

Artigo de Revisão

# REVOLUÇÕES TECNOLÓGICAS E A RELAÇÃO COM O SETOR TÊXTIL: PERSPECTIVAS BASEADAS EM INDÚSTRIA 3.5, INDÚSTRIA 4.0 E INDÚSTRIA 5.0

Technological revolutions and the relationship with the textile sector: perspectives based on Industry 3.5, Industry 4.0 and Industry 5.0

Gabriela Maestri<sup>1</sup>, Gisele Cristina Bessa<sup>1</sup>, Fernando Ribeiro Oliveira<sup>1</sup>, Fernanda Steffens<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Engenharia Têxtil (PGETEX), Universidade Federal de Santa Catarina, campus Blumenau, CEP 89036-002, Blumenau, Santa Catarina, Brasil

Submetido em: 28.02.2021; Aceito em: 30.04.2021; Publicado em: 13-09-2021

\*Autor para correspondência: fernanda.steffens@ufsc.br

**Resumo:** As revoluções industriais da era moderna encontram-se em rápido desenvolvimento e conforme intensifica-se a utilização de tecnologias emergentes (análise *big data*, internet das coisas, sistemas *cyber-físicos*), consolida-se cada vez mais a quarta revolução industrial, ou Indústria 4.0. Todavia, sabe-se que alguns países não se adequaram tão rapidamente a essas mudanças tecnológicas, e se encontram em uma fase transitória entre a Indústria 3.0 e 4.0, chamada “Indústria 3.5”. Ainda considerando os aprimoramentos constantes das tecnologias surge um novo conceito, definido como Indústria 5.0. A tradicional indústria têxtil apresenta grande potencial para se aperfeiçoar considerando principalmente a quinta revolução industrial. Portanto, o objetivo deste trabalho é classificar as ramificações do setor têxtil e avaliar criteriosamente as perspectivas futuras de cada segmento de acordo com revoluções industriais apresentadas. Este estudo é baseado em revisão de literatura dos conceitos das indústrias 3.5, 4.0 e 5.0 em conjunto com análise crítica da área têxtil em relação aos avanços tecnológicos, podendo vir a contribuir positivamente com a indústria têxtil a partir de uma visão macro do setor, enaltecendo as tendências para as áreas que a compõem acerca das novas revoluções industriais.

**Abstract:** The industrial revolutions of the modern era are in fast development and as the use of emerging technologies intensifies (big data analysis, internet of things, cyber-physical systems), the fourth industrial revolution, or Industry 4.0, is increasingly consolidated. However, it is known that some countries have not adapted so quickly to these technological changes and are in a transitional phase between Industry 3.0 and 4.0, called “Industry 3.5”. Even considering the constant improvements in technologies, a new concept emerges, defined as Industry 5.0. The traditional textile industry has great potential for improvement, especially considering the fifth industrial revolution. Therefore, the aim of this work is to classify the ramifications of the textile sector and carefully evaluate the future perspectives of each segment according to the industrial revolutions presented. This study is based on a literature review of the concepts of 3.5, 4.0 and 5.0 industries, together with a critical analysis of the textile area in relation to technological advances, which may contribute positively to the textile industry from a macro view of the sector, praising the trends for the areas that compose it about the new industrial revolutions.

**Palavras-chave:** personalização, customização em massa, indústria têxtil, tecnologias emergentes.

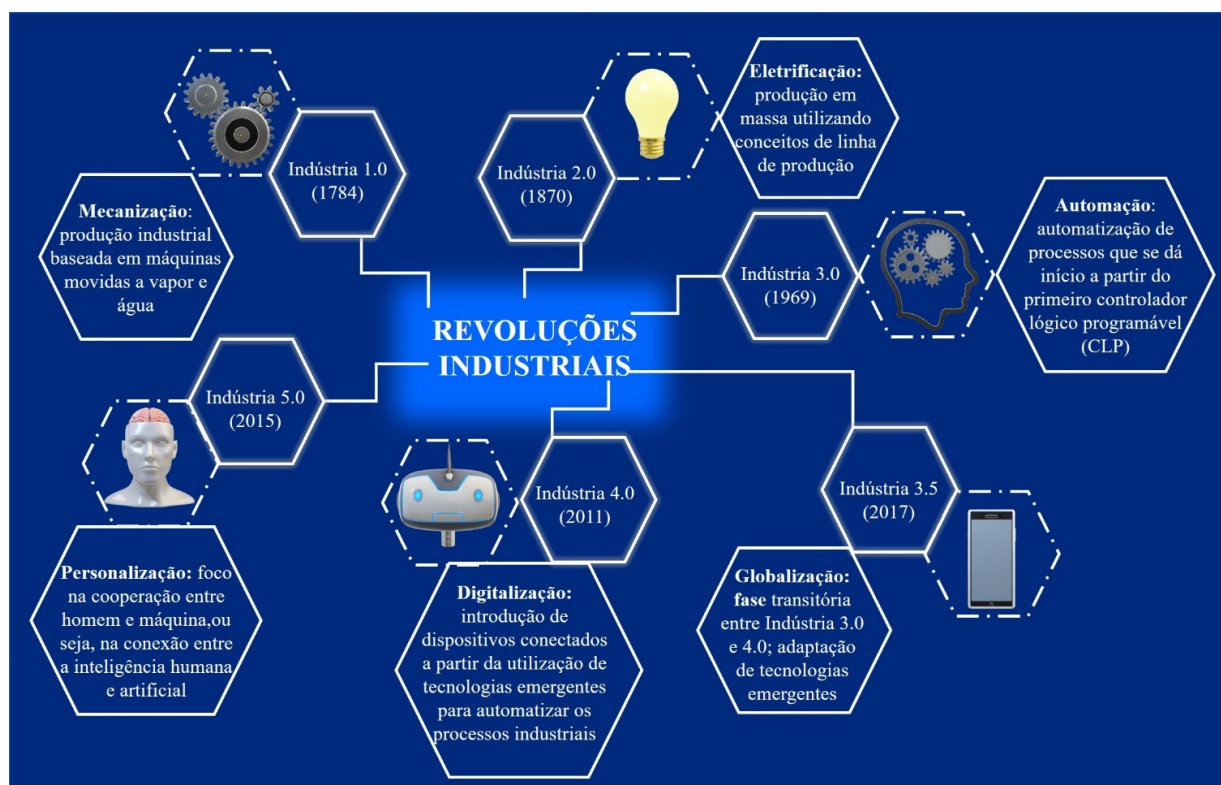
**Keywords:** personalization, mass customization, textile industry, emerging technologies.

## INTRODUÇÃO

A produção industrial mundial foi alterada drasticamente ao longo dos últimos anos, e as cadeias produtivas foram transformadas em modelos colaborativos. Ou seja, linhas de produção antes formadas apenas por colaboradores passam a ser um modelo onde as máquinas trabalham junto com as pessoas em um mesmo cenário (JAMRUS et al., 2020), muitas vezes baseados em conceitos de Indústria 4.0, devido ao uso de tecnologias emergentes como inteligência artificial, robótica e internet das coisas (IoT) (CHIEN et al., 2017b). Os modelos de negócios e as soluções industriais tecnológicas tendem a gerar um impacto global positivo (CHIEN et al., 2020).

No entanto, alguns países, como por exemplo Taiwan, não conseguiram ainda se adaptar totalmente ao conceito de Indústria 4.0, e se encontram entre as revoluções industriais tecnológicas 3.0 e 4.0, chamada de “Indústria 3.5” (CHIEN et al., 2017b; CHIEN et al., 2020). A Indústria 3.5 pode ser definida como uma fase transitória, onde as empresas têm o objetivo de concluir os quatro principais pilares da Indústria 4.0, ou seja, a utilização das tecnologias mais importantes que são: análise *big data*, IoT, sistemas *cyber*-físicos e construção/adaptação da infraestrutura da empresa, para que o avanço seja concretizado positivamente, partindo de um modelo industrial pouco automatizado (Indústria 3.0), para uma organização que utiliza tecnologias emergentes a fim de construir uma empresa autônoma, seguindo os conceitos de Indústria 4.0.

Ao mesmo tempo que o conceito de Indústria 3.5 é definido, surge a qualificação da Indústria 5.0, focada na personalização de produtos para torná-los cada vez mais individualizados. A Figura 1 aborda de maneira sumarizada as revoluções industriais, partindo da Indústria 1.0 até a Indústria 5.0.



**Figura 1.** Revoluções industriais: 1.0 até 5.0. Fonte: Adaptado de (ASLAM et al., 2020).

A partir da análise da Figura 1, verifica-se que com o passar dos anos aumentou-se a complexidade e a rapidez das revoluções industriais, e as estimativas indicam que cada vez mais o mercado deve estar apto para as mudanças tecnológicas (IMRAN et al., 2018).

Dentre os diversos segmentos industriais, a indústria têxtil se destaca pelo seu elevado índice de empregabilidade a nível global e pelo fato de que o vestuário é a segunda maior necessidade do ser humano, perdendo apenas para o ato de alimentar-se (NAYAK & PADHYE, 2017).

A indústria têxtil, apesar de considerada tradicional, é muito competitiva globalmente. Embora sua complexidade, devido as ramificações que compreendem os setores de fiação, tecelagem plana, malharia, tinturaria, estamperia (KU et al., 2020; RUIKAR et al., 2019; TSAI, 2018) e confecção (LEE & LIN, 2018), a indústria têxtil também persiste na tentativa da customização em massa para atender a atual demanda dinâmica existente (KU et al., 2020).

Apesar de todo o destaque desta indústria, o segmento têxtil necessita realizar algumas alterações em seu processo produtivo, conseqüentemente reduzindo o *lead-time* e aumentando a produtividade e a qualidade dos produtos finais (KU et al., 2020). Além disso, o setor têxtil possui grande vantagem em relação ao mercado futurístico focado na Indústria 5.0, uma vez que, conforme o próprio conceito, está relacionado à personalização e individualização dos produtos. Neste caso, a indústria têxtil baseada em conceitos de indústria 5.0 pode oferecer vestuário personalizado a partir da utilização de um *body scanner* para a mensuração das medidas do corpo, por exemplo.

Apesar de já existirem tecnologias inovadoras acerca dos processos realizados no segmento têxtil, muitas empresas ainda não se adaptaram a estes conceitos devido à algumas barreiras que as tecnologias de indústria 4.0 apresentam, tais como elevado investimento financeiro e a necessidade de capacitar a equipe (NORMAN, 2020). Todavia, se faz necessário o estudo e entendimento de possibilidades alternativas futuras para uma cadeia de produção flexível e inteligente (CHIEN et al., 2017b; JAMRUS et al., 2020), possibilitando o crescimento do setor têxtil junto ao desenvolvimento do mercado industrial global, tornando-o cada vez mais competitivo e valorizado (KU et al., 2020).

O objetivo do presente artigo é apresentar os conceitos definidos como revoluções industriais tecnológicas (Indústria 3.5, 4.0 e 5.0) e como estes podem estar inseridos nas diferentes áreas da indústria têxtil, possibilitando uma produção inteligente no setor supracitado, além de destacar as vantagens que estas mudanças podem oferecer a este segmento a médio prazo.

## DESENVOLVIMENTO

As revoluções tecnológicas da era moderna, ou migrações tecnológicas, tiveram início com o marco do primeiro controlador lógico programável (CLP), na terceira revolução industrial, também chamada de Indústria 3.0 (SIMONIS et al., 2016). Em 2011, na Alemanha, durante uma feira em Hannover (*Hannover Messe*) o conceito de Indústria 4.0 ganhou o mundo contribuindo com a inserção de tecnologias emergentes e colaborativas, permitindo a flexibilização das indústrias produtivas (DEMIR et al., 2019; PASCHEK et al., 2019).

Todavia, como citado anteriormente, alguns países se encontram em uma fase transitória chamada de “Indústria 3.5” (CHIEN et al., 2020), ou seja, no período de mudanças entre as revoluções 3.0 e 4.0. Entretanto, já existem pesquisas acerca de revoluções tecnológicas que mencionam sobre a Indústria 5.0, a partir da concepção de mini-fábricas e a manufatura de produtos personalizados, operando em modelo colaborativo homem-máquina. Um conceito que pode parecer futurístico em alguns países, no entanto, já realidade em outros.

Historicamente, as revoluções industriais trazem benefícios aos setores produtivos, como possibilitam maiores níveis de produção, aumento do controle de qualidade, redução de desperdícios, e oferecem a capacidade de produzir itens diferenciados e globalmente competitivos.

Atualmente, cada vez mais faz-se necessário o investimento em estratégias competitivas digitais e tecnológicas, pois o próprio mercado consumidor, que vive em uma sociedade digitalizada, demanda de produtos que se encaixem nos conceitos atuais de tecnologia e informação (ELLITAN et al., 2020)

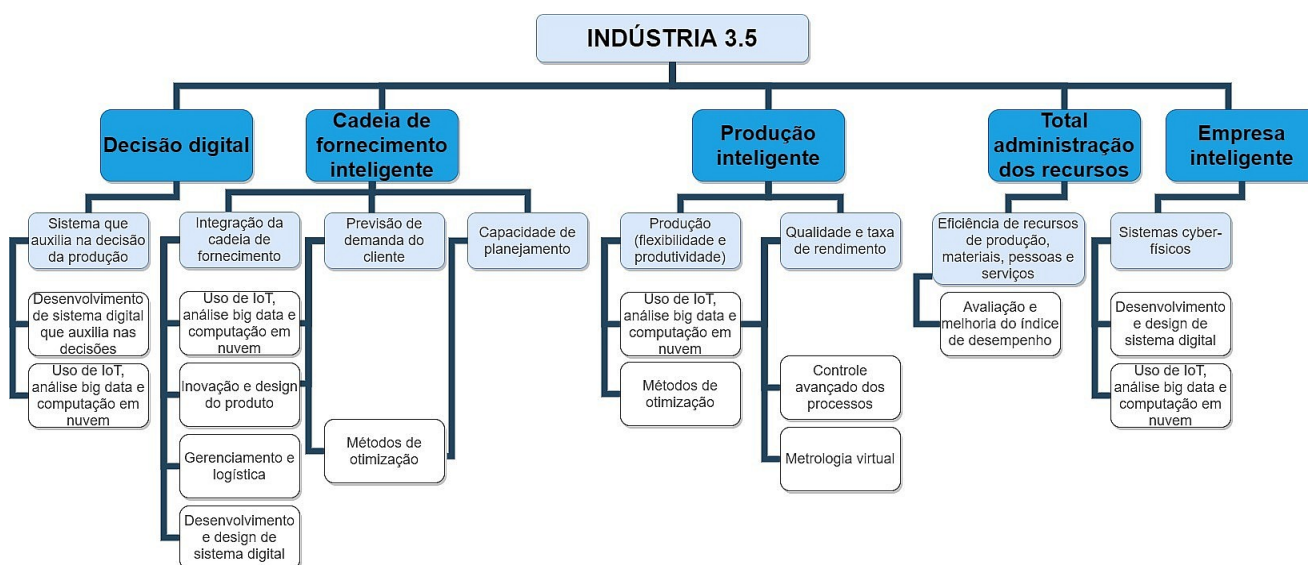
## MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento desta revisão de literatura com foco na indústria têxtil, foi utilizado a ferramenta de busca de artigos científicos nas bases de dados *Google Scholar* e *Science Direct*, a partir das palavras-chaves: “*industry 3.0*”, “*industry 3.5*”, “*industry 4.0*”, “*industry 5.0*”, e combinando o termo “*textile industry*” às palavras-chaves mencionadas. A busca foi limitada em artigos de pesquisa e de revisão bibliográfica, excluindo-se patentes, livros e citações.

Com exceção da palavra-chave “*industry 4.0*”, a qual foi utilizada um filtro de período de busca entre 2016-2020, e a seguir selecionados os artigos mais relevantes, realizou-se uma leitura sistêmica de todos os artigos encontrados com as palavras-chaves “*industry 3.0*”, “*industry 3.5*” e “*industry 5.0*” para a construção dos conceitos e resultados do presente artigo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo chamado de “Indústria 3.5” é caracterizado pela fase transitória entre as Indústrias 3.0 e 4.0 (KU et al., 2020). Apesar de estar inserida entre ambas, a mesma surge após a definição da Indústria 4.0. O conceito aborda tomadas de decisão digitais, compreendendo desde uma cadeia de fornecimento e produção inteligente, a total administração de recursos utilizando diferentes técnicas para aumentar a eficiência e a produtividade, seguida das definições que fazem parte de uma empresa inteligente (CHIEN et al., 2017b), conforme apresentado em forma de fluxograma na Figura 2.

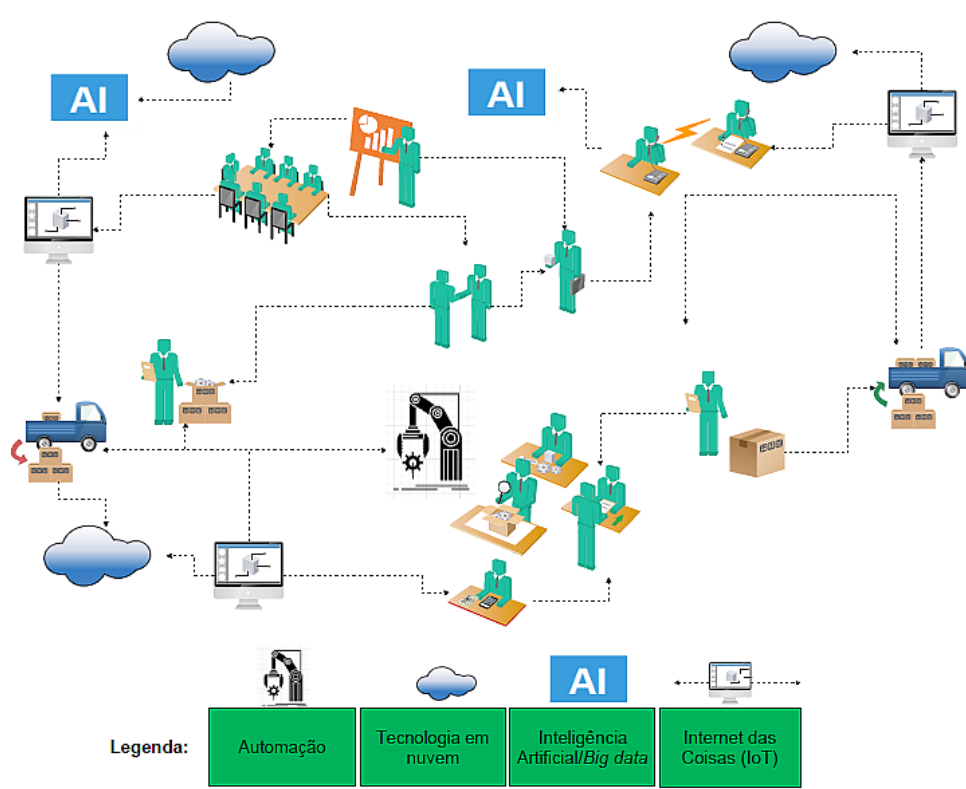


**Figura 2.** Definições da Indústria 3.5. Fonte: Adaptado de (CHIEN et al., 2017a).



O conceito de Indústria 3.5 é mencionado como um sistema híbrido (HSU et al., 2020), capaz de oferecer suporte às empresas, relacionado a Indústria 3.0, para que alcancem o modelo 4.0, sem que sofram impactos socioeconômicos graves (KU et al., 2020; CHIEN et al., 2020), uma vez que a principal barreira da Indústria 4.0 é o elevado investimento financeiro (OZKAN-OZEN et al., 2020).

As principais tecnologias utilizadas neste modelo são: análise *big data*, IoT, sistemas *cyber*-físicos e construção/adaptação da infraestrutura (CHIEN et al., 2017b). Estas tecnologias representam os 4 pilares da Indústria 4.0, e estão inseridos na fase de transição definida pela Indústria 3.5, para que estejam bem consolidados quando todos os conceitos da Indústria 4.0 forem realmente aplicados (CHIEN et al., 2017a). A Figura 3 ilustra o modelo operacional de uma Indústria 3.5.



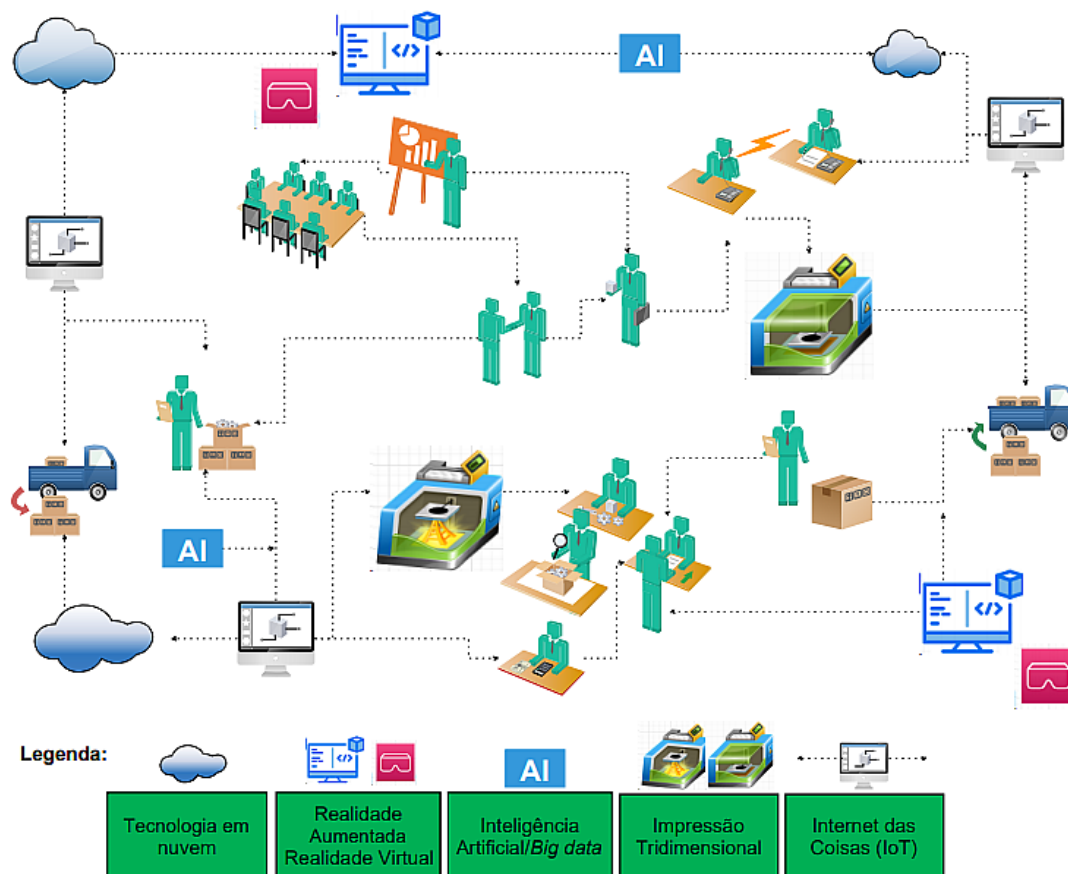
**Figura 3.** Indústria 3.5: fábricas inteligentes. Fonte: Elaboração própria.

O objetivo da introdução da Indústria 3.5 é permitir que os elementos que compõem a Indústria 4.0 sejam positivamente conquistados pelas indústrias que desejarem obtê-los (CHIEN et al., 2017a; HSU et al., 2020).

## Indústria 4.0

A quarta revolução industrial é descrita pelo crescimento da comunicação e tecnologia da informação durante os processos produtivos. Caracteriza-se pelo elevado nível de automatização industrial. É apresentada com princípios de interoperabilidade (integração e comunicação entre os equipamentos), transparência na informação, sistemas que proporcionam cópias virtuais de objetos reais, assistência técnica por inteligência artificial e a implementação de sistemas técnicos que possam atuar e executar tarefas de maneira independente (PASCHEK et al., 2019).

As tecnologias emergentes presentes na quarta revolução industrial são: sistemas *cyber*-físicos; IoT; fábricas inteligentes; análise de *big data*, realidade aumentada, inteligência artificial; tecnologia em nuvem, robótica e impressão tridimensional (AHMAD et al., 2020; ANEJA et al., 2019; CHIEN et al., 2017a; PASCHEK et al., 2019).



**Figura 4.** Indústria 4.0: elevado nível de automação industrial. Fonte: Elaboração própria.

Na Figura 4 observa-se a presença de um elevado nível de automação, através de diversas tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0: tecnologia em nuvem, realidade aumentada/virtual, inteligência artificial/big data, impressão tridimensional e internet das coisas (IoT). O conceito de Indústria 4.0 possibilita o monitoramento de dados em tempo real, customização em massa, rápida tomada de decisão, adaptabilidade e uma maior eficiência dos processos (ANEJA et al., 2019; CHIEN et al., 2017b).

Dentre os fatores determinantes que englobam o bom funcionamento de uma indústria no modelo 4.0 destacam-se a compreensão e treinamento dos colaboradores por parte da administração, relacionadas às tecnologias emergentes a serem implantadas na empresa (OZKAN-OZEN et al., 2020).

De acordo com a literatura, os benefícios da introdução dos conceitos da Indústria 4.0 abrangem maior eficiência de processo, justificada pelo fato de existirem equipamentos capazes de auxiliar e de tomar decisões de maneira independente, o que também afeta positivamente na qualidade dos produtos; mais agilidade durante o processo, devido a flexibilização proporcionada pela manufatura de pequenos lotes, permitindo, inclusive, uma produção mais variada e a experimentação de novos produtos; redução de custos, pois após a realização do investimento, os lucros tendem a serem elevadíssimos, além de existir um melhor controle dos insumos (PASCHEK et al., 2019).

Ainda, a indústria da virtualização tende a contribuir positivamente em situações inesperadas, como a vivida principalmente no ano de 2020, ocasionada pelo vírus SARS-Cov-2 (COVID-19), que se iniciou na cidade de Wuhan na China, e foi responsável até o presente momento por mais de 4,5 milhões de mortes e 220 milhões de contágios confirmados até setembro de 2021, a nível global (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2021). Esta situação impactou não apenas a saúde humana, como toda a cadeia industrial mundial, pois paralisou a atividade econômica em determinados segmentos, resultando em fortes declínios no crescimento industrial. Por isso, a utilização de ferramentas e tecnologias relacionadas a Indústria 4.0 são benéficas, pois podem manter as pessoas em segurança a partir do trabalho *home office* e a utilização cada vez mais intensa da internet para diversas atividades, tornando possível o planejamento, acompanhamento e remanejamento das atividades industriais remotamente (JAVAID et al., 2020; KHURANA et al., 2020).

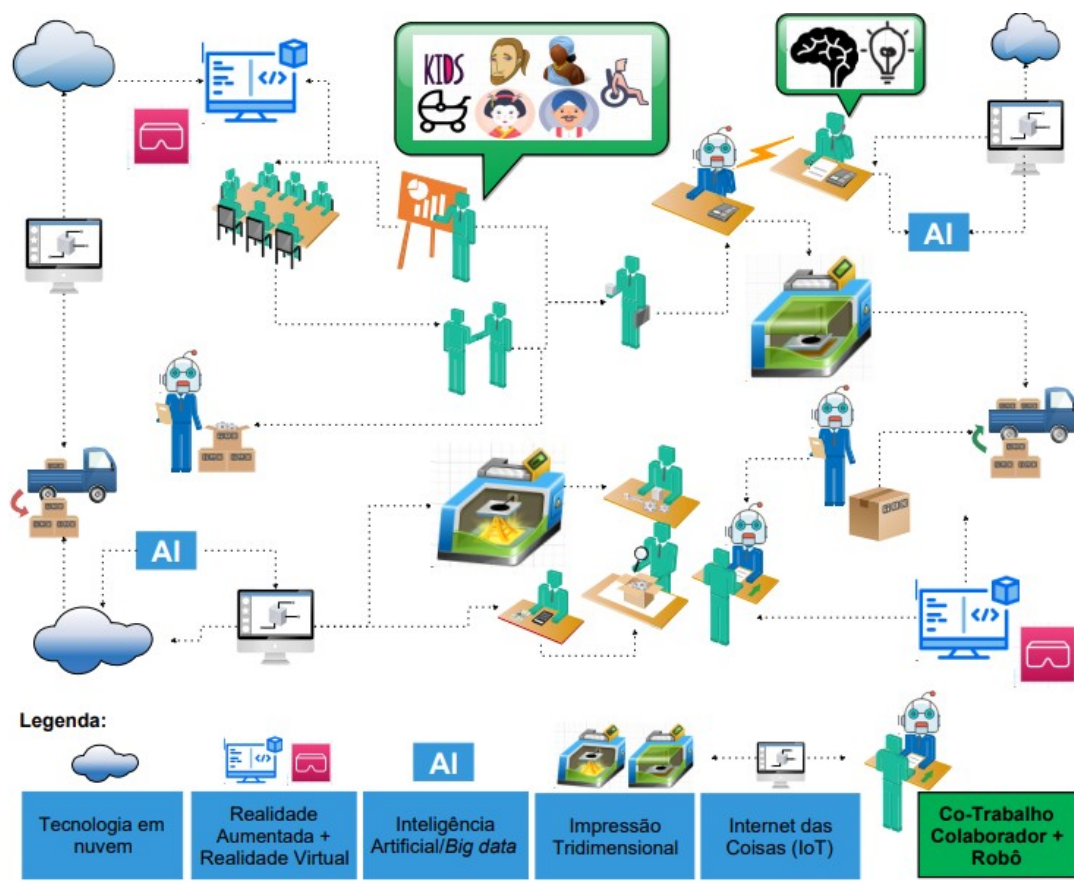
## Indústria 5.0

O termo “Indústria 5.0”, também conhecido como a quinta revolução industrial, foi introduzido pela primeira vez em 2015 e contempla a personalização dos produtos e confirma a interação entre o homem e os sistemas inteligentes (HALEEM & JAVAID, 2019a; MAJID et al., 2019; NAHAVANDI, 2019), combinando a criatividade humana com a rapidez e precisão de robôs, além da possibilidade destes operarem em situações as mais adversas, que poderiam colocar em risco a saúde humana (PASCHEK et al., 2019).

O principal motivo em que pesquisadores apontam a necessidade da Indústria 5.0 é caracterizado pela exigência por produtos cada vez mais personalizados, e o mercado deve estar preparado para atender e acompanhar esta demanda (ASLAM et al., 2020; PASCHEK et al., 2019). Isto ocorre porque cada vez mais a população deseja expressar sua individualidade por intermédio dos produtos que usa. Neste ponto destacam-se fortemente o vestuário e acessórios exclusivos (PASCHEK et al., 2019), atualmente impulsionados por técnicas de manufatura quase que artesanais (MAJID et al., 2019; OZKESER, 2018). Portanto, a Indústria 5.0 opera em um sistema baseado na personalização de produtos, focado em pequenos lotes de produção com produtos individualizados e consequentemente com maior valor agregado. Este conceito difere da Indústria 4.0, que opera em um modelo de produção em massa em linhas de produção autônomas, com foco em grandes lotes de produção a fim de atender uma elevada demanda de produtos.

As tecnologias que compõem a Indústria 5.0 são: manufatura aditiva, robôs colaborativos, internet de tudo, ou seja, mais da metade de todos os objetos conectados a uma rede de internet, produção inteligente, ecossistema digital, inteligência artificial emergente, sistemas adaptativos complexos e tecnologias e sistemas multiagentes (ASLAM et al., 2020; HALEEM & JAVAID, 2019a). Mesmo podendo ser considerada um modelo futurístico, a Indústria 5.0 já faz parte do panorama de diversos negócios, como por exemplo, na fabricação de equipamentos industriais, onde um colaborador qualificado complementa as atividades que a máquina (mesmo com inteligência artificial), ainda não realiza de maneira autônoma (HANIF & IFTIKHAR, 2020; PASCHEK et al., 2019).

Na Figura 5 estão ilustradas as principais caracterizações da Indústria 5.0, por meio das palavras “personalização”, “criatividade” e pela simulação do co-trabalho entre colaboradores e robôs. As tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 também estão presentes pois considerou-se um cenário de transição. Além disso, é possível que futuramente diversas das tecnologias da Indústria 4.0 estejam mais acessíveis e enquadradas num novo estágio de evolução, a fim de acompanhar as novas inclinações da sociedade e Indústria 5.0.



**Figura 5.** Indústria 5.0: personalização de produtos e serviços e co-trabalho entre colaboradores e robôs.  
 Fonte: Elaboração própria.

A Indústria 5.0 apresenta potencial para afetar grandes áreas como a economia, a ecologia e as relações interpessoais (DEMIR et al., 2019; MAJID et al., 2019). Isto porque prevê-se uma perspectiva de redução de desperdícios urbanos, ou seja, evitar a redução de espaços vazios; alteração do processo industrial e logístico, devido a diminuição da produção e de elevados estoques; e social (aumento da valorização de técnicas artesanais devido a personalização dos produtos (OZKESER, 2018; PASCHEK et al., 2019).

Em decorrência deste elevado potencial de personalização, a Indústria 5.0 favorece fortemente a área médica, permitindo a produção de suprimentos como implantes e dispositivos médicos individualizados (HALEEM & JAVAID, 2019a), além de alavancar o desenvolvimento de exames computacionais elaborados em quatro dimensões, tal como a tomografia computadorizada e a ressonância magnética (HALEEM & JAVAID, 2019b).

### Comparações entre indústria 3.5, 4.0 e 5.0

A Tabela 1 apresenta uma comparação entre os principais parâmetros relacionados a Indústria 3.5, Indústria 4.0 e Indústria 5.0.



**Tabela 1.** Comparações entre Indústria 3.5, 4.0 e 5.0. Fonte: Adaptado de (CHIEN et al., 2017b; HALEEM & JAVAID, 2019a; MAJID et al., 2019; PASCHEK et al., 2019).

<b>Parâmetros</b>	<b>Indústria 3.5</b>	<b>Indústria 4.0</b>	<b>Indústria 5.0</b>
<b>Definição</b>	Habilidade para tomada de decisão a partir da integração da análise de dados	Indústria inteligente utilizando tecnologias como IoT e sistemas <i>cyber</i> -físicos	Combinação entre a criatividade humana com a rapidez e a execução de trabalhos repetitivos e/ou árduos de robôs
<b>Estratégia de produção</b>	Produção flexível	Customização em massa	Personalização dos produtos
<b>Controle de qualidade</b>	Processos de controle avançados	O sistema, que é integrado, é capaz de prever a possibilidade de ocorrer defeitos nos produtos, e informar o tipo de falha, seu local e dimensão, dependendo do banco de dados inseridos no sistema	A robotização auxilia na redução de defeitos; controle de produtos personalizados em tempo real
<b>Administração de recursos</b>	Total	Autoconfigurável e otimizável	Dispositivos digitais com a supervisão de seres humanos

## Análise crítica: aplicações no setor têxtil

A análise de investimentos em tecnologia em uma indústria se dá por três pilares da economia de mercado: primeiro, a análise do setor em que a empresa atua; segundo, questões relacionadas a política, economia, demografia e socioculturais; e terceiro, relativo ao poder de barganha, possibilidade de produtos substitutos, ameaça de concorrente. Estes fatores devem ser avaliados quando na intenção de investir em tecnologias emergentes presentes na Indústria 3.5, Indústria 4.0 ou Indústria 5.0 (ELLITAN et al., 2020).

Com o aumento do desenvolvimento e produção de têxteis inteligentes, a cadeia produtiva também deve ser adaptada, e tecnologias como inteligência artificial e análise *big data* podem tornar possível e auxiliar a produção destes materiais, sem a necessidade de uma grande mudança nas instalações da empresa, reduzindo custos e desperdícios (CHIEN et al., 2020). Além disso, indústria têxtil é fragmentada, composta por diversos setores, desde a fiação ao produto acabado, e possui diferenças em seu modo de produção que varia de acordo com o local onde está inserida (ANEJA et al., 2019; KÜSTERS et al., 2017), sendo de fundamental importância na economia de diversos países como Japão, China, Índia, Egito, Taiwan, Estados Unidos, Reino Unido, Coreia do Sul, Vietnã, África, e alguns países da América do Sul, como o Brasil (CHEN, 2019). Desta forma, a partir das definições apresentadas relativas as diferentes revoluções industriais, a Tabela 2 apresenta cada ramificação do setor têxtil, seguida da classificação atual e previsão de classificação futura, de acordo com os conceitos de Indústria 3.5, 4.0 e 5.0, discutindo as alterações necessárias para que a classificação futura seja alcançada, conectando às informações a uma justificativa, com o intuito de fundamentar às alterações sugeridas.

**Tabela 2.** Classificação dos setores que compõem a indústria têxtil considerando as revoluções industriais

Setor	Classificação atual	Previsão de classificação	Alterações	Justificativa
Fiação	Indústria 3.5	Indústria 4.0	Uso de mais tecnologias e de “robôs” que façam a manutenção dos equipamentos de forma autônoma e controlem a qualidade de todo fluxo produtivo em tempo real	O setor de fiação não atende o cliente final (consumidor) ou seja, não tem necessidade de se adequar à personalização de produtos (indústria 5.0)

<b>Malharia</b>	Indústria 3.0	Indústria 5.0	Inserção de planta industrial moderna, com controle de qualidade e emendas de fios realizadas de forma automática, manutenção autônoma e robôs para auxiliar a troca de artigos	Pode atender o consumidor final a partir da produção de peças prontas e sob medida, permitindo a escolha de texturas, cores, padronagens de lotes pequenos e individualizados
<b>Tecelagem plana</b>	Indústria 3.5	Indústria 5.0		
<b>Estamparia</b>	Indústria 3.5	Indústria 5.0	Uso de plataformas digitais como aplicativos, em que o consumidor, a partir de tecnologias digitais da Indústria 4.0, escolhe seu produto podendo personalizá-lo	Forte tendência para a personalização de estampas, incluindo a utilização de pigmentos/corantes condutores ou com outros agentes funcionais e inteligentes (que respondam a determinados estímulos)
<b>Tinturaria</b>	Indústria 3.5	Indústria 4.0	Equipamentos autônomos para realização de ensaios de qualidade (acerto da cor desejada), solidez à lavagem/fricção/luz solar	Este setor a princípio não atende o consumidor final, e só se encaixará em Indústria 5.0, caso produza lotes com corantes e/ou auxiliares personalizados
<b>Confecção</b>	Indústria 3.0	Indústria 5.0	Uso de plataformas digitais como aplicativos, em que o consumidor, a partir de tecnologias digitais da Indústria 3.5 e 4.0, personaliza o seu produto	Setor com maior tendência à produção individualizada e personalizada de vestuário e acessórios têxteis

A Tabela 2 apresenta uma visão macro da indústria têxtil e algumas perspectivas para os setores que a compõem. Observa-se que as empresas têxteis apresentam uma forte tendência para uma maior automatização dos processos, principalmente nas áreas onde atendem ao consumidor final, as quais demandarão maior conhecimento das tecnologias digitais para que a indústria atue em sinergia com a automação, digitalização, globalização e personalização dos processos com sucesso.

Vale ressaltar que os modelos sugeridos, como os apresentados na coluna “alterações” da Tabela 2, têm relação com a sociedade, e que além dos benefícios econômicos que estas mudanças promovem, são de fato necessárias, pois o consumidor da “Sociedade 5.0” anseia por produtos personalizados proporcionados pelas tecnologias virtuais, e o mercado deve estar apto para atendê-lo.

## CONCLUSÕES

O presente artigo caracterizou conceitos importantes relacionados às revoluções industriais tecnológicas da era moderna, definindo e qualificando as Indústrias 3.5, 4.0 e 5.0 com foco em perspectivas futuras. Além disso, o estudo analisou as diferentes ramificações que compõem o setor têxtil, apresentando a realidade atual e perspectivas futuras de acordo com a respectiva revolução tecnológica a qual pertence, fornecendo as justificativas para que estas alterações se consolidem em um futuro próximo.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo suporte na realização desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- AHMAD, S; MISKON, S; ALABDAN, R; TLILI, I. Towards sustainable textile and apparel industry: Exploring the role of business intelligence systems in the era of industry 4.0. **Sustainability** **12** (7), 1-23, 2020.
- ANEJA, AP; KUPKA, K; MILITKY, J; KADI, N. Textile Industry 4.0 – Preparing for Digital Future. **Anais do 19º AUTEX** 11–15, 2019.
- ASLAM, F; AIMIN, W; LI, M; REHMAN, KU. Innovation in the era of IoT and industry 5.0: Absolute innovation management (AIM) framework. **Information** **11** (2), 1-24, 2020.
- Automation in Garment Manufacturing: Automation in Garment Manufacturing. 1st rev. ed. Duxford: Elsevier; 2018. 168 p. 1 vol. ISBN: 978-0-08-101211-6.
- CHEN, C. Value Creation by SMEs Participating in Global Value Chains under Industry 4.0 Trend: Case Study of Textile Industry in Taiwan. **Journal of Global Information Technology Management** **22** (2), 120–145, 2019.
- CHIEN, C; HONG, T; GUO, H. An empirical study for smart production for TFT-LCD to empower Industry 3.5. **Journal of the Chinese Institute of Engineers, Transactions of the Chinese Institute of Engineers, Series A** **40** (7), 552–561, 2017a.
- CHIEN, C; HONG, T; GUO, H. A Conceptual Framework for “Industry 3.5” to Empower Intelligent Manufacturing and Case Studies. **Procedia Manufacturing** **11**, 2009–2017, 2017b.
- CHIEN, C; TSENG, M; TAN, R; TAN, K; VELEK, O. Industry 3.5 for Sustainable Transition and Total Resource Management. **Resources, Conservation and Recycling** **152** (2020), 1-2, 2020.
- DEMIR, KA; DÖVEN, G; SEZEN, B. Industry 5.0 and Human-Robot Co-working. **Procedia Computer Science** **158**, 688–695, 2019.
- ELLITAN, L; ANATAN, L. Achieving Business Continuity in Industrial 4.0 and Society 5.0. **International Journal of Trend in Scientific Research and Development** **4** (2), 235–239, 2020.
- HALEEM, A; JAVAID, M. Industry 5.0 and its applications in orthopaedics. **Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma**, **10** (4), 807–808, 2019a.
- HALEEM, A; JAVAID, M. Industry 5.0 and its expected applications in medical field. **Current Medicine Research and Practice** **9** (4), 167–169, 2019b.



- HANIF MI, IFTIKHAR L. Post COVID-19 Industrial Revolution 5.0. The dawn of Cobot, Chipbot and Curbot. **Pakistan Journal of Surgery and Medicine** 1 (2), 122–126, 2020.
- HSU, CY; CHEN, WJ; CHIEN, JC. Similarity matching of wafer bin maps for manufacturing intelligence to empower Industry 3.5 for semiconductor manufacturing. **Computers and Industrial Engineering** 142 (2020), 1-14, 2020.
- IMRAN, M; UL HW; UL HA. Influence of Industry 4.0 on the production and service sectors in Pakistan: Evidence from textile and logistics industries. **Social Sciences** 7 (12), 1-21, 2018.
- JAMRUS T; WANG HK; CHIEN CF. Dynamic coordinated scheduling for supply chain under uncertain production time to empower smart production for Industry 3.5. **Computers and Industrial Engineering** 142 (2020), 1-9, 2020.
- JAVAID, M; HALEEM, A; VAISHYA, R; BAHL, S; SUMAN, R; VAISH, A. Industry 4.0 technologies and their applications in fighting COVID-19 pandemic. **Diabetes and Metabolic Syndrome: Clinical Research and Reviews** 14 (4), 419–422, 2020.
- KHURANA, S; HALEEM, A; LUTHRA, S; HUISINGH, D; MANNAN, B. Now is the time to press the reset button: Helping India's companies to become more resilient and effective in overcoming the impacts of COVID-19, climate changes and other crises. **Journal of Cleaner Production** 280 (2019) 1-87, 2020.
- KU, CC; CHIEN, CF; MA, KT. Digital transformation to empower smart production for Industry 3.5 and an empirical study for textile dyeing. **Computers and Industrial Engineering** 142 (2020), 1-11, 2020.
- KÜSTERS, D; PRASS, N; GLOY, YS. Textile Learning Factory 4.0 – Preparing Germany's Textile Industry for the Digital Future. **Procedia Manufacturing** 9, 214–221, 2017.
- LEE, C; LIN, J. Improve Quality and Efficiency of Textile Process using Data-driven Machine Learning in Industry 4.0. **International Journal of Technology and Engineering Studies** 4 (2), 64–76, 2018.
- MAJID, MI; DARMAWAN, CK; MAJID, SA; YULIANTO, Y. Anticipating the Entry of Industry 5.0 in Transportation Sector. **Advances in Transportation and Logistics Research**, 103–115, 2019.
- NAHAVANDI, S. Industry 5.0-a human-centric solution. **Sustainability** 11 (16), 1-13, 2019.
- NORMAN, F. Key Factors to Promote Industry 4.0 Readiness at Indonesian Textile and Clothing Firm. **Engineering, Mathematics and Computer Science** 2 (2), 33–43, 2020.
- OZKAN-OZEN, YD; KAZANCOGLU, Y; MANGLA, SK. Synchronized barriers for circular supply chains in industry 3.5/industry 4.0 transition for sustainable. **Resources, Conservation & Recycling** 161 (2020), 1-11, 2020.
- OZKESER, B; KOLUMAN OEAS. Lean Innovation Approach in Industry 5.0. **The Eurasia Proceedings of Science Engineering & Mathematics (EPSTEM)**, 2, 422–428, 2018.
- PASCHEK, D; MOCAN, A; DRAGHICI, A. Industry 5.0 – The Expected Impact of Next Industrial Revolution. **Management Knowledge Learning International Conference**, 125–132, 2019.
- RUIKAR, DD; SANTOSH, KC; HEGADI, RS. Automated Fractured Bone Segmentation and Labeling from CT Images. **Journal of Medical Systems** 43 (3), 2019.
- SIMONIS, K; GLOY, YS; GRIES, T. Industrie 4.0 - Automation in weft knitting technology. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering** 141 (1), 1–10, 2016.
- TSAI, WH. Green production planning and control for the textile industry by using mathematical programming and industry 4.0 techniques. **Energies** 11 (8), 2018.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. Disponível em: < [https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019?gclid=CjwKCAjw\\_Y\\_8BRBiEiwA5MCBJqqXDnwPCitlBmtuv7SO\\_Vg9iKqzdi7szJj9YL2HI1zpnARQSy5jxoCpMYQAvD\\_BwE](https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019?gclid=CjwKCAjw_Y_8BRBiEiwA5MCBJqqXDnwPCitlBmtuv7SO_Vg9iKqzdi7szJj9YL2HI1zpnARQSy5jxoCpMYQAvD_BwE) > acessado em Setembro, 2021.

