



Sustentabilidade na Moda e o Papel das Tecnologias Digitais

Sustainability in Fashion and the Role of Digital Technologies

Rafaela Tôro de Oliveira Barbieri¹, Eliane Pinheiro²

¹Universidade Estadual de Maringá, Mestranda, tororafaela6@gmail.com

²Universidade Estadual de Maringá, Doutora, eppinto@uem.br

Resumo. A pesquisa pretende analisar o impacto das tecnologias digitais na sustentabilidade da indústria da moda. Considerando que esse setor é um dos mais poluentes do mundo, investigam-se inovações como a inteligência artificial (IA), realidade aumentada (RA), softwares de design 3D e impressão 3D, avaliando seus benefícios e contradições quanto à redução de resíduos, uso de recursos e personalização de produtos. A IA, embora otimize processos criativos e operacionais, demanda elevado consumo energético e hídrico. Já a RA e os softwares de modelagem digital contribuem para a diminuição de amostras físicas e desperdícios. A impressão 3D, por sua vez, permite produções sob demanda com menor impacto ambiental. Tais tecnologias, quando aplicadas de forma integrada, têm potencial para promover práticas sustentáveis no setor. No entanto, sua eficácia depende da mudança de mentalidade de empresas e consumidores, além de uma maior responsabilidade ambiental e inovação consciente.

Palavras-chave. Sustentabilidade; Moda; Tecnologias Digitais; Inovação.

Abstract. This research aims to analyze the impact of digital technologies on sustainability in the fashion industry. Considering that this sector is one of the most polluting in the world, innovations such as artificial intelligence (AI), augmented reality (AR), 3D design software, and 3D printing are examined, evaluating their benefits and contradictions regarding waste reduction, resource use, and product personalization. While AI optimizes creative and operational processes, it demands high energy and water consumption. AR and digital modeling software contribute to the reduction of physical samples and textile waste. 3D printing, in turn, allows on-demand production with lower environmental impact. When applied strategically, these technologies have the potential to promote sustainable practices within the sector. However, their effectiveness depends on a shift in mindset from companies and



consumers, as well as the implementation of public policies focused on environmental responsibility and conscious innovation.

Keywords: Sustainability; Fashion; Digital Technologies; Innovation.

1 Introdução

Na trajetória histórica da moda, identificam-se três motivações fundamentais que justificam o uso de vestimentas pela humanidade. A primeira refere-se à proteção contra as intempéries naturais; a segunda, ao pudor, uma vez que a nudez, em determinadas culturas, é fonte de constrangimento; e a terceira diz respeito ao adorno, entendido como forma de expressão simbólica por meio do vestir. Assim sendo, torna-se inviável dissociar a história da moda do próprio desenvolvimento da civilização, considerando que a indumentária está intrinsecamente vinculada aos valores, normas e representações da sociedade em que se insere (Barthes, 2009).

Portanto, a moda, enquanto prática ligada ao vestir, sempre existiu em diferentes culturas e períodos históricos. No entanto, a moda propriamente dita, ou seja, a moda como um sistema dinâmico de renovação constante de estilos, associada à ideia de tendência, consumo e expressão de identidade, só começa a se consolidar a partir da modernidade ocidental, especialmente a partir do século XIV, entre o final da Idade Média e o início do período renascentista. Este fato se dá devido aos nobres de Borgonha se incomodarem com os burgueses fazendo cópias de suas vestimentas, portanto passaram a diferenciar cada vez mais suas roupas, gerando, desse modo, um ciclo de criação e cópia (Lipovetsky, 2009). Mais tarde, entre os séculos XIX e XX, a moda se estrutura como indústria, ampliando seu alcance e influência. Nesse contexto, ela passa a ser compreendida não apenas como forma de proteção ou distinção social, mas como um fenômeno cultural complexo, vinculado ao tempo, à estética e ao mercado.

Segundo Simmel (2008), é a partir da necessidade constante de renovação das vestimentas que emergem as tendências, as quais podem ser classificadas em duas categorias: mania e onda. A mania caracteriza-se por sua curta duração, tendo origem nas elites, formadas por estilistas e agentes de divulgação, e sendo rapidamente apropriada pelas massas. Esse processo de popularização provoca uma perda de valor simbólico, levando ao seu rápido desaparecimento. Enquanto a onda apresenta um percurso mais lento de aceitação, tanto em seu surgimento quanto em sua assimilação pelo público, e, por isso, possui maior longevidade. Quando a nova onda é incorporada ao cotidiano da maioria da população, os grupos de elite já a abandonaram, uma vez que o foco está em lançar novas tendências, mantendo-se, assim, constantemente à frente dos demais (Simmel, 2008).



Desde os avanços tecnológicos desencadeados durante o período da Primeira Revolução Industrial, os setores têxtil e de confecção passaram a incorporar inovações que possibilitaram o aumento da produção e da oferta de produtos no mercado, o que resultou no crescimento do consumismo e na intensificação da degradação ambiental. Conforme destaca Gwilt (2014), esse consumo exacerbado impulsionou a produção em larga escala voltada para o atendimento das massas, gerando impactos significativos em todas as etapas do ciclo de vida das roupas, da fabricação ao descarte. Nesse contexto de aceleração produtiva e estímulo ao consumo, consolida-se, a partir da década de 1990, o modelo conhecido como fast fashion, caracterizado por um padrão de produção e consumo baseado na rápida obsolescência dos produtos, preços acessíveis e lançamento constante de novas coleções, semanal ou quinzenalmente. Essa lógica, impulsionada pelo uso estratégico das mídias e de influenciadores digitais, promove um sistema altamente poluente, com elevado volume de resíduos e baixa durabilidade dos itens produzidos (Munhoz, 2012).

A partir desse panorama, no campo da moda, o setor de confecção configura-se como um dos principais responsáveis pela geração de resíduos têxteis e pela promoção da obsolescência programada, práticas diretamente associadas aos impactos ambientais negativos. Segundo Linke (2021), tal problemática pode ser enfrentada por meio do desenvolvimento de produtos com maior qualidade, design diferenciado, tecnologia aplicada e funcionalidade. Em vista disso, observa-se que práticas sustentáveis adotadas por algumas marcas vêm gradualmente ganhando destaque, impulsionadas por uma nova postura dos consumidores, que demonstram crescente preocupação com as futuras gerações e buscam consumir de forma mais consciente, como expressão de educação, conhecimento e respeito pelo meio ambiente.

Por conseguinte, a moda pode se configurar não apenas como uma instância de expressão estética e cultural, mas também como uma ferramenta crítica capaz de promover reflexões sobre sustentabilidade entre profissionais da área e o público em geral. Como observa Simões-Borgiani (2021), é por meio desse processo reflexivo que se torna possível compreender a urgência de uma mudança de postura diante do atual cenário insustentável, o que exige a assunção de responsabilidade individual quanto às escolhas de consumo e seus respectivos impactos socioambientais. No entanto, conforme adverte Simmel (2008), essa conscientização nem sempre se concretiza na prática, uma vez que boa parte dos consumidores continua a orientar suas decisões de compra mais pelo valor simbólico e pelo prestígio social associado ao produto do que por sua funcionalidade ou impacto ambiental. Tal tensão evidencia o desafio de consolidar práticas de consumo mais éticas e sustentáveis no campo da moda contemporânea.

Nesse contexto, Toniollo *et al.*, (2015) afirmam que trata de compreender a sustentabilidade não apenas como um diferencial competitivo para a permanência no



mercado, mas também como um compromisso com a preservação do futuro, considerando a qualidade de vida das próximas gerações. À vista dessa realidade, ao se reconhecer que os recursos naturais são essenciais para a perpetuação da espécie humana e que são, ao mesmo tempo, finitos, torna-se imperativo que sejam preservados para as presentes e futuras gerações, uma vez que todos têm direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado.

Ao longo da história da industrialização, o setor têxtil tem incorporado inovações tecnológicas que permitiram a aceleração da produção, a redução do tempo de confecção e a diminuição da dependência de mão de obra, com o objetivo central de maximizar os lucros daqueles que detêm o controle dos meios de produção. Essa lógica se mantém vigente na contemporaneidade, como demonstram os dados mais recentes da indústria. Em 2023, foram produzidas 8,02 bilhões de peças no segmento de confecção, incluindo vestuário, meias, acessórios, artigos para o lar e itens técnicos, evidenciando a escala massiva da produção (IEMI, 2024). Por outro lado, estima-se que cerca de 15% de tudo o que é produzido seja descartado (Firmo, 2014).

Ao mesmo tempo, o setor continua a desempenhar papel relevante na geração de empregos: entre janeiro e outubro de 2024, foram criados 30,7 mil novos postos formais de trabalho, sendo 14,2 mil no segmento têxtil e 16,5 mil na confecção. Atualmente, estima-se que o setor empregue diretamente 1,3 milhão de trabalhadores formais, e aproximadamente 8 milhões de pessoas quando considerados os empregos indiretos e o efeito renda, sendo 60% dessa força de trabalho composta por mulheres (ABIT; IEMI, 2024). No entanto, apesar desses números expressivos, a indústria segue operando sob um modelo que estimula a obsolescência acelerada dos produtos, impondo às peças uma curta vida útil como estratégia para induzir o consumo recorrente e assegurar a continuidade da lucratividade, fato que impõe sérios custos socioambientais.

Esses impactos se manifestam em diversas etapas da cadeia de produção da moda, desde a confecção têxtil até o descarte final dos produtos pelo consumidor. Um dos principais problemas reside no volume de resíduos gerados pelas confecções, como aparas provenientes do corte e encaixe, peças com defeitos ou ainda descartes decorrentes de falhas no planejamento de criação e modelagem (Fletcher, 2014). Além disso, observa-se o uso intensivo de recursos naturais, em especial da água, para processos como o tingimento, sem a devida recuperação posterior. O descarte inadequado em aterros sanitários contribui para a contaminação do solo, dos lençóis freáticos e da atmosfera. Soma-se a isso a utilização de substâncias tóxicas, como pesticidas e agentes de preservação do algodão e da lã, a exemplo do pentaclorofenol, bem como fertilizantes e pesticidas como o DDT, lindano e hexaclorociclohexano, amplamente empregados nas culturas de algodão (Azevedo, 2010).



A dimensão desse problema se intensifica quando se observa a posição de destaque ocupada pelo Brasil no panorama global da indústria da moda. O país figura como o quarto maior produtor de artigos de vestuário, atrás apenas da China, Índia e Paquistão, e ocupa a quinta colocação entre os principais produtores de manufaturas têxteis no mundo. De acordo com dados da Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção (ABIT, 2021), o setor conta com aproximadamente 25,5 mil empresas. Entretanto, a continuidade de métodos produtivos marcadamente degradantes, como os mencionados anteriormente, que envolvem desperdício de materiais, uso intensivo de recursos naturais e substâncias tóxicas, já não se mostra viável do ponto de vista ambiental, uma vez que os efeitos da destruição ecológica são cada vez mais evidentes. Diante desse contexto, a indústria têxtil e de confecção tem buscado, ainda que de forma gradual, adotar práticas e processos mais sustentáveis com o intuito de mitigar os impactos socioambientais e alinhar-se às exigências de um futuro mais responsável.

Em resposta às crescentes exigências por responsabilidade ambiental e à urgência em repensar os modelos produtivos tradicionais, a sustentabilidade na moda tem se consolidado como uma diretriz essencial para equilibrar os interesses econômicos e a preservação dos recursos naturais. Essa abordagem reconhece que tais recursos são finitos e que sua exploração excessiva pode gerar danos irreversíveis. Conforme argumenta Linke (2021), o avanço científico e tecnológico torna-se um aliado fundamental nesse processo, ao possibilitar maior eficiência na utilização de matérias-primas e na estruturação de processos industriais. A adoção de tecnologias contribui diretamente para a redução de desperdícios e o aumento da durabilidade dos produtos, gerando benefícios tanto para as empresas, visando a otimização de processos e custos a longo prazo, quanto para o meio ambiente, ao mitigar os efeitos negativos da produção em larga escala.

Assim, conforme aponta Fletcher (2014), a tecnologia pode constituir uma ferramenta estratégica fundamental para que o setor da moda enfrente os desafios contemporâneos, ao possibilitar a adoção de práticas mais sustentáveis e eficientes. A autora ressalta que, por meio do uso inteligente das tecnologias, torna-se viável reduzir o desperdício, otimizar os processos produtivos e, simultaneamente, criar um diferencial competitivo no mercado, atendendo às exigências de consumidores cada vez mais conscientes e engajados com questões ambientais. No entanto, o principal obstáculo reside na necessidade de transformar padrões profundamente arraigados de consumo e estilo de vida, moldados por um sistema econômico pautado na lógica do excesso e da produção em larga escala, como exemplificado anteriormente no modelo fast fashion.

O avanço tecnológico destacado por Fletcher (2014) ocorre em um cenário de crescente digitalização das atividades humanas, intensificada a partir do final do século XX, promovendo um enfraquecimento progressivo das barreiras entre o real e o virtual. Essa transformação tem gerado mudanças profundas nas dinâmicas de operação dos diversos



setores da sociedade, afetando padrões de consumo, relações interpessoais e formas de trabalho (Kelly, 2017). Nesse contexto, o conceito de virtualização na computação, entendido como a simulação da realidade por meio de plataformas de hardware, sistemas operacionais, dispositivos de armazenamento ou recursos de rede, torna-se central para compreender tais mudanças. A dissolução das fronteiras entre o virtual e o real impõe a necessidade de repensar a tradicional dicotomia entre esses domínios, uma vez que as atividades humanas estão cada vez mais integradas a recursos digitais, seja nas interações sociais, nas modalidades de consumo ou nos processos produtivos inseridos na internet e no ambiente virtual. Dessa forma, torna-se imprescindível desconstruir a noção de oposição entre real e virtual, uma vez que essa distinção já não se sustenta na contemporaneidade (Sena, 2023).

Sendo a moda um reflexo da sociedade, de acordo com Lipovetsky (2009), em um mundo cada vez mais tecnológico e marcado pelo processo de virtualização, o setor da moda passará inevitavelmente por uma transformação digital. Partindo dessa perspectiva, o presente estudo visa investigar de que maneira as tecnologias digitais, tais como inteligência artificial, realidade aumentada, softwares de design 3D e impressão 3D, impactam o setor da moda no contexto da sustentabilidade. A pesquisa busca analisar os benefícios, limitações e contradições do uso dessas tecnologias ao longo do ciclo produtivo da moda. Dessa forma, este trabalho se justifica por sua relevância em evidenciar os efeitos das tecnologias digitais na área da moda, contribuindo para o avanço do debate acadêmico e apoiando a tomada de decisões mais sustentáveis e responsáveis no setor.

2 Metodologia

Este é um estudo de caráter qualitativo, de natureza exploratória e com abordagem bibliográfica. A escolha por uma metodologia qualitativa justifica-se pelo objetivo de compreender, por meio da análise de ideias, reflexões teóricas e estudos já realizados, como as tecnologias digitais têm impactado o setor da moda sob a ótica da sustentabilidade.

A investigação foi conduzida por meio da análise de artigos científicos, livros, dissertações, relatórios institucionais e dados estatísticos disponíveis em fontes acadêmicas e institucionais. Para a seleção do material bibliográfico, foram consideradas as produções publicadas entre os anos de 2008 e 2025, com foco nos temas: sustentabilidade na moda, inteligência artificial, realidade aumentada, softwares de design 3D e impressão 3D. Para tanto, foram utilizadas as seguintes palavras-chaves: “3D design software”, “3D printing”, “Sustainable fashion”, “Industry 4.0 and fashion”, e em língua portuguesa: “Software de Design 3D”, “Impressão 3D”, “Moda Sustentável” e “Indústria 4.0 e Moda”.

A abordagem teórica adotada tem caráter interdisciplinar, reunindo conceitos das áreas de moda, tecnologia, design, meio ambiente e consumo. Seguidamente, por meio de leitura crítica e interpretativa do material selecionado, buscou-se identificar as principais



contribuições, limitações e contradições da aplicação dessas tecnologias digitais no contexto da sustentabilidade. Os autores clássicos e contemporâneos que discutem tanto o comportamento do consumidor quanto os impactos ambientais e as inovações tecnológicas na indústria da moda foram os orientadores das análises.

3 Tecnologias Digitais na Moda

Diante da transformação digital impulsionada pelas revoluções industriais recentes, este estudo analisa tecnologias emergentes com impacto no setor da moda: Inteligência Artificial (IA), Realidade Aumentada (RA) com Virtual Try-on, Realidade Virtual, softwares de design 3D e Impressão 3D. Inseridas nos contextos da Indústria 4.0 e 5.0, essas inovações promovem automação, integração digital e colaboração entre humanos e máquinas inteligentes, com foco em personalização, sustentabilidade e bem-estar. No setor da moda, tais tecnologias otimizam processos, reduzem impactos ambientais e atendem às exigências por experiências mais éticas e personalizadas. Compreender sua incorporação à cadeia produtiva é essencial para avançar em direção a um modelo mais consciente, eficiente e alinhado aos desafios sociais e ambientais contemporâneos (Santos, 2018).

3.1 Inteligência Artificial

Conforme destaca Kelly (2017), observa-se um processo crescente de desmaterialização dos serviços e bens materiais, que passam a se apresentar no ambiente digital de forma intangível e ressignificada. A autora exemplifica essa transformação com o programa “ChatGPT”, responsável pela popularização do uso da Inteligência Artificial (IA) em múltiplos contextos, que vão desde o ambiente profissional e acadêmico até as esferas pessoal e artística. Tal avanço tecnológico tem redefinido as formas de interação humana em diversas atividades cotidianas, estendendo seus efeitos ao campo da moda e do design, os quais passam a ser objeto de reflexões críticas acerca das potencialidades e dos desafios que essa revolução digital impõe.

A indústria da moda está profundamente conectada às tendências e preferências dos consumidores, incorporando constantemente novas metodologias de produção e design. Nesse cenário, a inteligência artificial (IA) surge como uma ferramenta capaz de transformar a experiência do consumidor, aprimorar estratégias de marketing e vendas, além de revolucionar a criação de produtos. A IA permite maior personalização, oferece serviços mais eficientes e promove inovação na concepção das peças, atendendo às demandas de um mercado cada vez mais dinâmico e exigente (Sena, 2023). Nesse contexto, Richford (2024) destaca que, em um futuro próximo, as marcas poderão identificar seus produtos com rótulos como “AI-free” ou “made only by humans”, sinalizando aos consumidores um trabalho artesanal realizado integralmente por pessoas. Essa distinção funcionará como um diferencial de luxo, sendo explorada como argumento de marketing pelas empresas para atender a um nicho específico que valoriza a autenticidade e a exclusividade na produção de vestuário.

De um ponto de vista prático, a IA pode influenciar o processo criativo desde a geração de padrões diversificados de estamparia e bordados a partir do comando definido



pelo designer, simulação do caimento de tecidos, combinações de cores e modelagem. Como denominada por Sousa (2024) a nova era da criatividade é determinada por uma combinação entre o sistema inteligente e a capacidade de criar humana, ou seja, “O processo criativo com IA não se trata da substituição os humanos, consiste é na cooperação e contributo entre os dois” (Sousa, 2024, p.5). Contudo, há algo que a tecnologia, por mais eficaz que seja, não é capaz de executar, a originalidade e a sensibilidade estética inata aos seres humanos.

Portanto, o uso excessivo da inteligência artificial pode acarretar diversos prejuízos, conforme apontam Russell e Norvig (2021), entre eles a perda de postos de trabalho, sobretudo em funções repetitivas, além de falsificações, violações dos direitos de propriedade intelectual e privacidade, disseminação de notícias falsas, concentração de poder em empresas proprietárias da tecnologia e significativa pegada de carbono. Camastra e González Vallejo (2025, p. 12) ressaltam que “a inteligência artificial requer quantidades consideráveis de dados e capacidades computacionais, gerando uma pegada ambiental significativa devido ao consumo de energia e à infraestrutura necessária para seu funcionamento”. Embora amplamente promovida como tecnologia digital inovadora, a IA possui impacto ambiental relevante, pouco discutido, uma vez que o treinamento de modelos complexos demanda elevado poder computacional e consumo intensivo de energia elétrica, majoritariamente proveniente de fontes fósseis como carvão e gás natural, contribuindo diretamente para a emissão de gases de efeito estufa.

Em um estudo realizado pela Universidade de Massachusetts, Strubell *et al.* (2019) evidenciam que o treinamento de um único modelo de linguagem pode gerar uma quantidade de dióxido de carbono (CO₂) superior à emitida por cinco automóveis durante toda a sua vida útil. Além do processo de treinamento, a fase de utilização da IA, denominada inferência, requer consumo energético contínuo, uma vez que os servidores devem operar ininterruptamente para fornecer respostas e análises em tempo real. Esse uso intenso de energia resulta em uma pegada de carbono expressiva, demonstrando que a IA está longe de ser a tecnologia “limpa” que muitas vezes se imagina.

Além do alto consumo energético, a IA também contribui para a crise hídrica global devido à necessidade de resfriamento dos servidores nos quais os modelos são processados. Para evitar o superaquecimento dos equipamentos, é comum o uso de sistemas de resfriamento que consomem grandes volumes de água potável. Estimativas recentes da Universidade de Cornell (2023) indicam que o uso de IA generativa pode consumir o equivalente a um copo de água a cada 10 a 50 interações feitas por usuário, apenas para manter os sistemas refrigerados.

Isso é especialmente preocupante em contextos onde há escassez de água e uma pressão crescente sobre os recursos naturais (Fletcher, 2014). No setor da moda, esse cenário apresenta um paradoxo: ao mesmo tempo, em que a IA pode contribuir para a sustentabilidade desde a previsão de tendência, auxílio no processo criativo e até otimização de estoques, seu uso não controlado pode aumentar a pegada ambiental das



marcas. Se aplicada sem considerar os custos ocultos de sua infraestrutura, a IA pode acarretar na intensificação dos impactos negativos no meio ambiente.

Diante das reflexões apresentadas, infere-se que, embora a inteligência artificial represente uma transformação paradigmática no setor da moda, ao otimizar processos criativos, personalizar experiências e ampliar a eficiência operacional, sua adoção não está isenta de contradições, sobretudo no que tange à sustentabilidade. A intensificação da integração entre os domínios real e virtual tem reconfigurado os modos de produção e consumo, mas também gerado implicações éticas e ambientais que não podem ser negligenciadas. A elevada demanda energética e hídrica associada ao funcionamento da IA contribui para a emissão de gases de efeito estufa e para o agravamento da crise hídrica global, o que impõe a necessidade de uma avaliação crítica sobre o papel dessa tecnologia no presente e no futuro da moda.

Ademais, para que a incorporação da inteligência artificial esteja, de fato, em consonância com os princípios de sustentabilidade, torna-se imprescindível um esforço coletivo pautado na transparência, no investimento em fontes renováveis e na conscientização quanto aos impactos ambientais invisibilizados pelas dinâmicas digitais. A IA deve ser compreendida não como um objetivo final, mas como um instrumento de transformação que, se utilizado com responsabilidade, pode fomentar mudanças positivas. No entanto, tal potencial exige regulamentações adequadas, limites éticos e alternativas sustentáveis (Camastra; Vallejo, 2025). Nesse contexto, a moda, enquanto expressão cultural e agente social, possui a capacidade de liderar esse movimento, promovendo um equilíbrio entre inovação tecnológica e compromisso ambiental.

3.2 Realidade Aumentada, Virtual Try-on e Realidade Virtual

A realidade aumentada, a realidade virtual e o Virtual Try-On despontam como algumas das tecnologias emergentes mais promissoras no processo de transformação digital da moda, trazendo novas possibilidades tanto para a criação quanto para o consumo. Essas ferramentas tecnológicas vêm sendo amplamente exploradas por seu potencial de integrar o ambiente físico ao digital, proporcionando experiências imersivas, interativas e personalizadas. Essa tecnologia não apenas aprimora a maneira como os consumidores interagem com os produtos, mas também contribui para práticas mais sustentáveis ao reduzir a necessidade de protótipos físicos, melhora o controle de inventário e diminui a necessidade de deslocamentos (Rodrigues, 2023).

Previamente, é fundamental compreender as distinções entre realidade aumentada (RA), realidade virtual (RV) e suas derivações, como o Virtual Try-On. A realidade aumentada sobrepõe elementos digitais, imagens, sons, textos ou objetos tridimensionais, ao ambiente físico do usuário, criando uma experiência híbrida que integra o mundo real ao virtual em tempo real, por meio de dispositivos móveis, câmeras ou óculos inteligentes. Isso possibilita, por exemplo, que o usuário visualize digitalmente uma peça de roupa aplicada à sua imagem na tela. Já a realidade virtual cria um ambiente totalmente digital e imersivo, no qual o usuário é inserido por headsets ou óculos, afastando-se do mundo físico para navegar por cenários simulados, como desfiles virtuais e showrooms. A



principal diferença está no grau de imersão: a RA complementa o real, enquanto a RV o substitui temporariamente (Kirner, 2011).

No setor da moda, essas tecnologias são usadas para aprimorar a experiência do consumidor e ampliar as possibilidades criativas no design e comercialização. O Virtual Try-On, baseado em RA, permite experimentar digitalmente roupas e acessórios em tempo real, sem contato físico, respondendo às demandas do consumo digital. Conforme destaca Rodrigues (2023), tecnologias como RA e Virtual Try-On têm exercido um impacto significativo sobre a percepção e a intenção de compra dos consumidores, ao oferecer uma experiência mais personalizada, prática e envolvente. A autora observa que, além de melhorar a representação visual dos produtos, essas soluções elevam a confiança na escolha do consumidor, reduzindo a insegurança típica das compras online.

No entanto, embora essas tecnologias apresentem vantagens relevantes tanto do ponto de vista comercial quanto da experiência do usuário, sua implementação ainda enfrenta entraves, especialmente para pequenas e médias empresas. Rodrigues (2023) ressalta que a adoção de RA e Virtual Try-On demanda investimentos substanciais em infraestrutura digital, além de exigir adaptações nos processos de marketing e desenvolvimento de produto. Assim, embora representem um avanço tecnológico com alto potencial transformador, tais inovações também introduzem novos desafios estruturais, econômicos e operacionais, reforçando a necessidade de políticas de incentivo e acesso equitativo à digitalização no setor da moda.

Por outro lado, além das implicações comerciais, o uso de RA e *Virtual Try-on* apresentam potencial para a promoção de práticas mais sustentáveis no setor da moda. Tradicionalmente, os processos físicos de prova de roupas e as altas taxas de devolução geram impactos ambientais consideráveis, devido ao desperdício de recursos e à emissão de carbono devido ao transporte. A adoção dessas tecnologias contribui para a diminuição da produção de amostras físicas, da necessidade de estoque excessivo e das devoluções, reduzindo, assim, os resíduos têxteis e a pegada de carbono associada ao consumo. Essa integração entre inovação tecnológica e responsabilidade ambiental evidencia que, além de oferecer vantagens competitivas, essas ferramentas digitais podem alinhar-se às exigências de um modelo de produção e consumo mais consciente e sustentável (Sena, 2023).

Nesse cenário, a análise das tecnologias emergentes, como inteligência artificial (IA) e realidade aumentada (RA), revela tanto seus benefícios quanto os desafios da digitalização no setor da moda. A RA, com o recurso Virtual Try-on, contribui para a sustentabilidade ao reduzir amostras físicas, otimizar estoques e diminuir devoluções. Contudo, essas tecnologias exigem altos investimentos em infraestrutura digital, o que representa um desafio para pequenas e médias empresas, muitas vezes limitadas em recursos. Paralelamente, a IA surge como ferramenta promissora na criação e na personalização da experiência do consumidor, promovendo automação e maior eficiência operacional. Entretanto, seu uso intensivo levanta importantes questões ambientais, pelo especialmente elevado consumo energético e a significativa pegada de carbono associada à sua infraestrutura computacional. Dessa forma, a integração estratégica dessas inovações pode otimizar sistemas produtivos e comerciais, impulsionando uma transição



para um modelo de consumo mais ético e sustentável. Nesse contexto, softwares de design 3D destacam-se por articular inovação, responsabilidade ambiental e adaptação às demandas do mercado atual.

3.3 Softwares de Design 3D

Diante dos elevados índices de consumo de recursos naturais e da expressiva geração de resíduos, a indústria da moda figura entre os setores mais poluentes do mundo (Zanzi, 2022). Nesse contexto, a busca por práticas mais sustentáveis tem se tornado imperativa, exigindo a reformulação dos processos produtivos com vistas à eficiência ambiental e à responsabilidade social. Entre as soluções tecnológicas emergentes, os softwares de design 3D despontam como ferramentas promissoras, ao possibilitarem a otimização do uso de matérias-primas, a redução de resíduos têxteis e o desenvolvimento de coleções com menor impacto ambiental. Conforme a autora, ao integrar inovação digital e sustentabilidade, essas ferramentas contribuem para alinhar a produção às novas exigências do mercado e às expectativas de consumidores mais conscientes.

Esses softwares operam com base em tecnologias como o Computer Aided Design (CAD) e o Computer Aided Manufacturing (CAM), e passaram a ser incorporados à indústria da moda a partir do final dos anos 1980 (Macedo, 2022). Sua principal funcionalidade reside na possibilidade de criar, simular e modificar peças de vestuário em ambientes digitais tridimensionais, oferecendo visualizações realistas que dispensam, em grande medida, a confecção de protótipos físicos. Essa virtualização do processo criativo não apenas proporciona maior agilidade e precisão no desenvolvimento de produtos, como também contribui para a redução de custos operacionais e para a minimização do desperdício de materiais (Zanzi, 2021).

Sob a ótica da sustentabilidade, o uso de CAD oferece benefícios significativos. A geração de resíduos começa desde o processo de design das peças, e a adoção de ferramentas 3D, algumas inclusive integradas com ferramentas de IA, permite simular o comportamento dos materiais, evitando desperdício e eliminando a necessidade de refazer peças-piloto. Além disso, essas ferramentas facilitam a análise de custos e o uso de matérias-primas, proporcionando um planejamento mais eficiente e sustentável (Filipe, 2022).

A crescente necessidade de práticas sustentáveis no setor de moda tem desafiado as empresas a buscarem alternativas inovadoras para otimizar seus processos e reduzir o impacto ambiental (Fletcher, 2014). Neste contexto, a implementação de softwares de design 3D surge como uma tecnologia promissora, capaz de transformar como as coleções são desenvolvidas, promovendo tanto a sustentabilidade quanto a competitividade das empresas. Entretanto, embora esse tema seja atual e de grande relevância, a adoção desses softwares no setor de vestuário, especialmente entre pequenas e médias empresas, ainda é vista como uma prática distante e pouco explorada (Filipe, 2022).

Apesar da rápida adoção dessas ferramentas em outras áreas do design, a moda foi mais lenta em incorporá-las, devido aos desafios de simular com precisão as interações



entre o corpo, os tecidos, a gravidade e as inúmeras variações no comportamento do material. Isso torna o desenvolvimento de programas adequados mais complexo do que em outras áreas. Contudo, nos últimos cinco anos, com o surgimento de softwares 3D mais eficazes para o design de roupas, a indústria da moda tem explorado essas tecnologias, que apresentam grande potencial para revolucionar o desenvolvimento de produtos de vestuário (McQuillan, 2020).

A crescente adoção de tecnologias digitais na indústria da moda, como os softwares de design 3D, está não apenas transformando o processo de criação, mas também oferecendo soluções importantes para a sustentabilidade do setor. Ao permitir a simulação de peças de roupa de forma digital, esses softwares ajudam a otimizar o uso de materiais, reduzindo significativamente o desperdício têxtil e os impactos ambientais associados à produção de protótipos físicos (Macedo, 2022).

3.4 Impressão 3D

A impressão 3D, por sua vez, complementa essa tendência ao possibilitar a criação de peças de vestuário diretamente a partir de modelos digitais, sem a necessidade de moldes ou desperdício de tecido (Bem *et al.*, 2021). Combinadas, essas tecnologias promovem um ciclo de produção mais eficiente e sustentável, alinhando-se à crescente demanda por práticas mais ecológicas na moda. Ao mesmo tempo, a impressão 3D na moda abre novos horizontes para a personalização e a produção sob demanda, reduzindo ainda mais os resíduos e possibilitando uma adaptação mais precisa às necessidades do consumidor (Calixto, 2020).

Com o advento das novas tecnologias, a inserção da fabricação digital na área da confecção tem se tornado uma realidade cada vez mais presente, contribuindo não apenas para a modernização do setor, mas também para práticas mais sustentáveis. O fortalecimento da Indústria 4.0, que engloba automação industrial, inteligência artificial, robótica, internet das coisas e computação em nuvem, representa uma revolução nos modos de produção, oferecendo soluções que otimizam recursos, reduzem desperdícios e promovem maior eficiência energética (Santos, 2018). Essa transformação tecnológica proporciona às empresas vantagens competitivas, maior valorização no mercado global e agilidade no armazenamento e troca de informações, mas também aponta para um futuro mais sustentável na moda.

Inserida nesse contexto inovador está a Impressão 3D, também chamada de Manufatura Aditiva. Esta técnica permite a criação de produtos, desde peças de vestuário até componentes para a construção civil, por meio da sobreposição de camadas sucessivas a partir de um modelo digital, desenvolvido com softwares de design como o Desenho Assistido por Computador (CAD) (Calixto, 2020). O uso desse método reduz a necessidade de moldes físicos e protótipos tradicionais, economizando materiais e diminuindo o impacto ambiental da produção.

O conceito de Impressão 3D surgiu nos anos 1980, inicialmente com o Dr. Hideo Kodama, que desenvolveu a prototipagem rápida, posteriormente aperfeiçoada por



Charles Hull, fundador da “3D Systems”, a primeira empresa dedicada à impressão 3D (Colpani, 2018). Essa evolução tecnológica permite, segundo Dilberoglu (2017, apud Bem, 2021), a criação de objetos com geometrias complexas, utilizando menos processos, menos materiais e com menores custos em comparação aos métodos tradicionais, uma contribuição significativa à sustentabilidade industrial.

Outro aspecto importante da impressão 3D está na diversidade de materiais que podem ser utilizados, incluindo plásticos, metais, cerâmicas, fibras têxteis e até células vivas (Bem *et al.*, 2021). Isso possibilita uma produção altamente personalizada e sob demanda, reduzindo estoques e evitando o desperdício associado à superprodução, um dos grandes desafios ambientais da moda contemporânea.

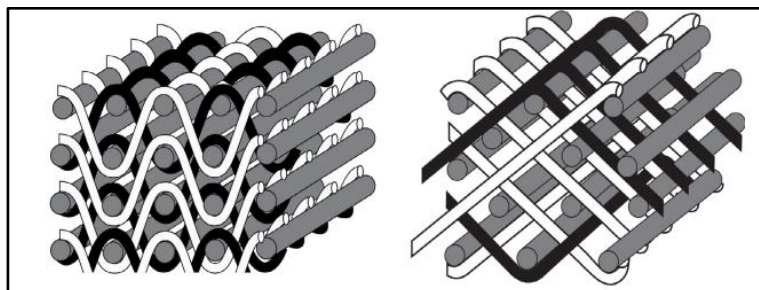
Segundo a Associação Brasileira da Indústria Têxtil (ABIT, 2015), o setor de vestuário representa 5% do PIB da indústria de transformação, além de movimentar fortemente os serviços e o mercado de trabalho. Assim, compreender e implementar a Manufatura Aditiva nesse ramo é essencial para alinhar crescimento econômico com responsabilidade ambiental. Apesar de ainda incipiente, a impressão 3D já vem sendo aplicada na confecção de roupas sob medida, tecidos inteligentes, calçados personalizados e acessórios, proporcionando uma produção mais eficiente e com menor impacto ambiental.

Na fabricação de têxteis, existem algumas fibras e estruturas têxteis mais empregadas se comparadas às demais. Entre as principais fibras naturais estão o algodão, linho, lã e seda; as artificiais são viscose, lyocell, modal e acetato e, por fim, as sintéticas podem ser classificadas como poliéster, poliamida e elastano. Podendo ser os tecidos divididos entre Planos, compostos por trama e urdume, e Malharias, formadas por laçadas no mesmo fio. Portanto, é necessária a análise dessas características e comportamentos das fibras no momento do desenvolvimento virtual das peças 3D, visando melhor vestibilidade, caimento e conforto, caso contrário não será atingido o resultado almejado (Silva, 2020).

“Na fabricação de têxteis, as estruturas bidimensionais têm maior tradição” (Silva, 2020, p.37), todavia, na Manufatura Aditiva são trabalhados os tecidos tridimensionais, sendo possível ser feito de malhas ou tecidos planos, “as estruturas tridimensionais utilizadas na fabricação de tecidos são chamadas têxteis tridimensionais, pois possuem um sistema ou sistemas em todos os três eixos do plano” (Silva, 2020, p.40), conforme apresentado na Figura 1.



Figura 1 - Estrutura dos tecidos tridimensionais.



Fonte: Silva, (2020)

Portanto, a Impressão 3D se apresenta como uma ferramenta estratégica não apenas para a modernização da indústria da moda, mas também para a promoção de práticas mais sustentáveis, ao reduzir o consumo de matérias-primas, otimizar processos e minimizar os resíduos gerados, desafios centrais para a construção de um futuro mais responsável na moda.

4 Resultados e Discussões

As informações identificadas com a pesquisa permitiram identificar transformações significativas no setor da moda, especialmente no que diz respeito ao impacto das tecnologias digitais sobre a sustentabilidade. Por meio de um panorama histórico, observa-se que a evolução tecnológica, desde a Revolução Industrial até os dias atuais, tem sido um dos principais fatores para o crescimento da produção em larga escala, o que, por sua vez, contribuiu para o consumo exacerbado e o agravamento da crise ambiental (Gwilt, 2014; Santos, 2019). A adoção do modelo fast fashion, impulsionada por tendências de mercado e estímulos midiáticos, tornou-se símbolo desse cenário de produção e descarte acelerados, responsável por resíduos têxteis expressivos e elevado consumo de recursos naturais (Fletcher, 2014; Munhoz, 2012).

Nesse contexto, surgem esforços para reverter ou mitigar tais impactos a partir da introdução de tecnologias digitais no processo produtivo. Entre essas soluções, destacam-se: a Inteligência Artificial (IA), a Realidade Aumentada (RA), os softwares de design 3D e a impressão 3D. A IA, como discutido por Sousa (2024) e Sena (2023), tem transformado profundamente a indústria da moda, seja na criação de designs personalizados, na previsão de tendências ou na automatização de processos. No entanto, seu uso também levanta preocupações ambientais significativas, uma vez que os sistemas de IA exigem elevada capacidade computacional e consumo energético. Estima-se que o treinamento de um único modelo de linguagem possa gerar mais CO₂ do que cinco carros em toda sua vida útil (Strubell *et al.*, 2019), além de consumir volumes consideráveis de água potável, contribuindo para a crise hídrica global (Li *et al.*, 2023).

Por outro lado, tecnologias como a RA e o Virtual Try-on, conforme apresentado por Rodrigues (2023), vêm se consolidando como ferramentas que não apenas elevam a experiência de compra dos consumidores, mas também reduzem a necessidade de



amostras físicas e as taxas de devolução, o que representa uma importante contribuição para a sustentabilidade. Ao integrar elementos digitais ao ambiente real, essas tecnologias diminuem a quantidade de resíduos e otimizam os processos logísticos, promovendo uma moda mais consciente e eficiente.

Além disso, os softwares de design 3D, baseados em plataformas como CAD e CAM, têm proporcionado aos designers a capacidade de simular e modificar criações de forma virtual, evitando a produção de protótipos físicos e o consequente desperdício de materiais (Zanzi, 2022; Filipe, 2022). O uso desses softwares tem sido especialmente relevante para pequenas e médias empresas que buscam inovação com menor impacto ambiental. A possibilidade de integrar essas ferramentas com sistemas inteligentes amplia ainda mais suas funcionalidades, promovendo precisão na escolha de tecidos, ajustes e modelagens, com economia de tempo e recursos.

Complementando esse cenário, a impressão 3D (ou manufatura aditiva) aparece como uma das inovações mais promissoras no campo da moda sustentável. Utilizada para criar peças diretamente a partir de modelos digitais, essa tecnologia reduz significativamente o desperdício, já que elimina etapas intermediárias do processo de produção, como moldes e cortes manuais (Calixto, 2020). Além disso, a diversidade de materiais utilizados — de fibras têxteis a compostos biológicos — permite personalizações sob demanda e maior controle sobre a cadeia de suprimentos. Isso se alinha à necessidade urgente de práticas mais responsáveis no setor, especialmente diante dos dados alarmantes apresentados pela ABIT (2021), que revelam o alto volume de produção e descarte de peças no Brasil.

De forma geral, os resultados obtidos revelam que as tecnologias digitais não apenas abrem novas possibilidades criativas e operacionais para o setor da moda, como também representam uma alternativa viável para a redução dos impactos ambientais da indústria. No entanto, essa transformação tecnológica deve ser conduzida com responsabilidade, considerando não apenas os benefícios imediatos, mas também os custos ambientais e sociais ocultos de sua implementação.

5 Considerações Finais

A pesquisa realizada permitiu compreender que a sustentabilidade na moda, embora amplamente debatida nas últimas décadas, ainda se encontra em processo de consolidação prática. A introdução de tecnologias digitais, como a inteligência artificial, a realidade aumentada, os softwares de design 3D e a impressão 3D, apresentam amplas possibilidades para implementar práticas sustentáveis na indústria da moda. Essas ferramentas têm demonstrado grande potencial para otimizar processos criativos, reduzir desperdícios, aprimorar o uso de recursos naturais e transformar a experiência de compra do consumidor, tornando-a mais personalizada e eficiente.

Contudo, existem impactos negativos até mesmo ao empregar tecnologias digitais, especialmente quando utilizadas sem critérios éticos e ambientais bem definidos. A inteligência artificial, por exemplo, embora possua uma alta capacidade de prever



tendências e personalização em massa, também implica elevado consumo energético e hídrico, além de levantar questões relacionadas à centralização do poder tecnológico, à privacidade de dados e à substituição da mão de obra humana. Da mesma forma, a impressão 3D, apesar de promover produções sob demanda e com menos resíduos, ainda enfrenta limitações técnicas e logísticas para sua aplicação em larga escala.

A sustentabilidade na moda não pode ser compreendida apenas como uma questão de substituição de ferramentas, mas como uma mudança estrutural e cultural que exige a revisão dos modelos de produção, consumo e descarte. A integração entre moda e tecnologia deve ser conduzida por uma lógica sistêmica, na qual inovação e responsabilidade estejam equilibradas. As marcas devem analisar o emprego das tecnologias digitais durante o processo de desenvolvimento de produtos e se comprometer com a transparência e rastreabilidade em seus processos produtivos.

Além disso, a educação do consumidor e dos profissionais da moda é um pilar essencial nesse processo de transição. A valorização da informação, da durabilidade dos produtos e da produção ética sustentável são componentes que precisam estar inseridos em toda a cadeia de valor. A tecnologia, quando usada de maneira crítica, ética e consciente, pode além de ampliar as possibilidades criativas e operacionais da moda, como também conscientizar a população visando o bem-estar coletivo e ambiental para as futuras gerações.

Dessa forma, conclui-se que as tecnologias digitais, longe de serem uma solução única, devem ser vistas como instrumentos de uma mudança mais ampla, que envolve inovação, conscientização, engajamento empresarial e mudanças comportamentais. Cabe à indústria da moda, um dos setores historicamente mais impactantes em termos ambientais, utilizar os recursos tecnológicos disponíveis como meio para implementar novas práticas sustentáveis de forma equilibrada e consciente.

6 Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA TÊXTIL E DE CONFECÇÃO. Para 2021, **Abit Projeta Produção Semelhante à de 2019**. 2020. Disponível em: <https://www.abit.org.br/noticias/para-2021-abit-projeta-producao-semelhante-a-de-2019>. Acesso em: 16 abr. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA TÊXTIL E DE CONFECÇÃO, ABIT,. **Perfil do setor. Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção**, 2024. Disponível em: <https://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor>. Acesso em: 8 jul. 2025.

AUDACES. **Conheça tendências de impressão 3D aplicadas à moda**. 2019. Disponível em: <https://audaces.com/conheca-tendencias-de-impressao-3d-aplicadas-a-moda/>. Acesso em: 02 abr. 2025.

AZEVEDO, João. **Poluição pela Indústria Têxtil**. 2010. Disponível em: <https://www.docsity.com/pt/poluicao-da-industria-textil/4775377/>. Acesso em: 15 abr. 2025.



BARTHES, Roland. **O sistema da moda**. Tradução de Leopoldo Fulgêncio e Leyla Perrone-Moisés. São Paulo: Nacional, 2009.

BEM, Natani Aparecida do; LINKE, Paula P; REZENDE, Luciane C. **Design de um não tecido impresso em 3D: uma perspectiva prática acerca do caimento**. 2021. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/det/index.php/det/article/view/886/316>. Acesso em: 15 abr. 2025.

CALIXTO, Marcela Luíza. **Impressão 3D na moda: desafios e reflexões**. 2020. Disponível em: <http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/designproceedings/cid2020/77.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2025.

CAMASTRA, Fabiano Domenico; GONZÁLEZ VALLEJO, Rubén. Inteligencia artificial, sostenibilidad e impacto ambiental: un estudio narrativo y bibliométrico. **Región Científica, Zaragoza**, v. 4, n. 1, p. 2025355, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.58763/rc2025355>. Acesso em: 18 abr. 2025.

COLPANI, Janaína. **Uma história de sucesso – descubra como surgiu a impressora 3D**. 2018. Disponível em: <https://printwayy.com/blog/uma-historia-de-sucesso-descubra-como-surgiu-a-impressora-3d/>. Acesso em: 17 abr. maio 2025.

FILIPPE, Ana Margarida Marques. **Benchmarking e avaliação do potencial da sustentabilidade na utilização da tecnologia inovadora CAD 3D no desenvolvimento de coleções de moda**. 2022. 183 f. Dissertação (Mestrado) — Curso de Design e Marketing de Produto Têxtil, Vestuário e Acessórios, Universidade do Minho, Braga, 2022. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/83729>. Acesso em: 01/02/2025.

FIRMO, Francis da Silveira. **Zero Waste (Resíduo Zero): uma abordagem Sustentável para confecção de Vestimentas**. 2014. Disponível em: www.proceeding.blucher.com.br/evento/11aped. Acesso em: 24 set. 2021.

FLETCHER, Kate. **Sustainable Fashion and Textiles: Design Journeys**. London: Routledge, 2014.

GWILT, Alison. **Moda sustentável: um guia prático**. Tradução de Leila de Araújo. São Paulo: Senac São Paulo, 2014.

IEMI – **Inteligência de Mercado**. *Brasil têxtil 2024: Relatório setorial da indústria têxtil e de confecção*. São Paulo: IEMI, 2024. Disponível em: <https://iemi.com.br/brasil-textil-2024/>. Acesso em: 8 jul. 2025.

KELLY, Kevin. **Inevitável: as 12 forças tecnológicas que mudarão nosso mundo**. São Paulo, HSM Editora: 2017.

KIRNER, Claudio; KIRNER, Tereza Gonçalves. **Evolução e tendências da realidade virtual e da realidade aumentada**. 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/331949045_Pre-Simposio_SVR_2011_Realidade_Virtual_e_Aumentada_Aplicacoes_e_Tendencias_Desenvolvendo_aplicacoes_de_RVA_para_saude_imersao_realismo_e_motivacao. Acesso em: 18 abr. 2025.



LI, Shaolei et al. **Making AI Less “Thirsty”: Uncovering and Addressing the Secret Water Footprint of AI Models.** arXiv preprint, 2023. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2304.03271>. Acesso em: 18 abr. 2025.

LINKE, Paula Piva. Moda (in)sustentável?. **Projética**, Londrina, v. 12, n. 2, p. 39–69, 2021. DOI: 10.5433/2236-2207.2021v12n2p39. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/projetica/article/view/40725>. Acesso em: 18 abr. 2025.

LIPOVETSKY, Gilles. **O império do efêmero: A Moda e o seu destino nas sociedades modernas.** São Paulo: Companhia das Letras, 2009.

MACEDO, Beatriz Martins. **Avaliação do potencial de desenvolvimento de coleções de moda com recurso à tecnologia CAD 3D: estudo de caso CLO 3D.** 2022. 126 f. Dissertação (Mestrado) — Curso de Design e Marketing de Produto Têxtil, Vestuário e Acessórios, Universidade do Minho, Braga, 2022. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/83000>. Acesso em: 19/01/2025.

MCQUILLAN, H. Digital 3D design as a tool for augmenting zero-waste fashion design practice. **International Journal of Fashion Design, Technology and Education.** [s. l.], v. 13, ed. 1, p. 89-100, 9 mar. 2020. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17543266.2020.1737248>. Acesso em: 10/02/2025.

MUNHOZ, Júlia Paula. **Um ensaio sobre o fast-fashion e o contemporâneo.** 2012. 55 f. Monografia (Especialização) - Curso de Estética e Gestão de Moda, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <http://www2.eca.usp.br/moda/monografias/Julia.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2025.

RICHFORD, R. In a future of AI-designed fashion, "human-made" could become a luxury label. **The Business of Fashion**, 2024. Disponível em: <https://www.businessoffashion.com/articles/technology/in-a-future-of-ai-designed-fashion-human-made-could-become-a-luxury-label/>. Acesso em: 18 abr. 2025.

RODRIGUES, Maria João Pereira. **A tecnologia de Virtual Try-on e da Realidade Aumentada percebida na intenção de uso dos consumidores da indústria da moda.** 2022. Dissertação (Mestrado em Marketing) - Faculdade de Economia, Universidade do Porto, Porto, 2023. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/153144>. Acesso em: 18 abr. 2025.

RUSSELL, Stuart; NORVIG, Peter. Artificial Intelligence: **A Modern Approach.** 4. ed. Global Edition. Boston: Pearson, 2020. Disponível em: <https://aima.cs.berkeley.edu/global-index.html>. Acesso em: 23 jun. 2025.

SANTOS, Beatrice. **Indústria 4.0: desafios e oportunidades.** 2018. Disponível em: <https://revistas.cefet-rj.br/index.php/producaoeddesenvolvimento/article/view/e316/193>. Acesso em: 17 abr 2025.



SANTOS, Isabella Silva dos. **Impactos Ambientais Gerados Pelos Resíduos Têxteis no Brasil e Alternativas para o Futuro: uma Revisão Sistemática**. 2019. Disponível em: https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/14006?show=full&locale-attribute=pt_BR. Acesso em: 12 abr. 2025.

SENA, Taisa Vieira. Moda na era digital: explorando as tendências do metaverso, NFTs e sustentabilidade. **Revista de Ensino em Artes, Moda e Design**, Florianópolis, v. 7, n. 2, p. 1–26, 2023. DOI: 10.5965/25944630722023e3530. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/ensinarmode/article/view/23530>. Acesso em: 15 abr. 2025.

SILVA, Dailene Nogueira da. **A Tridimensionalidade da Superfície Vestível e a Impressão 3D: Processos, Estratégias e Experimentações**. 2020. 173 f. Tese (Doutorado) - Curso de Design, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2020.

SIMÕES-BORGIANI, Danielle S.. Inovação e sustentabilidade em coleção experimental do vestuário com uso da técnica zero waste. **Brazilian Journal Development**. Caruaru, p. 23743. 10 abr. 2025.

SIMMEL, Georg. A moda. In: SIMMEL, Georg. **Filosofia da moda**. Tradução de Marcos de Moraes. São Paulo: Estação Liberdade, 2008. p. 31-56.

SOUSA, Vanessa. O impacto da inteligência artificial no mundo da moda . **The Trends Hub, Porto**, n. 4, 2024. DOI: 10.34630/tth.vi4.5674. Disponível em: <https://parc.ipp.pt/index.php/trendshub/article/view/5674>. Acesso em: 18 abr. 2025.

STRUBELL, Emma; GANESH, Ananya; McCALLUM, Andrew. **Energy and Policy Considerations for Deep Learning in NLP**. In: Proceedings of the 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics. Florence, Italy: Association for Computational Linguistics, 2019. p. 3645–3650. Disponível em: <https://aclanthology.org/P19-1355/>. Acesso em: 18 abr. 2025.

THOMAS, Dana. **Fashionopolis: the price of fast fashion and the future of clothes**. New York: Penguin Press, 2019.

TONIOLLO, Michele; ZANCAN, Natália Piva; WUST, Caroline. **Indústria Têxtil: Sustentabilidade, Impactos e Minimização**. 2015. Disponível em: www.ibeas.org.br. Acesso em: 21 set. 2021.

ZANZI, Aline. **Gestão de resíduos têxteis: diretrizes pró-sustentabilidade para micro e pequenas empresas de confecção de vestuário**. 2022. 132 f. Dissertação (Doutorado) — Curso de Design de Vestuário e Moda, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2022. Disponível em: https://www.udesc.br/arquivos/ceart/id_cpmenu/9601/Disserta__o_Aline__vers_o_final_16772767400814_9601.pdf. Acesso em: 20/01/ 2025.