

## **Automação e Digitalização no Setor Calçadista**

**Dusan Schreiber**

Doutor em Administração

Universidade FEEVALE

[dusan@feevale.br](mailto:dusan@feevale.br)

**Jeferson Machado de Moura**

Mestre em Administração

Universidade FEEVALE

[Jeferson.mooura@gmail.com](mailto:Jeferson.mooura@gmail.com)

**Resumo:** A fabricação de calçados, por demandar mão de obra com baixa qualificação e curto tempo de treinamento, torna-se um importante pilar econômico. No entanto, apesar de sua importância econômica, o setor ainda se encontra diante de desafios relacionados à baixa incorporação tecnológica, sobretudo nas pequenas e médias empresas. Esta pesquisa teve como objetivo evidenciar o status atual da automação e digitalização no setor calçadista. Optou-se pela estratégia de estudo de caso múltiplo, com abordagem qualitativa, coletando os dados por meio de entrevistas, levantamento documental e observação sistemática não participante, sendo os dados empíricos submetidos à análise de conteúdo. Os resultados evidenciaram que a evolução no processo de transformação digital é um fator determinante para a adoção efetiva das tecnologias da Indústria 4.0. Empresas que estruturam esse processo com clareza, investem em capacitação, promovem mudanças culturais e estabelecem parcerias externas demonstram maior capacidade de integração tecnológica. A experiência das quatro empresas analisadas evidencia que a transformação digital, quando tratada como estratégia organizacional, tem o potencial de viabilizar a modernização produtiva e ampliar a competitividade das pequenas empresas no setor calçadista.

**Palavras-Chave:** Automação industrial; Transformação digital; Indústria calçadista.

## 1. Introdução

O setor calçadista, especialmente em países em desenvolvimento, desempenha um papel essencial não apenas na geração de empregos, mas também na consolidação da economia local. A sua relevância vai além da simples geração de postos de trabalho, contribuindo de forma significativa para a arrecadação fiscal, a formação de clusters produtivos, e incentivando o surgimento de novos negócios e o empreendedorismo (Sander; Schreiber; Vier, 2024; Schreiber; Sander; Martins, 2023).

De acordo com Hansen, Froehlich e Schreiber (2021), o baixo nível de mecanização e automação no setor calçadista é resultado direto da predominância de pequenas empresas, que historicamente possuem menos recursos para investir em tecnologia em comparação com grandes corporações. Essas pequenas empresas, que muitas vezes são a espinha dorsal da indústria em regiões específicas, enfrentam dificuldades financeiras e operacionais para incorporar tecnologias avançadas e modernizar suas operações. Como resultado, a competitividade do setor calçadista fica comprometida, especialmente diante da globalização e da concorrência internacional.

Ainda assim, algumas empresas de maior porte já começaram a se movimentar em direção à modernização de seus processos. A crescente mecanização e automação tem se tornado um tema prioritário nas agendas de decisão dessas indústrias, que reconhecem a importância de acompanhar as tendências globais e, assim, se manterem competitivas em um mercado cada vez mais exigente (Schreiber; Wallauer, 2023). Esse movimento representa uma mudança de paradigma, sinalizando que o setor está começando a compreender a importância da inovação tecnológica como ferramenta para otimizar sua cadeia produtiva.

O impacto potencial da Indústria 4.0 no setor calçadista já vem sendo destacado por diversos estudos, mas a realidade mostra que ainda há muitas barreiras a serem superadas. A fabricação de calçados continua sendo fortemente dependente da mão de obra intensiva, e a transição para processos mais automatizados e baseados em máquinas enfrenta dificuldades, tanto no nível tecnológico quanto no financeiro (Jimeno-Morenilla et al., 2021; Schreiber; Wallauer, 2023). Apesar dos desafios, as empresas que conseguirem superar esses obstáculos e integrar tecnologias avançadas aos seus processos produtivos terão uma vantagem competitiva significativa, tanto no mercado interno quanto no internacional.

A adoção das tecnologias da Indústria 4.0 no setor calçadista representa uma oportunidade única para a transformação e modernização de um segmento historicamente ligado à tradição e à mão de obra intensiva. A fabricação de calçados, que busca equilibrar atributos essenciais como proteção, conforto e estilo, sempre utilizou uma variedade de materiais, sendo o couro o mais predominante. Com o avanço das demandas de consumo, especialmente a busca crescente por personalização em massa, o setor enfrenta novos desafios, que exigem não apenas maior flexibilidade nos processos produtivos, mas também soluções para a crescente complexidade e custos adicionais. Neste cenário, a automação e a digitalização dos processos emergem como alternativas estratégicas, capazes de otimizar a produção e reduzir a dependência de mão de obra intensiva, tradicionalmente presente em diversas etapas da fabricação (Castelli et al., 2021).

Visando contribuir para a discussão sobre o referido tema, foi realizada a pesquisa com o objetivo de evidenciar o status atual da automação e digitalização no setor calçadista. Para alcançar este objetivo os autores optaram por estratégia de estudo de caso múltiplo, abordagem qualitativa, coletando os dados empíricos por meio de entrevistas, levantamento documental e observação sistemática não participante, os quais foram submetidos à análise de conteúdo.

O trabalho inicia com este texto introdutório, sequenciado de fundamentação teórica, detalhamento dos procedimentos metodológicos e apresentação dos resultados do estudo. Considerações finais e referências de todas as obras consultadas encerram este artigo.

## **2. Fundamentação teórica**

No Brasil, o processo de adoção da Indústria 4.0 ainda é relativamente incipiente. Um estudo revelou que poucas empresas entrevistadas tinham algum grau de implementação de tecnologias da Indústria 4.0, independentemente do seu porte. Além disso, menos da metade das indústrias brasileiras possui ao menos uma tecnologia relacionada à Indústria 4.0, evidenciando que o país ainda está em transição entre os paradigmas da Indústria 2.0 e 3.0. Esse atraso na modernização é atribuído, em grande parte, ao baixo conhecimento sobre o tema por parte dos empresários e gestores, o que limita a adoção de soluções tecnológicas avançadas (Tavares et al., 2021).

Um exemplo de como a transformação digital pode ser implementada com sucesso é o projeto Smart District 4.0, que visa digitalizar pequenas e médias empresas (PMEs) da região de Apúlia, na Itália. Esse projeto utiliza uma abordagem estruturada em quatro níveis: conscientização, consulta, colaboração e transformação. Ao longo dessas etapas, o setor de vestuário e calçados tem recebido atenção especial, com ênfase no papel do capital humano e social no sucesso da implementação das tecnologias da Indústria 4.0. A participação de redes e comunidades colaborativas, como proposto no projeto, tem facilitado a transição para processos digitais e melhorado a competitividade das PMEs, que muitas vezes enfrentam dificuldades para adotar tecnologias avançadas (Garzoni et al., 2020).

Entre as inovações que mais têm chamado a atenção, destaca-se a impressão 3D, que está rapidamente ganhando espaço na fabricação de calçados. A impressão 3D permite a personalização em massa dos produtos, ajustando o design e as características dos calçados para atender às necessidades específicas dos consumidores (Jimeno-Morenilla et al., 2021). Além de facilitar a criação de designs únicos, essa tecnologia também ajuda a reduzir o desperdício de materiais, pois somente a quantidade exata necessária é utilizada na produção. Isso alinha a indústria calçadista com práticas mais sustentáveis, reduzindo o impacto ambiental e minimizando a produção de excedentes (Jimeno-Morenilla et al., 2021; Dolci et al., 2024).

A aplicação das tecnologias da Indústria 4.0 na fabricação de calçados tem gerado avanços significativos em áreas como sustentabilidade, produtividade e ergonomia. A utilização da IoT oferece oportunidades inovadoras para aprimorar a sustentabilidade e a eficiência nos processos de produção de calçados. A tecnologia IoT permite monitorar diferentes etapas da fabricação em tempo real, facilitando a identificação de gargalos e a adoção de melhorias contínuas. Um exemplo de aplicação da IoT no setor é o monitoramento ergonômico dos trabalhadores, que

ajuda a evitar lesões e fadiga, ao mesmo tempo que promove um ambiente de trabalho mais seguro e saudável. Essa abordagem contribui significativamente para o bem-estar dos operadores e para a otimização das condições de trabalho, tornando o ambiente mais sustentável socialmente (Papetti et al., 2020).

No âmbito da automação, a introdução de células robóticas na indústria de calçados também tem desempenhado um papel crucial na modernização do setor. Essas células robóticas aumentam a produtividade ao automatizar processos manuais repetitivos e intensivos, como a aplicação de cola em cabedais e a manipulação de solas, bem como a deposição de cola em cabedais de sapatos, alcançando eficiência operacional (Papetti et al., 2020). Estudos mostram que a automação dessas etapas pode trazer grandes benefícios, especialmente para pequenas e médias empresas artesanais. Duas configurações de células robóticas foram comparadas: uma em que a máquina de cola está presa ao robô e o cabedal é fixo, e outra em que a máquina está fixa e o cabedal é manipulado pelo robô. Os testes indicaram que o primeiro layout permite maior velocidade de deposição, enquanto o segundo oferece vantagens em termos de segurança e redução de tempo de ciclo. A implementação dessas soluções robóticas melhora a flexibilidade da produção e torna o processo mais seguro para os operadores (Castelli et al., 2021).

Estudos evidenciam que, com a adoção de tecnologias avançadas como automação e monitoramento digital, os trabalhadores se tornam mais conscientes das questões ergonômicas e passam a participar ativamente das melhorias nos processos. Essa mudança na cultura organizacional tem impactos positivos, tanto para a empresa quanto para os colaboradores, gerando um ambiente de trabalho mais dinâmico e colaborativo. A transformação digital, portanto, não se limita à implementação de novas máquinas e softwares; ela envolve também a mudança na mentalidade dos operadores e gestores (Papetti et al., 2020).

Nos últimos cinco anos, o número de publicações científicas sobre a adoção das tecnologias da Indústria 4.0 aplicada à fabricação de calçados aumentou significativamente, destacando o papel de tecnologias como robôs autônomos, simulação 3D, análise de big data, CAD-CAM, impressão 3D, e escaneamento 3D na modernização da produção. Essas inovações tecnológicas têm possibilitado melhorias substanciais, como a redução de custos de manutenção, o aprimoramento dos processos produtivos e a diminuição de erros na linha de produção. A notificação em tempo real de falhas e problemas operacionais, por exemplo, permite uma resposta rápida e eficaz, garantindo maior controle sobre o processo e minimizando interrupções (Tavares et al., 2021).

Além das melhorias operacionais, a Indústria 4.0 também traz benefícios significativos para a cadeia de suprimentos na fabricação de calçados. O uso de tecnologias como RFID, códigos QR e plataformas web facilita o rastreamento em tempo real das operações, permitindo uma gestão mais eficaz da cadeia de valor. Isso possibilita que as empresas identifiquem rapidamente problemas no processo produtivo e tomem decisões informadas para otimizar o fluxo de produção (Braglia et al., 2021).

A tecnologia de impressão 3D também está revolucionando a fabricação de calçados ao permitir a criação de produtos altamente personalizados e inovadores. Essa tecnologia facilita a adaptação do design dos calçados às necessidades específicas dos consumidores, resultando em uma experiência de usuário mais satisfatória. Um exemplo de como essa tecnologia está sendo

utilizada é na criação de palmilhas personalizadas e até mesmo, a personalização de calçados inteiros, feitos sob medida para cada cliente. Além disso, a impressão 3D também é particularmente útil na criação de protótipos, acelerando o ciclo de desenvolvimento de novos produtos (Jimeno-Morenilla et al., 2021).

Outro componente crucial na transição para a Indústria 4.0 é a computação em nuvem, que está se tornando uma plataforma essencial para a colaboração e acesso a dados no setor de manufatura, incluindo a fabricação de calçados. A computação em nuvem permite que as empresas acessem informações de produção em tempo real, otimizando a tomada de decisões e permitindo uma resposta mais ágil às mudanças no mercado. No entanto, ainda existem desafios a serem superados, como questões de segurança de dados e a integração com sistemas de produção existentes. A interoperabilidade entre sistemas também é um fator crucial para o sucesso da transição digital no setor (Jimeno-Morenilla et al., 2021).

A integração das tecnologias da Indústria 4.0 com os princípios da economia circular também está se mostrando uma estratégia poderosa para alcançar a sustentabilidade na fabricação de calçados. Ao adotar práticas de economia circular, como a reciclagem de materiais e o reaproveitamento de resíduos, as empresas podem reduzir significativamente seu impacto ambiental. Tecnologias como a IoT e a blockchain facilitam o rastreamento e monitoramento de produtos ao longo de seu ciclo de vida, aumentando a transparência e permitindo que os materiais sejam reciclados e reutilizados de forma mais eficiente (Dolci et al., 2024).

Outro avanço importante na modernização do setor é o uso de robôs colaborativos, que estão se tornando uma solução eficaz na fabricação de calçados. Esses robôs podem trabalhar lado a lado com os humanos, combinando as capacidades de ambos para realizar tarefas complexas com maior eficiência. A interação entre operadores humanos e robôs colaborativos está melhorando progressivamente, o que permite aumentar a produtividade e, ao mesmo tempo, garantir a flexibilidade necessária para a produção de calçados personalizados. A expectativa é que, nos próximos anos, a colaboração entre humanos e robôs se intensifique, resultando em uma produção ainda mais eficiente e dinâmica (Jimeno-Morenilla et al., 2021).

A adoção das tecnologias da Indústria 4.0 no setor calçadista tem se revelado um desafio significativo, especialmente para pequenas e médias empresas (PMEs). Embora os benefícios dessas tecnologias sejam evidentes, as empresas enfrentam barreiras substanciais em sua implementação. Um dos principais obstáculos apontados é o alto custo financeiro (Monteiro, 2023; Schreiber, 2022). A falta de competência e conhecimento sobre as tecnologias digitais também se destaca como um obstáculo. Muitas empresas, especialmente as de menor porte, relatam que seus gerentes e funcionários não possuem o conhecimento necessário sobre os conceitos da Indústria 4.0 e as práticas sustentáveis associadas. Para mitigar esse problema, especialistas recomendam a promoção de workshops, conferências e programas de capacitação voltados para a conscientização e educação dos colaboradores. Isso ajudaria as empresas a estarem melhor preparadas para integrar essas tecnologias em seus processos produtivos (Dwivedi et al., 2022).

Diante da análise dos conceitos de Transformação Digital, Indústria 4.0 e da adoção dessas tecnologias no setor calçadista, verifica-se a relevância de compreender como essas inovações vêm sendo efetivamente aplicadas nas práticas produtivas. Esse panorama teórico fornece a base para a investigação empírica que se segue, orientando a estruturação dos procedimentos

metodológicos adotados neste estudo. A seguir, apresenta-se o delineamento da pesquisa, detalhando os métodos, técnicas e instrumentos utilizados para a coleta e análise dos dados.

### **3. Método de pesquisa**

A presente pesquisa é classificada como aplicada, pois tem como objetivo gerar conhecimento direcionado à prática, visando solucionar problemas específicos no contexto estudado, estando diretamente relacionada à aplicação prática dos resultados (Gil, 2019). Quanto aos seus objetivos, a pesquisa se enquadra como descritiva, uma vez que busca registrar e descrever os fatos observados, sem a interferência do pesquisador. Cooper e Schindler (2016) afirmam que a pesquisa descritiva foca na caracterização detalhada de fenômenos sem necessariamente buscar explicar suas causas, o que é útil para obter uma compreensão precisa de situações administrativas.

Em termos de procedimentos técnicos, trata-se de um estudo de caso múltiplo, conforme Yin (2015). O estudo de caso múltiplo é uma estratégia de pesquisa que permite investigar fenômenos contemporâneos em seus contextos reais, sendo particularmente útil quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidas. Essa abordagem é caracterizada como uma investigação empírica que enfrenta a situação tecnicamente única de lidar com um número significativamente maior de variáveis de interesse do que pontos de dados, o que exige o uso de várias fontes de evidência (triangulação).

Já a abordagem do problema nesta pesquisa é de natureza qualitativa, pois essa metodologia é especialmente adequada para investigar fenômenos sociais em um contexto de pluralização das esferas de vida contemporâneas. A pesquisa qualitativa se destaca por sua capacidade de explorar a complexidade das relações sociais, marcadas pela individualização das formas de vida, a dissolução de antigas desigualdades e a crescente diversidade de ambientes, subculturas e estilos de vida (Flick, 2012; Gil, 2019; Demo, 2022).

O estudo analisa a relação entre as etapas do processo de transformação digital e a adoção de tecnologias associadas à Indústria 4.0 no setor de fabricação de calçados. O referido setor econômico desempenha um papel fundamental na economia de países em desenvolvimento, contribuindo significativamente para a geração de empregos, arrecadação de tributos, bem como para o fortalecimento de clusters produtivos e a promoção do empreendedorismo local (Hansen, Froehlich e Schreiber, 2021).

Foram selecionadas quatro empresas calçadistas para compor o estudo, por entender que quatro casos permitem captar uma variedade relevante de informações, cobrindo os principais aspectos investigados, o que se confirmou com base nos resultados da pesquisa. Parte superior do formulário A escolha das empresas para o estudo foi orientada por critérios de conveniência e acessibilidade, com o objetivo de facilitar o acesso às informações e otimizar a coleta de dados de forma prática e eficaz, sendo indicadas por especialistas do setor calçadista, vinculados a entidades de classe como ACINH e SENAI. As quatro empresas localizam-se no Vale do Rio dos Sinos, um reconhecido polo calçadista que concentra uma diversidade significativa de indústrias representativas do setor, o que viabilizou tanto a realização das entrevistas como de visitas técnicas para observação. Todas as empresas atuam na etapa de produção voltada ao

serviço de pré-fabricado, que corresponde à fabricação industrial de componentes do calçado, como solados, palmilhas, entressolas, saltos e forros de salto, antes da montagem final do produto. Dentro desse serviço, há diferentes ramificações produtivas, o que se reflete na especialização de cada uma das empresas selecionadas: corte e preparação de materiais sintéticos, modelagem e montagem de palmilhas, corte e preparação de couro e fabricação de solados. Além disso, optou-se por empresas de pequeno porte, com número de funcionários reduzido, o que possibilitou uma análise mais focada nas particularidades e desafios enfrentados por esse segmento no processo de transformação digital e adoção das tecnologias da Indústria 4.0. Parte inferior do formulário

Os instrumentos de coleta de dados utilizados neste estudo foram variados e complementares, com o objetivo de proporcionar uma compreensão abrangente e profunda do fenômeno investigado. A combinação de diferentes métodos permitiu a triangulação dos dados, aumentando a robustez e a validade dos resultados obtidos. A pesquisa realizou entrevistas, observação sistemática não participante e análise documental, sendo cada uma dessas técnicas escolhida para captar aspectos específicos da realidade analisada (Creswell, 2013; Yin, 2015; Marconi e Lakatos, 2017).

As entrevistas foram conduzidas presencialmente entre os meses de março e abril de 2025, com um total de oito participantes. O cronograma de aplicação seguiu a seguinte ordem: a entrevista com o participante E1 ocorreu em 11 de março, seguida por E2 em 13 de março, E3 em 24 de março, E4 em 26 de março, E5 em 7 de abril, E6 em 9 de abril, E7 em 22 de abril e, por fim, E8 em 24 de abril. Esse intervalo temporal permitiu a coleta gradual e aprofundada das percepções dos entrevistados, respeitando a disponibilidade de cada um e garantindo a qualidade das informações obtidas para a análise qualitativa proposta neste estudo. A escolha desses participantes baseou-se em critérios como cargo de liderança, experiência no setor calçadista e tempo de atuação na empresa. As entrevistas foram gravadas em áudio, com o consentimento dos participantes, e posteriormente transcritas para análise.

Antes do início das entrevistas, os participantes foram questionados quanto ao seu cargo, idade, tempo na empresa, escolaridade e experiência na área, com o objetivo de identificar o perfil de cada entrevistado. A partir dessas informações, foi elaborado um quadro com a caracterização dos participantes, esse perfil está detalhado no Quadro 4 – Perfil dos Entrevistados.

Quadro 4 – Perfil dos Entrevistados

Perfil dos Entrevistados						
Entrevistado	Cargo	Empresa	Idade (anos)	Tempo na Empresa (anos)	Escolaridade	Experiência na Área (anos)
1	Diretor Geral	Alfa	48	10	Ensino Médio Completo	20 (gestão e indústria calçadista)
2	Gerente de Produção	Alfa	38	7	Ensino Fundamental Completo	15 (produção industrial de calçados)

3	Diretor Geral	Beta	50	12	Ensino Superior Incompleto (Administração)	22 (gestão e indústria calçadista)
4	Gerente de Produção	Beta	40	10	Ensino Médio Incompleto	17 (produção industrial de calçados)
5	Diretor Geral	Gama	45	9	Ensino Fundamental Completo	18 (gestão e indústria calçadista)
6	Gerente de Produção	Gama	37	6	Ensino Médio Completo	16 (produção industrial de calçados)
7	Diretor Geral	Delta	52	15	Ensino Superior Completo (Administração)	25 (gestão e indústria calçadista)
8	Gerente de Produção	Delta	42	10	Ensino Médio Completo	19 (produção industrial de calçados)

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

O roteiro das entrevistas foi semiestruturado, elaborado com base nas principais categorias identificadas no referencial teórico (Quadros 1, 2 e 3), o que permitiu uma exploração aprofundada dos temas centrais da pesquisa, ao mesmo tempo em que ofereceu flexibilidade para que os participantes compartilhassem experiências e percepções relevantes.

Após a definição das principais categorias identificadas no referencial teórico, foram elaboradas perguntas específicas para cada uma delas, resultando no roteiro de perguntas apresentado no Quadro 5 – Roteiro de Perguntas.

Quadro 5 – Roteiro de Perguntas.

Roteiro de Perguntas	
Categorias	Perguntas
Predominância de pequenas empresas e dificuldades na modernização tecnológica	Como o fato de ser uma pequena empresa influencia a modernização tecnológica no setor calçadista?
Atraso na adoção da Indústria 4.0 e suas barreiras	Quais barreiras específicas contribuíram para o atraso na adoção das tecnologias da I4.0 em sua empresa?
Automação e digitalização no setor calçadista	Qual o nível de automação e digitalização atual em sua empresa, e como isso impacta a eficiência na produção de calçados?

Desafios dos processos na fabricação de calçados	Quais são os principais desafios que sua empresa enfrenta nos processos de fabricação que poderiam ser solucionados pela Indústria 4.0?
Participação dos trabalhadores na implementação das tecnologias e mudança na cultura organizacional	Como a equipe de sua empresa tem sido envolvida no processo de implementação de novas tecnologias da I4.0?
Barreiras financeiras, falta de conhecimento e incentivos institucionais para adoção da Indústria 4.0 nas PMEs	Quais são os principais desafios financeiros, técnicos e institucionais que dificultam a adoção das tecnologias da Indústria 4.0 e o avanço da digitalização na sua empresa?
Colaborações externas e parcerias para facilitar a adoção tecnológica nas PMEs	Sua empresa já buscou colaborações externas ou parcerias para facilitar a adoção de tecnologias da I4.0?

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

A observação sistemática foi realizada exclusivamente na modalidade não participante, na qual o pesquisador atuou de forma distanciada, acompanhando o ambiente empresarial sem interferir diretamente nas atividades. Durante as visitas, que foram realizadas nas seguintes datas: na empresa Alfa, entre os dias 11 e 14 de março de 2025; na empresa Beta, de 24 a 27 de março de 2025; na empresa Delta, de 7 a 10 de abril de 2025; e na empresa Gama, de 21 a 24 de abril de 2025, o pesquisador observou e documentou comportamentos, interações e práticas organizacionais relacionadas à adoção de tecnologias da Indústria 4.0. Essa abordagem permitiu a coleta de dados em tempo real sobre o cotidiano das empresas, possibilitando uma análise detalhada dos aspectos contextuais e comportamentais que influenciam o processo de digitalização, sem alterar a dinâmica das operações. A observação foi conduzida com base em um check-list, conforme apresentado no Quadro 6 – Check-list Observação.

Quadro 6 – Check-list Observação

Check-list Observação	
Categorias	Check-list
Predominância de pequenas empresas e dificuldades na modernização tecnológica	Avaliação das práticas de modernização em comparação com empresas maiores.
Atraso na adoção da Indústria 4.0 e suas barreiras	Identificação de barreiras mencionadas em discussões e entrevistas.
Automação e digitalização no setor calçadista	Avaliação do nível atual de automação e digitalização nas linhas de produção.
Desafios dos processos na fabricação de calçados	Identificação de desafios operacionais discutidos por funcionários e gestores.
Participação dos trabalhadores na implementação das tecnologias e mudança na cultura organizacional	Verificação de métodos utilizados para envolver a equipe na implementação.

Barreiras financeiras, falta de conhecimento e incentivos institucionais para adoção da Indústria 4.0 nas PMEs	Identificação de desafios financeiros e técnicos relatados por líderes e funcionários.
Colaborações externas e parcerias para facilitar a adoção tecnológica nas PMEs	Registro de parcerias ou colaborações com outras empresas ou instituições.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Por fim, a análise documental foi empregada para examinar registros e documentos internos das empresas, como relatórios, políticas internas e dados históricos, que forneceram informações valiosas sobre a trajetória das organizações em relação à digitalização e à adoção de tecnologias da Indústria 4.0. As coletas ocorreram presencialmente nas seguintes datas: na empresa Alfa, entre os dias 11 e 14 de março de 2025; na empresa Beta, de 24 a 27 de março de 2025; na empresa Delta, de 7 a 10 de abril de 2025; e na empresa Gama, de 21 a 24 de abril de 2025. Essa análise contribuiu para contextualizar as práticas observadas e as informações coletadas nas entrevistas, permitindo uma triangulação eficaz dos dados, conforme apresentado no Quadro 7 – Levantamento Documental.

#### Quadro 7 – Levantamento Documental

Levantamento Documental	
Categorias	Levantamento Documental
Predominância de pequenas empresas e dificuldades na modernização tecnológica	Estudos de caso ou análises de benchmarking com outras empresas do setor.
Atraso na adoção da Indústria 4.0 e suas barreiras	Relatórios de análise de barreiras e desafios enfrentados pela empresa.
Automação e digitalização no setor calçadista	Relatórios de desempenho que analisem a eficiência da produção.
Desafios dos processos na fabricação de calçados	Relatórios de produção que mencionem gargalos e desafios atuais.
Participação dos trabalhadores na implementação das tecnologias e mudança na cultura organizacional	Registros de reuniões ou treinamentos relacionados à implementação de novas tecnologias.
Barreiras financeiras, falta de conhecimento e incentivos institucionais para adoção da Indústria 4.0 nas PMEs	Análises financeiras ou avaliações de risco que identifiquem obstáculos à adoção de tecnologias.
Colaborações externas e parcerias para facilitar a adoção tecnológica nas PMEs	Contratos, memorandos de entendimento ou relatórios sobre parcerias estabelecidas.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

A análise dos dados foi conduzida por meio da análise de conteúdo, uma das técnicas mais amplamente utilizadas em pesquisas qualitativas no campo da administração no Brasil (Dellagnelo e Silva, 2005), sendo organizada em três etapas que permitiram uma compreensão detalhada e crítica do material, favorecendo a interpretação dos dados e o desenvolvimento de conclusões baseadas em evidências empíricas (Bardin, 2016): **Pré-análise**: Com a organização e preparação do material empírico obtido nas entrevistas, observações e documentos institucionais das empresas analisadas; **Exploração do material**: com a codificação sistemática dos dados com o apoio do software NVivo, que permitiu organizar e classificar trechos das entrevistas conforme as categorias definidas previamente no referencial teórico. **Tratamento**

**dos resultados:** Com base nas codificações realizadas no NVivo foi realizada a condensação e organização dos principais trechos das entrevistas, observações e documentos analisados, agrupando-os por categorias temáticas.

#### 4. Análise e Discussão de Resultados

O setor calçadista brasileiro, especialmente nas PMEs, ainda apresenta baixos níveis de automação e digitalização, apesar da crescente pressão competitiva e das oportunidades proporcionadas pelas tecnologias da Indústria 4.0 (Sander; Schreiber; Vier, 2024; Hansen et al., 2021). As evidências empíricas obtidas demonstram estágios bastante heterogêneos entre as empresas analisadas.

Na empresa Alfa, a automação praticamente inexiste. Segundo E1, “hoje, pra ser bem sincero, quase nada é automatizado. Tudo aqui é na base do trabalho manual”. E2 confirma que “a automação aqui é praticamente zero. Tudo na mão”. A observação não participante evidenciou que as linhas de produção operam majoritariamente de forma manual, com ausência de equipamentos automatizados e forte dependência do trabalho humano. As poucas ferramentas digitais presentes são utilizadas apenas para atividades administrativas, como controle de estoque e finanças, sem conexão com o processo produtivo. Essa limitação foi confirmada no Relatório de Desempenho de Produção do 1º trimestre de 2025, que demonstra uma digitalização parcial e sem impacto direto na operação fabril. Esse cenário é compatível com o que apontam Hansen et al. (2021) e Castelli et al. (2021), ao descreverem as dificuldades financeiras e operacionais enfrentadas por PMEs, que comprometem sua capacidade de investir em tecnologias produtivas mais avançadas.

Na empresa Beta, o nível de automação também é muito baixo. Segundo E3, “a gente tá no básico do básico. Planilha de Excel, controle manual, anotação na prancheta”. E4 acrescenta que “nosso nível de digitalização é baixíssimo”. A observação direta do ambiente produtivo da empresa Beta evidenciou uma forte dependência de processos manuais, com registros feitos majoritariamente em planilhas simples e ausência de qualquer forma de automação ou integração de sistemas. As tarefas são realizadas de maneira artesanal, o que compromete a agilidade e a precisão da produção. Apesar disso, a liderança demonstra interesse em iniciar a digitalização, ainda que os esforços estejam concentrados em fases muito iniciais do planejamento. O Relatório de Desempenho da Produção (março/2025) corrobora esse cenário, ao apresentar indicadores que apontam baixa eficiência das máquinas e lentidão nos processos, atribuídas à falta de automação. Essa realidade ilustra o que Tavares et al. (2021) destacam como uma barreira adicional enfrentada por PMEs: o baixo conhecimento técnico interno e a dificuldade em estruturar um plano de modernização condizente com suas limitações operacionais e financeiras.

A empresa Delta apresenta o nível mais avançado de automação entre as quatro empresas. Segundo E5, o nível atual é intermediário: “o corte e o controle de qualidade estão bem digitalizados”. E6 complementa afirmando que a digitalização trouxe “redução de falhas, melhoria de prazos de entrega e melhor aproveitamento de matéria-prima”. A observação direta do ambiente produtivo da Delta revelou um estágio intermediário de automação, especialmente nas etapas de corte e inspeção de qualidade, onde o uso de sistemas digitais e sensores trouxe ganhos visíveis em eficiência, rastreabilidade e previsibilidade operacional. Essas tecnologias

permitem a coleta e o acompanhamento em tempo real de variáveis críticas, como conformidade dimensional e ritmo produtivo, com impacto direto na redução de retrabalho e desperdícios. O Relatório de Controle de Ordens de Produção (2024) comprova essa transformação, ao evidenciar a substituição de registros manuais por plataformas digitais integradas, o que facilitou a gestão de desvios e otimizou a comunicação entre setores. Além disso, os resultados e inovações vêm sendo publicamente divulgados em mídias especializadas, reforçando a imagem da empresa como referência regional em modernização gradual. Esse processo confirma o que Jimeno-Morenilla et al. (2021) descrevem como adoção progressiva e alinhada às capacidades internas das PMEs, em que a automação avança de forma planejada e estratégica, sempre conectada à realidade operacional e ao foco em ganhos concretos de desempenho.

Na empresa Gama, a automação está em estágio inicial, com foco em algumas áreas específicas. Segundo E7, “a automação tá presente em algumas etapas, como na injeção”, embora o controle manual ainda prevaleça em boa parte dos processos. E8 relata melhorias significativas com a digitalização do controle das ordens de produção. A observação direta do ambiente produtivo da Gama revela sinais de modernização, especialmente com a automação parcial no setor de injeção. Foi possível identificar o uso de sistemas digitais simples para a gestão de ordens de produção, em substituição a processos anteriormente realizados em papel. Esses recursos têm contribuído para melhorias na rastreabilidade e na comunicação entre setores, embora diversas etapas do controle ainda dependam de procedimentos manuais. Essas percepções são corroboradas pelo Relatório de Produção Semanal (janeiro/2025), que aponta ganhos significativos de agilidade e redução de erros operacionais com a digitalização de ordens de produção. O documento reforça a noção de um progresso gradual, concentrado em áreas específicas da operação. Esse cenário está alinhado com o movimento identificado por Garzoni et al. (2020) e Papetti et al. (2020), que destacam como muitas PMEs iniciam o processo de digitalização através da implementação de soluções acessíveis e de impacto direto, priorizando setores estratégicos com maior retorno operacional. A estratégia da Gama ilustra esse caminho incremental de transformação digital.

Quadro 8 – Síntese Automação e Digitalização no Setor Calçadista

	<b>ALFA</b>	<b>BETA</b>	<b>DELTA</b>	<b>GAMA</b>
<b>Entrevistas</b>	E1: “quase nada é automatizado”; E2: “automação aqui é praticamente zero”	E3: “tá no básico do básico”; E4: “nível de digitalização é baixíssimo”	E5: corte e controle de qualidade estão digitalizados; E6: digitalização trouxe “redução de falhas” e melhoria de prazos	E7: automação em etapas como a injeção; E8: digitalização do controle de ordens trouxe melhorias
<b>Observação</b>	Operação majoritariamente manual; ferramentas digitais restritas a áreas administrativas; ausência de automação no processo produtivo	Ambiente altamente manual; controle por planilhas e pranchetas; ausência de integração de sistemas	Estágio intermediário de automação em corte e inspeção; uso de sensores e sistemas digitais; melhoria na rastreabilidade, previsibilidade e comunicação interna	Automação parcial no setor de injeção; digitalização no controle de ordens de produção; avanços na rastreabilidade e redução de erros, com persistência de

				procedimentos manuais
<b>Levantamento documental</b>	Relatório de Desempenho de Produção (1º trim/2025): digitalização parcial sem impacto direto na produção	Relatório de Desempenho (mar/2025): baixa eficiência e lentidão atribuídas à falta de automação	Relatório de Controle de Ordens de Produção (2024): substituição de registros manuais por plataformas digitais integradas; melhoria na gestão e comunicação	Relatório de Produção Semanal (jan/2025): ganhos com digitalização de ordens; evolução concentrada em áreas específicas
<b>Literatura científica de suporte</b>	Hansen et al. (2021); Castelli et al. (2021)	Tavares et al. (2021)	Jimeno-Morenilla et al. (2021)	Garzoni et al. (2020); Papetti et al. (2020)

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

O quadro revela diferentes níveis de automação e digitalização nas empresas calçadistas analisadas, refletindo a heterogeneidade típica das PMEs brasileiras diante das possibilidades da Indústria 4.0. As empresas Alfa e Beta encontram-se em estágios iniciais ou inexistentes de automação, com forte dependência de processos manuais, registros em planilhas e ausência de sistemas integrados, cenário que corrobora as análises de Hansen et al. (2021), Castelli et al. (2021) e Tavares et al. (2021), que apontam limitações financeiras, operacionais e técnicas como barreiras centrais à modernização produtiva. Em contraste, a empresa Delta apresenta um estágio intermediário de automação, com adoção estratégica de tecnologias em setores-chave, como corte e controle de qualidade, resultando em ganhos concretos de desempenho e comunicação — processo alinhado ao modelo de implementação progressiva descrito por Jimeno-Morenilla et al. (2021), que enfatiza a adaptação das soluções às capacidades internas das PMEs. Já a empresa Gama evidencia uma transformação digital gradual, com avanços localizados em setores como injeção e gestão de ordens de produção, estratégia que ilustra o movimento incremental apontado por Garzoni et al. (2020) e Papetti et al. (2020), segundo os quais muitas PMEs optam por iniciar a digitalização por áreas estratégicas e de retorno rápido. Assim, a análise reforça que o avanço da automação no setor calçadista ocorre de forma desigual, condicionado não apenas por recursos disponíveis, mas pela capacidade de selecionar, adaptar e implementar tecnologias compatíveis com a realidade operacional de cada empresa.

A fabricação de calçados, em especial nas PMEs, permanece fortemente dependente de processos manuais, com desafios recorrentes relacionados à precisão, controle de qualidade, desperdício de materiais, rastreabilidade e falta de monitoramento em tempo real (Castelli et al., 2021; Schreiber et al., 2023; Hansen et al., 2021). Os dados empíricos confirmam que essas dificuldades são comuns, embora em diferentes intensidades, nas empresas analisadas.

Na empresa Alfa, os desafios dos processos estão diretamente ligados à ausência de automação e digitalização. Segundo E1, “o bicho pega mesmo é na precisão do corte e no controle do estoque. Como esses processos ainda são manuais, acontece muito retrabalho e risco de erro”. E2 reforça a dificuldade de controle da produção e qualidade em tempo real: “quando surge um erro, às vezes ele só aparece lá no fim, o que atrasa tudo”. Durante a observação da rotina fabril, foi possível identificar gargalos críticos nas etapas de corte e inspeção de qualidade. No corte,

operadores utilizavam ferramentas manuais, o que exigia esforço constante e resultava em variações no formato das peças. Já na inspeção de qualidade, a verificação era feita visualmente, sem instrumentos de medição ou padronização clara, tornando o processo dependente do julgamento individual de cada colaborador. Não foram identificados sensores, softwares ou registros digitais que apoiassem essas atividades. O Relatório de Desempenho de Produção do 1º trimestre de 2025 confirma esses achados, apontando perdas de material, controle de estoque impreciso e inspeções com resultados subjetivos. Essa configuração representa o que Hansen et al. (2021) denominam produção artesanal assistida por baixo nível tecnológico, comum entre pequenas empresas do setor calçadista.

Na empresa Beta, os desafios dos processos também estão presentes, mas há uma expectativa mais clara de transformação digital futura. Segundo E3, melhorias em controle de qualidade, rastreabilidade e redução de desperdício já seriam “um baita avanço”. E4 complementa que, com a Indústria 4.0, seria possível “ter um controle muito melhor de cada etapa da produção e deixar tudo mais organizado”. A observação no ambiente produtivo da empresa Beta evidenciou falhas recorrentes na rastreabilidade dos produtos e inconsistências nos padrões de qualidade, causadas principalmente pela ausência de sistemas digitais e pelo uso de controles manuais. Esse modelo operacional, baseado em registros físicos e conferências visuais, tem gerado retrabalho frequente e desperdício de materiais. Durante interações informais entre gestores e supervisores, foi possível perceber um reconhecimento claro dessas limitações, acompanhado de expectativas sobre os benefícios que a digitalização poderia trazer, especialmente no controle de perdas e padronização da produção. O Relatório de Desempenho da Produção (março/2025) corrobora essas percepções, apontando indicadores de desperdício elevado e falhas de rastreabilidade como gargalos persistentes. Esse cenário retrata o que Tavares et al. (2021) definem como incerteza tecnológica — quando a organização tem consciência dos problemas e das oportunidades oferecidas pela transformação digital, mas ainda não conseguiu implementar soluções práticas.

Na empresa Delta, muitos dos desafios citados anteriormente já começaram a ser superados com o auxílio da automação e do monitoramento em tempo real. E5 destaca que “os maiores ganhos tão vindo do controle de qualidade em tempo real — se tem algum problema, a gente descobre na hora”. E6 acrescenta que o monitoramento contínuo permite detectar desvios rapidamente e integrar o controle de manutenção. A observação do ambiente produtivo da Delta evidenciou a aplicação de tecnologias voltadas à manutenção preditiva e ao monitoramento integrado de estoque e produção, especialmente nas linhas de moldagem e acabamento. Identificou-se o uso de sensores e sistemas de registro digital que permitem o acompanhamento contínuo do desempenho das máquinas e a antecipação de falhas, contribuindo para a redução de paradas não programadas. O Relatório Semanal de Produção (fevereiro/2025) reforça essa prática ao apresentar dados sistematizados sobre volumes produzidos, ocorrências operacionais e índices de retrabalho, permitindo uma gestão mais precisa e reativa. Apesar de avanços, ainda persistem desafios relacionados à rastreabilidade detalhada dos lotes e à variabilidade nos processos finais, o que indica uma integração parcial das tecnologias. Esse cenário confirma o estágio de transformação operacional progressiva descrito por Jimeno-Morenilla et al. (2021), no qual as soluções digitais são implementadas gradualmente para resolver gargalos críticos da produção tradicional, sobretudo em setores como o calçadista.

Na empresa Gama, alguns avanços já foram realizados, mas ainda permanecem desafios importantes. E7 afirma que buscam “controle de qualidade em tempo real” e maior rastreabilidade, com o objetivo de reduzir perdas e oferecer mais segurança no processo. E8 enfatiza que a variabilidade no molde e o controle manual de qualidade ainda geram desperdícios evitáveis. A observação direta dos processos produtivos da Gama evidenciou fragilidades na rastreabilidade, no controle de qualidade em tempo real e no aproveitamento de matéria-prima. Foram identificados pontos críticos, como desperdício de material e retrabalho, que afetam diretamente a eficiência operacional. Apesar desses desafios, a gestão demonstra uma postura receptiva à adoção de tecnologias como sensores inteligentes e ferramentas de análise de dados, desde que adaptadas à estrutura atual da empresa e viáveis financeiramente. Essas constatações são confirmadas pelo Relatório de Produção Semanal (fevereiro/2025), que documenta gargalos produtivos, perdas de matéria-prima e falhas na rastreabilidade. O relatório reforça a percepção de que, embora a empresa enfrente limitações técnicas, há uma consciência clara dos impactos negativos da variabilidade nos processos manuais. O caso da Gama está em consonância com o diagnóstico de Castelli et al. (2021), que apontam a variabilidade dos processos manuais como um dos principais entraves à eficiência no setor calçadista. A disposição da empresa em superar essas barreiras, aliada à consciência sobre as possibilidades tecnológicas, indica um caminho promissor, ainda que gradual, rumo à modernização.

Quadro 9 - Síntese Desafios dos Processos na Fabricação de Calçados

	ALFA	BETA	DELTA	GAMA
<b>Entrevistas</b>	E1: “o bicho pega na precisão do corte e no controle do estoque”; E2: erros só percebidos no final, atrasando a produção	E3: controle de qualidade e rastreabilidade trariam “um baita avanço”; E4: Indústria 4.0 permitiria maior organização e controle	E5: controle de qualidade em tempo real permite identificar problemas de imediato; E6: monitoramento contínuo ajuda na manutenção	E7: buscam controle em tempo real e rastreabilidade para reduzir perdas; E8: variabilidade nos moldes e controle manual geram desperdícios evitáveis
<b>Observação</b>	Gargalos no corte e na inspeção de qualidade; ausência de instrumentos de medição e padronização; forte dependência do julgamento individual	Falhas de rastreabilidade; padrões de qualidade inconsistentes; retrabalho e desperdício frequentes; expectativa de transformação digital futura	Automação e sensores nas linhas de moldagem e acabamento; monitoramento contínuo do desempenho; melhorias na manutenção e redução de falhas	Fragilidades no controle de qualidade e rastreabilidade; desperdício de material e retrabalho; receptividade à adoção de sensores e ferramentas de análise de dados adaptadas à estrutura atual
<b>Levantamento documental</b>	Relatório de Desempenho (1º trim/2025): perdas de material, controle de estoque impreciso	Relatório de Produção (mar/2025): desperdício elevado e falhas de rastreabilidade	Relatório Semanal (fev/2025): dados sistematizados sobre produção, ocorrências e retrabalho;	Relatório de Produção Semanal (fev/2025): gargalos, perdas de matéria-prima e falhas na rastreabilidade

	e inspeções subjetivas	como gargalos persistentes	evidência de gestão mais precisa	confirmam os desafios observados
<b>Literatura científica de suporte</b>	Hansen et al. (2021); Castelli et al. (2021)	Tavares et al. (2021)	Jimeno-Morenilla et al. (2021)	Castelli et al. (2021); Schreiber et al. (2023)

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

O quadro sintetiza os principais desafios enfrentados pelas empresas calçadistas analisadas no que se refere aos processos produtivos, evidenciando a persistência de práticas manuais, baixa rastreabilidade, falhas no controle de qualidade e desperdícios recorrentes — elementos que comprometem a eficiência operacional, conforme apontado por Castelli et al. (2021), Schreiber et al. (2023) e Hansen et al. (2021). Na empresa Alfa, os problemas concentram-se na ausência de padronização e monitoramento em tempo real, resultando em retrabalho e controle de estoque impreciso, refletindo o que Hansen et al. (2021) descrevem como produção artesanal sustentada por baixa tecnologia. A empresa Beta, embora enfrente dificuldades similares, demonstra consciência das fragilidades e expectativas positivas quanto à digitalização, alinhando-se ao conceito de incerteza tecnológica descrito por Tavares et al. (2021).

Já a empresa Delta apresenta avanços significativos, com o uso de sensores e monitoramento em tempo real que permitiram ganhos em controle de qualidade e manutenção preditiva, ilustrando o estágio de transformação operacional progressiva destacado por Jimeno-Morenilla et al. (2021). Por sua vez, a empresa Gama mostra disposição para modernizar, mas ainda lida com perdas de matéria-prima e variabilidade dos processos, característica típica de PMEs com estrutura limitada, como apontam Castelli et al. (2021). Em comum, todas as empresas revelam que os desafios dos processos produtivos são pontos críticos que impactam diretamente a competitividade, sendo a modernização gradual e adaptada à realidade operacional uma via promissora, embora ainda insuficiente diante da complexidade das barreiras existentes.

## 6. Conclusões

A análise realizada ao longo desta pesquisa permitiu compreender de forma aprofundada como o processo de transformação digital das pequenas empresas do setor calçadista influencia a adoção das tecnologias da Indústria 4.0. Ao observar as trajetórias de quatro empresas — Alfa, Beta, Delta e Gama — identificou-se um espectro variado de estratégias, capacidades internas e níveis de integração tecnológica, refletindo realidades distintas dentro de um mesmo setor.

De forma geral, os resultados da pesquisa confirmam que a evolução no processo de transformação digital é um fator determinante para a adoção efetiva das tecnologias da Indústria 4.0. Empresas que estruturam esse processo com clareza, investem em capacitação, promovem mudanças culturais e estabelecem parcerias externas demonstram maior capacidade de integração tecnológica. Por outro lado, a ausência de planejamento, recursos e apoio institucional representa um entrave considerável, mantendo as empresas em estágios iniciais e afastadas dos benefícios proporcionados pela digitalização. A experiência das quatro empresas analisadas evidencia que a transformação digital, quando tratada como estratégia organizacional, tem o potencial de viabilizar a modernização produtiva e ampliar a competitividade das pequenas empresas no setor calçadista.

Do ponto de vista gerencial, este estudo traz recomendações aplicáveis que podem auxiliar diretamente gestores e decisores do setor calçadista. Ao evidenciar a correlação entre o avanço no processo de transformação digital e a adoção eficaz das tecnologias da Indústria 4.0, a pesquisa oferece um referencial prático para que empresas compreendam sua posição atual e estabeleçam estratégias coerentes de progresso. As recomendações formuladas, baseadas em diagnósticos reais, indicam caminhos concretos para superar desafios como escassez de recursos, falta de conhecimento técnico e resistência interna, promovendo uma transição digital mais estruturada e sustentável. Além disso, a pesquisa contribui teoricamente ao confirmar e ilustrar modelos contemporâneos de transformação digital, como os de Verhoef et al. (2021), Hanelt et al. (2021) e Vial (2019), com dados de campo que demonstram como as fases de digitalização, digitalização e transformação digital se manifestam de forma prática e variada.

A limitação do estudo refere-se à amostra reduzida e delimitada geograficamente, composta por apenas quatro empresas. Embora essas organizações tenham sido selecionadas por apresentarem diferentes estágios no processo de transformação digital, o número limitado restringe a generalização dos resultados para o setor como um todo. Sugere-se que pesquisas futuras ampliem a amostra para incluir empresas de diferentes portes e localizações, permitindo uma comparação mais abrangente entre setores e regiões.

## Referências

- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo, SP: Edições 70, 2016. 279 p. ISBN 9788562938047.
- BRAGLIA, M. et al. Managerial and Industry 4.0 solutions for fashion supply chains. **Journal of Fashion Marketing and Management**, v. 25, n. 1, p. 184–201, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1108/JFMM-12-2019-0285>.
- CASTELLI, K. et al. A Feasibility Study of a Robotic Approach for the Gluing Process in the Footwear Industry. **Robotics**, v. 10, n. 1, p. 6, mar. 2021.
- COOPER, D.R.; SCHINDLER, P. S. **Métodos de Pesquisa em Administração**. 12. ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2016.
- CRESWELL, J. W. *Qualitative Inquiry & Research Design: choosing among five approaches*. 3ªed. Los Angeles: SAGE. Cap. 7: **Data Collection**, 2013, 449p.
- DELLAGNELO, E. H. L.; SILVA, R. C. **Análise de conteúdo e sua aplicação em pesquisa na administração**. In: VIEIRA, M. M. F.; ZOVAIN, D. M. (Orgs.). *Pesquisa qualitativa em administração: teoria e prática*. São Paulo: FGV, 2005. p. 97-118.
- DEMO, Pedro. **Avaliação qualitativa**. 1. ed. Campinas: Autores Associados, 2022. Recurso online. ISBN 9786588717691.
- DOLCI, Virginia et al. Integrating Industry 4.0 and Circular Economy: a conceptual framework for sustainable manufacturing. **Procedia Computer Science**, v. 232, p. 1711-1720, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.01.169>.

- DWIVEDI, Ashish et al. Integrating the circular economy and industry 4.0 for sustainable development: implications for responsible footwear production in a big data-driven world. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 175, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121335>.
- FLICK, Uwe. **Introdução à Metodologia de Pesquisa**. 1. ed. Porto Alegre, RS: Penso, 2012. Recurso on-line. ISBN 9788565848138.
- GARZONI, A. et al. Fostering digital transformation of SMEs: a four levels approach. **Management Decision**, v. 58, n. 8, p. 1543-1562, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1108/MD-07-2019-0939>.
- GIL, A.C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 7. ed. São Paulo, SP: Editora Atlas, 2019.
- HANSEN, L.; FROEHLICH, C.; SCHREIBER, D. Sustentabilidade socioambiental em uma empresa do segmento calçadista. **Capital Científico**, v. 19, p. 88-105, 2021.
- JIMENO-MORENILLA, Antonio et al. Technology enablers for the implementation of Industry 4.0 to traditional manufacturing sectors: a review. **Computers in Industry**, v. 125, p. 103390, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103390>.
- MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2017. 346 p. ISBN 9788597010121.
- MONTEIRO, G.; JULIÃO, J.; GASPAS, M. **Impacto da Indústria 4.0 no setor do calçado**. 2023. Dissertação (Mestrado em Gestão) – Católica Porto Business School, Porto, 2023.
- PAPETTI, Alessandra et al. A method to improve workers' well-being toward human-centered connected factories. **Journal of Computational Design and Engineering**, v. 7, n. 5, p. 630–643, out. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1093/jcde/qwaa047>.
- SANDER, S. C.; SCHREIBER, D.; VIER, M. B. Análise de possibilidades de reciclagem no processo de fabricação de calçados. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 17, n. 1, p. e11462–e11462, 29 mar. 2024.
- SCHREIBER, D. Análise reflexiva acerca das alternativas de redução de custos ambientais por meio da adoção das tecnologias da indústria 4.0 mediadas pelas ferramentas Design Thinking e Cooper's Stage Gate. **Organizações em contexto**, São Bernardo do Campo, v. 18, n. 36, jul.-dez. 2022.
- SCHREIBER, D.; SANDER, S. C.; MARTINS, M. A. M. Compras verdes na cadeia de fabricação de calçados. **Revista Pretexto**, v. 24, n. 1, p. 119-135, 2023.
- SCHREIBER, D.; WALLAUER, L. A. Análise de alternativas de adoção da internet das coisas (IoT) no processo de fabricação de calçados. **Exacta**, 2023.
- TAVARES, Frederico Romel Maia et al. Análise bibliométrica da produção científica da indústria 4.0 e sua relação com a indústria calçadista. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 6, 2021.
- YIN, Robert. **Estudo de Caso**. 5. ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2015. Recurso on-line. ISBN 9788582602324.