

<https://doi.org/10.5585/2023.23012>



Análise de alternativas de adoção da internet das coisas (IoT) no processo de fabricação de calçados

Analysis of alternatives for adopting the internet of things (iot) in the footwear manufacturing process

Recebido: 28 set. 2022

Aprovado: 09 mar. 2023

Versão do autor aceita publicada online: 09 mar. 2023

Publicado online: 10 mar. 2023

Como citar esse artigo - American Psychological Association (APA)

Schreiber, D., & Wallauner, L. A. (jan./mar. 2025). Análise de alternativas de adoção da internet das coisas (IoT) no processo de fabricação de calçados. *Exacta*, 23(1), p. 223-246.

<https://doi.org/10.5585/2023.23012>

Submeta seu artigo para este periódico

Processo de Avaliação: *Double Blind Review*

Editor: Dr. Luiz Fernando Rodrigues Pinto



Dados Crossmark



Análise de alternativas de adoção da internet das coisas (IoT) no processo de fabricação de calçados

Analysis of alternatives for adopting the internet of things (iot) in the footwear manufacturing process

 Dusan Schreiber¹ e  Leandro Adriano Wallauer²

Universidade Feevale, Novo Hamburgo, RS, Brasil 

Nota dos Autores

Autores declaram que não há conflitos de interesses.

Resumo

A fabricação de calçados pode ser considerada uma das atividades industriais mais antigas, clássicas e tradicionais, com o processo intensivo de mão de obra. A adoção de novas tecnologias encontra resistência devido à facilidade de contratar a mão-de-obra operacional com salários relativamente baixos, principalmente em países em desenvolvimento. No entanto, o avanço tecnológico sugere a mudança no referido cenário. Este trabalho de pesquisa teve como objetivo evidenciar as alternativas de adoção da tecnologia IoT na produção de calçados. Optou-se pelo estudo de caso múltiplo, em sete indústrias de calçados de grande porte, da região sul do Brasil, utilizando a abordagem qualitativa, com a coleta de dados por meio de entrevistas em profundidade, levantamento documental e observação não participante sistemática. Os resultados facultaram a identificação de diversas atividades operacionais, na produção de calçados, que poderiam ser beneficiadas com a adoção da tecnologia IoT.

Palavras-chave: tecnologias, internet das coisas, fabricação de calçados

¹ Doutor em Administração

² Mestre em Qualidade Ambiental

Abstract

Analysis of alternatives for adopting the internet of things (iot) in the footwear manufacturing process

The manufacture of shoes can be considered one of the oldest, classic and traditional industrial activities, with the intensive process of labor. Adoption of new technologies is met with resistance due to the ease of hiring operational labor at relatively low wages, especially in developing countries. However, technological advances suggest a change in that scenario. This research work aimed to highlight the alternatives for adopting IoT technology in the production of footwear. A multiple case study was chosen, in seven large footwear industries, in the southern region of Brazil, using a qualitative approach, with data collection through in-depth interviews, documentary survey and systematic non-participant observation. The results allowed the identification of several operational activities, in the production of shoes, that could benefit from the adoption of IoT technology.

Keywords: technologies, internet of things, shoe manufacturing

1 Introdução

O sistema produtivo, em diversos setores econômicos, é influenciado constantemente pelo avanço científico e tecnológico, que contribui para a revisão, reavaliação e, conseqüentemente, de mudanças, de procedimentos operacionais (Cioffi et al, 2020). Algumas destas alterações alteraram de forma substancial a configuração de processos operacionais, principalmente pela introdução de máquinas e equipamentos, como ocorreu alguns séculos atrás em períodos históricos que foram denominados como Revolução Industrial, com a migração do modo de produção artesanal, para a fabricação seriada, em escala (García-Muiña et al, 2020).

Algumas das operações industriais, ao longo dos séculos, receberam maior atenção e foram beneficiadas com mais investimentos, para avançar no processo de substituição de pessoas pelas máquinas (Kiel et al., 2017). Mas algumas atividades industriais, como a de fabricação de calçados, apresentaram diversos obstáculos e dificuldades, em tornar os processos operacionais mais intensivos no uso de máquinas e equipamentos, permanecendo, até os dias de hoje, como intensiva de mão-de-obra (Colantuono & Sousa, 2018).

Dentre os principais motivos de certo atraso e/ou resistência na adoção de novas tecnologias no processo fabril de calçados está, principalmente, na dimensão econômica, ou seja, de montante



relevante requerido para os investimentos necessários para aquisição de máquinas e equipamentos e tempo de retorno do investimento realizado (Schreiber, 2022). Além disso, a restrição de custos e despesas despendidos, na comparação com os preços de mercado praticados, limitando a margem de contribuição, de maioria dos modelos de calçados comercializados, também são considerados (Carloni et al., 2007).

Nesta perspectiva, ao avaliar o conjunto de aspectos mencionados, percebe-se que a maioria dos gestores organizacionais, das indústrias de calçados que operam para atender o mercado sem diferenciação, sem valor agregado e nichos específicos, optam pelo modelo de negócio baseado em volume e mão-de-obra de custo reduzido (onde esta estiver disponível, mesmo que para isso tenha que deslocar a sua operação para outras regiões ou países). Dentro do modelo também se preconiza a busca incessante por alternativas de menor nível de investimento em infraestrutura, máquinas equipamentos e instalações, com o intuito de maximizar o retorno econômico (Colantuono & Sousa, 2018).

No entanto, apesar da descrição que representa grande parte das indústrias calçadistas, percebe-se que diversas organizações, notadamente aquelas de maior porte, com crescente presença no varejo, por meio de marcas próprias e/ou internacionalizadas, já iniciaram o movimento de mudança do seu posicionamento estratégico (Colantuono & Sousa, 2018). Ao perceber a crescente sensibilização de consumidores para temas relacionados com a justiça social, qualidade ambiental e do ambiente de trabalho, estas organizações, muitas delas presentes também em mercados de capitais e com as relações estabelecidas com os grupos organizados de interesse (stakeholders), passaram a analisar alternativas para reconfigurar suas operações, para contemplar os referidos temas e assim, assegurar a sua legitimidade, para continuar atuando no mercado de consumo (Kiel et al, 2017).

A crescente mecanização e automação industrial foi incluída na agenda e passou a figurar em processos decisórios. Recentemente, devido ao destaque que tem recebido, seja em meio corporativo e, também, na academia, a tecnologia IoT foi submetida à análise e avaliação, sob a perspectiva de

viabilidade técnica e econômica, no processo de fabricação de calçados (Garcia-Muiña et al, 2020). Destarte, entendeu-se que se justifica a realização desta pesquisa, concebida com o objetivo de analisar as alternativas de adoção da tecnologia IoT na produção de calçados. Como hipótese, a ser confirmada ou refutada, por meio dos resultados do estudo propõe-se: “As indústrias de calçados relutam em adotar a tecnologia IoT em processos operacionais devido ao alto investimento comparado com a incerteza do retorno econômico do mesmo”.

Para alcançar o referido objetivo optou-se pelo seguinte percurso metodológico: estudo multicaso em sete indústrias de calçados, com abordagem qualitativa, com a coleta de dados por meio de entrevistas em profundidade, levantamento documental e observação não participante sistemática. Os dados empíricos foram submetidos à análise de conteúdo.

O trabalho inicia com a apresentação de duas vertentes teóricas, a saber, processo de fabricação de calçados e tecnologia IoT. Na sequência está explicitado o percurso metodológico adotado. Detalhamento dos resultados está apresentado após, em tópico intitulado de análise e discussão de resultados. Trabalho finaliza com o tópico de considerações finais e referências de obras consultadas para elaborar a revisão teórica.

2 O processo de fabricação do calçado

A indústria calçadista é caracterizada pela intensiva utilização de mão-de-obra em seu processo de fabricação, inclusive não-especializada (Correia, 2002; Guerrero, 2004; Santos, 2008; Zingano & Oliveira, 2014), com tecnologia de produto e processo tradicional, além da utilização de muitos processos artesanais (Guerrero, 2004; Yick, Yu & Li, 2019). A indústria brasileira de calçados tem no preço o seu atributo principal de competitividade (Santos, 2008; Santana, 2015), sendo este o fator que permitiu o ingresso do setor no mercado externo (Carlioni et al., 2007; Teixeira, Romano & Alvez-Filho, 2014; Rodrigues & Salomão, 2018).

O processo produtivo do calçado é discreto, e as principais etapas da organização do trabalho são: Modelagem, Corte/Chanfração, Preparação/Costura, pré-fabricado (solado), montagem, e acabamento (Santos, 2013). Todas estas etapas serão descritas a seguir:



- a) Modelagem: Etapa onde o calçado é desenvolvido. Pode-se dividir esta etapa em dois momentos: a primeira está relacionada ao “*designer*”, com a concepção geral do produto (modelo, *design*, combinações de cores, materiais, fôrma); e a segunda está relacionada à estrutura técnica através do “*modelista técnico*” (modelador), que torna o produto real, desenvolvendo e confeccionando o cabedal, a palmilha, o solado, o salto e outros detalhes, bem como as ferramentas necessárias para sua produção (navalhas, matrizes e outras ferramentas gerais) (Ruppenthal, 2001; Rolo, 2016).
- b) Corte/Chanfração: É o início do processo fabril do calçado, onde ocorre a utilização da matéria-prima para o corte das peças que irão compor o cabedal. O processo pode ser manual, mecânico e/ou através de máquinas informatizadas que possuem o sistema CAM (em inglês “*Computer Aided Manufacturing*” ou em português “*manufatura auxiliada por computador*”). Já o processo de chanfração é realizado em maquinário específico, em determinadas regiões das peças, e tem por finalidade permitir que as peças recebam acabamentos do tipo: virado, sobreposto, emendas, entre outras (Carlioni et al., 2007; Zorn, 2007; Rajan et al, 2016).
- c) Preparação/Costura: Etapa produtiva onde se realiza a união de peças, além da fixação de adornos, enfeites, metais, rebites e ilhoses, visando confecção do cabedal do calçado (Guerrero, 2004). Das etapas do processo produtivo, esta é considerada a mais crítica, pois as operações variam de acordo com o modelo a ser fabricado. Por isso algumas empresas costumam realizar parte desta etapa ou toda ela fora de suas dependências em “*ateliers*” terceirizados (Santos, 2008). Outro fator importante na terceirização é que ela mantém o número de colaboradores dentro da empresa estabilizado frente às variações sazonais de demanda (Ruppenthal, 2001; Pelizzari, 2013).
- d) Pré-fabricado: Setor onde o solado do calçado é fabricado, sendo uma etapa que ocorre em paralelo ao setor de Corte/Chanfração e Preparação/Costura. O solado hoje pode ser composto por uma diversidade de materiais, fazendo-se necessário realizar um conjunto de processos para que este esteja pronto para ser usado no setor de montagem. Por envolver investimentos em maquinário específico e mão-de-obra, geralmente é realizado fora da empresa. Para Ruppenthal (2001) e Nazaré e Romeiro Filho (2015) a nomenclatura “*Solados*” é utilizada para descrever esta etapa produtiva.
- e) Montagem: Setor onde são realizados os processos que visam deixar o calçado com sua aparência final. Como o próprio nome já diz, nesta etapa ocorre à montagem do cabedal e do solado, a partir da utilização de uma fôrma (material com as características de um pé humano) (Carlioni et al., 2007; Zorn, 2007; Costa et al., 2008; Santos, 2008; Nagano & Begg, 2018). A montagem pode variar dependendo do modelo, e em alguns casos pode-se fazer necessária a utilização de alguns insumos como palmilha de montagem, palmilha interna, atacadores, etc.

f) Acabamento: O processo de acabamento consiste do último setor de produção, sendo o local onde se realiza a limpeza, pequenos consertos do calçado e controle da qualidade final, para posterior expedição (Guerrero, 2004; Motawi, 2018).

Corte/Chanfração, Preparação/Costura, Pré-fabricado, Montagem e Acabamento constituem-se dos setores responsáveis pela produção do calçado. O setor de modelagem não está ligado diretamente à produção, mas é o setor responsável por desenvolver o calçado que será produzido, bem como resolver problemas que o setor produtivo venha a ter (Rolo, 2016). O setor de pré-fabricado em alguns modelos pode ser abastecido pelo setor de corte e seu fluxo produtivo ocorre independente dos outros, porém é a sua responsabilidade de abastecer o setor de montagem. O setor de Corte/Chanfração pode ainda cortar algumas peças utilizadas no setor de Montagem.

A tecnologia baseada em contextividade (IoT) seria importante para auxiliar no controle e orientação da produção diária, tempo gasto nos setups de modelos, eficiência operacional, falhas ocasionadas durante a injeção, capacidade produtiva, alerta para os líderes em caso de parada de máquina e perda na produtividade (Guerrero, 2004; Santos, 2008; Ruppenthal, 2001; Santaella et al., 2013; Lemos, 2013).

Mesmo que as etapas produtivas sejam exatamente as mesmas para toda a indústria calçadista, a produção pode variar muito de uma empresa para outra, podendo ser aperfeiçoada ou especializada, conforme o porte da empresa e o nicho de mercado que se pretende atingir (Colantuono & Sousa, 2018). Por apresentar um processo descontínuo, as etapas do processo produtivo podem ser realizadas em um único estabelecimento ou em locais distintos através da terceirização (Correia, 2002; Costa, 2002). No setor calçadista há um forte incentivo à divisão do trabalho entre empresas (terceirização) (Carloni et al., 2007; Santos, 2008), entretanto há também diversas empresas de grande porte que são totalmente integradas (Carloni et al., 2007; Rodrigues & Salomão, 2018).

Desta revisão teórica, acerca do processo operacional de fabricação de calçados, emergiram as três categorias de análise que nortearam tanto a etapa de planejamento do estudo, com a



elaboração dos instrumentos de coleta de dados empíricos, bem como sua análise. A primeira categoria de análise é representada por Máquinas e Equipamentos, utilizados ao longo de todo o processo fabril, com destaque para o setor de Corte e Chanfração, Pré-fabricado e Acabamento. A segunda categoria de análise refere-se a processos operacionais e a terceira categoria de análise é constituída de atividades de suporte à operação.

3 Internet das Coisas (IoT)

A internet das coisas (Internet of things – IoT), como conceito e proposta de sua utilização, foi mencionada pela primeira vez no ano 1999, em uma palestra proferida por Kevin Ashton, pesquisador da MIT (Khan, 2019). O tema específico da referida palestra era a tecnologia RFID (Radio-Frequency Identification), uso de etiquetas de radiofrequência, que facultam a comunicação entre objetos, por meio de ondas de rádio. Naquele período diversos pesquisadores estudavam o tema, por perceber que esta tecnologia poderia oferecer diversos benefícios, para as organizações e as pessoas também (Lemos, 2013; Ashton, 2009; Singer, 2012; Friedewald & Raabe, 2011; Brock, 2001; Rejeb, Keogh & Treiblmaier, 2019).

Apesar de potenciais vantagens apontadas pela comunicação em rede, entre objetos e destes com as pessoas, com informações relevantes para a tomada de decisão, reconfiguração de estruturas operacionais e de serviços ou, até mesmo, em automação residencial, apenas no ano 2005 a IoT foi reconhecida como área de investigação científica (Santucci, 2010; Reyna et al., 2018) quando a União Internacional de Telecomunicações publicou um relatório consolidado sobre o tema. O reconhecimento foi facultado pelos avanços tecnológicos que possibilitaram o aprimoramento de sensores e de redes sem fio, principalmente com base em contribuições da nanotecnologia (Kadow & Camargo, 2016; De Matos, Amaral & Hessel, 2017; Batalla, Mastorakis & Mavromoustakis et. al, 2017; Zhu, Gai & Li, 2019).

Na sua essência, a IoT abre horizontes para uma nova perspectiva de uso de tecnologia na vida de cada um dos indivíduos, da sociedade e das organizações, privadas ou públicas, com ou sem fins lucrativos, com base em funcionamento autônomo de elementos estruturantes de sistemas

macro, como de mobilidade, segurança, saúde ... entre outros (Yu & Bai, 2013; Galegale et al, 2016). Para tanto, se faz mister identificar e alinhar as tecnologias integrantes da IoT, como sensores, transmissores e receptores, processadores, computação na nuvem e computação ubíqua, conectividade sem fio, seja por meio de telefonia móvel ou rede wifi (Zuin & Zuin, 2016).

Com a maior autonomia das “coisas” ligadas em rede, se comunicando e gerando dados, que com processamento instantâneo se transformam em informações, que são analisadas, com base em protocolos definidos, facultando a tomada de decisão automática (autônoma e independente do ser humano) percebe-se o potencial de redução de erros de execução de operações estruturantes, como o fornecimento de energia elétrica, residencial e pública, de gás, água, serviços de saneamento público, segurança pública e mobilidade urbana, como o controle de tráfego, emissão de alertas, etc (Vashi, Ram & Mode et al, 2017).

Vale destacar que cada um dos dispositivos conectados à rede adquire uma identidade própria (IP – Internet Protocol), bem como personalidade distinta (finalidade), apresenta configurações diferenciadas de acesso à rede, capacidades diferentes de captura, armazenamento e compartilhamento de dados (Faccioni Filho, 2016; Thoben, Wiesner & Wuest, 2017). As características idiossincráticas de distintos conjuntos de dispositivos conectados evidencia a complexidade da rede de sensores sem fio (Wireless Sensor Network – WSN) que cresce exponencialmente cada ano que passa (Waring & Tremblay, 2016).

Nesta perspectiva evidenciam-se desafios para a adoção e operacionalização de sistemas autônomos, baseado em redes de diferentes dispositivos interligados, gerando dados, compartilhando-os e se autodeterminando, mesmo que seguindo protocolos prescritos previamente, por meio da programação específica (Singer, 2012; Lu, 2017). O primeiro deles é a necessidade de escala, para se obter uma significativa redução de custos de instalação, bem como a capilaridade da rede e redundância de sensores e de roteadores, prevenindo a ruptura de fluxo de informações e de falhas na operação do sistema. Como segundo, pode se mencionar a heterogeneidade de dispositivos, com diferentes interfaces e protocolos de comunicação, exigindo padronização e normatização, com



investimento relevante em hardware e software, para assegurar o funcionamento ininterrupto do sistema (Lemos, 2013; Paes, 2014; Liao, 2017).

O terceiro desafio está em prover fontes de energia para o sistema se manter em operação. Apesar dos avanços científicos e tecnológicos dos últimos anos, que facultaram a concepção e desenvolvimento de dispositivos com menor consumo de energia, a dependência de fonte energética continua sendo desafio em muitos locais, desprovidos de estrutura confiável de infraestrutura para a geração e distribuição de energia elétrica. Com a crescente adoção de sistemas autônomos, de gestão e controle, respaldado em IoT, é essencial investir em fontes alternativas e redundantes, para assegurar o fornecimento contínuo de energia elétrica (Casagras, 2008; Minerva, Biru & Rotondi, 2015; Jirkovsky, Obitko & Marik, 2017).

O quarto desafio é representado pela necessidade de assegurar a privacidade de determinados dados, evitando fragilidades na segurança que poderiam culminar em riscos imponderáveis, principalmente para os sistemas IoT vinculados à infraestrutura (fornecimento de energia elétrica, de água, internet, saneamento,...), mobilidade urbana (controle de trânsito, avisos e alertas para as centrais de monitoramento), segurança públicas e de proteção à pessoa (Vermesan & Friess, 2013; Fell, 2014; Kadow & Camargo, 2016).

Como quinto desafio pode-se citar o volume de dados gerados, que tende a aumentar, na medida em que mais dispositivos serão conectados à rede, ensejando a concepção e operacionalização de artefatos para a interpretação e tratamento dos mesmos. Diversas organizações e mesmo países já se encontram nesta situação, ou seja, crescente volume de dados gerados e armazenados, sem tratamento e, portanto, sem utilidade para a tomada de decisão (Zhang, He & Xiao, 2013; Nassar & Horn, 2014).

Além dos desafios mencionados, para o gerenciamento da rede IoT, seja no âmbito das organizações, da sociedade ou mesmo no nível do indivíduo, a literatura científica que versa sobre o tema aponta para as mudanças comportamentais, que a cada vez maior presença de dispositivos conectados em rede, podem suscitar (Santaella; Gala; Policarpo & Gazoni, 2013). Trata-se de

alterações tanto de rotinas individuais como de práticas organizacionais, que podem repercutir inclusive na configuração das relações sociais constituídas (Gao & Bai, 2014).

Trata-se de importantes mudanças paradigmáticas, que para determinados grupos sociais podem ser apenas simbólicas, mas para outros podem representar alteração radical na forma de perceber a realidade circundante, bem como exigir revisão de atitudes, de trabalhar, viver e de se relacionar (Cocchia, 2014; Galaske, 2018). Em organizações, de setores econômicos considerados tradicionais, notadamente aqueles de utilização intensiva de mão-de-obra, a incorporação de IoT poderá implicar em concepção de novas práticas operacionais e, até mesmo, eliminação de determinados processos, subprocessos, procedimentos e tarefas. É o caso, por exemplo, das indústrias de fabricação de calçados, especialmente em países em desenvolvimento, como o Brasil.

4 Percurso metodológico

O objetivo da pesquisa foi determinante para a escolha do percurso metodológico. Sendo o mesmo a análise de alternativas de adoção da tecnologia IoT na produção de calçados, julgou-se como estratégia mais adequada o estudo de caso múltiplo (Yin, 2015). Usando os critérios de acessibilidade e conveniência dos pesquisadores, selecionaram-se quatro indústrias calçadistas, de grande porte, com suas matrizes localizadas na região do Vale do Sinos, no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. As quatro organizações integram o rol de associados da ABICALÇADOS, em cujo site a nominata integral está disponibilizada para a consulta pública.

Foram contatadas, ao todo, onze empresas, sendo que quatro concordaram em colaborar com esta pesquisa. Cada uma das empresas indicou um profissional, cujo perfil estava aderente com o conjunto de requisitos sugeridos pelos pesquisadores, a saber: (i) no mínimo dez anos de experiência operacional de fabricação de calçados, (ii) a experiência operacional prévia em todos os subsistemas do sistema fabril de calçados e (iii) no mínimo cinco anos de trabalho na empresa atual (Quadro 1).



Quadro 1

Perfil dos entrevistados

Entrevistado	Gênero e Idade	Formação acadêmica	Experiência operacional em produção de calçados	Tempo de trabalho na empresa atual
E1	Homem/ 39 anos	Administração	18 anos	7 anos
E2	Homem/ 55 anos	Eng. Produção	26 anos	19 anos
E3	Homem/ 47 anos	Técnico calçados	23 anos	14 anos
E4	Homem/ 33 anos	Técnico calçados	12 anos	5 anos

Fonte: Autor

As entrevistas ocorreram nos meses de outubro e novembro de 2021, presencialmente, dentro das empresas, em salas de reunião disponibilizadas pelas empresas, sendo gravadas em áudio e transcritas em até três dias após os encontros. Por ocasião das entrevistas também foi realizada a observação não participante sistemática, para a qual foi elaborado, ex-ante, um check-list, a partir da revisão teórica. O mesmo check-list foi utilizado também para o levantamento documental, por meio de acesso à intranet das empresas, constituída de relatórios técnicos, atas de reuniões, orçamentos elaborados e apresentados por empresas interessadas em implementar sistemas de automação industrial (Flick, 2004).

Todos os dados empíricos reunidos, como textos transcritos de entrevistas, anotações em diário de campo decorrentes de observação não participante sistemática e levantamento documental, foram submetidos à análise de conteúdo, seguindo as recomendações constantes da literatura revisada (Bardin, 2011), constituídas de pré-análise, exploração do material e, por fim, de tratamento de resultados, inferência e interpretação.

As categorias de análise, que orientaram a interpretação dos resultados, emergiram da literatura concernente à fabricação de calçados, sendo elas: Máquinas e equipamentos, Processos Operacionais e Atividades de suporte à operação, em fabricação de calçados, que foram analisadas no primeiro tópico de revisão teórica. Foi priorizado o conjunto de evidências das atividades operacionais de produção de calçados e de atividades de suporte a estas áreas, como Compras, PCP e Logística (Quadro 2).

Quadro 2

Categorias de análise da pesquisa

Categorias de análise	Alternativas de adoção IoT	Literatura científica
Máquinas	Autonomia operacional; compartilhamento de dados	Ashton, K. (2009); Colantuono, A. C. S.; Sousa, N. C. (2018); Rajan et al, 2016
Processos operacionais	Controle; Eficiência produtiva; Redução de perdas; Tempo de produção	Correia, P. C. (2002); De Matos, E.; Amaral, L. A.; Hessel, F. (2017); Nazaré e Romeiro Filho (2015)
Atividades de suporte à operação	Controle; Compartilhamento de dados; Autonomia decisória	Kadow, A., & Camargo, C. (2016); Ruppenthal, J. E. (2001); Motawi, 2018; Nagano & Begg, 2018

Fonte: Autor

Vale ressaltar que o foco do estudo é, principalmente, área de operações (máquinas, equipamentos, processos e atividades realizadas) e os setores que dão suporte à mesma. Nesta perspectiva não foram explorados, em maior profundidade, os dados e evidências empíricas, que remetem a processos administrativos.

5 Análise e discussão de resultados

As quatro indústrias de calçados que participaram da pesquisa, por meio de entrevistados indicados (um de cada organização), são todas de grande porte, com sedes localizadas na região do Vale do Rio dos Sinos, RS-Brasil. Todas operam no mercado mais de 10 anos, com marcas próprias, reconhecidas no país e no exterior, e são associadas da ABICALÇADOS.

A pesquisa foi concebida e conduzida com o objetivo de analisar alternativas de adoção da tecnologia IoT na produção de calçados e, portanto, a percepção de um expert por organização, foi julgada suficiente, visto que cada um dos entrevistados tinha mais de dez anos de experiência operacional na fabricação de calçados, de todas as etapas envolvidas e tinham, no mínimo, cinco anos de vínculo com a empresa atual.

Desta forma, o retorno fornecido pelos entrevistados, complementado com a observação não participante sistemática e levantamento documental de registros internos disponíveis na intranet, de cada uma das empresas, foi considerado suficiente, sob a perspectiva de exploração inicial do tema em tela, conforme sugere Flick (2004).



Foi possível perceber que os benefícios que a adoção da tecnologia IoT geraria, estariam localizados em três áreas distintas: (i) gestão e controle, onde seria possível minimizar a ocorrência de erros de lançamentos e registros, atualmente ainda realizados manualmente, reduzindo, portanto, o tempo de execução, de diversos procedimentos internos; (ii) comercial e desenvolvimento de produtos, facultando geração de dados em pontos de venda, varejo, com o consumidor, possibilitando, na sequência, o tratamento destes dados, conforme protocolos pré-definidos, para subsidiar o processo de design e modelagem; (iii) PCP e produção, conectando, em tempo real, todas as etapas operacionais, promovendo o aumento de produtividade (Santos, 2008; Carloni et al, 2007).

No entanto, especificamente na área operacional, de fabricação de calçados, objetivo deste estudo, o teor das entrevistas foi orientado para as três categorias de análise, que emergiram da literatura revisada, a saber, máquinas e equipamentos, processos operacionais e atividades de suporte à operação.

Os entrevistados E1, E2 e E4 afirmaram que a tecnologia IoT poderia ter muita utilidade em processo fabril de calçados. Na linha de produção poderia ser utilizada no controle de velocidade e temperaturas dos maquinários, facultando auto monitoramento do funcionamento dos equipamentos (em tempo real e continuamente), evidenciando de forma imediata quaisquer inconformidades no padrão operacional e, conseqüentemente, auto determinar uma parada para a manutenção. A própria máquina solicitaria a manutenção e indicaria exatamente o tipo de reparo necessário (Batalla et al., 2017; Fell, 2014).

Máquinas injetoras de solados e saltos: A internet das coisas (IoT) auxiliará na identificação do ferramental, material, tempos de cura e código do programa de injeção que deverá utilizar por modelo, atualmente tudo isso é selecionado manualmente.

Máquinas de costuras programadas: mesmos benefícios acima, somados à identificação de falhas que aconteçam no processo e podem ser identificados sem ação humana, garantindo melhor qualidade ao produto. De forma similar, também as máquinas de montagem de bico do calçado seriam beneficiadas. Além dos benefícios destacados para máquinas de costura, se evidencia a

importância de não ser necessário os ajustes manuais dos operadores, pois atualmente esse é um problema que acontece, quando os ajustes são manuais, por vezes o operador acaba por fazer uma programação errada para o tipo de produto (Ruppenthal, 2013; Nassar & Horn, 2014; Ashton, 2009).

Vale ressaltar que os quatro entrevistados foram unânimes em afirmar que apesar do discurso institucional presente nas organizações nas quais trabalham, em prol da adoção das tecnologias da indústria 4.0, muito pouco foi operacionalizado até o presente momento. A atitude refratária das organizações que atuam em atividades econômicas tradicionais, para adoção de novas tecnologias, que poderiam alterar a configuração de processos operacionais, impactar a cultura organizacional vigente e potencializar o risco da operação, foi evidenciada em estudos anteriores, com destaque para Zorn (2007), Zhang, He e Xiao (2013) e Vashi (2017).

Apesar de evidenciar, em consenso, as dificuldades das organizações tradicionais, como é o caso das fábricas de calçados, em investir em novas tecnologias, os quatro entrevistados detalharam os benefícios que seriam gerados com a adoção da tecnologia IoT no setor de produção, onde a preocupação recorrente e, portanto, ponto crítico, é representado pela necessidade de monitoramento e controle, por meio de indicadores da produção, para orientar a tomada de decisão em ações corretivas e setups de máquinas e equipamentos envolvidos na operação (Galegale et al., 2016; Kadow & Camargo, 2016).

Em termos de incorporação da IoT em processos operacionais os quatro entrevistados foram unânimes ao indicar que a tecnologia IoT poderia ser utilizada também para monitorar a movimentação de diferentes SKUs (*Stock Keeping Unit*, que, traduzido livremente, significa um código único identificador de um produto) no almoxarifado, produção e expedição de produtos. Desta forma a tecnologia IoT ofereceria a vantagem de controle, rastreabilidade e monitoramento, mesmo à distância (Brock, 2001; Faccioni Filho, 2016; Friedewald, 2011; Minerva et al., 2015). Assim, seria possível avaliar a efetividade de processos operacionais, identificar os pontos críticos e promover ações corretivas.



Diversos estudos sobre o setor de produção de calçados evidenciaram a relevância da redução de custos, por meio minimização de ocorrência de erros operacionais, de alinhamento de processos internos, de padronização de tarefas e perdas zero (Guerrero, 2004; Ruppenthal, 2001). As características dos processos operacionais de produção de calçados facultam, em diversas etapas de fabricação, a incorporação da tecnologia IoT, com substituição parcial de esforço manual ou mecânico, principalmente com foco na maior acuracidade do processo operacional (Santos, 2008; Singer, 2012).

Os entrevistados E1, E3 e E4 exploraram o tema de potenciais benefícios que poderiam ser gerados no ambiente produtivo em fabricação de calçados e para exemplificar, destacaram algumas operações, detalhadas na sequência. Ressaltaram, no entanto, a necessidade de avaliar o investimento também sob a perspectiva de viabilidade econômica e financeira, não apenas técnica. Esta preocupação também consta na literatura revisada sobre o tema de adoção e operacionalização das tecnologias IoT, em diversos setores econômicos, não apenas no de produção de calçados. Mesmo em segmentos mais adiantados na adoção da tecnologia IoT, como o setor metalmeccânico, químico, polímeros, entre outros, a preocupação de avaliar a viabilidade econômica é evidente (Vashi et al., 2017; Xu e Bai, 2013; Cocchia, 2014; Faccioni Filho, 2016; Fell, 2014).

Para entrevistados E1 e R2 a adoção da tecnologia IoT facultaria aprimoramento de várias etapas da fabricação, desde uma programação automática a partir da entrada de pedidos, até a própria identificação do produto para um direcionamento diferente na esteira, ou etiquetagem automática. As vantagens decorrentes da referida adoção seriam várias, com destaque, para a diminuição de erros manuais, agilidade, padronização e acuracidade no processo fabril (Yu & Bai, 2013; Zhang et al., 2013).

Novamente houve consenso dos quatro experts entrevistados, ao afirmarem que ao ser implementada no ciclo de produção, a tecnologia IoT contribuiria para a inspeção de qualidade dos produtos, fluxo das esteiras de produção, rastreabilidade dos produtos e processos da cadeia de abastecimento (Zorn, 2007; Colantuono, 2018). Os ganhos de produtividade com a utilização destes

sensores no processo produtivo poderiam ser imediatos, especialmente quando implementados nas esteiras de produção para monitoramento do fluxo de produção (Santos, 2008; Singer, 2012).

Os quatro entrevistados também enfatizaram os benefícios potenciais que poderiam ser gerados pela tecnologia IoT em atividades do setor de Planejamento e Controle da Produção – PCP, a entrada de pedidos, automatizando, com base em parâmetros definidos previamente, realizando a comunicação com os fornecedores, além de atualização de bases de dados compartilhadas com os demais setores organizacionais. Vantagens evidentes na agilidade e inteligência na programação de pedidos e maior fluidez do trabalho (Paes, 2014; Vermesan & Friess, 2013).

Apenas os entrevistados E1 e E3 relataram que foram realizados diagnósticos de processos operacionais de corte, chanfração e montagem, para avaliar a viabilidade técnica de adoção de algumas tecnologias da indústria 4.0, em especial da IoT. O referido diagnóstico foi executado por empresas de consultoria externa. Já os entrevistados E2 e E4 comentaram que apenas participaram de diversas reuniões e palestras em que foi abordado o tema de relevância da tecnologia para a competitividade industrial, mesmo em atividades tradicionais como produção de calçados.

Os dados empíricos evidenciaram que a indústria calçadista, que se caracteriza, ainda, por processos operacionais predominantemente intensivos de mão-de-obra, de baixo nível de tecnologia embarcada, mesmo em organizações de grande porte e com presença internacional, percebe a necessidade de introdução de novas tecnologias. No entanto, o investimento elevado, para a aquisição de máquinas e equipamentos, com funcionalidades baseadas em conectividade, internet das coisas (IoT), gera insegurança em relação ao possível retorno econômico do investimento, ou seja, a relação custo x benefício não indica claramente os ganhos decorrentes do investimento realizado (Thoben, Wiesner & Wust, 2017; Lu, 2017; Reyna et al., 2018).

Os dados obtidos na pesquisa evidenciam, também, que as quatro indústrias investigadas já iniciaram a adoção de tecnologias baseadas em conectividade (IoT) em determinados processos operacionais e de suporte, nos quais ficou demonstrado que os ganhos potenciais superam os custos decorrentes de sua introdução, tanto em termos de investimento em bens de capital, sua



manutenção, treinamento de pessoas e redesenho de processos organizacionais, como a literatura revisada já demonstrou (Liao, 2017; Zhu, Gai & Li, 2019).

Por fim, os resultados da pesquisa indicaram uma série de atividades, operações e processos que poderiam ser beneficiados com as tecnologias de conectividade (IoT), especialmente por meio de redução de ocorrência de erros, retrabalhos, controle e monitoramento, rastreabilidade e assim, reduzindo os custos. Ficou evidente que se trata de um caminho que as organizações deverão seguir, de investimento gradual em novas tecnologias, para preservar a sua capacidade de competir, seja no mercado nacional ou no exterior, como consta na literatura revisada que versa sobre o tema em tela (Rolo, 2016; Rodrigues & Salomão, 2018; Schreiber, 2022; Khan, 2019).

6 Considerações finais

Pari passu, diversas organizações, notadamente aquelas de maior porte e detentoras de marcas próprias, com razoável capilaridade na rede de varejo e, portanto, necessidade de assegurar a sua legitimidade junto ao consumidor final, avaliam a possibilidade de adotar novas tecnologias, dentre as quais destaca-se, atualmente, a IoT. Esta é a realidade do setor de fabricação de calçados, objeto de análise neste trabalho de pesquisa. O objetivo foi o de avaliar as alternativas de adoção da tecnologia IoT na produção de calçados em sete indústrias calçadistas de grande porte.

Foi possível evidenciar, por meio de entrevista em profundidade com profissionais indicados pelas referidas organizações, diversas operações, procedimentos e processos operacionais, que poderiam ser beneficiadas com a adoção da tecnologia IoT. O teor das entrevistas foi complementado com levantamento documental e observação sistemática não participante. Dentre os principais benefícios destaca-se a otimização de processos, aumento da produtividade, redução do lead-time e tempo de setup das máquinas e equipamentos.

Ao adotar as tecnologias baseadas em conectividade (IoT) em máquinas e equipamentos utilizados ao longo do processo de fabricação de calçados, seria possível a operacionalização da manutenção preditiva, que resultaria em redução de custos decorrentes de tempos de parada (horas-

máquina e horas-homem), estimativas mais precisas de tempos de setup e de operações específicas, facultando a combinação de processos e atividades operacionais.

Dentre os principais benefícios para os processos operacionais, na fabricação de calçados, adotando a internet das coisas (IoT) vale citar a rastreabilidade de produtos em rlaboração, de peças e componentes e produtos acabados, bem como o controle e monitoramento de execução de tarefas de cada um dos colaboradores, facultando a prevenção e intervenção, com o intuito de reduzir os custos decorrentes de devoluções de produtos com defeitos e otimizando os tempos médios de produção.

Já dentre os processos de suporte à operação, com maior potencial de aprimoramento, a partir de incorporação de tecnologias baseadas em conectividade, destacam-se o setor de planejamento e controle de produção (PCP), gestão de materiais e logística interna, que, desta forma, poderão alinhar, com maior facilidade, seu modelo operacional para promover maior nível de eficiência.

Como limitação do estudo pode ser apontado o reduzido número de entrevistados em cada indústria (apenas um), o que sugere como oportunidade de pesquisa, de novos estudos, realização de mais entrevistas, quando for a opção por abordagem qualitativa, e pesquisa do tipo survey, por meio de abordagem quantitativa.

Referências

Ashton, K. (2009) That 'Internet of Things' thing. *RFID Journal*. Disponível em

<http://www.rfidjournal.com/article/view/4986>. Acesso em 30 nov. 2021.

Batalla, J. M. et al. (Ed.) (2017) *Beyond the Internet of things: everything interconnected*. Cham: Springer.

Brock, D. L. (2001) *The electronic product code (EPC): a naming scheme for physical objects*. MIT-AUTOID-WH-002. Cambridge, MA: Auto-ID Center. Carloni, A. R.; Costa, A. B.; Garcia, R.;

Tigre, P. B (Organ.); PIO, M. J. (Organ.) (2007). *Setor de calçados: competitividade, mudança*



- tecnológica e organizacional. Relatório integrado para o SENAI. Série Estudos setoriais, Brasília, n.8, 91p.
- CASAGRAS - Coordination and Support Action for Global RFID-related Activities and Standardization. (2008). *CASAGRAS Says the Internet of Things should be more than RFID*.
- Cioffi, R., Travaglioni, M., Piscitelli, G., Petrillo, A., & Parmentola, A. (2020). Smart manufacturing systems and applied industrial technologies for a sustainable industry: A systematic literature review. *Applied Sciences*, 10(8), 2897. <https://doi.org/10.3390/app10082897>
- Cocchia, A. (2014) Smart, and digital city: a systematic literature review. In: Dameri, R. P.; Rosenthal-Sabroux, C. (Ed.). *Smart city: how to create public and economic value with high technology in urban space*. New York: Springer, 2014. p. 13-43.
- Colantuono, A. C. S.; Sousa, N. C. (2018) A Indústria Calçadista no Âmbito das Cadeias Produtivas Globais. *Revista da Faculdade de Administração e Economia – ReFAE*. São Bernardo do Campo, SP. v.9, n.1, p.15-41.
- Correia, P. C. (2002). *A indústria de calçados no Vale do Rio Tijucas (SC): uma abordagem à luz do debate sobre aglomerações produtivas especializadas*. 2002. 181f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Centro Sócio-Econômico, Programa de Pós-graduação em Economia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.
- De Matos, E.; Amaral, L. A.; Hessel, F. (2017) Context-aware systems: technologies and challenges in internet of everything environments. In: BATALLA, J. M. et al. (Ed.). *Beyond the Internet of things: everything interconnected*. Cham: Springer. p. 1-25.
- Faccioni Filho, M. (2016). *Internet das Coisas*. Palhoça: Unisul Virtual.
- Fell, M. (2014). *Roadmap for the Emerging “Internet of Things”*. Carré & Strauss: Londres.
- Friedewald, M ; Raabe, O. Ubiquitous computing: An overview of technology impacts. *Telematics and Informatics*, 2011
- Galaske, N. E. A. (2018) Workforce management 4.0 - Assessment of human factors readiness towards digital manufacturing. [S.l.]: Advances in Intelligent Systems and Computing.

- Galegale, G. P.; Siqueira, E.; Silva, C. B. H.; Souza, C. A. (2016) Internet das Coisas aplicada a negócios: um estudo bibliométrico. *BR: Revista de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação*, v. 13, n. 3, p. 423-438, set./dez. 2016.
- Gao, L., & Bai, X. (2014). A unified perspective on the factors influencing consumer acceptance of internet of things technology. *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*, 26(2), 211-231.
- Garcia-Muiña, F. E., Medina-Salgado, M. S., Ferrari, A. M., & Cucchi, M. (2020). Sustainability transition in industry 4.0 and smart manufacturing with the triple-layered business model canvas. *Sustainability*, 12(6), 2364. <https://doi.org/10.3390/su12062364>
- Guerrero, G. A. (2004) *Avaliação da dinâmica dos processos inovativos das micros e pequenas empresas do arranjo produtivo calçadista da região de Birigui – SP*. 2004. 225f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Programa de Pós-graduação em Economia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.
- Jirkovsky, V.; Obitko, M.; Marik, V. (2017) Understanding Data Heterogeneity in the Context of Cyber-Physical Systems Integration. [S.l.]: *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, v. 13, n. 2, p. 660-667.
- Kadow, A., & Camargo, C. (2016). Internet das Coisas: Vulnerabilidade, Privacidade e Pontos de Segurança. *Revista Competência*, 9(1), 153-161.
- Khan, J. Y. (2019). *Internet of things (IoT): Systems and applications*. Jenny Stanford Publishing.
- Kiel, D., Muller, J. M., Arnold, C., & Voigt, K.-I. (2017). Sustainable industrial value creation: Benefits and challenges of industry 4.0. *International Journal of Innovation Management*, 21(8), 1740015. <https://doi.org/10.1142/S1363919617400151>
- Lemos, A. (2013). *A comunicação das coisas: teoria ator-rede e cibercultura*. São Paulo: Annablume.
- Liao, Y. X. (2017) Past, present and future of Industry 4.0-a systematic literature review and research agenda proposal. [S.l.]: *International Journal of Production Research*, v. 55, n. 12, p. 3609-3629.
- Lu, Y. (2017) *Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues*. [S.l.]:



- Journal of Industrial Information Integration, v. 6, p. 1-10.
- Minerva, R., Biru, A. & Rotondi, D. (2015). Towards a Definition of the Internet of Things (IoT). *IEEE Internet Initiative - Telecom Italia*. 27 maio 2015.
- Motawi, W. (2018) Shoe Material Design Guide: The Shoe Designers Complete Guide to Selecting and Specifying Footwear Materials. [s.l.] : Wade Motawi.
- Nagano, H.; Begg, R. K. (2018) Shoe-insole technology for injury prevention in walking. *Sensors (Switzerland)*, [S. l.], v. 18, n. 5. DOI: 10.3390/s18051468.
- Nassar, V.; Horn, V. M. L. (2014) *A Internet das Coisas com as Tecnologias RFID e NFC*. In: 11º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, 2014, São Paulo. Anais [...]. São Paulo: Blucher, v. 1, n. 4, 2014.
- Nazaré, H.; Romeiro Filho, E. (2015) Uma experiência em design de produto em uma indústria calçadista de Nova Serrana-MG. *Estudos em Design | Revista (online)*, [S. l.], v. 23, p. 16–36. Disponível em: <https://www.eed.emnuvens.com.br/design/article/view/231/183>.
- Paes, W. M. (2014). Interoperabilidade móvel: a Internet das Coisas. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*, 12(1), 794-810.
- Pelizzari, O. Shoe design development. In: A. Luximon (org.). (2013) *Handbook of Footwear Design and Manufacture*. [s.l.] : Woodhead Publishing Limited. p. 117–127.
- Rajan, T. P.; Souza, L. D.; Ramakrishnan, G.; Zakriya, G. M. (2016) Comfort properties of functional warp-knitted polyester spacer fabrics for shoe insole applications. *Journal of Industrial Textiles*, [S. l.], v. 45, n. 6, p. 1239–1251, 2016. DOI: 10.1177/1528083714557056. Disponível em: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1528083714557056>.
- Rejeb, A., Keogh, J. G., & Treiblmaier, H. (2019). Leveraging the internet of things and blockchain technology in supply chain management. *Future Internet*, 11(7), 1– 22. <https://doi.org/10.3390/fi11070161>.
- Reyna, A., Martín, C., Chen, J., Soler, E., & Díaz, M. (2018). On blockchain and its integration with IoT. Challenges and opportunities. *Future Generation Computer Systems*, 88(2018), 173–190.

<https://doi.org/10.1016/j.future.2018.05.046>.

- Rodrigues, H. F.; Salomão, I. C. (2018) O Setor Calçadista do Vale Do Sinos (RS) No Âmbito do Mercosul: Desafios e Potencialidades. *Rev. Cadernos de Campo* |, [S. l.], v. 24, p. 169–186, 2018.
- Rolo, M. F. G. A. (2016) Design de Calçado Do processo criativo à produção. 2016. Universidade Técnica de Lisboa, [S. l].
- Ruppenthal, J. E. (2001) *Perspectivas do setor couro do estado do Rio Grande do Sul*. 2001. 244f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, SC, 2001.
- Santaella, L., Gala, A., Policarpo, C., & Gazoni, R. (2013). Desvelando a Internet das Coisas. *Revista GEMInIS*, 1(2), 19-32.
- Santana, S. K. S. (2015) The impact of the international reconfiguration of the footwear market on the Brazilian segment of leather and footwear. Rio de Janeiro: IPEA. a. v. 2114
- Santos, R. F. (2008) *Investigação do método de desenvolvimento de calçados no pólo calçadista do Vale dos Sinos e Paranhana no Estado do Rio Grande do Sul*. 2008. 241.f. Dissertação (mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós graduação em Engenharia de Produção, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, 2008.
- Santos, H. N. (2013) Processos de produção e trabalho no Arranjo Produtivo Local calçadista de Nova Serrana. *GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistenas*, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 55–65. Disponível em: <http://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/view/790>.
- Santucci, G. The Internet of things: between the revolution of the Internet and the metamorphosis of objects. In: SUNDMAEKER, H. et al. (Ed.). *Vision and challenges for realising the Internet of things*. Brussels: European Union, 2010. p. 11-24.
- Schreiber, D. (2022) 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, ISSN 1982-8756 • Vol. 18, n. 36, jul.-dez.
- Singer, T. (2012) Tudo conectado: conceitos e representações da internet das coisas. *Simpósio em Tecnologias Digitais e Sociabilidade – Práticas Interacionais em Rede*.
- Teixeira, I. T.; Romano, A. L.; Alvez-Filho, A. G. (2014) The differentiation of products in the industry of Brazilian plastic footwear. 174 FACEF Research: Management and Development, [S. l.], v. 17, n. 2, p. 174–184, 2014. DOI: 10.1371/journal.pone.0044657.
- Thoben, K. D.; Wiesner, S. A.; Wuest, T. (2017) "Industrie 4.0" and smart manufacturing-a review of research issues and application examples. [S.l.]: International Journal of Automation Technology, v. 11, n. 1, p. 4-16.
- Vashi, S. et al. (2017) Internet of things (IoT): a vision, architectural elements, and security issues. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON I-SMAC (IOT IN SOCIAL, MOBILE, ANALYTICS AND CLOUD), 2017, Coimbatore. *Proceedings...* Coimbatore: SCAD Institute of Technology, 2017.
- Vermesan, O.; Friess, P. (2013) *Internet of Things: Converging Technologies for Smart Environments and Integrated Ecosystems*. River Publisher, 2013.
- Waring, T., Tremblay, E. (2016). An evolutionary approach to sustainability science. *Clodynamics The Journal of Quantitative History and Cultral Evolution*, 7(1), 119-167. DOI: 10.21237/C7clio7131139
- Yick, K.; Yu, A.; Li, P. (2019) Insights into footwear preferences and insole design to improve thermal environment of footwear. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*, [S. l.], v. 12, n. 3, p. 325–334, 2019. DOI: 10.1080/17543266.2019.1629028.
- Yu, X.; Bai, Y. (2013) Internet of Things and Its Application in Intelligent logistics. *CH: Applied Mechanics and Materials*, v. 241-244, p. 3201-3204.
- Zhang, F.; He, H.; Xiao, W. (2013) Application Analysis of Internet of Things on the Management of Supply Chain and Intelligent Logistics . *CH: ApplMechanics and Materials* , v. 411-414, p. 2655-2661.

Zhu, L., Gai, K., & Li, M. (2019). Blockchain technology in internet of things.

<https://doi.org/10.1007/978-3-030-21766-2>.

Zingano, E.; Oliveira, J. C. (2014) Characterization of the Brazilian footwear complex and the causes of the decline of its performance in the last decade. *Estudos do Cepe*, [S. l.], v. 40, p. 278–309, 2014. DOI: 10.17058/cepe.v0i40.5429.

Zorn, G. (2007). Dossiê Técnico: Processo de fabricação do calçado. *Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT*. Colaboração: Silvia Regina Possa; Cristiano Scherer. Novo Hamburgo: SENAI-RS, Agosto.

Zuin, V., Zuin, A. (2016). A formação no tempo e no espaço da Internet das Coisas. *Educ. Soc.*, Campinas, 37(136), 757-773. DOI: 10.1590/es0101-73302016167198