 44). No entanto, registou-se uma diminuição notável da cor e do brilho em ambos os provetes.



Figura 43 – Amostra controlo de malha Reciclado; Amostra malha Reciclado pré ensaios com 15 dias de enterramento; Amostra malha Reciclado pré ensaios com 30 dias de enterramento

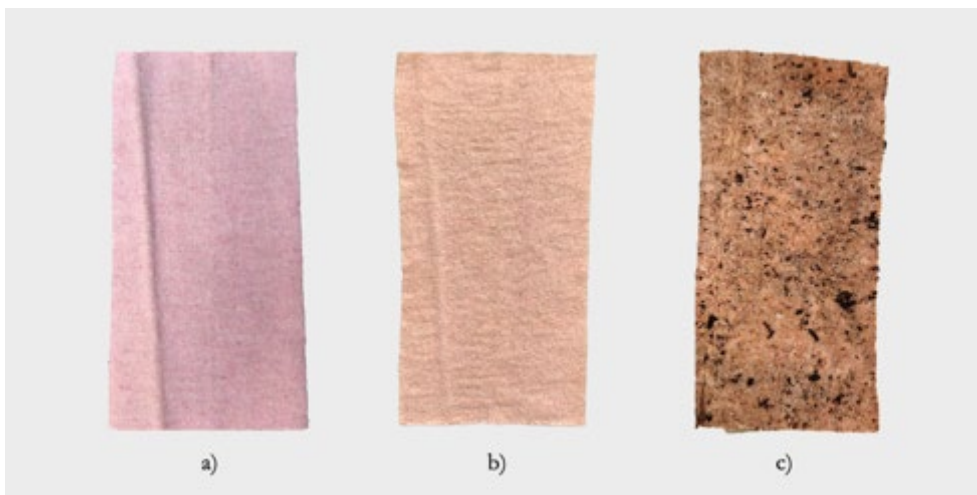


Figura 44 – Amostra controlo de malha Reciclado; Amostra malha Reciclado pós ensaios com 15 dias de enterramento; Amostra malha Reciclado pós ensaios com 30 dias de enterramento

Em resumo, as amostras de cânhamo apresentaram uma deterioração mais pronunciada, provavelmente atribuída à sua estrutura de malha mais porosa, que facilitou a atividade dos microrganismos. As malhas liocel, sendo uma fibra regenerada, apresentam uma maior resistência à penetração em comparação com as malhas de algodão e cânhamo. Ao comparar as amostras com 0 lavagens com as amostras sujeitas a 30 ciclos de lavagem e secagem, não é conclusivo se o parâmetro de utilização tem um impacto discernível na decomposição das fibras.

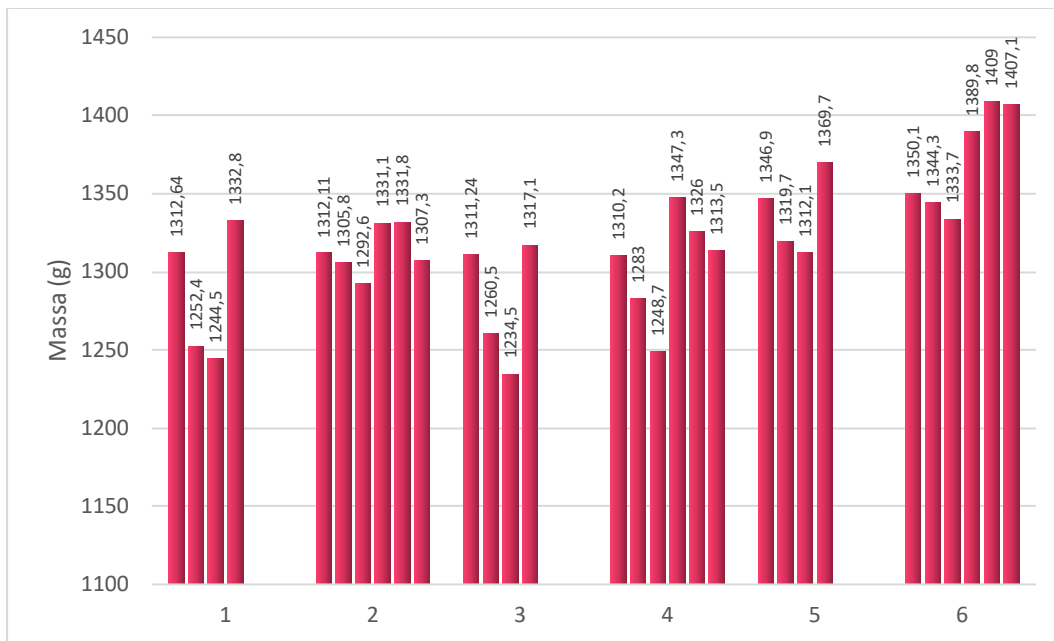


Figura 45 – Resultados de medição de massa dos reatores

A Figura 45 representa a medição de massa dos reatores aos dias 1, 5, 10, 20, 25 e 30.

Representados:

- Reator 1 – amostra de CO, CA e CLY 0 lavagens e retirado ao 15º dia;
- Reator 2 – amostra de CO, CA e CLY 0 lavagens e retirado ao 30º dia;
- Reator 3 – amostra de CO, CA, CLY 30 ciclos de lavagem e secagem, retirado ao 15º dia;
- Reator 4 - amostra de CO, CA, CLY 30 ciclos de lavagem e secagem, retirado ao 30º dia;
- Reator 5 – amostra de malha reciclado 0 lavagens (1 un.) e 30 ciclos de lavagem e secagem (1 un.) retirado ao 15º dia;
- Reator 6 – amostra de malha reciclado 0 lavagens (1 un.) e 30 ciclos de lavagem e secagem (1 un.) retirado ao 30º dia.

Não foi possível tirar conclusões definitivas do parâmetro da Figura 45, que diz respeito à perda de massa dos reatores em gramas. Este facto é consequência da considerável variabilidade observada nos valores.

Reciclagem mecânica

De seguida são apresentados os resultados da reciclagem mecânica.

Tenacidade e Alongamento dos fios de mistura

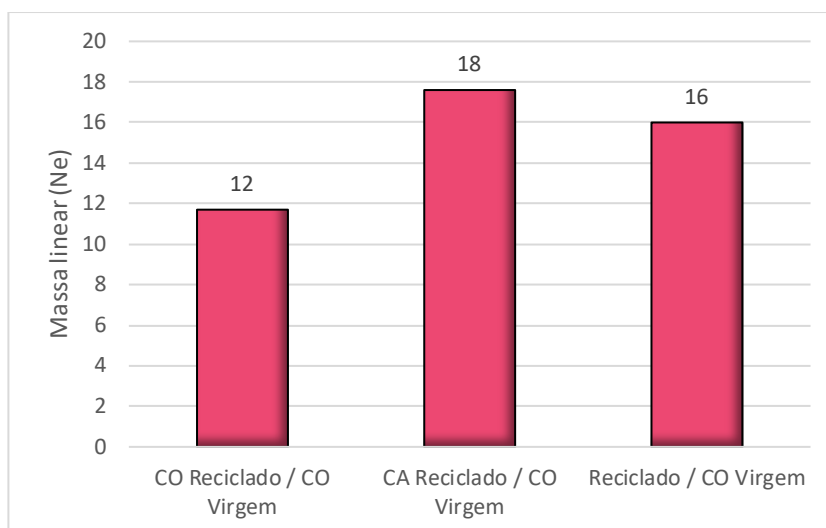


Figura 46 – Massa linear (Ne) dos fios de mistura - 50% CO reciclado / 50% CO virgem, 50% CA reciclado / 50% CO virgem e 50% fibra reciclada pela segunda vez (25% WO, 17,5% PES, 5% PAC e 2,5% de outras fibras) / 50% CO virgem

Como se pode ver na Figura 46, a mistura com cânhamo reciclado produziu com sucesso um fio mais fino com um título mais fino (Ne 18/1). Logo a seguir, o fio fabricado a partir de material, posteriormente, reciclado combinado com algodão virgem, resultou num título de Ne 16/1.

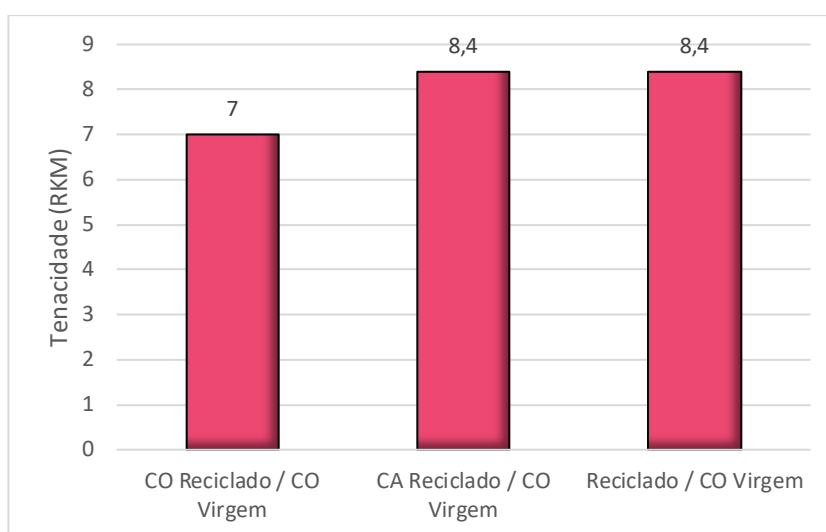


Figura 47 – Tenacidade (RKM) dos fios de mistura - 50% CO reciclado / 50% CO virgem, 50% CA reciclado / 50% CO virgem e 50% fibra reciclada pela segunda vez (25% WO, 17,5% PES, 5% PAC e 2,5% de outras fibras) / 50% CO virgem

Verifica-se na Figura 47, que todos os fios obtidos apresentaram valores de tenacidade mais baixos em comparação com os fios normalmente disponíveis no mercado.

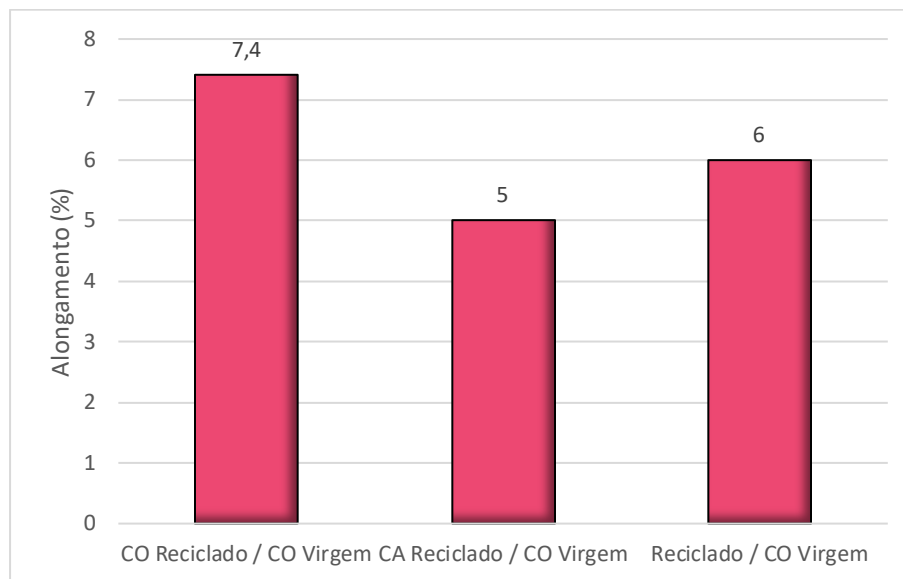


Figura 48 – Alongamento (%) dos fios de mistura - 50% CO reciclado / 50% CO virgem, 50% CA reciclado / 50% CO virgem e 50% fibra reciclada pela segunda vez (25% WO, 17,5% PES, 5% PAC e 2,5% de outras fibras) / 50% CO virgem

Na Figura 48, os valores de alongamento resultantes dos fios de algodão reciclado/algodão virgem e de cânhamo reciclado/algodão virgem registaram um aumento. O fio de algodão registou um aumento modesto de 1 valor, enquanto a mistura de cânhamo registou um aumento de 2,8%. Em contrapartida, o alongamento do fio de fibra reciclada registou uma diminuição significativa após a transformação, de 12% para 6%.

7.1.3.3. Resultados e Discussão no Âmbito do Design

Resultante dos métodos referidos na Metodologia (Figura 14), este capítulo mostra o papel do design na presente investigação e como este já beneficiou, ou beneficiará potencialmente, de uma sinergia científica com a engenharia têxtil e vice-versa. Está dividido em três domínios: Pensamento crítico e desconstrução da questão de investigação pelo design; Avaliação dos sistemas bioeconómicos circulares e da sua sustentabilidade em termos de durabilidade dos produtos têxteis, nomeadamente malhas de algodão, liocel, cânhamo e fibra reciclada (25% lã, 17,5% poliéster, 5% poliacrílico e 2,5% outras fibras); Comunicação da ciência através do design e geração de conhecimento científico para o design.

Desconstrução pelo design

A abordagem de problemas complexos exigiu métodos sistémicos. A figura 49 ilustra como foi possível dissecar o problema específico, estabelecendo uma base de colaboração para a interligação entre a engenharia têxtil e o design nas suas várias manifestações, incluindo sistemas, comunicação e design de moda.

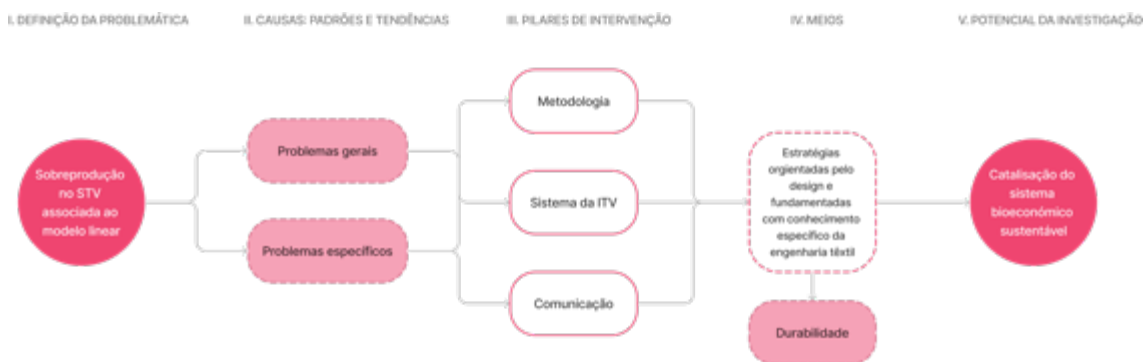


Figura 49 - Definição da problemática, suas causas, padrões e tendências, meios e soluções de investigação como base de reflexão para o Projeto Principal – Fonte: Mestranda (2023)

Legenda adicional:

Problemas gerais: Curta vida útil dos produtos; Geração de resíduos e conseqüente impacte ambiental; Esgotamento de recursos e poluição; Saturação do mercado e instabilidade económica;

Problemas específicos: Cultura do descartável; Tendências e ciclos sazonais; Deadstock; Processos antiquados.

Teste de Sistemas Bioeconómicos

A abordagem sistémica da transição bioeconómica revelou-se crucial para a tomada de decisões cientificamente informadas. A Figura 50 ilustra formas importantes de reavaliar a longevidade física dos produtos têxteis feitos de algodão, liocel, cânhamo ou materiais reciclados. A durabilidade engloba a vida de um produto desde a compra até à eliminação, influenciada pela sua conceção e subsequente impacte no seu eventual fim de vida ou potencial reutilização. Os ensaios laboratoriais foram fundamentais para o desenvolvimento e validação de soluções para a conceção de novos modelos, centrando-se não só na viabilidade económica, mas também na funcionalidade física e na redução do impacte ambiental. A fim de apresentar os resultados dos testes de sistemas efetuados, os resultados obtidos foram quantificados numa escala de 1 a 3, de impacte dos ensaios efetuados no prolongamento do ciclo de vida das malhas em questão, e numa escala de Technology Readiness Levels (TRL) para as soluções de fim de vida (ver tabela 10). É importante notar que este estudo não teve em conta fatores sociais e culturais.

| Grau de TRL | Descrição |
|-------------|--|
| 9 | Sistema real "comprovado em escala" através de produtos bem-sucedidos |
| 8 | Sistema real concluído e "qualificado para industrialização" através de testes e demonstrações |
| 7 | Demonstração do protótipo do sistema num ambiente industrial |
| 6 | Demonstração do modelo ou protótipo do sistema/subsistema num ambiente relevante |
| 5 | Validação de componentes num ambiente relevante |
| 4 | Validação de componentes e/ou ensaios em ambiente laboratorial |
| 3 | Prova de conceito analítica e experimental de função crítica e/ou característica |
| 2 | Conceito tecnológico e/ou aplicação formulada |
| 1 | Princípios básicos observados e relatados |

Tabela 10 - Sistema de classificação de maturidade tecnológica TRL [adaptado à ITV da fonte: (Manning, 2023)]

A figura 50 mostra o sistema base consequente da avaliação dos ensaios efetuados e resultados obtidos no capítulo acima, à viabilidade dos sistemas circulares a cada material.

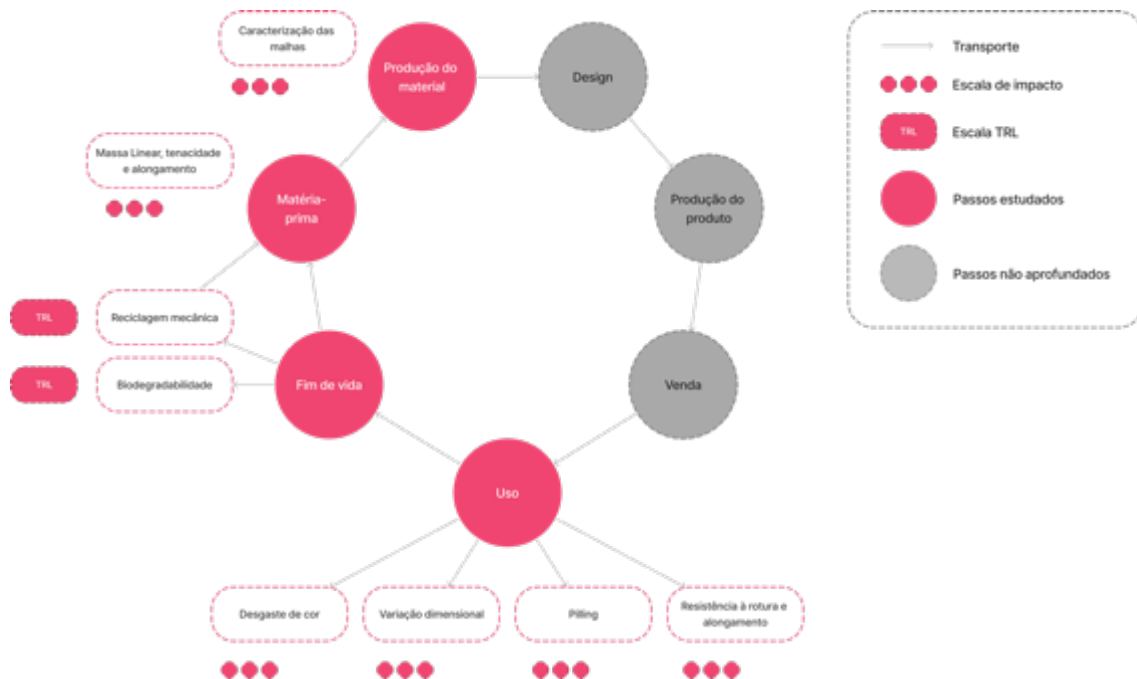


Figura 50 - Sistema base consequente da avaliação dos ensaios efetuados e resultados obtidos – Fonte: Mestranda (2023)

Comunicação da ciência pelo design

A integração dos princípios da comunicação de ciência e do design de comunicação pode alargar o âmbito do conhecimento científico. Embora as publicações científicas em revistas desempenhem um papel crucial na comunidade científica, servem um nicho de interesse muito específico. Este facto não diminui a sua importância, mas realça a necessidade de um desenvolvimento contínuo.

É importante reconhecer que o perfil típico de um designer de moda, nomeadamente em Portugal, inclui muitas vezes pessoas com um nível médio de qualificação entre o IV e V (Faria, 2023). A experiência profissional e prática é o principal fator que os orienta (Faria, 2023). Por conseguinte, é urgente a criação de ferramentas de comunicação adaptadas a este grupo de interessados, uma vez que desempenham um papel fundamental na criação e imaginação de produtos comercializáveis.

Neste contexto, foi produzido um catálogo com amostras da investigação efetuada e um vídeo documental que expressa o processo.

7.1.4. Conclusões do Projeto Principal

Ao preencher o gap de investigação sobre a durabilidade como um fator-chave de sustentabilidade na indústria têxtil e do vestuário, este estudo deu contributos significativos em vários domínios:

- Desempenhou um papel na geração de conhecimentos para a empresa e para o projeto be@t, ao mesmo tempo que visa contribuir para a evolução da investigação científica e as capacidades tecnológicas da STV através da integração de abordagens e pensamento crítico do nexos engenharia-design. (ODS 9)
- Contribuiu para a criação de conhecimento nos domínios da redução de resíduos, da gestão sustentável dos recursos naturais e pretende a promoção global de práticas circulares no sector português da ITV. (ODS 12)
- Contribuirá para a sensibilização e a ação para a adaptação e a resiliência face à crise climática. (ODS 13)
- Facilitou o desenvolvimento de relações de colaboração entre várias áreas do conhecimento, beneficiando não só a mestranda, mas também todos os envolvidos no estudo. (ODS 17)

No âmbito da engenharia, embora o aprovisionamento destes fios possa ainda colocar desafios do ponto de vista da implementação, os conhecimentos adquiridos permitem uma melhor compreensão da temática. A durabilidade destaca-se como um fator diferenciador no ciclo de vida de produtos têxteis. Prolonga a vida de um produto, atenuando assim o consumo excessivo frequentemente associado às tendências da moda rápida. Isto, por sua vez, leva a uma redução das taxas de produção e à geração de resíduos excessivos. Devendo as empresas centrar-se nos materiais e produtos de valor acrescentado. Incentiva

uma mudança no comportamento do consumidor, fornecendo qualidade que, em última análise, beneficia o consumidor ao reduzir a necessidade de compras frequentes. A análise do potencial de soluções com menor impacto ambiental de fim de vida para materiais de malha de base biológica e reciclados revela oportunidades claras. A fibra de cânhamo surge como uma opção mais favorável em termos de biodegradabilidade, enquanto as abordagens alternativas de valor acrescentado podem revelar-se mais oportunas para as malhas de algodão e liocel. No caso das malhas recicladas, existe uma clara oportunidade para a reciclagem graças à sua resistência à degradação e fio conseguido. No entanto, subsistem desafios devido à sua mistura de fibras.

No domínio do design, a abordagem de resolução de problemas complexos através do design proporcionou uma base de colaboração para ligar diferentes aspetos da engenharia têxtil e do design. A análise dos sistemas bioeconómicos sublinhou a importância de uma abordagem sistémica na tomada de decisões informadas sobre a longevidade dos produtos têxteis. Embora este estudo se tenha centrado nos aspetos técnicos, é importante reconhecer a importância de considerar os fatores sociais e culturais. Além disso, uma comunicação eficaz através do design é essencial para a divulgação do conhecimento científico, especialmente para os profissionais da indústria da moda. A produção de um catálogo e de um vídeo de estilo documental servem como expressões tangíveis deste processo de investigação.

Em conclusão, esta investigação realça a importância do indicador de durabilidade no âmbito do sistema do STV. Salaria igualmente o papel vital do design neste projeto e demonstra a sua sinergia com a engenharia têxtil.

7.2. Projetos Secundários

Neste capítulo, é apresentado o trabalho realizado da mestranda em três projetos adicionais durante o seu período de estágio:

- Capacitação da Indústria Têxtil e do Vestuário em Sustentabilidade, Ecodesign e Ecoengenharia
- Formação e Assistência Técnica em Empresas: be@tool
- ECOSYSTEMEX TG3 working group - Ecodesign for safe and sustainable materials, products & processes (Waste2BioComp)

7.2.1.Capacitação da Indústria Têxtil e do Vestuário em Sustentabilidade, Ecodesign e Ecoengenharia

Enquadramento

Projeto be@t, Iniciativa 6, Medidas 1 e 2

Duração

6 meses

Intervenientes

Equipa CITEVE:

Raquel Santos (Mestranda)

Elsa Faria (Diretora do Departamento Academia CITEVE)

– Coordenadora da Iniciativa

Alexandra Cardoso

Tânia Espírito-Santo

Rosa Maia

Assunção Mesquita

Paulo Mendes

Parceiros: BCSD Portugal, Universidade do Minho, ESAD

Matosinhos, Universidade da Beira Interior

Descrição do Projeto

Projeto de desenvolvimento de conteúdos programáticos de curta e longa duração acerca de sustentabilidade, ecodesign e eco-engenharia, assim como, respetivos recursos didáticos.

Briefing

Desenvolvimento de programas de curta e longa duração nas áreas de sustentabilidade, eco-design e eco-engenharia; Desenvolvimento de recursos educativos inovadores.

Introdução

Neste capítulo serão apresentadas as atividades realizadas para a Iniciativa 6 – Capacitação em ecodesign e ecoengenharia do projeto be@t, nomeadamente no desenvolvimento das medidas 1 e 2. A medida 1 enfatiza os esforços de colaboração entre entidades educativas, investigadores e agentes da indústria no desenvolvimento de materiais de formação e preparação de professores/formadores para a indústria têxtil e do vestuário. A medida 2 centra-se no reforço de competências em áreas de valor acrescentado alinhadas com os princípios da economia circular e da bioeconomia sustentável. Isto inclui o reforço das competências de gestão empresarial para facilitar estratégias e modelos inovadores. Além disso, os programas de aperfeiçoamento e requalificação dirigem-se aos trabalhadores do sector, dando ênfase às práticas de sustentabilidade, ecodesign e eco engenharia para satisfazer as exigências da indústria. (CITEVE, 2022)

A contribuição da mestranda recaiu nas seguintes atividades:

1. Apoio ao desenvolvimento de conteúdo programático e objetivos para formações avançadas de design para a circularidade, ecodesign e eco-engenharia;
2. Desenvolvimento de temas, conteúdo programático e objetivos para formações de curta duração;
3. Apoio ao desenvolvimento de recursos educativos a serem utilizados nas formações avançadas e de curta duração;

Metodologia

A participação da mestranda nesta iniciativa exigiu um enquadramento teórico e uma convergência de conhecimentos sobre formação, competências, conteúdos programáticos, recursos didáticos inovadores, sustentabilidade, design, ecodesign e eco-engenharia. A figura 51 apresenta uma visão geral da metodologia, dos métodos e das ações de design desenvolvidas.

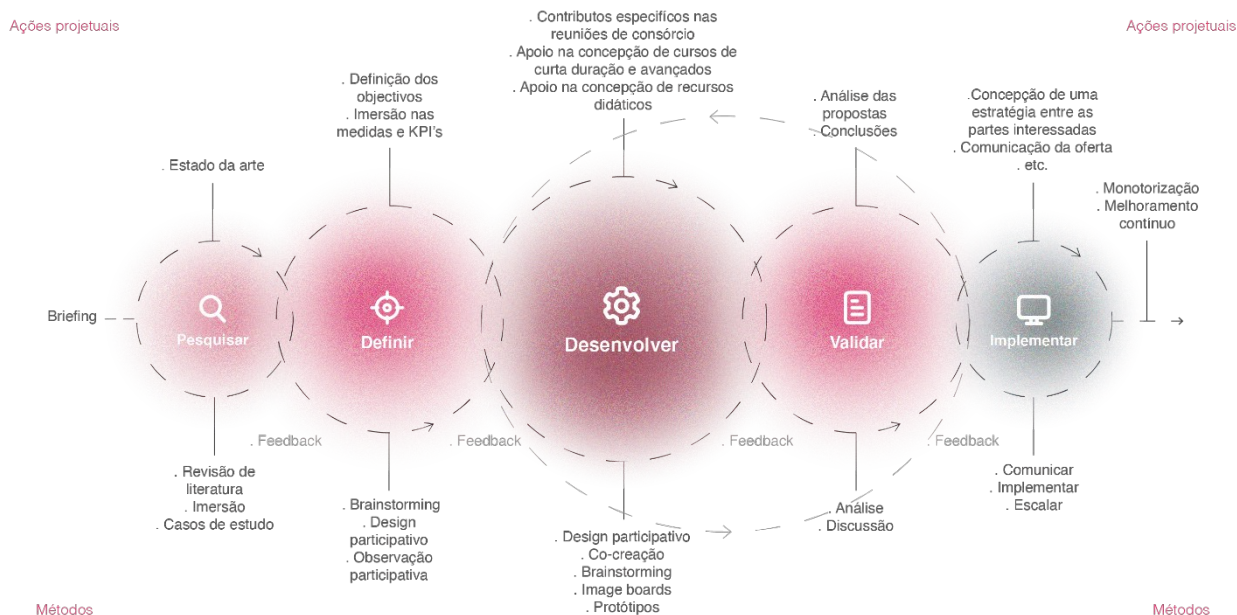


Figura 51 – Metodologia do projeto secundário Capacitação da Indústria Têxtil e do Vestuário em Sustentabilidade, Ecodesign e Ecoengenharia - Fonte: Mestranda (2023)

Resultados

Ao longo do projeto, foram alcançados vários resultados, tendo a mestranda tido um impacto particular nos seguintes:

1. Desenvolvimento de temas para cursos de curta duração: O projeto levou à criação de seis temas distintos para cursos de curta duração. Estes temas englobam aspetos essenciais da sustentabilidade como Simbioses Industriais, Passaporte Digital do Produto (DPP), Materiais Sustentáveis, Processos e Tecnologias Têxtil para a Circularidade, Impacte da Transição Digital na otimização de processos e Comunicação para a Sustentabilidade. A seleção destes temas foi influenciada pela competência e experiência prática do CITEVE, bem como pelos conhecimentos dos formadores. Além disso, foi tido em consideração o estabelecimento de ligações significativas com os nossos parceiros no projeto.
2. Curso de Sustentabilidade de Nível Avançado: A mestranda desempenhou um papel fundamental na elaboração da estrutura (Figura 52) e do referencial do curso de sustentabilidade de nível avançado. Destinado a profissionais de sustentabilidade,

qualidade, ambiente e gestão no sector têxtil e do vestuário, este curso exige uma qualificação de nível 6. Em alternativa, os indivíduos com uma qualificação de nível 4 ou 5 podem candidatar-se se tiverem pelo menos cinco anos de experiência no sector. O curso exige um nível de especialização mais elevado devido ao seu carácter avançado, abrangendo temas complexos que requerem conhecimentos especializados. Com uma duração de 100 horas e dividido em quatro módulos, oferece uma exploração abrangente dos princípios da sustentabilidade na indústria têxtil. Aprofunda a gestão sustentável da cadeia de valor, centra-se na conservação de recursos e na responsabilidade social e conclui com um enfoque nos métodos de comunicação para práticas de sustentabilidade. Embora os recursos do programa ainda estejam a ser desenvolvidos, está previsto o lançamento de uma versão preliminar no início do próximo ano.



Figura 52 – Processo para a criação da estrutura base do referencial de sustentabilidade – Fonte: Mestranda (2023)

- Inovação dos recursos educativos: O projeto também envolveu o desenvolvimento de conteúdos informativos inovadores. Até à data de fim de estágio a mestranda pode

contribuir para três recursos didáticos: Quiz de Avaliação do Conhecimento, Método SCAMPER, e Be@tLab para a Sustentabilidade. Com base nos casos estudados pela mestranda, nomeadamente *16 Personalities*, *BlackMirror Bandersnatch*, *Footprint Calculator*, entre outros, estes recursos desempenham um papel crucial como auxiliares de ensino. Fornecem tanto aos professores como aos alunos informações atualizadas e relevantes que estão alinhadas com os tópicos específicos abordados nos módulos do Curso Avançado de Sustentabilidade. O Quiz de Avaliação do conhecimento, permite aos alunos avaliar a sua própria compreensão, ao mesmo tempo que fornece aos professores uma base de referência para o ensino. Ao implementar uma abordagem digitalizada, o método SCAMPER visa promover uma troca de conhecimentos interativa e dinâmica entre formador e formando. O projeto Be@tLab centra-se no aspeto prático do curso de sustentabilidade. Aqui, os formandos podem aperfeiçoar as suas competências seguindo um de dois percursos no sector têxtil e do vestuário, apresentados como empresas hipotéticas. Este exercício incentiva o desenvolvimento de soluções práticas para os seus respetivos domínios. Todo o conteúdo foi concebido para ser cativante e informativo, melhorando a experiência de aprendizagem, das plataformas de ensino e dos seus utilizadores.

Conclusão

A capacitação dos profissionais do sector têxtil e do vestuário exige a integração de plataformas de aprendizagem digital, recursos inovadores e metodologias inclusivas no ensino e na formação. Isto permitirá a criação de uma força de trabalho diversificada e qualificada, capaz de impulsionar a inovação e a sustentabilidade. O ímpeto para esta mudança não vem apenas dos consumidores que todos nós somos, mas também das esferas reguladoras e políticas. Estas estão empenhadas numa transição sustentável e numa maior transparência em resultado da pressão coletiva da sociedade. Além disso, as próprias empresas estão empenhadas em acelerar o seu percurso rumo à sustentabilidade. No entanto, tal exige a criação deliberada de competências alargadas e especializadas, tanto a curto como a longo prazo. Dada a complexidade deste objetivo, uma gama de competências interdisciplinares será crucial para preparar a geração atual e futura para a nossa indústria. Isto implica ouvir ativamente, compreender e envolver os aprendentes antes de os equipar com um conjunto diversificado de competências que abranjam domínios tecnológicos, geocêntricos e sociais.

7.2.2. Formação e Assistência Técnica em Empresas: be@tool

Enquadramento

Projeto be@t, Iniciativa 6, Medida 3

Duração

4 meses

Intervenientes

Raquel Santos (Mestranda)

Elsa Faria (Diretora do Departamento Academia CITEVE)

– Coordenadora da Iniciativa

Paulo Mendes

Miguel Sá

Descrição do Projeto

Este projeto visava conceptualizar uma ferramenta que simplificasse as atividades do formador-consultor para uma melhor formação-ação em empresas.

Briefing

Pesquisa de ferramentas de design para formação e consultoria; Desenvolvimento de ideias para a otimização da medida 3 para formação e assistência técnica em empresas (M3, I6, be@t).

Introdução

Este projeto secundário surge no âmbito da medida 3, Iniciativa 6, do projeto be@t. Esta medida procura transferir conhecimentos sobre bioeconomia sustentável para aplicações práticas no sector têxtil e do vestuário pela formação e assistência técnica em empresas. Tem por objetivo reforçar as competências dos profissionais do sector, melhorar as capacidades de gestão e impulsionar a inovação em consonância com os princípios da bioeconomia. A medida visa igualmente a transição para uma produção e processos de maior valor acrescentado, em conformidade com as práticas da economia circular, promovendo simultaneamente o intercâmbio de boas práticas e a divulgação de resultados. (CITEVE, 2022)

A medida tem como KPIs envolver 100 empresas, com o ambicioso objetivo de conseguir implementações de projetos bem-sucedidas relacionadas com a Bioeconomia Sustentável em 95% delas. Além disso, o objetivo é ver um aumento de 90% no conhecimento entre os formandos que participam nos programas de formação. A iniciativa planeia oferecer um total de 100 programas de formação especializada e de reforço de capacidades. (CITEVE, 2022)

A mestranda desempenhou um papel na investigação de ferramentas de design para formação e consultoria e na geração de ideias para melhorar a eficácia da medida aquando a sua implementação e desenvolvimento.

Metodologia

O desenvolvimento de uma proposta preliminar para melhorar o processo de consultoria em empresas teve por base a realização de uma investigação teórica focada na maturidade digital da Indústria Têxtil e do Vestuário (ITV), UX/UI design e ferramentas de design. A figura 53 resume a metodologia, os métodos e as ações de design desenvolvidas pela mestranda até à data de fim do estágio.

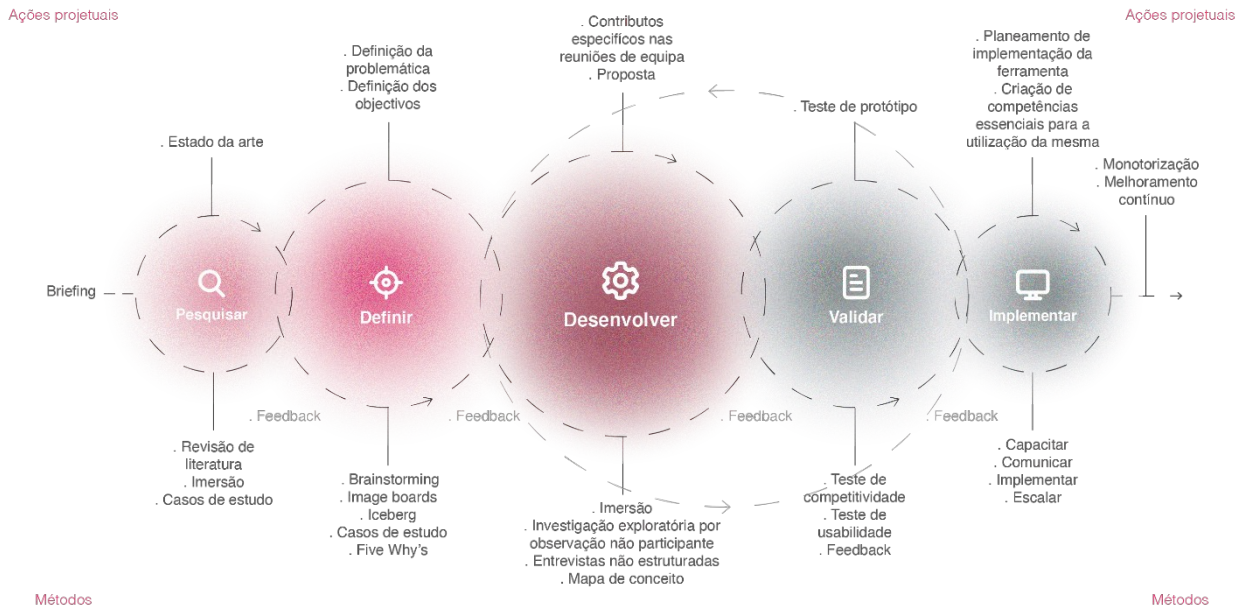


Figura 53 – Metodologia do projeto secundário Formação e Assistência Técnica em Empresas: be@tool - Fonte: Mestranda (2023)

Resultados

Foram alcançados vários resultados importantes neste capítulo, ainda num nível teórico-conceitual, incluindo o desenvolvimento de um mapa conceitual abrangente. Este mapa incluí elementos críticos como a ideação do fluxo do percurso e uma perspetiva de implementação. Estes esforços visavam a otimização dos processos na Academia.

A centralização dos serviços da Academia surgiu como uma estratégia fundamental para melhorar a eficiência. Esta abordagem tem como objetivo racionalizar várias funções para garantir uma experiência sem falhas tanto para os estudantes como para as empresas. A ênfase foi colocada em interfaces e interações fáceis de utilizar para criar uma plataforma intuitiva e acessível. Esta abordagem centrada no utilizador visa ser implementada com a intenção de proporcionar uma experiência de aprendizagem positiva e envolvente.

A continuidade do progresso dos alunos e das empresas foi identificada como um objetivo fundamental. Este objetivo incluiu a criação de mecanismos de apoio ao crescimento e desenvolvimento contínuos. Além disso, visam ser introduzidos serviços personalizados da Academia para satisfazer as necessidades e os objetivos específicos de cada formando e organização. Um aspeto igualmente importante deste capítulo foi a redução da carga de trabalho dos formadores, consultores e outro pessoal envolvido, através da utilização de

soluções e tecnologias inovadoras cujo objetivo era facilitar os seus esforços e aumentar a produtividade global.

Por último, o capítulo salientou a importância da inovação na redefinição da academia e do paradigma da consultoria. Esta abordagem orientada para o futuro tem como objetivo desafiar os métodos tradicionais e explorar novas formas de aprendizagem e desenvolvimento profissional. Ao adotar novos conceitos e abordagens, o objetivo será impulsionar a academia e os programas de consultoria para um futuro mais dinâmico e eficaz.

Conclusão

A indústria têxtil e do vestuário em Portugal tem feito progressos louváveis na digitalização. No entanto, ainda há espaço para um maior crescimento e integração de tecnologias avançadas, sendo que a maturação digital do setor ainda está apenas nos 52% (Associação Têxtil e Vestuário de Portugal (ATVP), 2022). A implementação de estratégias como a UX/UI, a gamificação, a digitalização de arquivos, a centralização, a inteligência artificial e, no futuro, a realidade virtual e a realidade aumentada em processos de formação-ação personalizados tem um potencial significativo para melhorar a aquisição de competências digitais nas empresas (Hodent, 2021). Trabalhar em parceria com o departamento da Academia foi extremamente gratificante. Há uma vontade e um entusiasmo palpáveis de fazer mudanças significativas. É imperativo dar um passo considerável em frente, mesmo que isso signifique dar um passo atrás, especialmente em termos de centralização e digitalização de arquivo. Isto proporcionará aos clientes e formandos um conjunto mais rico de ferramentas, ao mesmo tempo que aliviará a carga das equipas e simplificará as suas tarefas. A transição para novos modelos económicos tem os seus desafios em termos de recursos e de tempo, mas é um passo essencial para promover a inovação. Esta mudança conta com uma transformação que parte das operações internas e visa permear toda a indústria. Ao alavancar abordagens de transição digital e otimização de processos, as empresas do sector têxtil e vestuário português podem aumentar a sua vantagem competitiva no mercado global. (Associação Têxtil e Vestuário de Portugal (ATVP), 2022) O caminho para incentivar o desenvolvimento de competências mais diversificadas, atrair um maior número de talentos e melhorar a atração estética da indústria, serve de modelo para uma abordagem viável e transformadora do negócio.

7.2.3.ECOSYSTEMX TG3 Working Group - Ecodesign for Safe and Sustainable Materials, Products & Processes (Waste2BioComp)

Enquadramento

Iniciativa do projeto W2BC no âmbito da ECOSYSTEMX

Duração

4 meses

Intervenientes

Raquel Santos (Mestranda)

Helena Vilaça – Coordenadora W2BC

Carla Fité (TRICK project, UPC) – TG3 leader

Lisa Bour (CIRPASS, RISE) – TG3 co-leader

Descrição do Projeto

Análise da estratégia ESPR do projeto Waste2BioComp, contribuindo para o desenvolvimento de directrizes no grupo de trabalho 3, do consócio ECOSYSTEMX. Denominado Ecodesign for Safe and Sustainable Materials, Products & Processes, alinha as diretivas europeias SSbD e ESPR.

Briefing

Participação no TG3; Análise e aperfeiçoamento da estratégia de ecodesign do projeto W2BC; Comunicação de resultados.

Introdução

O consórcio ECOSYSTEMEX, denominado TG3 - Ecodesign for Safe and Sustainable Materials, Products & Processes, desempenha um papel fundamental na harmonização de projectos que visam a estratégia SSbD e o futuro regulamento ESPR no sector têxtil. O grupo tem como objetivo promover a colaboração, a troca de conhecimentos e oferecer recomendações abrangentes a todos os projectos parceiros a comunicar posteriormente à Comissão Europeia e às partes interessadas para reforçar os regulamentos SSbD e ESPR, aproveitando os resultados obtidos como base.

O projeto Waste2BioComp visa demonstrar a produção em escala relevante de produtos e materiais de base biológica, como alternativas para substituir materiais tradicionais com uma elevada pegada ambiental, utilizando tecnologias de fabrico inovadoras nos sectores dos têxteis, embalagens e calçado.

O envolvimento da mestranda nesta iniciativa alinha-se com o reforço da equipa do projeto Waste2BioComp e pelo conhecimento e envolvimento da mestranda nas áreas de eco-design e eco-engenharia do projeto be@t. O objetivo específico envolve a realização de uma análise interna da estratégia do projeto Waste2BioComp em relação ao ESPR e a subsequente colaboração no desenvolvimento de diretrizes no âmbito do grupo de trabalho designado.

Metodologia

Para criar uma análise de intervenção do projeto Waste2BioComp, foi feito um levantamento teórico específico em ecodesign, eco-engenharia e sustentabilidade no âmbito da estratégia de SSbD - Safe and Sustainable by Design e das métricas de ESPR – Ecodesign for Sustainable Products Regulation. A Figura 54 representa a metodologia, os métodos e as ações projetuais referentes ao trabalho efetuado pela mestranda neste projeto.

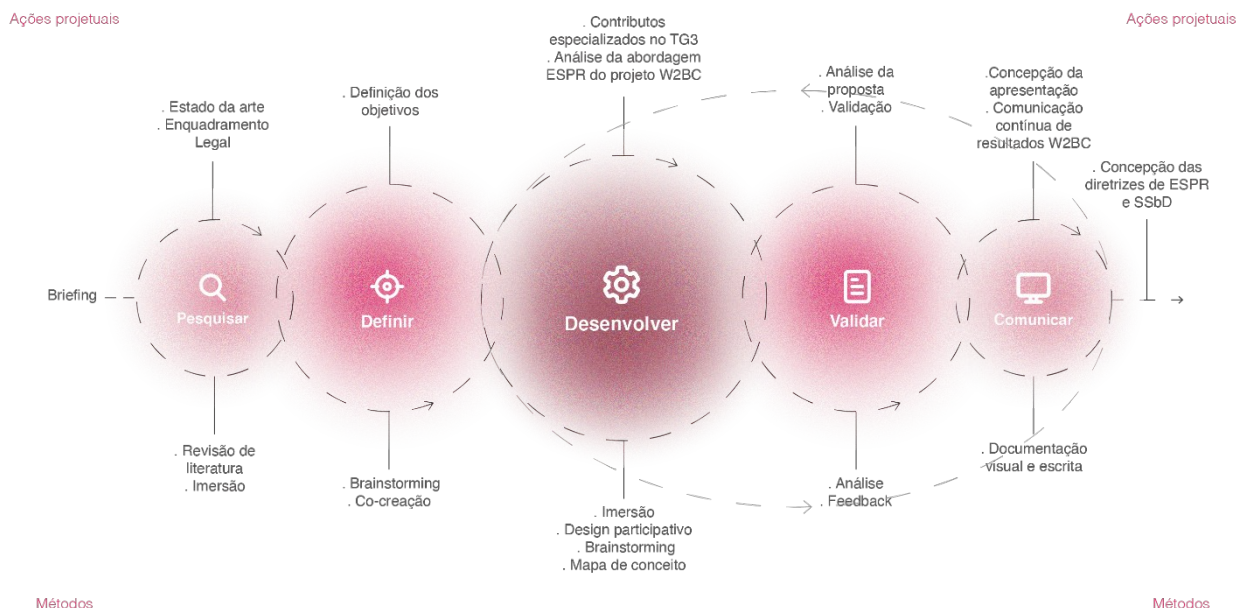


Figura 54 – Metodologia do projeto secundário ECOSYSTEMX TG3 Working Group - Ecodesign for Safe and Sustainable Materials, Products & Processes (Waste2BioComp) - Fonte: Mestranda (2023)

O grupo técnico 3 da ECOSYSTEMX reúne-se mensalmente para discutir o roteiro e as linhas de ação. Internamente, o grupo utiliza vários meios de comunicação, como correio eletrónico direto, reuniões online pela plataforma Teams e o repositório ECOSYSTEMX da plataforma ETP. Quando necessário, têm sido utilizadas ferramentas de colaboração, como o quadro MIRO, para trabalhar em conjunto e recolher reações dos peritos. Os quadros abaixo apresentam as reuniões em que a mestranda participou até à data.

| Data de reunião | Assunto |
|-----------------|--|
| 02/05/2023 | Contextualização do projeto e briefing |
| 31/07/2023 | Apresentação Waste2BioComp no TG3 |

Tabela 11 – Reuniões internas W2BC para ECOSYSTEMX

| Data de reunião | Assunto |
|-----------------|--|
| 26/04/2023 | Reunião de lançamento |
| 24/05/2023 | Metodologia e roteiro |
| 22/06/2023 | Resultados da metodologia e criação de subgrupos |
| 30/08/2023 | Abordagem dos projetos ao ESPR e ao SSbD |

Tabela 12 – Reuniões TG3

Resultados

Os resultados obtidos da análise da estratégia de conceção ecológica do projeto Waste2BioComp incluem um mapa concetual da estratégia de abordagem ESPR, uma descrição dos sectores a explorar e a forma como o projeto W2BC pode ajudar o TG3 a desenvolver orientações (Figuras 55, 56, 57 e 58).



Figura 55 – Mapa de conceito da estratégia de abordagem ESPR - Fonte: Mestranda (2023)



Figura 56 – Descrição dos sectores a explorar pelo projeto W2BC no âmbito do ESPR - Fonte: Mestranda (2023)



Figura 57 – Abordagem de apoio do W2BC ao TG3 - Fonte: Mestranda (2023)



Figura 58 – Apresentação do trabalho realizado, Reunião TG3 de Agosto 2023 - Fonte: Reunião TG3 30 Agosto 2023

Conclusão

Este projeto é um exemplo de como a governação pelo design serve como mecanismo para promover a inclusão e cultivar estratégias mais deliberativas. Embora desafiando os modos tradicionais de governação do topo para a base, é importante notar que isto não significa necessariamente uma redução do poder estatal. Pelo contrário, facilita a tomada de decisões mais informadas através da participação ativa de peritos e da incorporação de diversas perspetivas sobre o futuro. (Dore, 2022)

Tornou-se claro que a criação de produtos que podem representar riscos para a saúde humana ou para o ambiente não é um conceito novo. No entanto, a aplicação da regulamentação e a supervisão vigilante continuam a ser essenciais para sustentar estes esforços. Além disso, o rápido desenvolvimento de métricas regulamentares é louvável.

No entanto, vale a pena reconhecer o desafio de acompanhar o ritmo da evolução da terminologia da sustentabilidade e dos conceitos relacionados. Esta dinâmica exige uma abordagem proactiva para se manter a par dos últimos desenvolvimentos neste domínio.

8. Conclusão

8.1. Conclusões

O estágio do CITEVE proporcionou à mestranda uma oportunidade notável não só de mergulhar na sua área específica de interesse, mas também de adquirir conhecimentos aprofundados sobre o vasto campo do sector têxtil e do vestuário. O envolvimento na investigação ativa no âmbito do projeto be@t foi particularmente gratificante, uma vez que envolveu a contribuição para um projeto com um impacte significativo no mundo real em grande escala, em contraste com a natureza predominantemente teórica do trabalho académico. Isto deu-lhe um maior sentido de responsabilidade e de realização, sabendo que fazia parte de um esforço coletivo para um futuro melhor.

Enquanto estagiária no Departamento de Química e Biotecnologia, a experiência revelou-se um desafio e levou a mestranda para além da zona de conforto em termos de conhecimentos e competências. No entanto, não só correspondeu como excedeu as expectativas pessoais académicas, dotando-a de competências práticas e de um conhecimento profundo da indústria.

Trabalhar com equipas de diferentes iniciativas permitiu desenvolver uma sólida perspicácia na resolução de problemas e a capacidade de adaptação a circunstâncias imprevistas num ambiente profissional. O trabalho em diferentes departamentos, em função das necessidades de cada projeto, permitiu experimentar em primeira mão a sinergia dinâmica que resulta da diversidade de competências e perspetivas e sublinhou o papel indispensável do trabalho de equipa na realização de objetivos coletivos. Este estágio não só enriqueceu as competências técnicas da mestranda, como também aperfeiçoou a capacidade de trabalhar num ambiente de equipa e de cumprir prazos.

A participação no consórcio ECOSYSTEMEX para o projeto Waste2BioComp proporcionou lições inestimáveis sobre como comunicar eficazmente com uma série de partes interessadas e destacou o impacte tangível dos esforços nos objetivos globais do sector. Estas interações sublinharam o papel central de uma comunicação clara e concisa na

promoção de parcerias frutuosas, uma competência por cultivar ainda mais no percurso profissional.

Em termos dos fundamentos teóricos do relatório, foi necessário um esforço considerável, mas o resultado foi imensamente gratificante. O projeto catalisou intersecções inovadoras nos domínios intelectual e ativista na intersecção do design, da engenharia e da sustentabilidade, impulsionadas pelo pensamento crítico, pela investigação ativa e pela ação intencional.

Em conclusão, o estágio na empresa CITEVE foi uma experiência incrivelmente enriquecedora a todos os níveis, graças às pessoas excepcionais que compõem a organização. Proporcionou uma compreensão abrangente das práticas de sustentabilidade atuais e incutiu à mestranda um profundo apreço pelas complexidades e nuances da área. É notável de que as competências e os conhecimentos que adquiriu servirão de base sólida para os seus futuros esforços académicos e profissionais.

8.2. Recomendações e Perspetivas Futuras

Este capítulo procura apresentar uma série de sugestões que podem servir de trampolim para futuros esforços de investigação em áreas temáticas semelhantes às exploradas neste relatório.

Embora o enquadramento teórico se tenha centrado principalmente nos sistemas ambientais e económicos, uma exploração mais profunda das dimensões sociais e culturais do sistema industrial português poderia ser uma via interessante para uma investigação mais aprofundada. No entanto, tal foi limitado pelo foco específico dos projetos apresentados.

Em termos do projeto principal, vários aspetos ficaram por explorar devido ao conhecimento limitado da mestranda sobre determinados processos. Grande parte do tempo investido foi dedicado à compreensão aprofundada do comportamento dos materiais, à realização de ensaios, à familiarização com as normas, ao controlo dos

resultados e à operação de máquinas essenciais - passos fundamentais para a construção de uma base de conhecimentos sólida. A perspectiva de mergulhar em áreas como:

- Avaliação do ciclo de vida (LCA): Conduzir um LCA abrangente para comparar o impacto ambiental dos materiais celulósicos e reciclados concebidos com as alternativas convencionais.
- Inovação e avanços tecnológicos: Explorar novas tecnologias e métodos para melhorar a durabilidade dos materiais celulósicos e reciclados. Investigar tratamentos, revestimentos ou processos inovadores que possam prolongar a sua vida funcional.
- Aceitação e viabilidade do mercado: Avaliar em que medida os materiais celulósicos e reciclados duráveis serão aceites pelo mercado e analisar a sua viabilidade económica. Devem ser considerados fatores como a relação custo-eficácia, a disponibilidade e a aceitação tanto pelos fabricantes como pelos consumidores.
- Estudos sobre a perceção e o comportamento dos consumidores: Realizar inquéritos, análises comportamentais ou métodos mundanos de investigação para obter informações sobre a forma como os consumidores percecionam e interagem com os produtos duradouros. Investigar se estas perceções de durabilidade e material influenciam as suas decisões de compra e que outros fatores podem concorrer.

Outro ângulo igualmente intrigante a considerar é o oposto da durabilidade, especialmente no contexto da nossa sociedade acelerada em que a descartabilidade coincide frequentemente com a degradação natural.

Em relação aos projetos secundários, a mestrandia nota a necessidade de investigação no âmbito das ciências sociais pelo design para revolucionar a educação, a formação e o desenvolvimento de competências. Este esforço tem o potencial de gerar estratégias inovadoras para a captação de talentos, o desenvolvimento de profissionais especializados

e motivados e a modernização dos paradigmas educativos, à medida que continuamos a moldar as gerações futuras. Um documento esclarecedor que destaca as lacunas existentes neste domínio é o artigo gerado pela comunidade ECOSYSTEMEX no âmbito do Horizonte Europa. Este esclarece as necessidades de investigação em várias áreas, incluindo algumas em relação às abordadas durante o período de estágio e que devem ser mais aprofundadas, tais como:

- Design de materiais inovadores e aplicação prática da estrutura SSbD e ESPR nos têxteis.
- Desenvolvimento de estratégias eficazes para fornecer informações técnicas e químicas aos designers.
- Compreender os desafios da integração de estratégias de design alternativas.
- Normalização de métodos para definir e medir a longevidade dos produtos têxteis.
- Testar abordagens de design circular a uma escala industrial.
- Estabelecer semânticas e modelos de dados normalizados para a integração digital.
- Utilização de ferramentas avançadas de TI/IA para avaliação e otimização de produtos.

(ECOSYSTEMEX Community, 2023)

Em conclusão, é importante reconhecer que há muito trabalho pela frente e muitas lacunas a colmatar. No entanto, vendo esta informação como uma fonte de inspiração, temos a oportunidade de criar uma verdadeira obra-prima a partir de uma tela em branco.

9. Referências

Agência Portuguesa do Ambiente (APA). (2021). *Plano de Ação para a Bioeconomia Sustentável 2030*. Obtido de <https://planapp.gov.pt/instrumento/plano-de-acao-para-a-bioeconomia-sustentavel-2030/>

Agência Portuguesa do Ambiente (APA). (2021). *Plano de Ação Para a Bioeconomia Sustentável Horizonte 2025 Consulta Pública*. Lisboa.

Agência Portuguesa para o Ambiente. (2019). *Estratégia Europeia sobre Plásticos*. APA.

Andersson, E. G. (2018). *cards and categories*. (Design School Kolding) Obtido de sustainabledesigncards: <https://sustainabledesigncards.dk/cards-and-categories/>

Antonelli, P., & Burckhardt, A. (2020). *The Neri Oxman Material Ecology Catalogue*. New York: MoMA.

Arnold, M. G., Pfaff, C., & Pfaff, T. (2023). Circular Business Model Strategies Processing Sustainability in the German Textile Manufacturing Industry. *sustainability*(15).

Associação Têxtil e Vestuário de Portugal (ATVP). (2022). *Digital Maturation of the Portuguese Textile Industry*. Obtido de <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/61197>

Barro, R., & Sala-i-Martin, X. (2004). *Economic Growth* (Vol. Second Edition). London, England: The MIT Press.

Bason, C. (2017). *Leading Public Design How Managers Engage with Design to Transform Public Governance* (Vol. PhD Series 21.2017). Doctoral School of Organisation and Management Studies Copenhagen Business School.

Britannica, T. (15 de Agosto de 2023). *scientific method*. Obtido de Encyclopedia Britannica: <https://www.britannica.com/science/scientific-method>

Britannica, The Editors of Encyclopaedia. (Agosto de 2023). *scientific method*. *Encyclopedia Britannica*.

Brown, T. (Junho de 2008). Design Thinking Thinking like a designer can transform the way you develop products, services, processes—and even strategy. *Harvard Business Review*, *86*(6), 84-92.

Brundtland Commission. (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. *Brundtland Report*. UN.

Buchanan, R. (1992). Wicked Problems in Design Thinking. *Design Issues*, Vol. 8, No. 2, 5-21.

Buchanan, R. (2019). Systems Thinking and Design Thinking: The Search for Principles in the World We Are Making. *She Ji: The Journal of Design, Economics, and Innovation*(5), pp. 85-104.

Cacioppo, S., Hawkley, L., & Thisted, R. (s.d.). The pandemic: A call for slowing down and savoring life. *Perspectives on Psychological Science*, 15(8), pp. 1049-1060.

Caldeira C., Farcas R., Moretti C., Mancini L., & Rasmussen K. (2022). *Safe and Sustainable by Design chemicals and materials - Review of safety and sustainability dimensions, aspects, methods, indicators, and tools*. Luxembourg,: EUR 30991 EN, Publications Office of the European Union.

CFDA. (2023). *Annual Report*. Obtido em Setembro de 2023, de cfda.com: <https://cfda.com/about-cfda/reports-statements>

CITEVE. (2022). *Candidatura Projeto Be@t*. Vila Nova de Famalicão.

CITEVE. (2023). "*Carreiras - Técnico no Departamento de Química e Biotecnologia*". Obtido em 27 de Julho de 2023, de https://www.citeve.pt/conteudos/processos_de_recrutamento/anuncios/tecnico_no_departamento_de_quimica_e_biotecnologia_3-01299e22

CITEVE. (2023). "*Sobre o CITEVE*". Obtido em 6 de Abril de 2023, de https://www.citeve.pt/sobre_nos

CITEVE. (2023). Obtido em Fevereiro de 2023, de bioeconomy at textiles: <https://bioeconomy-at-textiles.com/>

Collet, C. (2018). Biotextiles: Envolving Textile Design Practices for the Bioeconomy and Emerging Organism Industry.

Conselho Europeu. (Março de 2023). *Horizonte Europa*. Obtido em Junho de 2023, de consilium.europa.eu: <https://www.consilium.europa.eu/pt/policies/horizon-europe/>

Convention on Biological Diversity (CBD). (2022). Final text of Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework. *e 15th meeting of the Conference of Parties to the UN Convention on Biological Diversity*. Montreal, Canada: CBD.

Costa, B. (6 de Abril de 2023). *Jornal de Notícias. Artigo de Opinião*. Obtido em 27 de Junho de 2023, de <https://www.jn.pt/opiniao/convidados/o-empolgante-atalho-para-a-sustentabilidade-da-moda-16136018.html>

Creswell, J. (2009). *Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches*. California, Thousand Oaks: Sage.

Creswell, J. W., & Creswell, J. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches* (Vol. First edition). Los Angeles, United States of America: SAGE Publications, Inc.

Cross, N. (2011). *Design thinking: Understanding how designers think and work*. Berg Publishers.

- Cunningham, M., & UNESCO, O. (2013). Culture: a pillar for development and good living. *Culture & development*(9), pp. 28-37.
- D'Itria, E. (2022). Fashion Sustainable Thinking. *Design for the Fashion System*. Milão: Politecnico di Milano.
- D'Itria, E. (2022). Theories and Practices for Sustainable Fashion. *Design for the Fashion System*. Milão: Politecnico di Milano.
- Dan, M. C., & Østergaard, T. (2021). Circular Fashion: The New Roles of Designers in Organizations Transitioning to a Circular Economy. *The Design Journal*, 2-5, 16.
- Desore, A., & Narula, S. A. (2018). An overview on corporate response towards sustainability issues in textile industry. *Environment, Development and Sustainability*(20), 1439-1459.
- Dils, E. (2019). *ETC/WMGE Report 6/2019: Textiles and the environment in a circular economy*. Eionet & EEA.
- Dore, M. (2022). Governing through design: the politics of participation in neoliberal cities. *CoDesign: International Journal of CoCreation in Design and the Arts*.
- ECOSYSTEM Community. (2023). *Research Gaps and Needs for the Green Transition of the European Textile Ecosystem*. ECOSYSTEM.
- EEA & ETC. (2019). *Textile and the environment in a circular economy*. Eionet.
- Egan, J., & Salmon, S. (2021). Strategies and progress in synthetic textile fiber biodegradability. *SN Applied Sciences*.
- Eldridge, S. (19 de Setembro de 2023). data analysis. *Encyclopedia Britannica*.
- Ellen MacArthur Foundation. (2017). *A new textiles economy: Redesigning fashion's future*.
- Ellen MacArthur Foundation. (2021). *Circular business models: redefining growth for a thriving fashion industry*.
- Ellen McArthur Foundation. (2020). *Vision of a circular economy for fashion*.
- Erlhoff, M., & Marshall, T. (2008). *Design Dictionary: Perspectives on Design Terminology*. Birkhäuser Basel.
- European Commission. (9 de Junho de 2022). *Bioeconomy Strategy*. Obtido em Junho de 2023, de [knowledge4policy.ec.europa.eu](https://knowledge4policy.ec.europa.eu/bioeconomy/bioeconomy-strategy_en#:~:text=The%20EU%20bioeconomy%20strategy%20was,implementation%20was%20published%20in%202022.&text=The%20bioeconomy%20covers%20all%20sectors,)%2C%20their%20functions%20and%20principles):
[https://knowledge4policy.ec.europa.eu/bioeconomy/bioeconomy-strategy_en#:~:text=The%20EU%20bioeconomy%20strategy%20was,implementation%20was%20published%20in%202022.&text=The%20bioeconomy%20covers%20all%20sectors,\)%2C%20their%20functions%20and%20principles](https://knowledge4policy.ec.europa.eu/bioeconomy/bioeconomy-strategy_en#:~:text=The%20EU%20bioeconomy%20strategy%20was,implementation%20was%20published%20in%202022.&text=The%20bioeconomy%20covers%20all%20sectors,)%2C%20their%20functions%20and%20principles)
- European Commission. (2021). *Cohesion in Europe towards 2050: Eighth report on economic, social and territorial cohesion*. Luxembourg: Comissão Europeia.

- Eurostat. (Janeiro 2023). *Waste statistics*. Obtido de https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_statistics
- Faria, E. (Maio de 2023). Destinatários e Requisitos de Acesso aos Cursos Avançados. (Mestranda, Entrevistador)
- Fashion Pact. (2023). *about us*. Obtido em Junho de 2023, de [thefashionpact.org](https://www.thefashionpact.org/about-us/): <https://www.thefashionpact.org/about-us/>
- Fashion Revolution. (2023). *Fashion Transparency Index 2023*.
- Fashion SEEDS. (2019). *THE BENCHMARKING REPORT: Education and Research*. University of the Arts London, London College of Fashion, London, United Kingdom; Politecnico di Milano, Dipartimento di Design, Milan, Italy; Estonian Academy of Arts, Tallinn, Estonia; Design Skolen Kolding-DK, Kolding, Denmark. Erasmus +.
- Fashion United. (2023). *Sustainability Certification Organizations in the Fashion Industry*. Obtido em Setembro de 2023, de <https://fashionunited.com/i/sustainability-certification-organizations-in-fashion>
- Fashionary. (2018). *Fashionpedia: The visual fashion dictionary of fashion design*. Hong Knog: Fashionary International Ltd.
- Fashionary. (2020). *Textilepedia: The Complete Fabric Guide*. (C. Chan, & Fashionary, Edits.) Fashionary International Limited.
- Fletcher, K., & Tham, M. (2021). *Earth Logic: Fashion Action Research Plan*. London: The J J Charitable Trust.
- Flick, U. (2005). *Métodos Qualitativos na Investigação Científica*. Lisboa: Monitor.
- Foundation, E. M. (2022). *Building a circular economy for textiles supported by common rules on Extended Producer Responsibility (EPR) in the EU*.
- Fry, T. (2009). *Desig Futuring: sustainability, ethics and new practice*. Oxford & New York: BERG.
- Gall, M. D., Gall, J. P., & Borg, W. R. (2007). *Educational Research: A n Introduction* (Vol. 8th Edition). Pearson.
- Gam, H. J., Cao, H., Bennett, J., Helmkamp, C., & Farr, C. (2011). Application of design for disassembly in men's jacket: A study on sustainable apparel design. *International Journal of Clothing Science and Technology*.
- Haraway, D. J. (2016). *Staying with the Trouble*. Duke University Press.
- Hodent, C. (2021). *The Psychology of Video Games*. London and New York: Routledge.
- Hoffman, A. J. (2018). The Next Phase of Business Sustainability. *Michigan Ross*.

Hutten, I. M. (2007). CHAPTER 4 - Raw Materials for Nonwoven Filter Media. Em I. M. Hutten, *Handbook of Nonwoven Filter Media* (pp. 103-194). Butterworth-Heinemann.

Irwin, T. (2015). Transition Design: A Proposal for a New Area of Design Practice, Study, and Research. *Routledge*, 229-246.

Jeronen, E. (2013). Sustainability and Sustainable Development. Em S. O. Idowu, N. Capaldi, L. Zu, & A. D. Gupta, *Encyclopedia of Corporate Social Responsibility*.

Johnson, R. B., & Christensen, L. (2014). *Educational Research Quantitative, Qualitative, and Mixed Approaches* (Vol. Fifth Edition). United States of America: Sage.

Kääriäinen, P., & Tervinen, L. (2017). *Lost in the wood(s) - The new biomaterial in Finland*. Helsinki: Aalto University.

Kadolph, S. J., & Langford, A. L. (2006). *Textiles (9th Edition)*.

Kimbell, L. (2020). Double-Loop Social Design: An Introduction to Social Design and Design for Sustainability. *UAL social design institute*.

KONICA MINOLTA. (2007). *Precise Color Communication: Color control from preception to instrumentation*. Japan: KONICA MINOLTA SENSING, INC.

Lagos, B. (Agosto de 2021). *Tecnologia e inovação: Forum Económico Mundial 2021 – Transformação digital: potenciar a grande mudança*. Obtido em Setembro de 2023, de sage.com: <https://www.sage.com/pt-pt/blog/forum-economico-mundial-2021-transformacao-digital-potenciar-a-grande-mudanca/>

Lee, S., Congdon, A., Parker, G., & Borst, C. (2020). *UNDERSTANDING “BIO” MATERIAL INNOVATIONS: a primer for the fashion industry*. London: Fashion For Good & Biofabricate.

Leedy, P. D., & Ormrod, J. E. (2013). *Practical research: Planning and design*. Pearson.

Liu, J., Liang, J., Ding, J., Zhang, G., Zeng, X., Yang, Q., . . . Gao, W. (2021). Microfiber pollution: an ongoing major environmental issue related to the sustainable development of textile and clothing industry. *Environment, Development and Sustainability*, 23.

Lopes, J. C. (2021). *O Papel da Economia Circular no Setor Têxtil Português, Relatório de Estágio de Mestrado*. Faculdade de Economia da Universidade do Porto (FEP).

Manning, C. G. (27 de Setembro de 2023). *Technology Readiness Levels*. (NASA) Obtido em Outubro de 2023, de NASA: <https://www.nasa.gov/directorates/somd/space-communications-navigation-program/technology-readiness-levels/>

- Martin, B., & Hanington, B. (2012). "Research Through Design". Em *Universal Methods of Design - 100 Ways to Research Complex Problems, Develop Innovative Ideas, and Design Effective Solutions* (pp. 146-147). Rockport Publishers.
- McDonough, W., & Braungart, M. (2010). *Cradle to cradle: Remaking the way we make things*. New York: North Point Press.
- Napper, I. E., & Thompson, R. C. (Novembro de 2016). Release of synthetic microplastic plastic fibres from domestic washing machines: Effects of fabric type and washing conditions Author links open overlay panel. *Marine Pollution Bulletin*, 112(1-2), 39-45.
- Nofal, R. M. (2022). Biodegradable Textiles, Recycling, and Sustainability Achievement. *Springer Nature*.
- Nold, C. (Março de 2021). Towards a Sociomaterial Framework for Systems in Design. *UAL social design institute, Working Paper no. 2*.
- OECD/ISO. (2016). International Regulatory Co-operation and International Organisations: The Case of the International Organization for Standardization (ISO). *OECD and ISO*.
- Oxman, N. (2016). Age of Entanglement. *Journal of Design and Science*, 2-9.
- Patsarika, M. (2020). Design Participation as Social Learning. *UAL social design institute*.
- Pechenik, J. A. (2021). *Short Guide to Writing about Biology* (Vol. 9th Edition). Pearson.
- Permanent Representatives Committee (Part 1). (2023). *Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council establishing a framework for setting ecodesign requirements for sustainable products and repealing Directive 2009/125/EC - General approach*. Brussels: Council of the European Union.
- Presidência do Conselho de Ministros. (4 de maio de 2021). *Decreto-Lei n.º 29-B/2021*. Diário da República, 1.ª série.
- Pucker, K. (2023). A Circle That Isn't Easily Squared. *Stanford Social Innovation Review*, pp. 26-39.
- Rinaldi, F. R. (2019). *Fashion Industry 2030: Reshaping the Future Through Sustainability and Responsible Innovation*. Milão: Bocconi University Press - Business & Economics.
- Rissanen, M., Schlapp-Hackl, I., Sawada, D., Raiskio, S., Krishna, O., Smith, E., & Sixta, H. (2022). Chemical recycling of hemp waste textiles via the ionic liquid based dry-jet-wet spinning technology. *Textile Research Journal*.
- Robbins, H. (2018). Materializing Technologies: Surfacing Focal Things and Practices with Design. Em *Doctoral thesis* (pp. 28-50). Delft University of Technology.

- Salcedo, E. (2014). *Moda Ética para um Futuro Sustentável*. Barcelona: GGmoda.
- Samrot, A. V., Ngaakudzwe, K. T., Rajalakshmi, D., Prakash, P., Kumar, S. S., Chandramohan, M., . . . Saigeetha, S. (2022). Waste-derived Cellulosic Fibers and Their Applications. *Hindawi*.
- Savage, N. (17 de Novembro de 2022). New Yarn from old clothes. *The circular economy, Vol 611(S20)*.
- Silva, C. J. (Junho de 2023). Contexto Histórico do CITEVE.
- Stahel, W. R. (2016). The circular economy. *Nature(531)*, 435-438.
- Textile Exchange. (2021). *Textile Exchange Guide to Recycled inputs*. Textile Exchange.
- Textile Exchange. (2022). *Preferred Fiber & Materials Market Report*. Textile Exchange.
- UN. (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*. UN.
- UNECE. (2018). *UN Alliance aims to put fashion on path to sustainability*. Obtido de <https://unece.org/forestry/press/un-alliance-aims-put-fashion-path-sustainability>
- UNEP & UNFCCC. (2023). *The Sustainable Fashion Communication Playbook*. Nairobi: United Nations Environment Programme (UNEP) & United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC).
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). (2022). *Annual Report 2021*. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC).
- United Nations. (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. United Nations.
- Valtonen, A. (2020). Approaching Change with and in Design. *she ji The Journal of Design, Economics, and Innovation, Vol. 6(No. 4)*, 506.
- Ven, C. v. (2022). *Circular innovation and ecodesign in the textiles sector*. Helsinki: Sitra.
- Watson et al. (2018). *Used Textile Collection in European Cities. Study commissioned by Rijkswaterstaat under the European Clothing Action Plan (ECAP)*.
- White, C., & Burgess, R. (2019). *Fibershed: Growing a Movement of Farmers, Fashion Activists, and Makers for a New Textile Economy*. Chelsea Green Publishing.
- Wojnowska-Baryla, I., Bernat, K., & Zaborowska, M. (2022). Strategies of Recovery and Organic Recycling Used in Textile Waste Management. *MDPI*.
- World Bio Market Insights. (2022). *The Biggest Bio-Textile Investments Of 2022*. Obtido de <https://worldbiomarketinsights.com/the-biggest-bio-textile-investments-of-2022-so-far/>

10. Bibliografia (por temas)

Objetivos

CITEVE. (2023). Obtido em Fevereiro de 2023, de bioeconomy at textiles: <https://bioeconomy-at-textiles.com/>

United Nations. (2015). Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. United Nations.

Estágio

CITEVE. (2023). "Carreiras - Técnico no Departamento de Química e Biotecnologia.". Obtido em 27 de Julho de 2023, de https://www.citeve.pt/conteudos/processos_de_recrutamento/anuncios/tecnico_no_departamento_de_quimica_e_biotecnologia_3-01299e22

CITEVE. (2023). "Sobre o CITEVE.". Obtido em 6 de Abril de 2023, de https://www.citeve.pt/sobre_nos

Costa, B. (6 de Abril de 2023). Jornal de Notícias. Artigo de Opinião. Obtido em 27 de Junho de 2023, de <https://www.jn.pt/opiniao/convidados/o-empolgante-atualho-para-a-sustentabilidade-da-moda-16136018.html/>

Silva, C. J. (Junho de 2023). Contexto Histórico do CITEVE.

Metodologia

Antonelli, P., & Burckhardt, A. (2020). The Neri Oxman Material Ecology Catalogue. New York: MoMA.

Britannica, T. (15 de Agosto de 2023). scientific method. Obtido de Encyclopedia Britannica: <https://www.britannica.com/science/scientific-method>

Brown, T. (Junho de 2008). Design Thinking Thinking like a designer can transform the way you develop products, services, processes—and even strategy. *Harvard Business Review*, 86(6), 84-92.

Creswell, J. (2009). *Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches*. California, Thousand Oaks: Sage.

Creswell, J. W., & Creswell, J. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches (Vol. First edition)*. Los Angeles, United States of America: SAGE Publications, Inc.

Cross, N. (2011). *Design thinking: Understanding how designers think and work*. Berg Publishers.

Eldridge, S. (19 de Setembro de 2023). data analysis. Encyclopedia Britannica.

Flick, U. (2005). Métodos Qualitativos na Investigação Científica. Lisboa: Monitor.

Martin, B., & Hanington, B. (2012). "Research Through Design". Em Universal Methods of Design - 100 Ways to Research Complex Problems, Develop Innovative Ideas, and Design Effective Solutions (pp. 146-147). Rockport Publishers.

Oxman, N. (2016). Age of Entanglement. Journal of Design and Science, 2-9.

Enquadramento Teórico

Agência Portuguesa do Ambiente (APA). (2021). Plano de Ação para a Bioeconomia Sustentável 2030. Obtido de <https://planapp.gov.pt/instrumento/plano-de-acao-para-a-bioeconomia-sustentavel-2030/>

Agência Portuguesa do Ambiente (APA). (2021). Plano de Ação Para a Bioeconomia Sustentável Horizonte 2025 Consulta Pública. Lisboa.

Andersson, E. G. (2018). cards and categories. (Design School Kolding) Obtido de sustainabledesigncards: <https://sustainabledesigncards.dk/cards-and-categories/>

Associação Têxtil e Vestuário de Portugal (ATVP). (2022). Digital Maturation of the Portuguese Textile Industry. Obtido de <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/61197>

Barro, R., & Sala-i-Martin, X. (2004). Economic Growth (Vol. Second Edition). London, England: The MIT Press.

Bason, C. (2017). Leading Public Design How Managers Engage with Design to Transform Public Governance (Vol. PhD Series 21.2017). Doctoral School of Organisation and Management Studies Copenhagen Business School.

Brundtland Commission. (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. Brundtland Report. UN.

Buchanan, R. (1992). Wicked Problems in Design Thinking. Design Issues, Vol. 8, No. 2, 5-21.

Buchanan, R. (2019). Systems Thinking and Design Thinking: The Search for Principles in the World We Are Making. She Ji: The Journal of Design, Economics, and Innovation(5), pp. 85-104.

CFDA. (2023). Annual Report. Obtido em Setembro de 2023, de [cfda.com: https://cfda.com/about-cfda/reports-statements](https://cfda.com/about-cfda/reports-statements)

- Collet, C. (2018). *Biotextiles: Envolving Textile Design Practices for the Bioeconomy and Emerging Organism Industry*.
- Conselho Europeu. (Março de 2023). *Horizonte Europa*. Obtido em Junho de 2023, de [consilium.europa.eu](https://www.consilium.europa.eu):
<https://www.consilium.europa.eu/pt/policies/horizon-europe/>
- Convention on Biological Diversity (CBD). (2022). *Final text of Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework. e 15th meeting of the Conference of Parties to the UN Convention on Biological Diversity*. Montreal, Canada: CBD.
- Cunningham, M., & UNESCO, O. (2013). *Culture: a pillar for development and good living*. *Culture & development*(9), pp. 28-37.
- D'Itria, E. (2022). *Fashion Sustainable Thinking. Design for the Fashion System*. Milão: Politecnico di Milano.
- D'Itria, E. (2022). *Theories and Practices for Sustainable Fashion. Design for the Fashion System*. Milão: Politecnico di Milano.
- Dan, M. C., & Østergaard, T. (2021). *Circular Fashion: The New Roles of Designers in Organizations Transitioning to a Circular Economy*. *The Design Journal*, 2-5, 16.
- Dils, E. (2019). *ETC/WMGE Report 6/2019: Textiles and the environment in a circular economy*. Eionet & EEA.
- Dore, M. (2022). *Governing through design: the politics of participation in neoliberal cities*. *CoDesign: International Journal of CoCreation in Design and the Arts*.
- EEA & ETC. (2019). *Textile and the environment in a circular economy*. Eionet.
- Ellen MacArthur Foundation. (2017). *A new textiles economy: Redesigning fashion's future*.
- Ellen MacArthur Foundation. (2021). *Circular business models: redefining growth for a thriving fashion industry*.
- Ellen McArthur Foundation. (2020). *Vision of a circular economy for fashion*.
- Erlhoff, M., & Marshall, T. (2008). *Design Dictionary: Perspectives on Design Terminology*. Birkhäuser Basel.
- European Commission. (9 de Junho de 2022). *Bioeconomy Strategy*. Obtido em Junho de 2023, de knowledge4policy.ec.europa.eu:
[https://knowledge4policy.ec.europa.eu/bioeconomy/bioeconomy-strategy_en#:~:text=The%20EU%20bioeconomy%20strategy%20was,implementation%20was%20published%20in%202022.&text=The%20bioeconomy%20covers%20all%20sectors,\)%2C%20their%20functions%20and%20principles](https://knowledge4policy.ec.europa.eu/bioeconomy/bioeconomy-strategy_en#:~:text=The%20EU%20bioeconomy%20strategy%20was,implementation%20was%20published%20in%202022.&text=The%20bioeconomy%20covers%20all%20sectors,)%2C%20their%20functions%20and%20principles)

European Commission. (2021). Cohesion in Europe towards 2050: Eighth report on economic, social and territorial cohesion. Luxembourg: Comissão Europeia.

Eurostat. (Janeiro 2023). Waste statistics. Obtido de https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_statistics

Fashion Pact. (2023). about us. Obtido em Junho de 2023, de thefashionpact.org: <https://www.thefashionpact.org/about-us/>

Fashion Revolution. (2023). Fashion Transparency Index 2023.

Fashion SEEDS. (2019). THE BENCHMARKING REPORT: Education and Research. University of the Arts London, London College of Fashion, London, United Kingdom; Politecnico di Milano, Dipartimento di Design, Milan, Italy; Estonian Academy of Arts, Tallinn, Estonia; Design Skolen Kolding-DK, Kolding, Denmark. Erasmus +.

Fashion United. (2023). Sustainability Certification Organizations in the Fashion Industry. Obtido em Setembro de 2023, de <https://fashionunited.com/i/sustainability-certification-organizations-in-fashion>

Fashionary. (2018). Fashionpedia: The visual fashion dictionary of fashion design. Hong Kong: Fashionary International Ltd.

Fashionary. (2020). Textilepedia: The Complete Fabric Guide. (C. Chan, & Fashionary, Edits.) Fashionary International Limited.

Fletcher, K., & Tham, M. (2021). Earth Logic: Fashion Action Research Plan. London: The J J Charitable Trust.

Foundation, E. M. (2022). Building a circular economy for textiles supported by common rules on Extended Producer Responsibility (EPR) in the EU.

Gall, M. D., Gall, J. P., & Borg, W. R. (2007). Educational Research: A n Introduction (Vol. 8th Edition). Pearson.

Gam, H. J., Cao, H., Bennett, J., Helmkamp, C., & Farr, C. (2011). Application of design for disassembly in men's jacket: A study on sustainable apparel design. International Journal of Clothing Science and Technology.

Hodent, C. (2021). The Psychology of Video Games. London and New York: Routledge.

Hoffman, A. J. (2018). The Next Phase of Business Sustainability. Michigan Ross.

Hutten, I. M. (2007). CHAPTER 4 - Raw Materials for Nonwoven Filter Media. Em I. M. Hutten, Handbook of Nonwoven Filter Media (pp. 103-194). Butterworth-Heinemann.

- Irwin, T. (2015). *Transition Design: A Proposal for a New Area of Design Practice, Study, and Research*. Routledge, 229-246.
- Jeronen, E. (2013). Sustainability and Sustainable Development. Em S. O. Idowu, N. Capaldi, L. Zu, & A. D. Gupta, *Encyclopedia of Corporate Social Responsibility*.
- Johnson, R. B., & Christensen, L. (2014). *Educational Research Quantitative, Qualitative, and Mixed Approaches (Vol. Fifth Edition)*. United States of America: Sage.
- Kääriäinen, P., & Tervinen, L. (2017). *Lost in the wood(s) - The new biomaterial in Finland*. Helsinki: Aalto University.
- Kadolph, S. J., & Langford, A. L. (2006). *Textiles (9th Edition)*.
- Kimbell, L. (2020). *Double-Loop Social Design: An Introduction to Social Design and Design for Sustainability*. UAL social design institute.
- Lagos, B. (Agosto de 2021). *Tecnologia e inovação: Forum Económico Mundial 2021 – Transformação digital: potenciar a grande mudança*. Obtido em Setembro de 2023, de sage.com: <https://www.sage.com/pt-pt/blog/forum-economico-mundial-2021-transformacao-digital-potenciar-a-grande-mudanca/>
- Lee, S., Congdon, A., Parker, G., & Borst, C. (2020). *UNDERSTANDING “BIO” MATERIAL INNOVATIONS: a primer for the fashion industry*. London: Fashion For Good & Biofabricate.
- Leedy, P. D., & Ormrod, J. E. (2013). *Practical research: Planning and design*. Pearson.
- Lopes, J. C. (2021). *O Papel da Economia Circular no Setor Têxtil Português, Relatório de Estágio de Mestrado*. Faculdade de Economia da Universidade do Porto (FEP).
- McDonough, W., & Braungart, M. (2010). *Cradle to cradle: Remaking the way we make things*. New York: North Point Press.
- Napper, I. E., & Thompson, R. C. (Novembro de 2016). Release of synthetic microplastic plastic fibres from domestic washing machines: Effects of fabric type and washing conditions Author links open overlay panel. *Marine Pollution Bulletin*, 112(1-2), 39-45.
- Nold, C. (Março de 2021). *Towards a Sociomaterial Framework for Systems in Design*. UAL social design institute, Working Paper no. 2.
- OECD/ISO. (2016). *International Regulatory Co-operation and International Organisations: The Case of the International Organization for Standardization (ISO)*. OECD and ISO.
- Patsarika, M. (2020). *Design Participation as Social Learning*. UAL social design institute.

Pechenik, J. A. (2021). Short Guide to Writing about Biology (Vol. 9th Edition). Pearson.

Permanent Representatives Committee (Part 1). (2023). Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council establishing a framework for setting ecodesign requirements for sustainable products and repealing Directive 2009/125/EC - General approach. Brussels: Council of the European Union.

Presidência do Conselho de Ministros. (4 de maio de 2021). Decreto-Lei n.º 29-B/2021. Diário da República, 1.ª série.

Pucker, K. (2023). A Circle That Isn't Easily Squared. Stanford Social Innovation Review, pp. 26-39.

Rinaldi, F. R. (2019). Fashion Industry 2030: Reshaping the Future Through Sustainability and Responsible Innovation. Milão: Bocconi University Press - Business & Economics.

Robbins, H. (2018). Materializing Technologies: Surfacing Focal Things and Practices with Design. Em Doctoral thesis (pp. 28-50). Delft University of Technology.

Salcedo, E. (2014). Moda Ética para um Futuro Sustentável. Barcelona: GGmoda.

Stahel, W. R. (2016). The circular economy. Nature(531), 435-438.

Textile Exchange. (2022). Preferred Fiber & Materials Market Report. Textile Exchange.

UN. (2015). Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development. UN.

UNECE. (2018). UN Alliance aims to put fashion on path to sustainability. Obtido de <https://unece.org/forestry/press/un-alliance-aims-put-fashion-path-sustainability>

UNEP & UNFCCC. (2023). The Sustainable Fashion Communication Playbook. Nairobi: United Nations Environment Programme (UNEP) & United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC).

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). (2022). Annual Report 2021. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC).

United Nations. (2015). Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. United Nations.

Valtonen, A. (2020). Approaching Change with and in Design. she ji The Journal of Design, Economics, and Innovation, Vol. 6(No. 4), 506.

Ven, C. v. (2022). Circular innovation and ecodesign in the textiles sector. Helsinki: Sitra.

Watson et al. (2018). Used Textile Collection in European Cities. Study commissioned by Rijkswaterstaat under the European Clothing Action Plan (ECAP).

White, C., & Burgess, R. (2019). Fibershed: Growing a Movement of Farmers, Fashion Activists, and Makers for a New Textile Economy. Chelsea Green Publishing.

World Bio Market Insights. (2022). The Biggest Bio-Textile Investments Of 2022. Obtido de <https://worldbiomarketinsights.com/the-biggest-bio-textile-investments-of-2022-so-far/>

Projeto Principal

Agência Portuguesa para o Ambiente. (2019). Estratégia Europeia sobre Plásticos. APA.

Cacioppo, S., Hawkley, L., & Thisted, R. (s.d.). The pandemic: A call for slowing down and savoring life. *Perspectives on Psychological Science*, 15(8), pp. 1049-1060.

CITEVE. (2022). Candidatura Projeto Be@t. Vila Nova de Famalicão.

Faria, E. (Maio de 2023). Destinatários e Requisitos de Acesso aos Cursos Avançados. (Mestranda, Entrevistador)

KONICA MINOLTA. (2007). *Precise Color Communication: Color control from preception to instrumentation*. Japan: KONICA MINOLTA SENSING, INC.

Manning, C. G. (27 de Setembro de 2023). Technology Readiness Levels. (NASA) Obtido em Outubro de 2023, de NASA: <https://www.nasa.gov/directorates/somd/space-communications-navigation-program/technology-readiness-levels/>

Projetos Secundários

Associação Têxtil e Vestuário de Portugal (ATVP). (2022). Digital Maturation of the Portuguese Textile Industry. Obtido de <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/61197>

CITEVE. (2022). Candidatura Projeto Be@t. Vila Nova de Famalicão.

Permanent Representatives Committee (Part 1). (2023). Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council establishing a

framework for setting ecodesign requirements for sustainable products and repealing Directive 2009/125/EC - General approach. Brussels: Council of the European Union.

Ven, C. v. (2022). Circular innovation and ecodesign in the textiles sector. Helsinki: Sitra.

Conclusão

ECOSYSTEM Community. (2023). Research Gaps and Needs for the Green Transition of the European Textile Ecosystem. ECOSYSTEM.

Outras Referências

Arnold, M. G., Pfaff, C., & Pfaff, T. (2023). Circular Business Model Strategies Processing Sustainability in the German Textile Manufacturing Industry. *sustainability*(15).

Caldeira C., Farcas R., Moretti C., Mancini L., & Rasmussen K. (2022). Safe and Sustainable by Design chemicals and materials - Review of safety and sustainability dimensions, aspects, methods, indicators, and tools. Luxembourg,: EUR 30991 EN, Publications Office of the European Union.

Desore, A., & Narula, S. A. (2018). An overview on corporate response towards sustainability issues in textile industry. *Environment, Development and Sustainability*(20), 1439-1459.

Egan, J., & Salmon, S. (2021). Strategies and progress in synthetic textile fiber biodegradability. *SN Applied Sciences*.

Fry, T. (2009). *Design Futuring: sustainability, ethics and new practice*. Oxford & New York: BERG.

Haraway, D. J. (2016). *Staying with the Trouble*. Duke University Press.

Liu, J., Liang, J., Ding, J., Zhang, G., Zeng, X., Yang, Q., . . . Gao, W. (2021). Microfiber pollution: an ongoing major environmental issue related to the sustainable development of textile and clothing industry. *Environment, Development and Sustainability*, 23.

Nofal, R. M. (2022). *Biodegradable Textiles, Recycling, and Sustainability Achievement*. Springer Nature.

Rissanen, M., Schlapp-Hackl, I., Sawada, D., Raiskio, S., Krishna, O., Smith, E., & Sixta, H. (2022). Chemical recycling of hemp waste textiles via the ionic liquid based dry-jet-wet spinning technology. *Textile Research Journal*.

Samrot, A. V., Ngaakudzwe, K. T., Rajalakshmi, D., Prakash, P., Kumar, S. S., Chandramohan, M., . . . Saigeetha, S. (2022). Waste-derived Cellulosic Fibers and Their Applications. *Hindawi*.

Savage, N. (17 de Novembro de 2022). New Yarn from old clothes. The circular economy, Vol 611(S20).

Textile Exchange. (2021). Textile Exchange Guide to Recycled inputs. Textile Exchange.

Wojnowska-Baryla, I., Bernat, K., & Zaborowska, M. (2022). Strategies of Recovery and Organic Recycling Used in Textile Waste Management. MDPI

11. Anexos

Anexo I – Certificado de frequência de formação profissional “Têxtil de A a Z (1ª ação)”



CERTIFICADO DE FREQUÊNCIA DE FORMAÇÃO

O CITEVE – Centro Tecnológico das Indústrias Têxtil e Vestuário de Portugal, certifica que **Raquel Pinto dos Santos**, frequentou de 27/03/2023 a 31/03/2023, o curso de formação **Têxtil de A a Z (1ª ação)**, com a duração total de 13 horas.

Dep. Financeiro e Recursos Humanos,

Raquel Casimiro

Vila Nova de Famalicão, 31 de março de 2023.

Anexo II – Certificado de frequência de formação profissional “MasterClass - Sustentabilidade como Estratégia para o STV”



CERTIFICADO DE FREQUÊNCIA DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL

CITEVE - Centro Tecnológico das Indústrias Têxtil e do Vestuário de Portugal, contribuinte n.º 502 201 886, com Sede na Rua Fernando Mesquita, 2785 - 4760-034 Vila Nova de Famalicão

Certifica-se que, Raquel Pinto dos Santos, nascido(a) em 06/09/2000, titular do n.º de identificação 15580619, frequentou no dia 15/03/2023, com a duração total de 1,5 horas, o Curso de Formação Profissional

MasterClass “Sustentabilidade como estratégia para o STV”

V. N. de Famalicão, 20 de março de 2023

Certificado N.º 122/2023

Coordenação Pedagógica

(Elba Faria)

Coordenação Pedagógica



beat@0071ev00

Coordenação Certificada



Estrutura Curricular

MasterClass “Sustentabilidade como Estratégia para o STV”

“Responsible Business” (RB) vai muito para além do Ambiente, estamos a falar de um tema que cobre desde Ética a Comunidades Locais, desde a forma como se tratam os Empregados até à Diversidade, das discriminações por género e raça até à forma como os Fornecedores tratam os seus próprios empregados.

Qual o Contexto e porque chegámos a este ponto?

Qual o verdadeiro significado de *Responsible Business*? Porque é importante ser integrada nas estratégias futuras das Empresas? Há um claro “Business Case” para a Ação?

A Sustentabilidade como Estratégia. Criação de vantagem competitiva.

Como pode isto objetivamente afetar a vossa Empresa?

Tópicos ilustrados com casos reais de sucessos de empresas relevantes para o STV.

beat@0071ev00

