

“INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E O FUTURO DOS TECIDOS INTELIGENTES”

Artificial intelligence and the future of smart fabrics

Dias, Isabelle T. P. C.; Graduada; Universidade Tuiuti do Paraná, isabelle.tpcdias@gmail.com¹

Borges, Isabela D. de S.; Graduada; Universidade Tuiuti do Paraná, isasouzaadf@gmail.com²

Valente, Eunice L.; Mestra; Universidade Tuiuti do Paraná, eunice.valente@utp.br³

Resumo: Este estudo tem foco na transformação dos tecidos inteligentes por meio da integração de inteligência artificial (IA) e nanotecnologia. Os tecidos resultantes adaptam-se automaticamente às condições ambientais e necessidades dos usuários, monitorando bio-dados em tempo real para otimizar saúde e desempenho. A nanotecnologia aprimora a durabilidade e a funcionalidade dos materiais, expandindo suas aplicações em moda, medicina e esportes.

Palavras-chave: Inteligência artificial (IA); tecidos inteligentes; nanotecnologia.

Abstract: This study focuses on the transformation of smart fabrics through the integration of artificial intelligence (AI) and nanotechnology. The resulting fabrics automatically adapt to environmental conditions and user needs, monitoring bio-data in real-time to optimize health and performance. Nanotechnology enhances the durability and functionality of the materials, expanding their applications in fashion, medicine, and sports.

Keywords: Artificial intelligence (AI); intelligent fabrics; nanotechnology.

Introdução

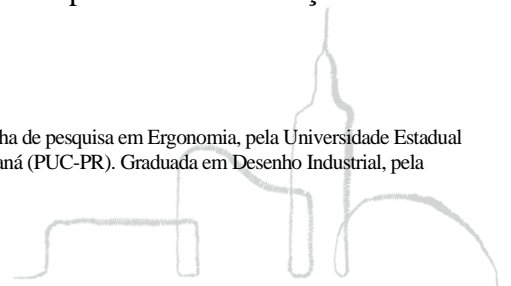
A Inteligência Artificial (IA) está desempenhando um papel crucial no desenvolvimento de tecidos inteligentes, revolucionando a indústria têxtil e de vestuário. Ao integrar sensores avançados e algoritmos de IA, esses tecidos são capazes de se adaptar dinamicamente às necessidades dos usuários, oferecendo benefícios significativos em termos de conforto, saúde e desempenho. A IA permite a análise em tempo real de bio-dados, ajustando automaticamente a funcionalidade dos tecidos para otimizar a experiência do usuário (TEIXEIRA, 1990, p. 05; LUZ, 2018).

Paralelamente, a nanotecnologia está contribuindo de maneira significativa para essa transformação. Incorporando materiais em escala nanométrica, os tecidos inteligentes podem oferecer propriedades aprimoradas, como maior durabilidade, resistência a manchas e capacidade de autolimpeza. A combinação de IA e

¹ Graduada em Design de Moda, pela Universidade Tuiuti do Paraná (UTP).

² Graduada em Design de Moda, pela Universidade Tuiuti do Paraná (UTP).

³ Docente no curso de Design de Moda da Universidade Tuiuti do Paraná (UTP). Mestra em Desenho Industrial, com linha de pesquisa em Ergonomia, pela Universidade Estadual Paulista (UNESP – Bauru). Especialista em Computação Gráfica Aplicada, pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR). Graduada em Desenho Industrial, pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR).



nanotecnologia possibilita a criação de tecidos multifuncionais que não apenas respondem ao ambiente, mas também interagem com ele de maneiras inovadoras. Essa sinergia entre Inteligência Artificial e nanotecnologia está ampliando as fronteiras do possível, prometendo aplicações em diversas áreas, incluindo moda, medicina, esporte, arquitetura, e muitas outras (LUZ, 2018).

A integração dessas tecnologias está posicionada para transformar radicalmente a maneira como os tecidos são concebidos, produzidos e utilizados, levando a uma nova era de inovação e funcionalidade na indústria têxtil.

A fundamentação teórica deste artigo abordará teorias e perspectivas de diversos autores, destacando conceitos essenciais relacionados aos temas centrais a serem explorados: Inteligência Artificial, tecidos inteligentes e nanotecnologia.

A intersecção desses temas é crucial para orientar e impulsionar o desenvolvimento deste artigo. Autores renomados oferecem *insights* valiosos sobre como a Inteligência Artificial pode ser aplicada para aprimorar a funcionalidade e a capacidade adaptativa dos tecidos inteligentes, por meio da integração de nanotecnologia para criar materiais avançados e sensíveis às mudanças ambientais.

Ao entender essas perspectivas, é possível vislumbrar o potencial revolucionário que a convergência dessas áreas pode oferecer no campo dos materiais inteligentes e na sua aplicação em diversas áreas, principalmente na indústria têxtil.

Esta é uma pesquisa de abordagem qualitativa, de natureza aplicada, cujo objetivo é exploratório. Para realizá-la, será tomada uma metodologia baseada em análise de pesquisas.

A unidade de análise, que consiste no “que” ou “quem” está sendo estudado, corresponde à Inteligência Artificial (IA) e sua aplicação no desenvolvimento de tecidos inteligentes. Não fazem parte do estudo a análise sobre o estilo, custo, estética e outros aspectos da moda, sendo delimitadas exclusivamente a IA e os tecidos tecnológicos.

Além disso, essa abordagem pode trazer inovação e criatividade para a indústria da moda, permitindo que as marcas e designers possam desfrutar da Inteligência Artificial juntamente com os tecidos nanotecnológicos. Por fim, é importante salientar que o conteúdo, aqui apresentado, faz parte da Iniciação Científica das autoras.

A Inteligência Artificial (IA)

A anedota medieval do teólogo confrontando um boneco mecânico no palácio real destaca as complexidades e implicações da Inteligência Artificial (IA). Embora a expressão "Inteligência Artificial" possa despertar temores sobre máquinas substituindo características humanas, ela representa um campo multidisciplinar que busca entender e replicar as capacidades mentais humanas por meio de programas computacionais avançados.

Esse empreendimento une especialistas em áreas como linguística, psicologia, filosofia e ciência da computação, todos buscando criar máquinas capazes de pensar e agir de maneira racional, comparando a mente humana a um computador (TEIXEIRA, 1990, p. 05).

A história da IA remonta à Segunda Guerra Mundial, quando o surgimento dos primeiros computadores modernos impulsionou avanços significativos nesse campo, influenciando áreas como psicologia, linguística e filosofia. Apesar das expectativas sobre as possibilidades da IA incluindo a perspectiva de computadores reproduzindo emoções humanas, o discurso entusiasmado dos teóricos muitas vezes parece desconectado da realidade atual, destacando a lacuna entre aspirações e realizações (TEIXEIRA, 1990, p. 05).

No entanto, esse otimismo tem impulsionado a pesquisa em Inteligência Artificial, especialmente na busca por novas arquiteturas computacionais e modelos mentais inspirados na biologia e neurofisiologia, indicando uma possível revolução teórica. O verdadeiro propósito da pesquisa em IA vai além da simples replicação de seres humanos, buscando ampliar o conhecimento sobre a mente humana e explorar suas complexidades por meio de métodos computacionais (TEIXEIRA, 1990, p. 06).

Em última análise, o sucesso ou fracasso da IA nas próximas décadas dependerá do grau de otimismo que escolhermos adotar, refletindo a capacidade da humanidade de imaginar e moldar seu próprio destino em um universo vasto e complexo (TEIXEIRA, 1990, p. 06).

Os Tecidos Inteligentes

A indústria têxtil nos países desenvolvidos está passando por uma transformação significativa, movendo-se de tecidos básicos para produtos de alta qualidade e tecnologias inovadoras. Este reposicionamento é uma resposta à competição acirrada com países em desenvolvimento. Um dos principais avanços é o desenvolvimento de tecidos inteligentes, que incorporam componentes digitais da eletrônica e da computação em sua estrutura. Essas roupas inteligentes não só permitem a integração de tecnologia nas vestimentas diárias, ampliando as possibilidades da tecnologia vestível, mas também representam uma convergência entre arte, tecnologia e ciência na indústria têxtil contemporânea (REZENDE, 2013, p. 01).

Os tecidos inteligentes, categorizados em eletrônicos, de mudança de fase e ultrassônicos, oferecem funcionalidades específicas como sensibilidade a estímulos, comunicação e resposta a diferentes condições ambientais. Originados em pesquisas militares e espaciais, como os tecidos desenvolvidos pela Gore-Tex para a missão espacial de Neil Armstrong, e influenciados pela exploração de materiais naturais como teias de aranha para produção de seda mais resistente, esses avanços estão impulsionando a indústria rumo a materiais mais sustentáveis e adaptáveis às demandas do mercado global (SORGER e UDALE, *apud* REZENDE, 2013, p. 01).

Tecidos Inteligentes e a Nanotecnologia

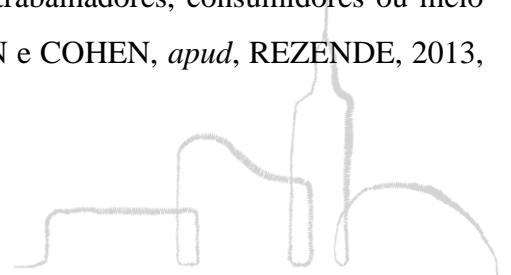
A nanotecnologia representa um campo emergente com vastas aplicações potenciais, desde a manipulação de estruturas atômicas até a criação de dispositivos em escala molecular. Inicialmente explorada em disciplinas como química, física e engenharia, sua trajetória remonta à proposta de Richard Feynman em 1959 sobre a fabricação em nanoescala, ganhando impulso significativo na década de 1980 com avanços nos métodos de fabricação e caracterização de nanoestruturas. Embora os custos ainda sejam um desafio, investimentos crescentes e progressos tecnológicos prometem tornar os produtos nanotecnológicos mais acessíveis e transformar várias indústrias, incluindo a têxtil, onde a integração de tecnologias nanotecnológicas em fibras e tecidos está redefinindo características e funcionalidades (VILELA NETO; PACHECO, 2012; REZENDE, 2013, p.23).

Os tecidos nanotecnológicos estão no centro dessa revolução, oferecendo novos atributos como resistência avançada e propriedades antibacterianas, entre outras inovações. Este avanço promete não apenas melhorar a qualidade e a eficiência na produção têxtil, mas também abrir novas oportunidades para aplicações especializadas em diversos setores. Com o potencial de transformar a indústria têxtil globalmente, as tecnologias emergentes estão impulsionando uma nova era de desenvolvimento sustentável e adaptável às demandas do mercado contemporâneo (REZENDE, 2013, p. 02).

Características dos tecidos nanotecnológicos

O surgimento dos tecidos nanotecnológicos, também conhecidos como microfibras, na década de 1980 foi marcado por avanços tecnológicos que permitiram a produção de filamentos extremamente finos, transformando a indústria têxtil. A aplicação de técnicas de engenharia química e molecular em escala nanométrica, conforme destacado por Johnson e Cohen (2010), revolucionou os tecidos ao proporcionar melhorias significativas como aumento da resistência, controle de temperatura, proteção contra raios UV, propriedades antibacterianas e repelência a água, óleo, odores e insetos. Essas inovações não só modificaram as propriedades das fibras, como tornaram possível práticas mais sustentáveis na tingimento, eliminando o uso de substâncias nocivas ao ambiente.

Em síntese, a nanotecnologia aprimorou a qualidade dos tecidos, conferindo-lhes suavidade, eficiência na troca térmica, durabilidade, secagem rápida, caimento adequado e facilitação da transpiração. Este avanço tem sido implementado de maneira acessível, sem riscos significativos para trabalhadores, consumidores ou meio ambiente, utilizando o maquinário existente na indústria têxtil (JOHNSON e COHEN, *apud*, REZENDE, 2013, p. 03).



Aplicações na indústria da moda

Hoje em dia, a moda engloba não apenas a fabricação de peças, mas também os processos criativos e exploratórios que a definem. De acordo com Avelar (2009), essas explorações desempenham um papel crucial na concepção de moda inovadora. Elas não se limitam apenas à criação de designs distintos, mas também podem incluir a introdução de novos materiais, métodos e tecnologias, além da incorporação de elementos que historicamente não estavam associados ao universo da moda (AVELAR, 2009).

Inteligência Artificial aplicada aos Tecidos Inteligentes

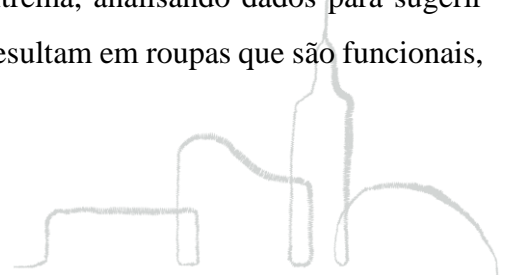
Com o avanço do mercado de tecidos inteligentes, impulsionado pela quarta revolução industrial na indústria têxtil e de vestuário, os tecidos estão se transformando, ganhando um “cérebro” alimentado por Inteligência Artificial (LUZ, 2018).

A IA já está revolucionando diversas indústrias e transformando a maneira como as pessoas viajam, fazem negócios, fazem compras e socializam. Para se tornarem mais competitivas, as empresas precisam aprofundar seu entendimento sobre as inovações possibilitadas por ela. Por isso, marcas de moda esportiva e *fitness* estão utilizando Inteligência Artificial para desenvolver roupas com melhor desempenho. No entanto, a integração de tecidos com IA ainda está em estágio inicial (LUZ, 2018).

A aplicação da Inteligência Artificial (IA), de acordo com Luz (2018), em tecidos inteligentes está transformando a indústria têxtil ao integrar tecnologia avançada para criar produtos mais funcionais e personalizáveis. Tecidos inteligentes monitoram sinais vitais e usam IA para fornecer *insights* em tempo real sobre a saúde e o bem-estar dos usuários. Além disso, as roupas podem ajustar automaticamente suas propriedades, como permeabilidade e isolamento térmico, de acordo com as condições ambientais (LUZ, 2018).

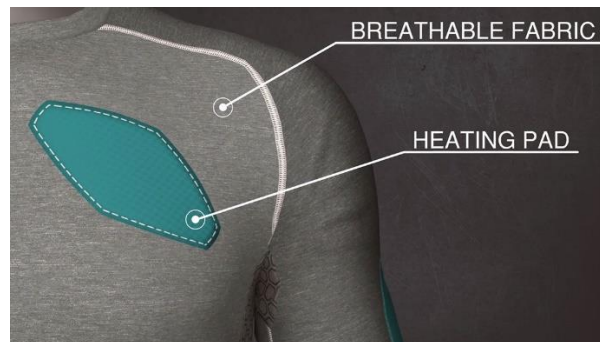
Algoritmos de IA otimizam o *design* baseado em tendências de moda e preferências dos consumidores, enquanto a produção automatizada melhora a eficiência e reduz custos. A IA também monitora a condição dos tecidos, indicando quando lavar ou reparar para prolongar a vida útil dos produtos. Em termos de segurança, tecidos inteligentes podem detectar perigos como substâncias químicas e mudanças de temperatura, alertando os usuários (LUZ, 2018).

Na moda, a Inteligência Artificial permite uma personalização extrema, analisando dados para sugerir *designs* únicos que atendem às preferências individuais. Essas aplicações resultam em roupas que são funcionais, esteticamente agradáveis, adaptáveis e interativas (LUZ, 2018).



Algumas empresas estão investindo em roupas inteligentes, como a *QOOWEAR*, que produziu a primeira roupa de trabalho térmica controlada por IA. Essa roupa pode ajustar automaticamente sua temperatura durante qualquer atividade, independentemente das condições climáticas externas. Utilizando pontos de aquecimento selecionados, a *QOOWEAR* emprega Inteligência Artificial para identificar, em tempo real, os pontos mais frios do corpo e priorizar seu aquecimento, incluindo áreas anatômicas críticas como os dedos das mãos e dos pés. Além disso, a roupa integra sistemas de sensores que permitem a análise de bio-dados em tempo real e a prevenção de riscos à saúde, como ilustrado na figura 1.

Figura 1 – *QOOWEAR*



Fonte: <https://www.gqitalia.it/gadget/hi-tech/2017/03/01/quoowear-labito-con-lintelligenza-artificiale-che-ti-scalda-dove-serve>. 2024.

A *QOOWEAR* não está sozinha na revolução têxtil com IA, existem outras marcas que se aproveitam da Inteligência Artificial para criar produtos inovadores como é o caso da *SKIIN*, marca da empresa canadense *Myant* que criou a primeira linha de roupa íntima inteligente do mundo. Outra é a *JanSport*, que desenvolveu 300 mochilas com tecido programável. Ela permite aos usuários compartilharem uma música, um vídeo musical, uma página no *Facebook* ou uma ligação à Internet com qualquer pessoa próxima. Atraente para os nativos digitais, o conceito foi desenvolvido pelo professor do *MIT*, Yoel Fink, com o objetivo de reinventar os tecidos como dispositivos programáveis (LUZ, 2018).

Entre as marcas que utilizam Inteligência Artificial para interpretar dados biológicos dos usuários está a *Sensoria*, que oferece produtos como uma meia com sensor habilitada por Inteligência Artificial, roupas inteligentes com sensores integrados e um novo aplicativo de treinamento baseado em IA. Outra marca inovadora é a *SUPA*, que lançou um sutiã esportivo alimentado por IA permitindo às usuárias monitorarem seus batimentos cardíacos, passos e outros dados biométricos. *SUPA* combina biometria, esporte, moda e Inteligência Artificial em seus produtos (LUZ, 2018).

Segue figura 2 com demonstrativo de um tecido programável.

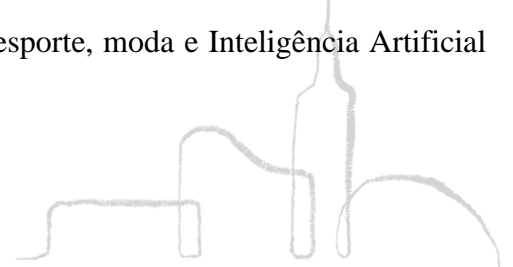


Figura 2 – Tecido programável



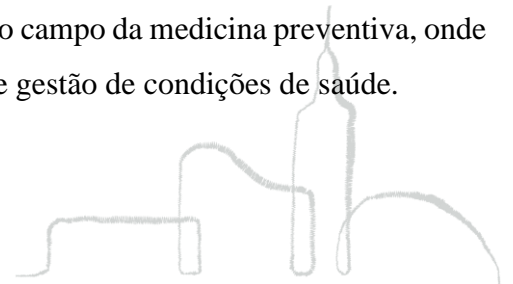
Fonte: <https://voicers.com.br/inteligencia-artificial-sera-o-cerebro-por-tras-dos-tecidos-inteligentes/>. 2024.

É provável que os futuros *wearables* utilizem tecidos altamente inteligentes para melhorar a qualidade de vida dos usuários. Os elementos mais comuns nesses tecidos são fibras condutoras, pequenas fibras tecidas diretamente na peça, eliminando qualquer volume ou sensação de realmente usar um dispositivo *wearable*, já que são parte integrante do tecido. Um exemplo comercial dessa tecnologia é a jaqueta inteligente do *Project Jacquard*, uma colaboração entre Google e Levi's. Os tecidos com Inteligência Artificial têm o potencial de transformar completamente a indústria têxtil e de vestuário, com aplicações em diversas áreas, como moda (casual, trabalho e esportiva), decoração, militar, agricultura, medicina, arquitetura, aeroespacial, automotiva, engenharia e até robótica (LUZ, 2018).

Considerações Finais

A Inteligência Artificial (IA) e a nanotecnologia estão desempenhando papéis fundamentais na evolução dos tecidos inteligentes, representando uma promissora fronteira de pesquisa e desenvolvimento. Esses avanços estão redefinindo não apenas a funcionalidade dos materiais têxteis, mas também ampliando suas aplicações em várias disciplinas científicas e industriais.

Os tecidos inteligentes habilitados por IA são projetados para adaptar-se dinamicamente às condições ambientais e às necessidades individuais dos usuários. Incorporando sensores avançados, esses materiais monitoram continuamente bio-dados em tempo real, permitindo ajustes automáticos para otimizar o conforto, a saúde e o desempenho do usuário. Essa capacidade de resposta em tempo real não apenas eleva o padrão de conforto oferecido pelo vestuário, mas também abre novas possibilidades no campo da medicina preventiva, onde roupas inteligentes podem desempenhar um papel crucial na monitoração e gestão de condições de saúde.



Além disso, a nanotecnologia tem desempenhado um papel vital ao possibilitar a integração de materiais em escala molecular nos tecidos inteligentes. Fibras condutoras e materiais nanométricos permitem a criação de tecidos multifuncionais com propriedades avançadas, como resistência a manchas, autolimpeza e maior durabilidade. Essas características não só melhoram a qualidade e a durabilidade do vestuário, mas também contribuem para a sustentabilidade ao reduzir o desperdício de materiais e prolongar a vida útil dos produtos têxteis.

Em um contexto mais amplo, os tecidos inteligentes potencializam inovações em setores diversos, como moda, esportes de alto desempenho, arquitetura e até mesmo em aplicações aeroespaciais e robóticas. Esses avanços estão não apenas transformando a maneira como vestimos e interagimos com a tecnologia, mas também moldando o futuro da indústria têxtil ao oferecer soluções adaptativas e sustentáveis para as demandas crescentes da sociedade moderna.

Portanto, a convergência da Inteligência Artificial e da nanotecnologia nos tecidos inteligentes não apenas representa um avanço significativo em engenharia de materiais, mas também abre novas fronteiras para a pesquisa interdisciplinar e para a inovação tecnológica em larga escala.

Referências

AVELLAR, Suzana. **Moda: Globalização e Novas Tecnologias**. São Paulo: Estação das Letras e Cores, 2009.

DANTAS, Matheus Bonfim. **A utilização de inteligência artificial na indústria da moda**. Natal, 2023.

GOMES, Anne Velloso Sarmento; COSTA, Ney Róblis Versiani; MOHALLEM, Nelcy Della Santina. **Os tecidos e a nanotecnologia**. São Paulo, 2015.

JOHNSON, Ingrid. COHEN, Allen C. **Fabric Science**. New York, NY: Fairchild Publications, v. 9, 2010.

LUZ, Solange. **Inteligência artificial será o “cérebro” por trás dos tecidos inteligentes**. Disponível em: <<https://www.voicers.com.br/inteligencia-artificial-sera-o-cerebro-por-tras-dos-tecidos-inteligentes/>> Acesso em: 16 fev. de 2024.

REZENDE, Sophia Cueto. **Tecnologia vestível: a nanotecnologia na moda e indústria têxtil**. Minas Gerais, 2013.

TEIXEIRA, João de Fernandes. **O que é inteligência artificial**. São Paulo.

VICENTE, Charlene. **Conheça os tecidos inteligentes e a sua aplicabilidade na moda**. 2021. Disponível em: <<https://blog.sesisenai.org.br/tecidos-inteligentes-na-moda/>> Acesso em: 16 de fev. de 2024

VILELA NETO, Omar Paranaíba; PACHECO, Marco Aurélio Cavalcanti. **Nanotecnologia Computacional Inteligente: Concebendo a Engenharia em nanotecnologia**. PUCRio:Interiência, 2012.