

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

GUILHERME MARTINS FERNANDES

**CONSIDERAÇÕES DO CENÁRIO CONTEMPORÂNEO DE TECNOLOGIA 4.0 EM
INDÚSTRIA DE CONFECÇÕES**

APUCARANA

2022

GUILHERME MARTINS FERNANDES

**CONSIDERAÇÕES DO CENÁRIO CONTEMPORÂNEO DE TECNOLOGIA 4.0 EM
INDÚSTRIA DE CONFECÇÕES**

**Considerations of contemporary integration of industry 4.0 technology in
textile manufacturing**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentada como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Têxtil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador(a): Prof. Dr. Flávio Avanci de Souza.

Coorientador(a): Prof.^a Dra. Patrícia Mellerio Machado Cardoso.

APUCARANA

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Ministério da Educação

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Apucarana
COENT – Coordenação do curso de Engenharia Têxtil

TERMO DE APROVAÇÃO

Título do Trabalho de Conclusão de Curso:

**CONSIDERAÇÕES DO CENÁRIO CONTEMPORÂNEO DE
TECNOLOGIA 4.0 EM INDÚSTRIA DE CONFECÇÕES**

Por

GUILHERME MARTINS FERNANDES

Monografia apresentada às **14:00 horas do dia 10 de Junho de 2022**, como requisito parcial, para conclusão do Curso de **Engenharia Têxtil** da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Apucarana. O(a) candidato(a) foi arguido(a) pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação e conferidas, bem como achadas conforme, as alterações indicadas pela Banca Examinadora, o trabalho de conclusão de curso foi considerado APROVADO.

Banca examinadora:

Prof. Dr. FLÁVIO AVANCI DE SOUZA – ORIENTADOR(A)

Prof^a. Dr^a. PATRÍCIA MELLERO MACHADO CARDOSO – COORIENTADOR(A)

Prof^a. Dr^a. ARIANA MARTINS VIEIRA FAGAN – EXAMINADOR(A)

Prof. Dr. MÁRCIO ROBERTO GHIZZO – EXAMINADOR(A)

*A Folha de aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso processo SEI 23064.026845/2022-08.

Dedico, com todo amor, este trabalho a minha
família por todo esforço em me ajudar nos estudos
mesmo em tempos de dificuldade.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de registrar todo o meu agradecimento ao meu pai, minha mãe e meus irmãos por me ajudar em toda a minha formação e sempre fazer do impossível possível para que este momento chegasse.

Ao Jonah, que nestes 3 últimos anos tem sido um alicerce na minha vida pessoal e sempre me apoiou nos momentos difíceis que passei, me dando conselhos e toda ajuda ao qual eu necessitasse.

Aos meus amigos Marília Gonçalves, Michael Richard, Caroline Alves, Bárbara Satler, Gabriella Araújo, Welington Menotti, Guilherme Shiratori que me acompanharam em todo este turbilhão de emoções que é a graduação.

Um agradecimento também ao meu orientador Prof. Dr. Flávio Avanci de Souza e a minha coorientadora Prof.^a Dra. Patrícia Mellerio Machado Cardoso, por serem guias importantes para a construção deste trabalho.

Com certeza não será possível mencionar todos os que contribuíram para que eu possa chegar aqui, mas deixo aqui meus sinceros agradecimentos.

Eu denomino meu campo de Gestão do Conhecimento, mas você não pode gerenciar conhecimento. Ninguém pode. O que você pode fazer, o que a empresa pode fazer é gerenciar o ambiente que otimize o conhecimento.
(DAVENPORT; PRUSAK, 2012).

RESUMO

A Indústria 4.0 é o termo que o governo alemão adotou em 2011 para lançar uma plataforma de modernização, da sua já desenvolvida indústria, para contrapor ao competitivo mercado asiático, fazendo com que a indústria retornasse a produção para o seu país. Este movimento fez com que outros mercados se adequassem ao novo momento. Para tanto, tecnologias como sistemas ciberfísicos, sensores, big data e internet das coisas, entre outras, foram integradas aos meios de produção permitindo-as que fossem coletados dados em tempo real e que esses fossem tratados de forma a otimizar a produção. O uso de tecnologias robóticas faz com que a produção se acelere sem a necessidade de um grande número de operadores ou até o controle total do processo por meio da computação em nuvem. Entretanto, esta modernização da tecnologia não chegou a todas as áreas da indústria, pois é notável que alguns segmentos industriais tiveram alta aderência as novas tecnologias enquanto outros, que incluem a indústria da confecção, encontraram obstáculos no seu desenvolvimento ou até desconhecem as tendências no setor. Neste trabalho foi analisado o nível de conhecimento de engenheiros têxteis que atuam em confecções com relação a tecnologias da Indústria 4.0 e o nível de importância que as empresas em que atuam despendem a estas inovações. A coleta de dados realizou-se por meio de questionários semiestruturados encaminhados a este público. Concluiu-se a partir destes que estas empresas podem usufruir de tecnologias digitais mas existem obstáculos, principalmente relacionados a altos investimentos requeridos na implementação destas tecnologias. Entretanto, algumas tecnologias podem mantê-las competitivas pelo baixo custo, o que favorece empresas com menor capital. Os resultados também mostraram que, apesar de haver muita facilidade de alguns dos participantes da pesquisa, há outros tiveram dificuldades em reconhecer alguns termos, o que pode ser relacionado com fragilidades do currículo do curso de graduação.

Palavras-chave: Indústria 4.0; Tecnologias; Modernização; Indústria da Confecção.

ABSTRACT

Industry 4.0 is the term that the German government adopted in 2011 to launch a modernization platform, of its already developed industry, to counteract the competitive Asian market, causing the industry to return production to its country. This movement made other markets adapt to the new moment. To this end, technologies such as cyber-physical systems, sensors, big data and the internet of things, among others, were integrated into the means of production, allowing data to be collected in real time and treated to optimize production. The use of robotic technologies makes production accelerate without the need for many operators or even full control of the process through cloud computing. However, this modernization of technology did not reach all areas of the industry, as it is notable that some industrial segments had high adherence to new technologies while others, which include the clothing industry, encountered obstacles in their development or were even unaware of trends in the sector. In this work, it was analyzed the level of knowledge of textile engineers who work in textile manufacturing regarding Industry 4.0 technologies and the level of importance that the companies in which they work spend on these innovations. Data collection was carried out through semi-structured questionnaires sent to this audience. It was concluded from these that these companies can take advantage of digital technologies but there are obstacles, mainly related to the high investments required in the implementation of these technologies. However, some technologies can keep them competitive due to their low cost, which favors companies with less capital. The results also showed that, although some of the research participants found it effortless, there were others who had difficulties in recognizing some terms, which may be related to weaknesses in subjects taught during college.

Keywords: Industry 4.0; Technologies; Modernization; Clothing Industry.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - RoQom 6000	28
Figura 2 - Modelo AMS-251.....	29
Figura 3 - Modelo 971-01.....	30
Figura 4 - Modelo LOWRY Sewbot.....	31
Figura 5 - Modelo Procut D8002S	32
Figura 6 - Perfil e quantidade de tecnologias 4.0 por empresa conforme os pesquisados	36
Figura 7 - Tecnologias utilizadas no desenvolvimento/criação pelas empresas conforme os pesquisados	37
Figura 8 - Nível de importância das empresas para com a prototipagem em impressão 3D conforme os pesquisados.....	38
Figura 9 – Nível de importância das empresas para com programas de vetorização 3D conforme os pesquisados.....	39
Figura 10 - Nível de importância das empresas para com gêmeos digitais conforme os pesquisados	40
Figura 11 - Tecnologias utilizadas no gerenciamento da produção pelas empresas conforme os pesquisados	41
Figura 12 - Nível de importância das empresas para com o monitoramento virtual da produção conforme os pesquisados	42
Figura 13 - Nível de importância das empresas para com o Big Data conforme os pesquisados	43
Figura 14 - Tecnologias utilizadas na produção pelas empresas conforme os pesquisados	44
Figura 15 - Nível de importância das empresas para com a automação digital sem sensores conforme os pesquisados	45
Figura 16 - Nível de importância das empresas para com a automação digital com sensores conforme os pesquisados	46
Figura 17 - Nível de importância das empresas para com a manufatura aditiva conforme os pesquisados	47
Figura 18 - Nível de importância das empresas para com sensores de identificação e rastreabilidade conforme os pesquisados	48
Figura 19 - Nível de importância das empresas para com os sistemas integrados de manufatura conforme os pesquisados	49
Figura 20 - Tecnologias utilizadas no marketing/comercial pelas empresas conforme os pesquisados	50
Figura 21 - Nível de importância das empresas para com espelho virtual conforme os pesquisados	51
Figura 22 - Nível de importância das empresas para Big Data e Analytics conforme os pesquisados	52
Figura 23 - Nível de importância das empresas para internet das coisas/serviços conforme os pesquisados	53
Figura 24 - Percentual de respostas por nível de dificuldade conforme os pesquisados	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produção de têxteis e vestuário no mundo em 2012.....	25
Tabela 2 - Lista das tecnologias digitais em uso pelas empresas pesquisadas e sua importância em 2016.....	26
Tabela 3 - Uso de tecnologias digitais	27

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D	Três Dimensões
AR	" <i>Augmented Reality</i> " (Realidade Aumentada)
Abit	Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção
BIS	" <i>Business Intelligence System</i> " (Sistema de Inteligência de Negócios)
CAD	" <i>Computer Aided Design</i> " (Desenho Assistido por Computador)
CAM	" <i>Computer Aided Manufacturing</i> " (Manufatura Assistida por Computador)
CNI	Confederação Nacional da Indústria
CPS	" <i>Cyber Physical Systems</i> " (Sistemas Ciber-físicos)
DNA	Ácido Desoxirribonucleico
ERP	" <i>Enterprise Resource Planning</i> " (Planejamento de Recursos Empresariais)
IA	Inteligência Artificial
IdC	Internet das Coisas
MES	" <i>Manufacturing Execution System</i> " (Sistema de Execução da Manufatura)
MRP	" <i>Material Requirement Planning</i> " (Planejamento de Necessidades de Materiais)
MRPII	" <i>Material Resources Planning II</i> " (Planejamento de Recursos Materiais II)
SCADA	" <i>Supervisory Control And Data Acquisition</i> " (Controle de Supervisão e Aquisição de Dados)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Justificativa.....	15
1.2	Objetivos	16
1.2.1	Objetivo geral	16
1.2.2	Objetivos específicos.....	16
2	BREVE CONSIDERAÇÃO SOBRE A ORIGEM DA INDÚSTRIA 4.0 ...	18
2.1	Indústria 4.0	20
2.1.1	Robótica	21
2.1.2	Sistemas ciberfísicos (CPS)	21
2.1.3	Simulação.....	22
2.1.4	Internet das coisas (IdC)	22
2.1.5	Big Data.....	23
2.1.6	Inteligência artificial (IA)	23
2.1.7	Manufatura aditiva	23
2.1.8	Realidade aumentada (AR)	24
2.1.9	Computação em nuvem	24
2.2	A indústria têxtil e de confecção x indústria 4.0.....	24
2.3	Tecnologias de automação da indústria 4.0 na confecção	27
3	METODOLOGIA	33
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
	REFERÊNCIAS.....	56
	APÊNDICE A - Questionário de pesquisa	60

1 INTRODUÇÃO

O termo Indústria 4.0 foi cunhado pelo governo alemão que a apresentou em 2011, durante a feira de Hannover, como uma plataforma para modernizar a já desenvolvida indústria local, a fim de aumentar a produtividade e competitividade frente ao mercado asiático (QUINTINO et al., 2019; SCHWAB, 2016).

O conceito Indústria 4.0 foi a princípio relacionado a manufatura e logo se estendeu para outras áreas como agricultura e serviços. Em decorrência dela, a forma como a mão de obra é empregada deve mudar, focando em um colaborador mais versátil e que detenha mais conhecimentos multidisciplinares. Os sistemas que antes se conectavam apenas a partes da empresa agora passam a ter conexão com a nuvem de dados, se interligando a toda cadeia desde fornecedor até o cliente. Ela abrange diversas áreas do conhecimento como Internet da Coisas, robótica, nanotecnologia, sequenciamento de DNA, computação quântica entre outras, e possibilita a interconexão entre elas (ALMEIDA, 2019; SCHWAB, 2016).

Diferente de outras revoluções industriais que se levou década, até mesmo séculos para propagar (o tear mecanizado levou 120 anos para popularizar fora da Europa), neste caso em pouco tempo a digitalização chegava a diversos setores ao redor do globo (SCHWAB, 2016).

Como os processos de manufatura são diferentes em distintas áreas, a velocidade de adoção a certas tecnologias também é desigual. O setor têxtil, devido a forma de manufatura do seu produto, tem dificuldades de usufruir plenamente da tecnologia que é oferecida (CNI, 2017). No Brasil, este efeito é sentido no setor de vestuário que tem pouca aderência a digitalização, sendo um dos setores que menos se atualizou, de acordo com a pesquisa da CNI (2016).

Três estados apenas concentraram 62,71% dos empregos do setor têxtil no Brasil, sendo eles São Paulo, Santa Catarina e Paraná que ocuparam primeiro, segundo e quarto lugar no ranking de empresas e empregos respectivamente, onde encontraram-se também 55,65% das empresas têxteis do país (SEBRAE, 2019). Os lucros obtidos pelos mesmos podem ser analisados de forma bastante competitiva, entretanto existe uma disparidade de São Paulo e Santa Catarina (Quadro 1) em relação aos demais.

Quadro 1 - Valor bruto e receita líquida de vendas do setor têxtil por estado em 2016

Estado	Valor bruto da produção		Receita líquida de vendas	
São Paulo	14.795.539	36,2%	15.012.220	36,8%
Santa Catarina	9.798.845	24%	9.748.576	23,9%
Minas Gerais	3.273.441	8%	3.221.884	7,9%
Paraná	2.334.479	5,7%	2.420.412	5,9%
Rio Grande do Sul	1.839.485	4,5%	1.738.970	4,3%
Outros Estados	8.049.483	19,7%	8.123.886	19,9%
Brasil	40.835.922	100%	40.806.725	100%

Fonte: Adaptado de SEBRAE (2019)

Já em relação ao setor de confecção, os três estados (Paraná, Santa Catarina e São Paulo) concentraram 52,83% dos empregos e 48,92% das empresas brasileiras do setor em 2017, novamente com São Paulo ocupando o posto de mais competitivo, seguido por Santa Catarina, Rio de Janeiro e Paraná. São Paulo continuou tendo um valor bruto de produção mais alto, entretanto Santa Catarina tomou a primeira posição em receita líquida de vendas, mostrando maior proximidade e competitividade entre os dois estados quando se trata da indústria da confecção.

Quadro 2 - Valor bruto e receita líquida de vendas do setor de confecção por estado em 2016

Estado	Valor bruto da produção		Receita líquida de vendas	
São Paulo	11.066.611	24,3%	11.180.922	23,8%
Santa Catarina	10.648.691	23,3%	11.732.506	25%
Minas Gerais	4.702.505	10,3%	4.850.977	10,3%
Paraná	3.220.349	7,1%	3.332.429	7,1%
Minas Gerais	2.646.821	5,8%	2.650.983	5,6%
Rio Grande do Sul	1.677.306	3,7%	1.812.801	3,9%
Outros Estados	11.645.920	25,5%	11.430.572	24,3%
Brasil	45.608.203	100%	46.991.190	100%

Fonte: Adaptado de SEBRAE (2019)

Para que o setor de confecção se mantenha competitivo, empresas precisam se adequar a novas demandas do mercado, e manter-se a dianteira de inovações é um fator facilitador para que continuem prosperando neste cenário desafiador. Visando isto, neste trabalho estuda-se o cenário industrial contemporâneo em relação a aplicabilidade de tecnologias da indústria 4.0 e possíveis benefícios às confecções, assim como entender a importância destas tecnologias para as empresas na visão de colaboradores das mesmas e estudantes desta área. Diante disso buscou-se apresentar conceitos desta nova revolução à área de confecção, e mostrou-se por meio de dados como ela está sendo absorvida na indústria a nível Brasil, além de apresentar algumas tecnologias em seu estado mais avançado que correspondem ao termo.

Para alcançar tais objetivos definiu-se a pesquisa como de caráter exploratório-descritiva onde serão buscados, por meio de um referencial teórico, o conhecimento esclarecido sobre o tema e tecnologias relacionadas, e também, por intermédio das respostas do questionário aplicado, conhecer as particularidades dos públicos-alvo da pesquisa e assim serão avaliados os resultados (TRIVIÑOS, 1987; GIL, 2002).

Os benefícios desta pesquisa estão na relevância que ela tem em demonstrar, por meio de dados, a importância e absorção das empresas em relação às inovações tecnológicas da indústria 4.0, e o conhecimento dos discentes e egressos que atuam nas indústrias das confecções sobre estas inovações tecnológicas.

1.1 Justificativa

A necessidade de manter uma empresa competitiva a faz procurar alternativas para o seu desenvolvimento. Entretanto, a área da confecção tem adotado mudanças de forma lenta com relação a digitalização na era da Indústria 4.0.

De acordo com uma pesquisa da CNI (2017), as áreas têxtil, couros e calçados, das quais a confecção faz parte, foram as que obtiveram as menores taxas de inovação. Além disso, os setores de vestuário e calçados foram um dos que menos adotaram tecnologias para a digitalização (CNI, 2016).

O presente trabalho apresenta o conceito da Indústria 4.0 na confecção, mostra pesquisas o nível de aderência das tecnologias nas empresas de modo geral no Brasil, compara com uma pequena amostra de empresas de confecção onde atuam os engenheiros têxteis participantes da pesquisa e mostra o nível de conhecimento destes profissionais por meio de um questionário aplicado.

A obtenção destas informações é importante por direcionar os participantes e pessoas da área na busca de conhecimento e atualizações sobre as tecnologias da indústria 4.0, além de mostrar como uma pequena parcela da indústria de confecção está atuando na implementação destas tecnologias.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Avaliar o nível de conhecimento de engenheiros têxteis atuantes de confecções em relação aos conceitos da indústria 4.0, além do uso e da importância destas tecnologias para estas empresas.

1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar estudos acerca de tecnologias da indústria 4.0 aplicados a confecção industrial no período de 2011 a 2022;
- Elaborar questionário para coleta de dados de empresas de confecção sobre o uso de tecnologias da indústria 4.0;
- Comparar o cenário industrial em relação a aplicabilidade de tecnologias da indústria 4.0 com a amostra de confecções correspondentes do questionário;
- Discutir a implementação de tecnologias da indústria 4.0 em relação a parcela de confecções de portes grande, médio, pequeno e micro na qual os engenheiros participantes da pesquisa são atuantes;
- Interpretar a relação do nível de importância que estas empresas dão para tecnologias da indústria 4.0 com a sua aplicabilidade através da visão dos participantes da pesquisa;
- Avaliar o nível de conhecimento dos engenheiros têxteis atuantes na parcela da indústria de confecção em relação aos termos e tecnologias da indústria 4.0.

2 BREVE CONSIDERAÇÃO SOBRE A ORIGEM DA INDÚSTRIA 4.0

Muitos dos produtos que consumimos hoje são oriundos de processos feitos na indústria, padronizados e feitos em alta escala, mas para isso houve um processo de industrialização que mudou as características do processo produtivo em voga anteriormente. O método de produção era manual até meados do século XVIII, artigos feitos por artesãos altamente qualificados que conheciam todo o processo produtivo e, por mais que houvessem grandes oficinas em países como França e Inglaterra, toda a manufatura de um produto era lenta (QUINTINO et al., 2019).

Essa situação começou a mudar com a invenção da primeira máquina de fiar por James Hargreaves em 1767, criada para suprir a demanda por produtos que muitas vezes eram escassos na manufatura, e junto a isso a criação do tear hidráulico por Richard Arkwright em 1769. Depois da chegada da máquina a vapor por James Watt em 1769, que determinou o momento da Primeira Revolução Industrial, foi inventado o tear mecânico por Edmund Cartwright em 1785 (SACOMANO et al., 2018). A partir deste último, os teares passaram a ser operados por trabalhadores não qualificados que seriam pagos com baixos salários e longos turnos, permitindo a criação das indústrias com maior produção. Neste processo houve a migração de camponeses para proximidades da indústria e o surgimento das classes operária e industrial (donos de indústrias e negócios) (QUINTINO et al., 2019).

Com o advento da energia elétrica em meados do século XIX, houve a modernização de máquinas devido a maior manufatura de aço que o sistema propiciava. Aliou-se a isso o taylorismo com a racionalização do trabalho e aperfeiçoamento da divisão de tarefas marcando assim a Segunda Revolução Industrial. Neste processo surgiu Henry Ford com a adaptação da manufatura de carros para a produção em massa, a fim de diminuir os custos e pagar trabalhadores de forma que eles pudessem consumir o que produziam (SACOMANO et al., 2018).

O período pós Segunda Guerra fez com que o Japão incentivasse sua população a reduzir o consumo dos recursos escassos no país devido os conflitos em que esteve envolvido. Neste cenário surgiu o Toyotismo que, na tentativa de ser competitivo, criou um modelo de Produção Enxuta ou *Lean Manufacturing* (em inglês), um tipo de produção flexível e que atendeu as demandas do mercado. Adicionado a isso houve o surgimento dos “Transistores” que permitiu a modernização de computadores e equipamentos digitais; o desenvolvimento de sistemas como

“*Material Requirement Planning*” (MRP), “*Material Resources Planning II*” (MRP II), e o “*Enterprise Resource Planning*” (ERP). A junção de dois eventos que se complementaram marcou o que foi chamado de Terceira Revolução Industrial (QUINTINO et al., 2019; SACOMANO et al., 2018).

A internet, criada em 1957 por pesquisadores militares dos Estados Unidos da América, tinha o principal intuito de compartilhar informações de modo descentralizado, assim os dados estariam protegidos pois estariam em diferentes lugares, caso houvesse um ataque a portos estadunidenses por partes da União Soviética durante a Guerra Fria (SACOMANO et al., 2018). Por muito tempo ela foi desenvolvida, o que fez seu uso possível para a utilização por estudantes e dentro de empresas, fazendo dela um dos protagonistas da Terceira Revolução Industrial de acordo com Almeida (2019). Mas é dentro deste cenário que se teoriza e se testam sistemas de integração entre fornecedores, produção e clientes no final dos anos 1970 e durante os anos 1980, o que não chega ao resultado esperado devido aos limites tecnológicos impostos na época (SACOMANO et al., 2018).

Segundo Schwab (2016), o ano de 2011 foi o período em que o termo Indústria 4.0 foi exteriorizado, para ele, assim como para Sacomano et al. (2018), a Feira de Hannover neste mesmo ano ocorrida na Alemanha, marcou este momento. Nesta feira, o governo alemão apresentou a Plataforma Indústria 4.0 (*Plattform Industrie 4.0*) que visava desenvolver tecnologias avançadas para que sistemas de controle automatizado de dispositivos industriais pudessem se comunicar e, assim, trocar dados entre máquinas e pessoas para otimizar todo o processo de produção (SACOMANO et al., 2018). Esta plataforma seria integrada entre empresas, universidades e o governo alemão para aumentar a competitividade do país, já desenvolvido industrialmente, para fazer frente ao avanço do mercado asiático (QUINTINO et al., 2019; SACOMANO et al., 2018).

A informação se espalhou de forma rápida, e isso fez com que outras áreas do conhecimento utilizassem o mesmo conceito como a nanotecnologia, energias renováveis, computação quântica, sequenciamento de DNA, IdC (Internet das Coisas), etc. (QUINTINO et al., 2019; SCHWAB, 2016). A Alemanha, sendo precursora, já opera indústrias 100% baseado neste modelo, contando com poucos profissionais altamente qualificados (ALMEIDA, 2019).

2.1 Indústria 4.0

De acordo com a CNI (2016), a Indústria 4.0 é caracterizada pela integração e controle da produção por meio de sensores e equipamentos que se conectam à rede, bem como pela incorporação do mundo real com o virtual, cria os chamados sistemas ciber-físicos (CPS) e habilita a Inteligência Artificial (IA).

Apesar da Indústria 4.0 ter muitas características da Terceira Revolução Industrial, como a digitalização e uso de sistemas por corporações, Brynjolfsson e McAfee (2014 apud SCHWAB, 2016) afirma que tecnologias mais recentes estão chegando a um ponto de inflexão, já que estão se tornando cada vez mais presentes no dia-a-dia de forma mais agressiva e com maior velocidade.

Com a evolução tecnológica e a integração dos processos segundo o conceito da Indústria 4.0, os sistemas de produção passaram a ficar cada vez mais inteligentes, capazes de detectar o surgimento de necessidades produtivas, de suprimentos e de matéria-prima, o que envolve a união de tecnologias físicas e digitais e a integração de todas as etapas do desenvolvimento de um produto ou processo. Isso trouxe um impacto muito positivo, traduzido em maiores eficiência e produtividade (ALMEIDA, 2019, p.24).

Já Kagermann, Wahlster e Helbig (2013), afirmam que a introdução da Internet das Coisas e Serviços inaugura a Quarta Revolução Industrial possibilitando a integração por meio do CPS aos negócios, de forma que empresas estabelecerão redes globais de incorporação com máquinas, sistemas de armazenamento e instalações de produção neste mesmo sistema.

O plano estratégico da Indústria 4.0 produzirá uma nova plataforma CPS projetada para suportar processos de negócios industriais colaborativos e redes de negócios para todos os aspectos da fábrica inteligente e do ciclo de vida do produto inteligente (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013, p. 24).

Ahmad et al. (2020) cita algumas tecnologias chave à Indústria 4.0 e ao CPS englobando também sistemas relacionados, dentre elas o ERP, Internet das Coisas (IdC), *Big Data*, computação em nuvem, manufatura aditiva, sensores, realidade aumentada e robótica trabalhando com *machine learning* (aprendizado de máquina).

2.1.1 Robótica

O conceito da robótica parte de sistemas físicos capazes de realizar tarefas nas quais estão programados por movimentos específicos que podem ser utilizados na fabricação de produtos, transporte de materiais e prestação de serviços, espaços confinados onde ocorrem operações que são altamente perigosas para a vida humana e até mesmo na área médica e realizam determinados procedimentos cirúrgicos. Eles têm papel fundamental na Indústria 4.0 para a fabricação de produtos customizados sejam eles em produção de pequena ou larga escala. São integrados a sistemas de internet para receberem programas de produção das quais são armazenadas no sistema da empresa (ALMEIDA, 2019).

Para a indústria da confecção, de acordo com Bruno (2016), os meios de manufatura de roupas passam por tentativas de intervenção desde a década de 1980, quando houveram tentativas de desenvolver a robótica a partir dos métodos tradicionais da produção, implementando adaptações e dispositivos a fim de diminuir ao máximo o contato do ser humano no processo.

Schweizer, Hörz e Scholpp (1999) discutiam no final do século passado sobre as dificuldades de manusear um material inconsistente como o tecido devido as diversas forças que o artigo recebe. Eles afirmam que o manuseio humano ainda era vasto na área devido as dificuldades que eram encontradas quando se desenvolvia um sistema robótico.

Mas é notado aqui a mudança da estratégia que Bruno (2016) alega que houveram mais sucesso nas tentativas, que é quando movimenta o artigo pelas máquinas ao contrário de fazer adaptações nas mesmas, tendo o emprego de inteligência artificial e reconhecimento de imagens para o mapeamento de padrões e áreas que devem ser costuradas.

2.1.2 Sistemas ciberfísicos (CPS)

Lu (2017 apud AHMAD et al., 2020) demonstra o CPS (*Cyber Physical Systems*) como algo que contém a integridade do conhecimento por meio de dados heterogêneos. A principal função deles é ir ao encontro com os ativos e dinâmicos obstáculos da produção, e se baseia em diversas tecnologias importantes para aumentar a eficácia e eficiência da indústria.

A NSF (2021) classifica o CPS como sistemas projetados e que dependem de uma perfeita integração entre o computacional e o físico, incorporando fortemente dispositivos, atuação e controle, infraestrutura de rede e sensores. É um sistema que pode contar com a interação humana ou não. Ele pode ser um sistema muito grande, como aviões, ou em escalas até maiores como sistemas de gestão de transportes, sistema de controle de tráfego aéreo ou uma rede inteligente, mas também podem ser sistemas muito pequenos como micro robôs, componentes médicos, sensores e atuadores, etc.

2.1.3 Simulação

O surgimento de *softwares* de simulação se deu graças a evolução do poder computacional. São programas capazes de simular fielmente o proceder de produtos, processos ou, até mesmo, toda uma indústria. Estes modelos utilizam algoritmos e equações que refletem o comportamento do esquema a ser modelado para que possa ser antecipado falhas do processo produtivo e assim corrigi-las antes da sua implantação (SCHWAB, 2018 apud SACOMANO et al., 2018).

2.1.4 Internet das coisas (IdC)

O termo IdC refere-se a conexão de objetos utilizados no dia-a-dia (como geladeira, carros, ou qualquer tipo de máquina) à internet para que possam ser acessados remotamente por dispositivos moveis conectados também a rede (SACOMANO et al., 2018). A IdC tem a capacidade de apoiar o *design*, desenvolvimento, produção e fabricação de produtos de moda. A instalação de sensores com conexão à rede não só pode ser fixada em roupas, mas também pode interconectar máquinas para rastrear equipamentos durante o processo de fabricação. Além disso, ela pode coordenar informações significativas em tempo real para entender a visibilidade de todo o processo de desenvolvimento de produtos e da cadeia de suprimentos de têxteis e vestuário (AHMAD et al., 2020).

2.1.5 Big Data

De acordo com Katal, Wazid e Goudar (2013), o *Big Data* trata-se de uma grande quantidade de dados está relacionada à capacidade que não pode ser suportada por sistemas tradicionais. Esses dados são gerados por meio de um grande número de sensores e mídias sociais, e transmitidos pela Internet e armazenados no servidor usando tecnologia de nuvem (AHMAD et al., 2020).

2.1.6 Inteligência artificial (IA)

Já a IA atua com 3 componentes importantes, o banco de dados, que armazena informações que serão manipuladas pelo conjunto de operadores e a estratégias de controle seleciona a melhor operação e onde deve ser aplicada (QUINTINO et al., 2019). Song et. al. (2016 apud WONG; GUO; LEUNG, 2013) aponta que o objetivo, na visão da engenharia para a IA é resolver problemas do mundo real como uma ferramenta que simula a solução feita por humanos. As capacidades de resolução deste recurso vão de modelagem, classificação e previsão, com aplicabilidades na manufatura e setor terciário, negócios e finanças, ciência da computação e telecomunicações.

2.1.7 Manufatura aditiva

Manufatura aditiva é um processo de fabricação por adição de uma substância em forma de camadas para gerar um objeto de acordo com a representação geométrica 3D obtida por sistema CAD (*computer-aided design*) (VOLPATO, 2017). Para Groover (2017), o termo “manufatura aditiva” refere-se à generalização da prototipagem rápida no momento em que se passou a produzir produtos finalizados a partir da técnica.

A manufatura aditiva emerge como uma das mudanças para a forma como os produtos são manufaturados, modificando o mercado e indústrias, e desempenhando papel importante na Indústria 4.0. As pesquisas mostram que este tipo de manufatura oferece benefícios como a utilização de menos recursos operacionais e energia (AHMAD et al., 2020). De acordo com Bruno (2016), a miniaturização da impressão 3D tem levado a fabricação de produtos em escala nano, algo explorado por Groover (2017) em seu livro, e que isso já é possível o desenvolvimento de fibras que

funcionam como sensores, atuadores e condutores para testes de chamados têxteis inteligentes.

2.1.8 Realidade aumentada (AR)

Realidade ampliada, ou também conhecida por *augmented reality* (AR), é a integração de objetos virtuais com o mundo real por meio de um intermediário tecnológico, que se apresenta em três dimensões e é possível haver interação. Diferente do ambiente virtual que simula o mundo real, neste há apenas objetos virtuais complementando o mundo real (AZUMA, 1997).

O uso de óculos AR possibilitará o trabalhador a receber informações sobre as tarefas sem a necessidade de acessar um computador, facilitando assim seu trabalho (SACOMANO et al., 2018).

2.1.9 Computação em nuvem

Acessar arquivos ou aplicativos por meio de websites ou programas específicos para conexão remota é o que corresponde ao *cloud computing* (*computação em nuvem*). As possibilidades são infinitas, já que de qualquer ponto que tenha conexão com a rede, é possível ter acesso a centros de processamento de dados (*data centers*), além da possibilidade de acessar serviços automáticos de respostas a solicitações por meio de uma interface de interação (SILVA et al., 2020).

2.2 A indústria têxtil e de confecção x indústria 4.0

A indústria têxtil no Brasil é uma parte muito importante da economia, pois é a maior cadeia têxtil completa do ocidente, com atividades que vão desde o plantio do algodão até uma das cinco maiores Semanas de Moda do mundo, a qual faz jus a sua importância. Dados referentes ao ano de 2019 mostram o faturamento da cadeia têxtil e de confecção em R\$ 185,7 bilhões, com investimentos de 3,6 bilhões no setor. Sendo o segundo maior gerador do primeiro emprego e segundo maior corpo de empregados da indústria, abaixo apenas do ramo de alimentos e bebidas juntos, emprega cerca de 1,5 milhão de trabalhadores diretos e 8 milhões indiretos. Esta força de trabalho gerou cerca de 2,04 milhões de toneladas em têxteis e confeccionou 9,04 bilhões de peças dentro dos ramos: vestuário; meias e acessórios; cama, mesa e banho (ABIT, 2020).

No cenário mundial, o Brasil ocupa a quarta posição entre produtores de vestuário e quinta posição com relação aos manufaturados têxteis (Tabela 1). Apesar de ser uma posição importante, não chega a ter grande expressão no comércio mundial, com uma participação de apenas 0,5% do total, ocupando a 23ª entre os exportadores (ABIT, 2015).

Tabela 1 - Produção de têxteis e vestuário no mundo em 2012

Têxteis			Vestuário		
Países	1000 ton	%	Países	1000 ton	%
China/Hong Kong	43152	54.04%	China/Hong Kong	23696	49.73%
Índia	6299	7.89%	Índia	3391	7.12%
Estados Unidos	5000	6.26%	Paquistão	1745	3.66%
Paquistão	3230	4.05%	Brasil	1215	2.55%
Brasil	2143	2.68%	Turquia	1200	2.52%
Indonésia	1945	2.44%	Coreia do Sul	1021	2.14%
Taiwan	1861	2.33%	México	1003	2.10%
Turquia	1527	1.91%	Itália	803	1.69%
Coreia do Sul	1445	1.81%	Malásia	746	1.57%
Bangladesh	1014	1.27%	Polónia	728	1.53%
Vietnã	835	1.05%	Bangladesh	689	1.45%
México	771	0.97%	Taiwan	654	1.37%
Tailândia	749	0.94%	Romênia	553	1.16%
Japão	579	0.73%	Indonésia	517	1.08%
Itália	570	0.71%	Vietnã	451	0.95%
Subtotal	71120	89.07%	Subtotal	38412	80.61%
Outros	8729	10.93%	Outros	9240	19.39%
Total	79849	100.00%	Total	47652	100.00%

Fonte: Adaptado de Abit (2015)

A Tabela 2 retrata os resultados de pesquisa realizada pela CNI (2016) com 910 pequenas, 815 medias e 500 grandes empresas, da qual revelou que 42% delas desconhecem a importância da digitalização para aumentar a concorrência, 52% destas não usufruíam de nenhum recurso digital e 31% não tinham o conhecimento para saber se utilizavam alguma destas tecnologias entre 11 opções de uso e importância das tecnologias digitais.

Tabela 2 - Lista das tecnologias digitais em uso pelas empresas pesquisadas e sua importância em 2016

Lista de tecnologias digitais	Uso em %	Importância para competitividade em %
Automação digital sem sensores	11	3
Automação digital com sensores para controle de processo	27	20
Monitoramento e controle remoto da produção com sistemas tipo MES e SCADA	7	14
Automação digital com sensores com identificação de produtos e condições operacionais, linhas flexíveis	8	21
Sistemas integrados de engenharia para desenvolvimento de produtos e manufatura de produtos	19	25
Manufatura aditiva, prototipagem rápida ou impressão 3D	5	9
Simulações/análise de modelos virtuais (Elementos Finitos, Fluidodinâmica Computacional, etc.) para projeto e comissionamento	5	5
Coleta, processamento e análise de grande quantidade de dados (<i>Big Data</i>)	9	15
Utilização de serviços em nuvem associados ao produto	6	11
Incorporação de serviços digitais nos produtos ("Internet das Coisas" ou Sistema Produto-Serviço)	4	12
Projetos de manufatura por computador CAD/CAM	30	9
Nenhuma das listadas	15	3
Não sabe/não respondeu	31	39

Fonte: Adaptado de CNI (2016)

Na Tabela 3 é possível ver a porcentagem de empresas no Brasil que utilizavam tecnologias digitais em 2016. Dentro do setor têxtil, precisamente nas indústrias de vestuário e de calçados, o uso de tecnologias digitais caiu para 29% (CNI, 2016). Comparado aos Estados Unidos e Europa, uma pesquisa feita pela Gartner Group mostrou que pelo menos 80% e 50% das indústrias nesses lugares, respectivamente, haviam implantado o BIS (*Business Intelligence System*) que é um sistema que integra diversas áreas da digitalização (AHMAD et al., 2020).

Tabela 3 - Uso de tecnologias digitais

	Setor	%
Os que mais utilizavam	Equipamentos de informática, produtos eletrônicos e outros	61
	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	60
	Coque, derivados do petróleo e biocombustíveis	53
	Máquinas e equipamentos	53
	Metalurgia	51
Os que menos utilizavam	Outros equipamentos de transporte	23
	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	25
	Produtos farmacêuticos	27
	Minerais não metálicos	28
	Vestuário	29
	Calçados	29

Fonte: Adaptado de CNI (2016)

De acordo com CNI (2017) a maior dificuldade de implantação de um sistema completamente de acordo com os preceitos de Indústria 4.0 no setor têxtil e de confecção é pelo tipo de cadeia produtiva, característico na área, que passa por etapas de montagem mais complexos.

2.3 Tecnologias de automação da indústria 4.0 na confecção

As tecnologias propostas nesta seção são acerca de automações integradas com diversas tecnologias como sensores, atuadores, IdC, etc. Algumas máquinas permitem não ter interação com o ser humano enquanto outras exigem algum nível de atuação. Flemisch *et al.* (2011) define uma escala de automação entre: total interação humana, assistencia humana, semi automatico, muito automático e totalmente automático.

Neste caso podemos apenas dividir entre semi automatico e automatizado para facilitar o entendimento da escala de automação dos maquinários que podem ser utilizados na confecção que vemos ao decorrer desta seção .

A KMF é uma fabricante de máquinas de costura de alta performance tecnológica, principalmente, para o setor automotivo e se especializa na área desde 1973. Para este projeto ela se une a Yaskawa, especializada em braços robóticos, para criar a RoQom 6000, que faz costuras de interiores automotivos. O setor exige alta qualidade nos seus produtos ao nível que não é possível entregá-la se for feito à mão, esta exigência não se refere apenas ao visual, mas também influencia no conforto dos assentos (KMF, 2018). Na Figura 1 é possível ver o projeto:

Figura 1 - RoQom 6000



Fonte: kmf-maschinenbau.de (2018)

Com uma proposta diferente do modelo RoQom 6000 que utiliza um braço mecânico, a máquina AMS-251 (Figura 2) utiliza um cabeçote com tecnologia de sincronização entre os mecanismos de gancho e alimentação. A sua precisão e área de trabalho facilita a costura de pontos decorativos em assentos de automóveis, bolsas luxuosas e mochilas escolares, além de costurar produtos de grande porte com tolerância zero para pontos irregulares devido ao seu sistema de detecção constante de direcionamento (JUKI, 2021). A alimentação deve ser feita por máquinas ou até braços mecânicos previamente programados, aumentando assim o seu nível de automação.

Figura 2 - Modelo AMS-251



Fonte: www.juki.co.jp (2021)

A 971-01 (Figura 3) é uma unidade de produção rotativa para costura de punhos de camisas e blusas com sistema de aparagem de linhas automático e posterior empilhagem. É necessário um operador para alimentar a máquina com as peças cortadas e os grampos se abrem e fecham automaticamente para o operador.

Figura 3 - Modelo 971-01



Fonte: www.duerkopp-adler.com (2021)

A máquina LOWRY (Figura 4) traz uma proposta de linha de produção totalmente automatizada para a fabricação de produtos em alta escala. Tem a capacidade de fabricação de diversos artigos como camisetas, calças, tapetes, bolsas entre outros. Feita com base modular e totalmente configurável a operação de diferentes processos. Tem capacidade de fabricação de 1142 camisetas a cada 8 horas, sendo 1 camiseta a cada 22 segundos e requer apenas um operador para 6 máquinas (SOFTWAREAR AUTOMATION, 2021).

Figura 4 - Modelo LOWRY Sewbot



Fonte: softwearautomation.com (2021)

Máquina automatizada para corte para os seguimentos do vestuário, automobilístico e aeronáutico, a Procut D8002S (Figura 5) fabricada pela Bullmer acompanha uma tecnologia pneumática, utiliza sensor que corrige o ângulo da faca para garantir precisão no corte. Software pré-programável para o padrão do corte feito no CAD, ele reconhece as distancias e diminui a velocidade para aumentar a eficiência do corte. Proporciona rapidez, requer apenas um operador contra onze que seriam necessários no método tradicional. Como torna a produção constante, ela pode gerar dados que tem importância para a programação da produção (SILMAQ, 2021).

Figura 5 - Modelo Procut D8002S



Fonte: www.silmaq.com.br (2021)

3 METODOLOGIA

Inicialmente se fez uso de uma pesquisa descritiva que, segundo Triviños (1987), tem finalidade de conhecer determinada população, seus traços característicos, e exigem do pesquisador a busca por informações sobre o que deseja estudar para descrever com exatidão os fatos.

A pesquisa descritiva objetiva reunir e analisar muitas informações sobre o assunto estudado. Ela tem como principal diferença em relação à pesquisa exploratória o fato de o assunto já ser conhecido. Assim, o pesquisador pode proporcionar novas visões sobre uma realidade já mapeada (LOZADA; NUNE, 2018, p. 139).

Em seguida foi realizada uma pesquisa exploratória a fim de obter dados, a partir de questionários, sobre aspectos do objeto de estudo. De acordo com Gil (2002), este tipo de pesquisa busca trazer maior familiaridade com o assunto, aprimoramento de ideias e até a descoberta das intuições.

Triviños (1987) enfatizou que a procura de bases teóricas deste tipo de pesquisa pode caracterizar também o estudo descritivo. Além disso, orientou para a utilização de ferramentas como entrevistas e questionários, assim como a revisão bibliográfica para ser feito o estudo.

Para a identificação de estudos acerca de tecnologias da indústria 4.0 aplicados a confecção industrial no processo produtivo foram utilizadas como fontes advindas de pesquisas em Google Acadêmico, Science direct, Scielo, etc., com o recorte de período entre 2011 a 2022.

Após esta etapa foram elaborados, utilizando a ferramenta Google Forms, questionários para coleta de dados referente ao cenário atual do uso de tecnologias da indústria 4.0 das confecções e é possível visualizar o questionário no Apêndice A. O questionário foi dividido por setores que podem ser encontrados na confecção e no que influencia a produção da mesma. A divisão ficou entre Desenvolvimento e Criação, Produção, Gerenciamento da produção, Marketing e Comercial. Desta forma foi possível a seleção de áreas do questionário que correspondiam à abrangência de setores da empresa, logo nem todas as partes do questionário contém as respostas de todos os participantes.

O questionário foi aplicado aos engenheiros têxteis atuantes em indústrias de confecções a fim de captar os dados relacionados:

- Ao entendimento, em níveis, dos discentes e egressos sobre os termos relacionados à Indústria 4.0;
- Às tecnologias aplicadas na empresa que tem relação com o conceito de indústria 4.0;
- À importância destas tecnologias, em pontuação, para o funcionamento da empresa (aplicadas ou não).

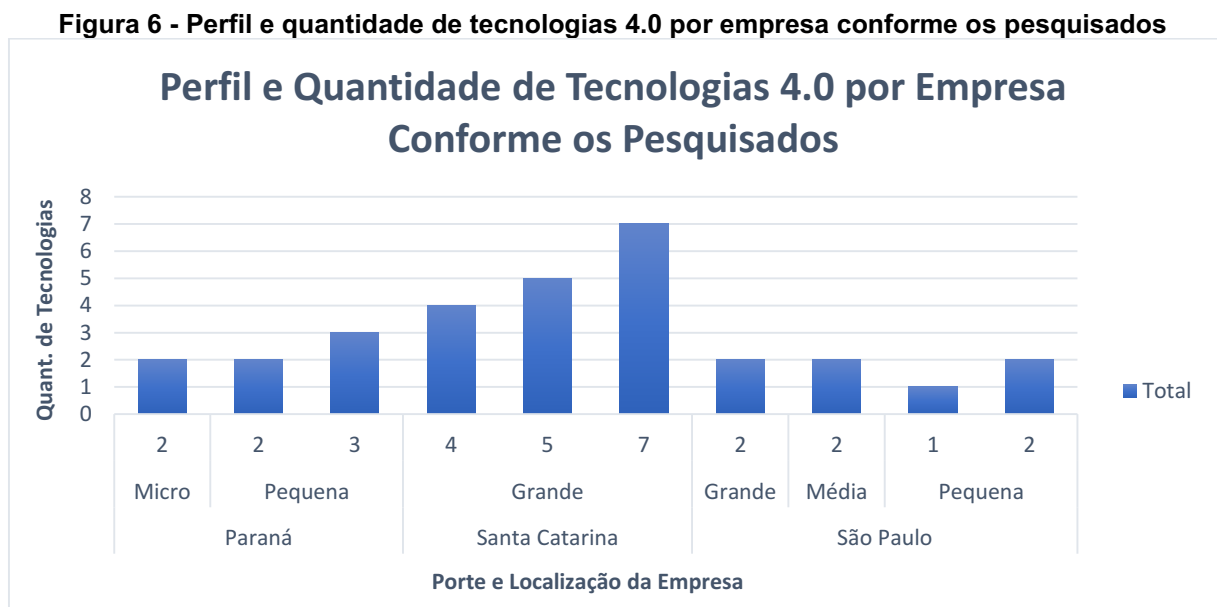
Por fim foi avaliado o conhecimento de engenheiros têxteis em relação aos conceitos da indústria 4.0 e a aplicabilidade destas inovações nas confecções em que atuam, comparando as respostas com os resultados das pesquisas feitas e apresentados no referencial teórico.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tipo de pesquisa como exploratório-descritivo foi escolhido para que houvesse fundamentação teórica sobre a base do trabalho, a Indústria 4.0. A partir disso foi aprofundado o conhecimento para a o tema central que seriam as tecnologias da indústria 4.0 aplicadas nas confecções, qual a importância destas tecnologias e então saber sobre o conhecimento dos participantes da pesquisa. Nesta parte do trabalho é abordado os resultados do questionário aplicado aos engenheiros têxteis e discutidos estes resultados comparando com o que é encontrado na indústria de forma geral.

O universo de pessoas que responderam ao questionário foi de 10 participantes, sendo que 4 trabalham em pequena empresa, 4 em grande empresa, 1 em média empresa e 1 em microempresa. Deste total, responderam o nome da empresa apenas 8 sendo que estas não se repetem, dando assim uma abrangência maior de empresas no questionário. Estas empresas estão espalhadas em 3 estados, São Paulo, Paraná e Santa Catarina, sendo nas capitais ou interior dos respectivos estados.

A Figura 6 apresenta a quantidade de tecnologias 4.0 nas empresas pelo porte delas e localização. As 3 primeiras são localizadas no estado do Paraná, seguida de 3 empresas localizadas em Santa Catarina e, por último, 4 empresas localizadas em São Paulo. No estado do Paraná temos uma de porte micro com 2 tecnologias e mais duas empresas de pequeno porte com 2 e 3 tecnologias respectivamente. Em Santa Catarina apresenta-se no gráfico com 3 indústrias de grande porte. Contando com 4, 5 e 7 tecnologias respectivamente. E, finalmente, São Paulo com uma empresa grande, uma média e uma pequena que contam com 2 tecnologias cada e uma de pequeno porte com apenas 1 tecnologia.

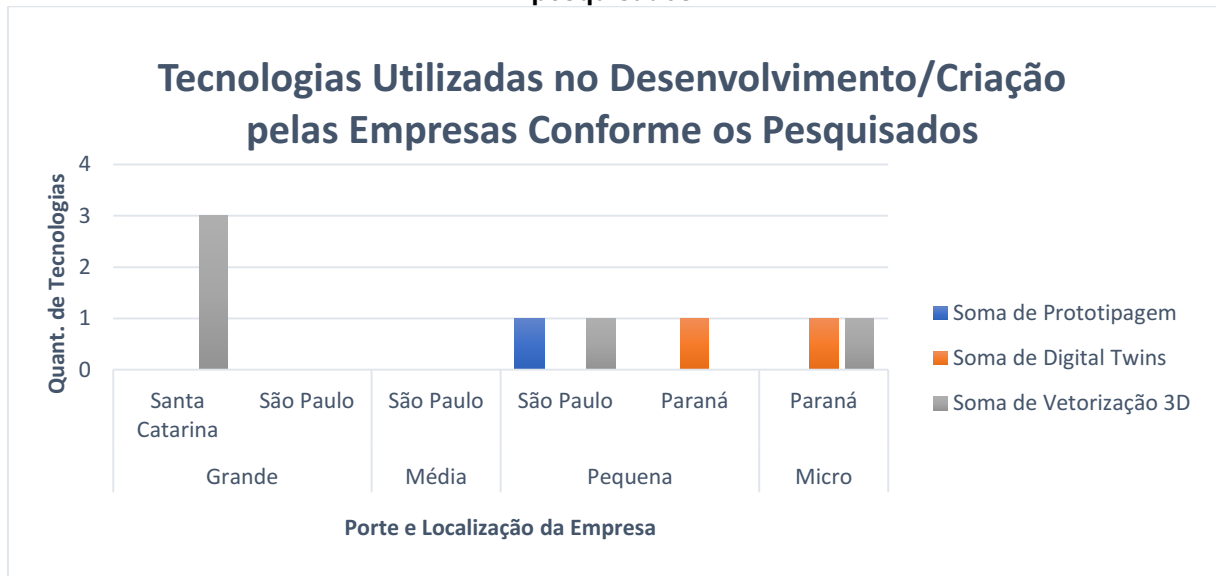


Fonte: Pesquisa com Público Alvo (2022)

A princípio é possível observar (Figura 6) que nas empresas pesquisadas de maior porte, a quantidade de tecnologias é superior às empresas menores. Devido a muitas destas tecnologias contarem com altos valores de implementação, empresas com maior capital são mais preparadas para investirem em inovações. De acordo com a pesquisa do CNI (2022), isto se confirma já que 66% dos participantes assinalaram o alto custo como principal barreira para a implementação destas tecnologias.

No Desenvolvimento e Criação foram listadas algumas tecnologias da Indústria 4.0 (Figura 7) que podem estar presentes nas empresas, dentre as quais estão programas de vetorização 3D, gêmeos digitais/digital twins, prototipagem em impressão 3D. Das 10 empresas pesquisadas, 6 utilizam alguma tecnologia neste setor. Em Santa Catarina, todas as 3 grandes empresas assinalaram vetorização 3D enquanto em São Paulo houve 1 pequena empresa e no Paraná também houve uma micro empresa que além da vetorização 3D também conta com a tecnologia de gêmeos digitais. Assim como esta micro empresa do Paraná conta com 2 tecnologias neste setor, uma pequena empresa de São Paulo conta com vetorização 3D e impressão 3D no seu setor de Desenvolvimento/Criação.

Figura 7 - Tecnologias utilizadas no desenvolvimento/criação pelas empresas conforme os pesquisados



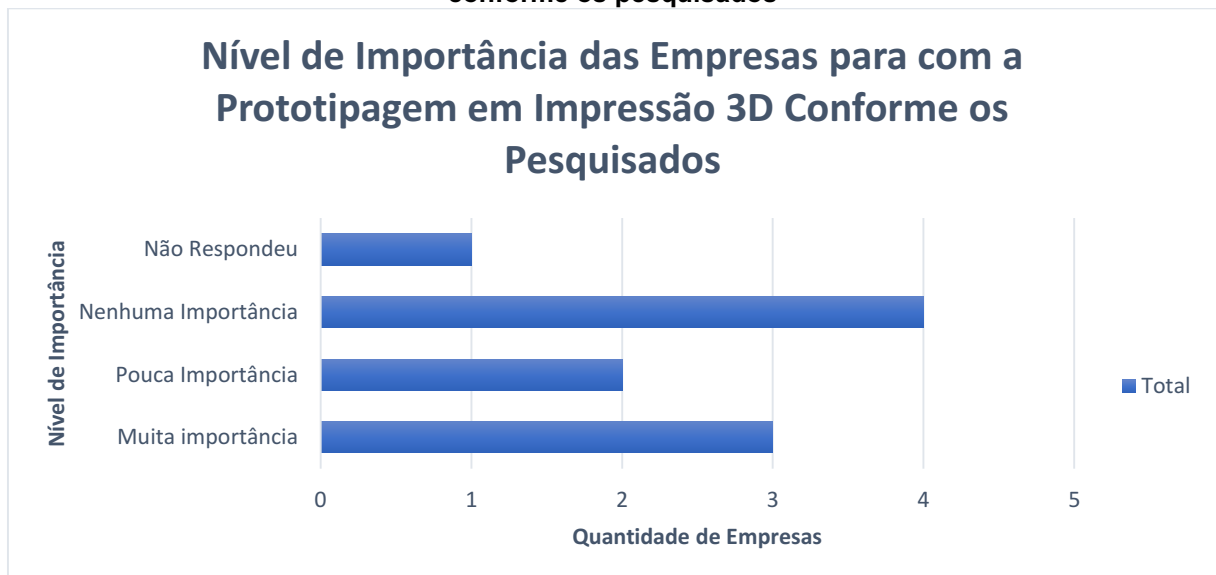
Fonte: Pesquisa com Público Alvo (2022)

Como esperado, programas de vetorização 3D tem maior aderência nas empresas por ser uma das ferramentas mais comuns e revolucionárias para o design, permitindo a virtualização do produto com o menor risco de desperdícios financeiros já que toda a criação é realizada por meio de dispositivos eletrônicos como computador ou tablets. Também por ser uma das ferramentas mais baratas para se implementar no desenvolvimento e criação, seu uso termina por ser mais democrático, entretanto para algumas empresas a solução em 2D pode ser o suficiente para suprir a necessidade do seu negócio.

Para que haja interesse em se aplicar uma tecnologia dentro de uma empresa, ela deve ter algum valor para o funcionamento das engrenagens da organização, já que, em análise, se não houver resultado ela não se paga, então seria melhor não investir (GONÇALVES, 1994). Assim sendo, a busca pela importância que estas tecnologias tem para a indústria torna-se imprescindível para que elas possam ser implementadas ou continuem em uso pela empresa.

Neste aspecto, dentro do desenvolvimento e criação, podemos notar que para algumas empresas, muitas destas tecnologias podem não proceder enquanto outras serem essenciais como é o caso da impressão em 3D (Figura 8) onde 3 empresas classificaram como muito importante e 6 como pouca ou nenhuma importância.

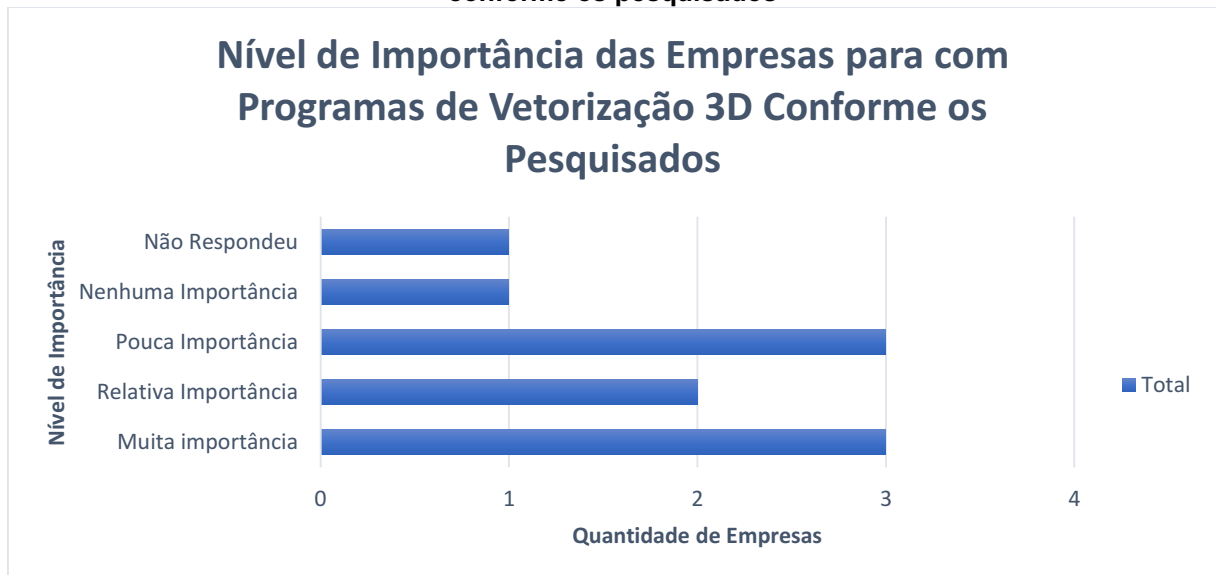
Figura 8 - Nível de importância das empresas para com a prototipagem em impressão 3D conforme os pesquisados



Fonte: Pesquisa com Público Alvo (2022)

Dentre os pesquisados, 5 relatam muita ou relativa importância para com programas de vetorização 3D, enquanto 4 responderam pouca ou nenhuma importância deixando o gráfico (Figura 9) praticamente equilibrado com relação as respostas aplicadas nesta questão.

Figura 9 – Nível de importância das empresas para com programas de vetorização 3D conforme os pesquisados

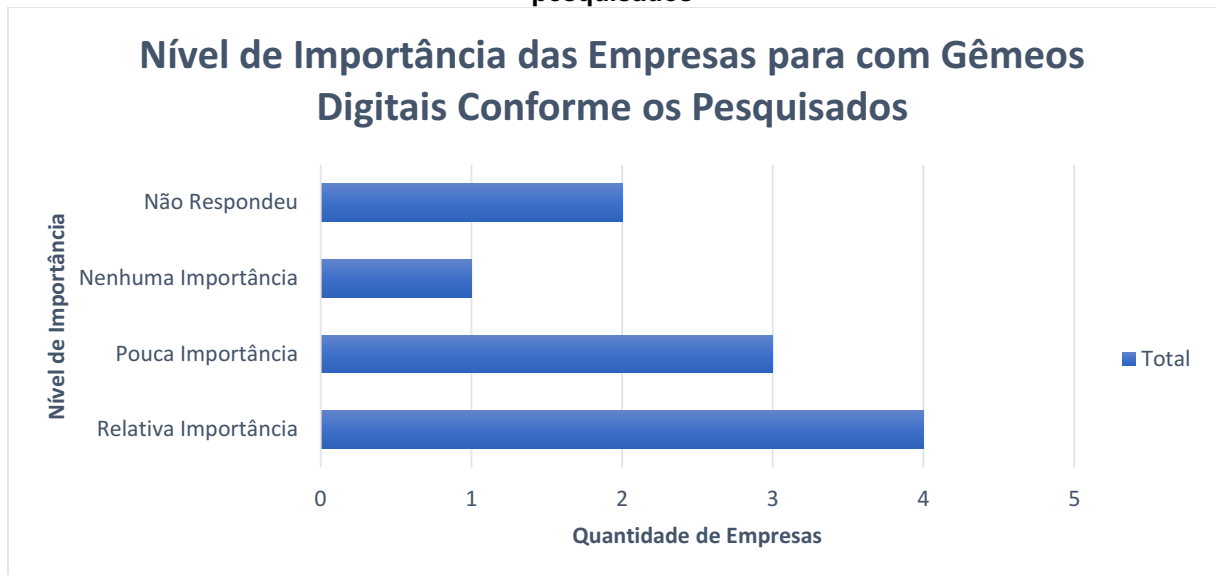


Fonte: Pesquisa com Público Alvo (2022)

Apesar de não ser unânime a decisão, o nível de importância que as empresas dão para programas de vetorização 3D (como Audaces 4D, CLO Virtual Design, etc.) é maior, mesmo que por uma margem pequena (Figura 9). Parte disso, segundo Bittencourt, et al. (2021), pode ser possível pela redução de custos, economia de energia, aumento de segurança (a produção de protótipos físicos pode trazer alguns riscos de acidentes), conservação ambiental e fim do desperdício que são algumas das mudanças que podem ocorrerão se utilizar esta tecnologia.

De acordo com as respostas captadas no questionário (Figura 10), apenas 4 responderam que a tecnologia de gêmeos digitais na empresa em que trabalham teria uma relativa importância, ficando com nenhuma ou pouca importância com outras 4 respostas.

Figura 10 - Nível de importância das empresas para com gêmeos digitais conforme os pesquisados

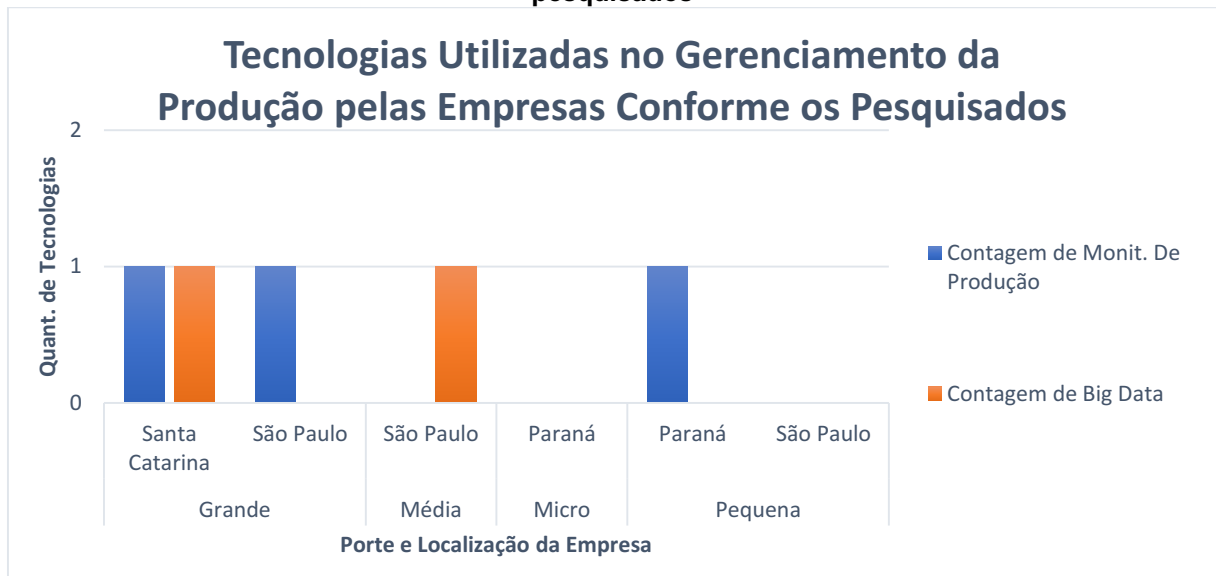


Fonte: Pesquisa com Público Alvo (2022)

Por ser um dos tópicos menos conhecidos, é possível que as empresas não deliberem importância suficiente para o termo Gêmeos Digitais. Riedelsheimer, Dorfhuber e Stark (2020) trabalham em seu artigo na proposta de concepção de um aplicativo na qual é possível criar o design pensando em toda a sobrevida do produto, em como será usado, como fazer reparos, os cuidados a serem tomados, além das propostas de reciclagem, reuso e revenda. De acordo com os testes com uma pequena amostra de usuários para o aplicativo, os autores identificaram que estas cópias de roupas digitais (Digital Clothing Twin) podem ser importantes para o cliente final na decisão de compra sustentável, cuidado sustentável com o vestuário, ciclo de vida estendido, viabilizar uma segunda vida para o artigo. Entretanto, os autores citam que apesar de haver exemplos de uso industrial de Gêmeos Digitais na criação de roupas, o uso se limita mais a produtos mecatrônicos e indústrias de produtos de alto custo de fabricação.

Dentro do gerenciamento de produção os resultados mostram um menor uso de ferramentas que auxiliam na gestão dentro das confecções. Nas análises das respostas foi possível notar que mesmo as grandes empresas da qual os questionados fazem parte, não estão utilizando de sistemas de gerenciamento condizentes com a indústria 4.0 ou que utilizam sistemas menos complexos ou completos. Um dos apontou a mesma empresa de grande porte de Santa Catarina (Figura 11) que utiliza ambas as tecnologias levantadas no questionário para o setor, Monitoramento Virtual da Produção e Big Data, enquanto outro apontou apenas a primeira das mencionadas.

Figura 11 - Tecnologias utilizadas no gerenciamento da produção pelas empresas conforme os pesquisados



Fonte: Pesquisa com Público Alvo (2022)

Na Figura 11 é possível visualizar que, de 10 entrevistados, apenas 3 relataram o uso de tecnologias de monitoramento virtual da produção e 2 do Big Data no processo produtivo. No levantamento feito pela CNI (2022) este número na indústria, de modo geral, é de 17% e 21% respectivamente.

Em relação ao monitoramento virtual da produção (Figura 12) registou-se 7 respostas como relativamente ou muito importante, com ênfase maior neste último, enquanto para pouca ou nenhuma importância forma registradas apenas duas respostas.

Figura 12 - Nível de importância das empresas para com o monitoramento virtual da produção conforme os pesquisados

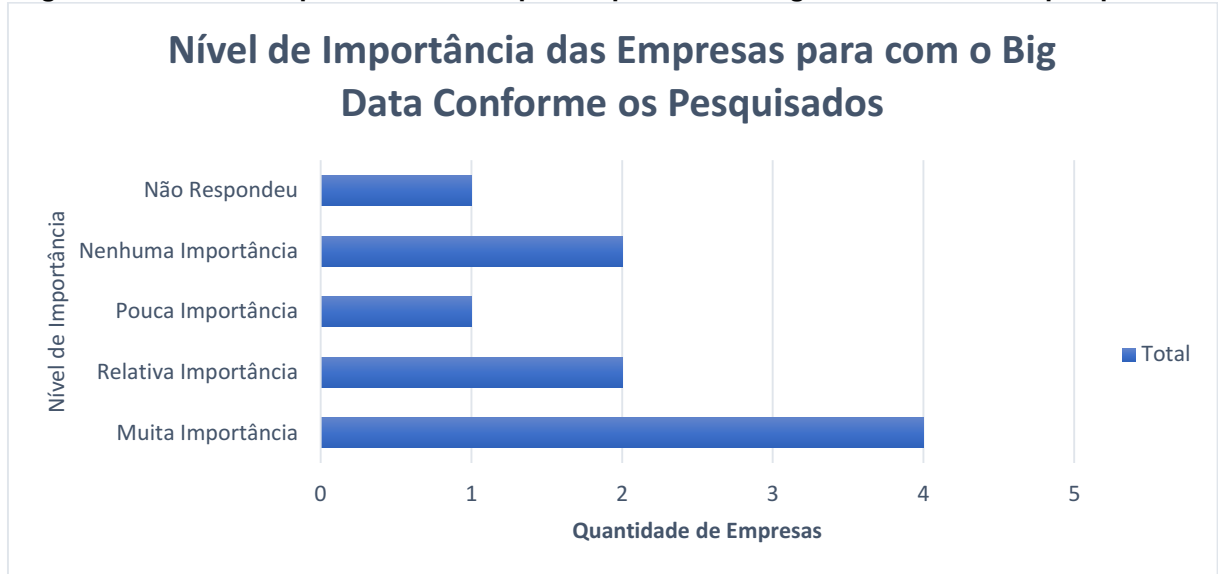


Fonte: Pesquisa com Público Alvo (2022)

Quanto a importância a resposta muda completamente (Figura 12 e Figura 13), o que pode indicar a necessidade de sistemas mais completos de gerenciamento. Em gerenciamento de produção, nota-se que há um maior interesse nas tecnologias 4.0 apontadas, visto que a resposta muda completamente a expectativa quando na questão anterior do mesmo tópico coletou-se mais respostas no sentido que as empresas não tinham contato com a tecnologia.

A Figura 13 mostra o gráfico demonstrando a importância que a empresa tem para com a tecnologia em níveis como nenhuma importância, pouca importância, relativa importância, muita importância, já com o número de pessoas que escolheram aquela alternativa como resposta.

Figura 13 - Nível de importância das empresas para com o Big Data conforme os pesquisados

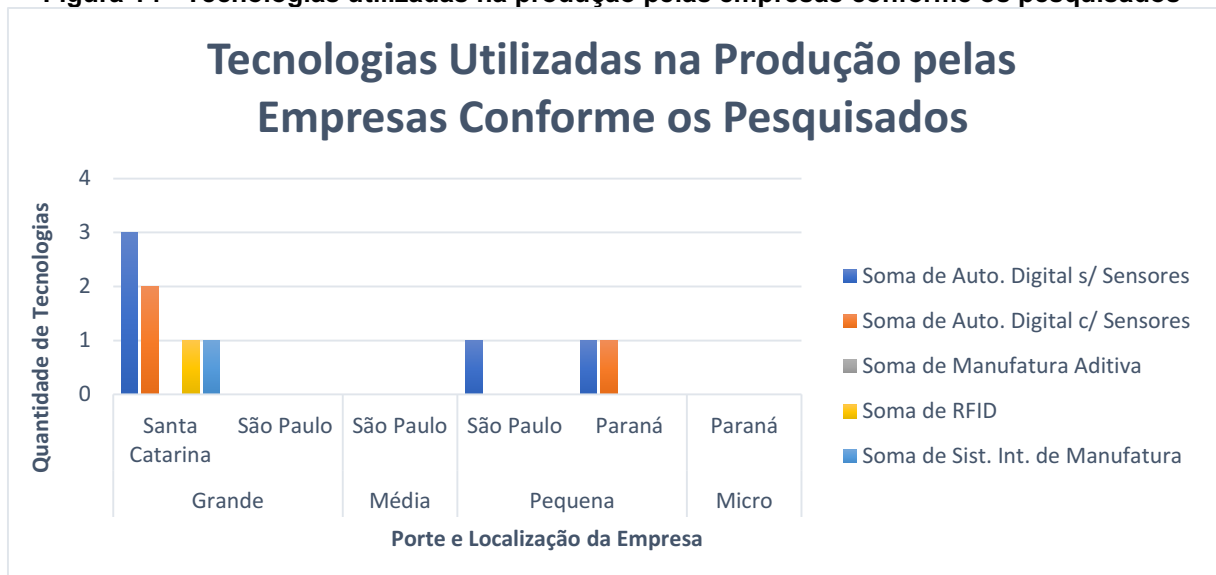


Fonte: Pesquisa com Público Alvo (2022)

Em relação ao processamento de grande volume de dados (Figura 13) há um maior nível de importância para com esta tecnologia, mas não tão expressiva quanto a anterior.

A Figura 14 representa o gráfico das tecnologias utilizadas no setor de produção das empresas da qual os engenheiros participantes da pesquisa fazem parte. É possível ver o uso da tecnologia de automação digital sem sensores como sendo a tecnologia em uso que mais se repete, sendo que as três grandes empresas de Santa Catarina fazem uso desta tecnologia, além de duas pequenas empresas, uma situada em São Paulo e outra no estado do Paraná. Já a opção com sensores é utilizada em duas das empresas de grande porte de Santa Catarina e no Paraná em uma empresa de pequeno porte, sendo esta última a mesma que já conta com a tecnologia sem sensores. Por fim temos uma das empresas de grande porte de Santa Catarina que também conta com a tecnologia de rastreamento e sistema integrado de manufatura.

Figura 14 - Tecnologias utilizadas na produção pelas empresas conforme os pesquisados



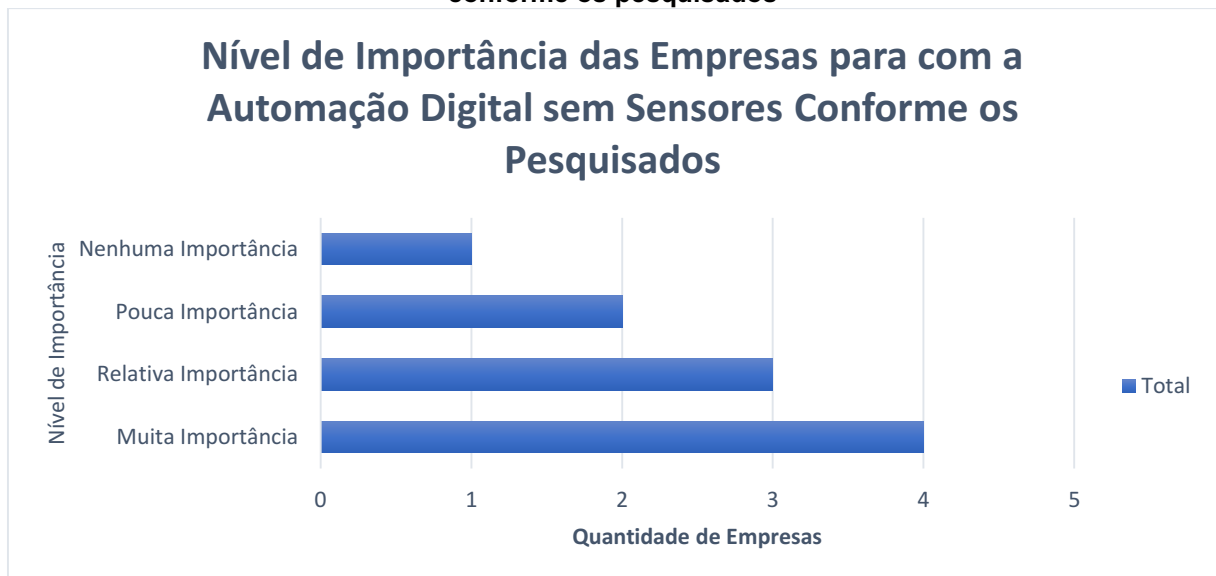
Fonte: Pesquisa com Público Alvo (2022)

Dentro da produção, onde o grau tecnológico da indústria 4.0 se torna mais evidente pelo uso de equipamentos inteligentes, vemos uma maior aderência ao uso de tecnologias 4.0 onde automação digital com ou sem sensores estão em maior uso, mesmo o exemplo dado de uma pantográfica é parte desta categoria. Entretanto é possível notar que o uso de tecnologias 4.0 em pouco mais da metade das empresas que contam com este setor não estão implementados parte pelo que já foi citado anteriormente sobre empresas com maior poder aquisitivo são as que tem capital para implementar estas tecnologias, mas também porque algumas destas tecnologias não estarem totalmente amadurecidas, como é o caso da robótica visto anteriormente.

Entretanto a produção é uma das áreas de maior aplicação de tecnologias, isto porque empresas focam em melhorar seus processos e atingirem resultados na produção (CNI, 2022). O mesmo pode ser visto na Figura 14 em que é mais expressiva a quantidade de empresas que investiram em tecnologias neste setor. E mesmo empresas pequenas investem em tecnologias focadas na melhoria do processo como em uma das empresas de pequeno porte do Paraná que investiu em duas tecnologias de automatização com e sem sensores e uma em São Paulo que investiu apenas em soluções sem sensores de automatização digital.

A Figura 15 abaixo mostra o nível de importância que cada empresa dá a tecnologia de automação digital com o uso de sensores. A quantidade ou falta de respostas deve somar 10 no final, assim sendo 4 entrevistados assinalaram como muita importância, outros 3 como relativa importância, 2 como pouca importância e 1 como sem importância.

Figura 15 - Nível de importância das empresas para com a automação digital sem sensores conforme os pesquisados



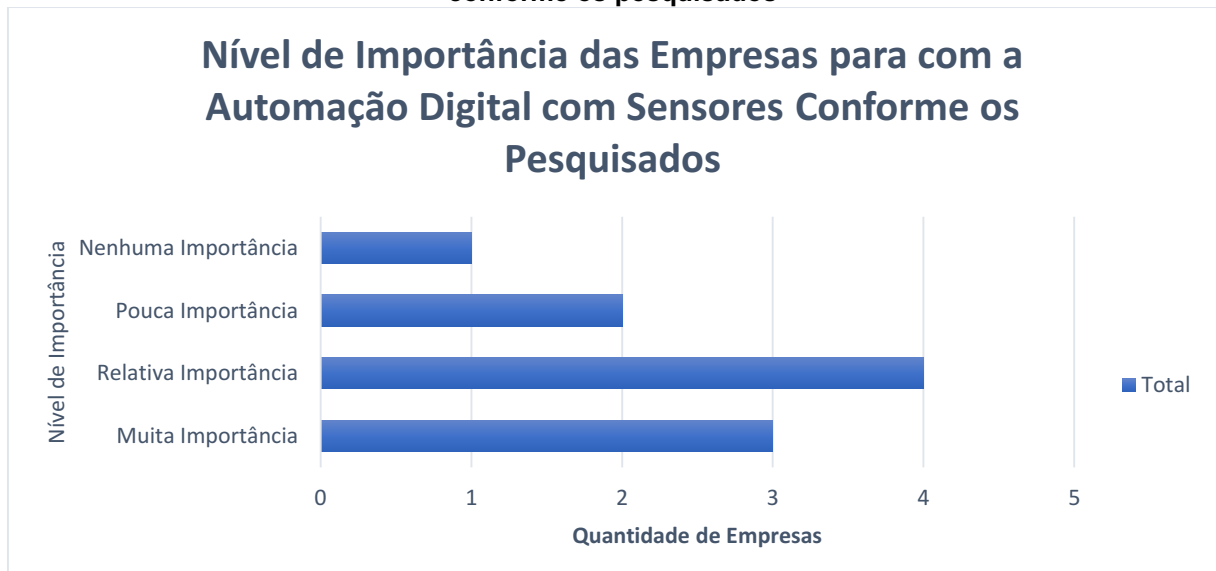
Fonte: Pesquisa com Público Alvo (2022)

Algo que confirma o quão importante é para estas empresas o processo é o nível de importância que pode ser verificado nas respostas do questionário (APÊNDICE A -) e que ocupam entre “muita importância” e “relativa importância” 7 do total das respostas. Entretanto, durante uma pesquisa realizada pelo CNI (2016) indica apenas 3% de modo geral pela indústria, o que pode significar um descolamento de uma realidade pelo setor e pela indústria, ou um amadurecimento da ideia de se utilizar a tecnologia.

Outra forma de vermos um possível descolamento de interesses com os demais segmentos da indústria é a importância menor que se dá ao uso de automação digital com uso de sensores para controle de processo, que detinha o uso por 27% das empresas e sua importância era notada por 20% das indústrias verificadas (CNI, 2016), anos mais tarde este número sobre para 46% de companhias que empregaram a tecnologia (CNI, 2022).

Na Figura 16 é possível verificar que a quantidade de respostas na qual a importância foi “relativa” é maior, mas mesmo desta forma, o interesse por esta inovação é relativamente parecido com o caso anterior, com 7 das respostas sendo positivas e com 3 pouca ou nenhuma importância.

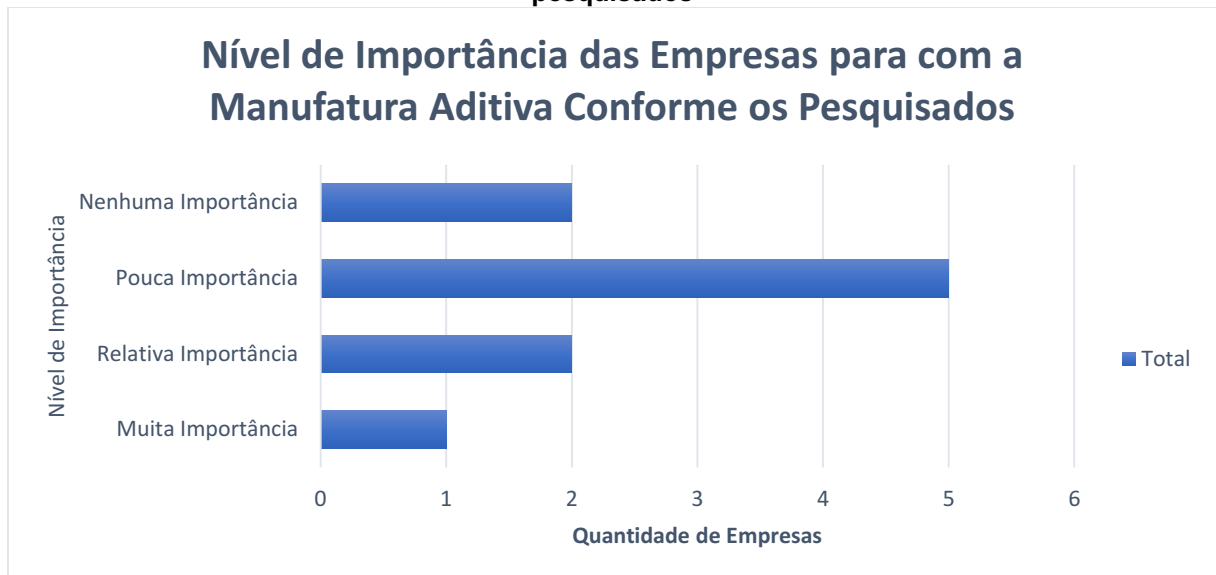
Figura 16 - Nível de importância das empresas para com a automação digital com sensores conforme os pesquisados



Fonte: Pesquisa com Público Alvo (2022)

Como é possível verificar na Figura 17, o nível de importância do qual as empresas dos participantes despendem é muito baixo, sendo 70% das respostas como pouca importância ou nenhuma. Apenas uma das respostas foi dito como muita importância restando apenas duas das respostas como relativa importância.

Figura 17 - Nível de importância das empresas para com a manufatura aditiva conforme os pesquisados



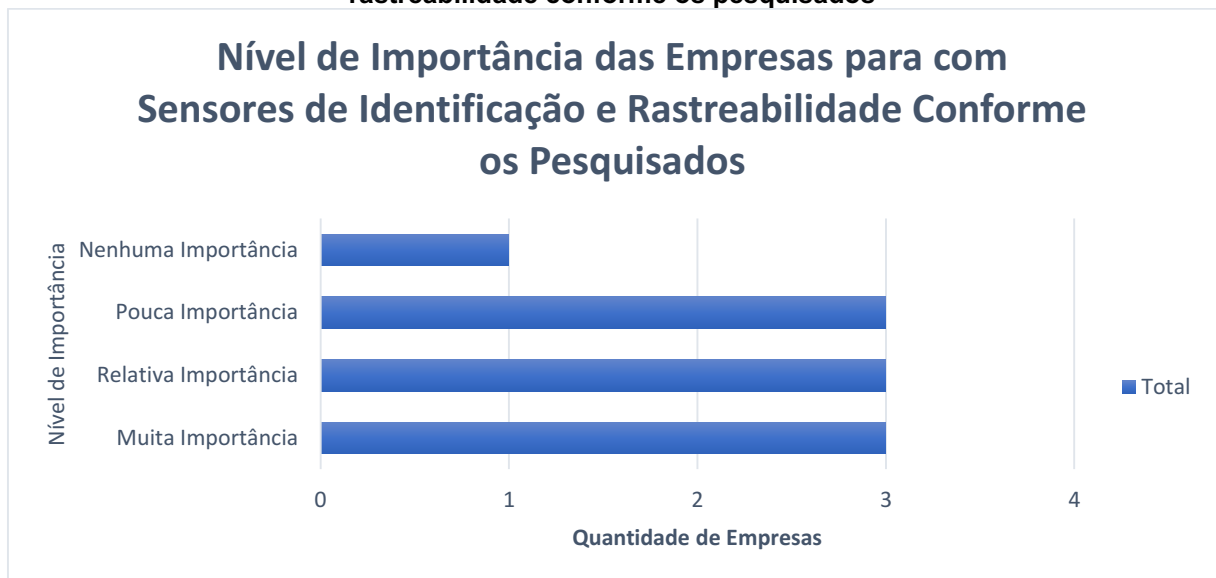
Fonte: Pesquisa com Público Alvo (2022)

A manufatura aditiva ou impressão 3D é uma tecnologia pouco aplicada no setor têxtil com poucas utilidades ou no uso em acessórios e partes duras que podem compor a peça. A indústria têxtil e vestuário é classificada como setor de baixa intensidade tecnológica, o que leva a estar dentro de um grupo pesquisado onde apenas 11% faz uso desta tecnologia, contra 27% em setores de alta intensidade tecnológica (apenas este último havia pontuado na última pesquisa de 2016, com 5%) (CNI, 2022), justificando o baixo interesse (Figura 17) destas empresas nesta tecnologia.

O uso de sensores de identificação e rastreabilidade como tecnologias RFID (radio frequency identification ou identificação por radiofrequência) estão bastante presentes no mercado sendo utilizados em praças de pedágio, sistemas antifurto, entre outros. Dentro da fábrica estes sensores podem ser utilizados na movimentação de lotes ou identificação de peças do vestuário por exemplo. Segundo Rasteiro (2009) o seu uso pode significar a redução do tempo de manipulação do material, diminuição no extravio, substituição do uso de papeis, facilidade de atualização de informações das tags, etc.

Estas podem ser algumas razões para a importância dada ao tópico nas respostas encontradas no questionário, já que houve um percentual de 60% das respostas (Figura 18) considerando a tecnologia como muito ou relativamente importante.

Figura 18 - Nível de importância das empresas para com sensores de identificação e rastreabilidade conforme os pesquisados



Fonte: Pesquisa com Público Alvo (2022)

Conforme os pesquisados podemos ver na Figura 19 que o nível de importância desta tecnologia para as empresas que trabalham foi de relativa importância com 6 respostas, 1 resposta para muita importância, uma para pouca importância e, enfim, 2 respostas como nenhuma importância.

Figura 19 - Nível de importância das empresas para com os sistemas integrados de manufatura conforme os pesquisados



Fonte: Pesquisa com Público Alvo (2022)

Sistemas integrados de manufatura utilizam-se de esteiras, robôs, ou linhas completas de produção autônomas como o caso da Lowry Sewbot. Com um nível de importância relativo (Figura 19) em 6 e 1 resposta como muito importante, ainda está dentro do esperado de acordo com a pesquisa do CNI (2022), a qual afirma que 72% das empresas assinalam como aumento de produtividade como principais benefícios das inovações com tecnologias digitais e seu uso nas empresas.

O setor de Marketing e Comercial da empresa é junto com o setor de desenvolvimento e criação, onde mais se vê o uso de ferramentas digitais. O baixo custo de algumas destas tecnologias podem justificar o seu uso de forma mais democrática, já que de acordo com CNI (2022) a maior preocupação de empresas é pelo alto custo de implantação de tecnologias 4.0.

Nesta pesquisa (Figura 20) 6 das empresas utilizam pelo menos uma tecnologia nesta área, o que mesmo assim pode ser considerado um número baixo já que algumas dessas tecnologias são oferecidas gratuitamente, como é o caso do Google Analytics que, de acordo com Google (2022), traz ferramentas totalmente gratuitas para que sejam tomadas decisões mais fundamentadas para empresas.

Figura 20 - Tecnologias utilizadas no marketing/comercial pelas empresas conforme os pesquisados

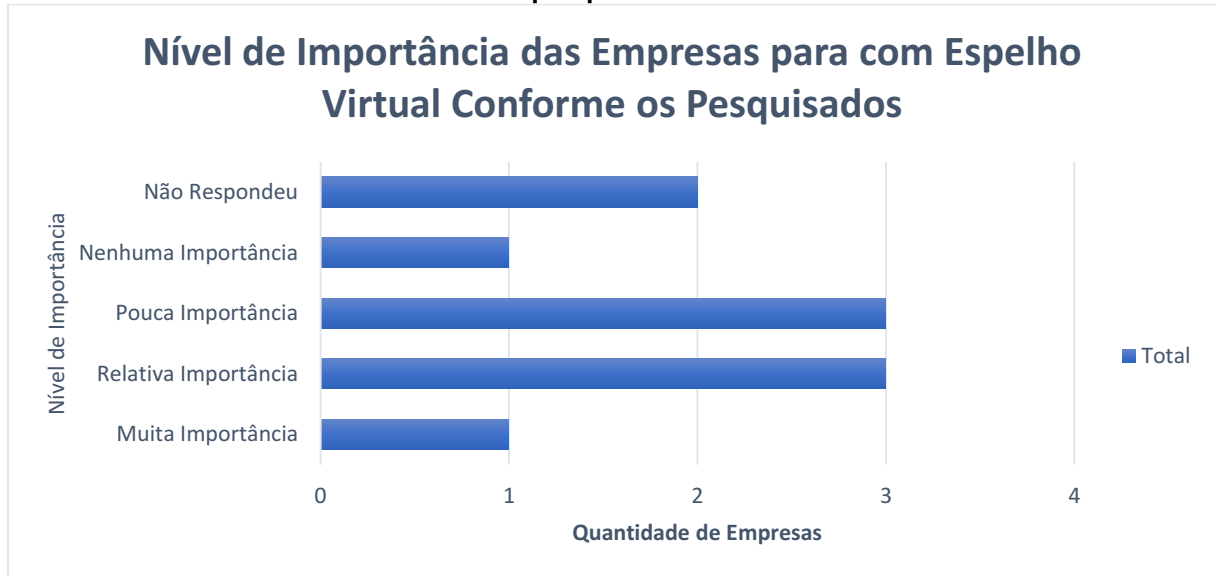


Fonte: Pesquisa com Público Alvo (2022)

Já para a área comercial/ marketing destas empresas, tanto a coleta de dados quanto a internet das coisas/serviços parecem ter maior importância, tanto que, como vimos anteriormente, são tecnologias que já estão em prática dentro delas. O espelho virtual é algo que tem menor relevância para a empresa da maioria dos entrevistados e é também a inovação em menor uso, segundo o gráfico anteriormente apresentado.

Em relação a importância do espelho virtual (ou provedor virtual) houve um total de respostas equilibrado em relação ao uso da tecnologia (Figura 21) sendo que 1 resposta foi relacionada a muita importância para as empresas dos pesquisados, 3 respostas direcionadas a uma relativa importância, 3 para pouca importância e uma para nenhuma importância.

Figura 21 - Nível de importância das empresas para com espelho virtual conforme os pesquisados

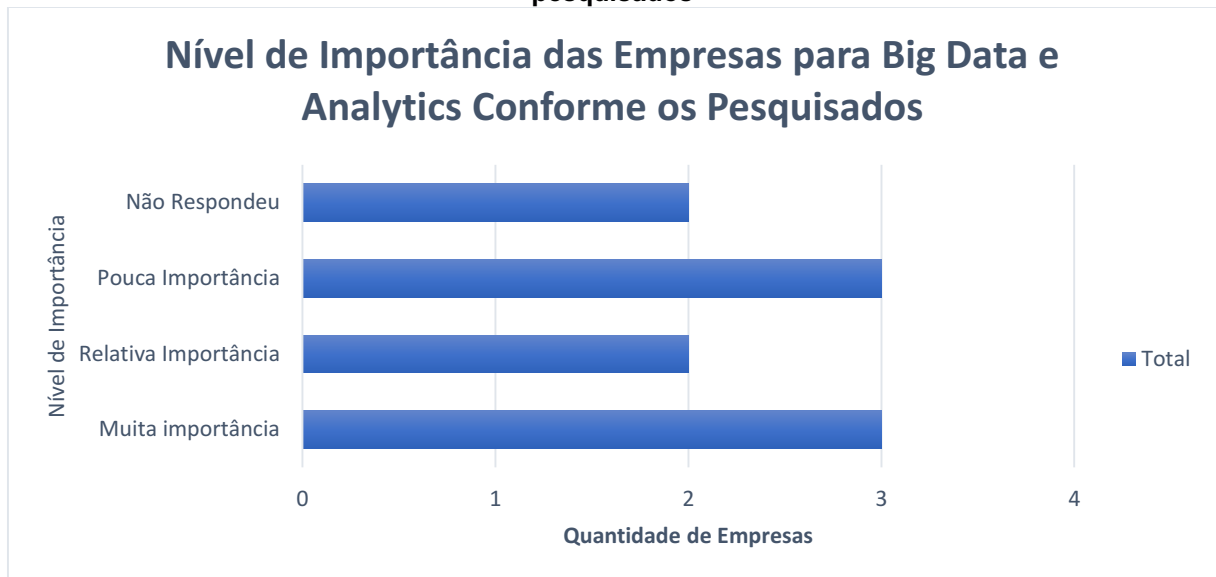


Fonte: Pesquisa com Público Alvo (2022)

Para algumas empresas esta aplicação pode não ser coerente com o tipo de negócio já que um dos entrevistados vem do ramo de enxovais, o que inviabiliza a aplicação que é voltada para roupas e acessórios. Em outros casos a falta de conhecimento com a tecnologia pode influenciar na escolha da alternativa em que apenas 5 das empresas (Figura 21) podem dar importância para a aplicação.

A quantidade de respostas para a importância na qual as empresas dão ao Big Data e Analytics dentro do setor comercial segundo os participantes da pesquisa foi 5 para muita ou relativa importância e 3 para pouca importância como é possível ver na Figura 22.

Figura 22 - Nível de importância das empresas para Big Data e Analytics conforme os pesquisados

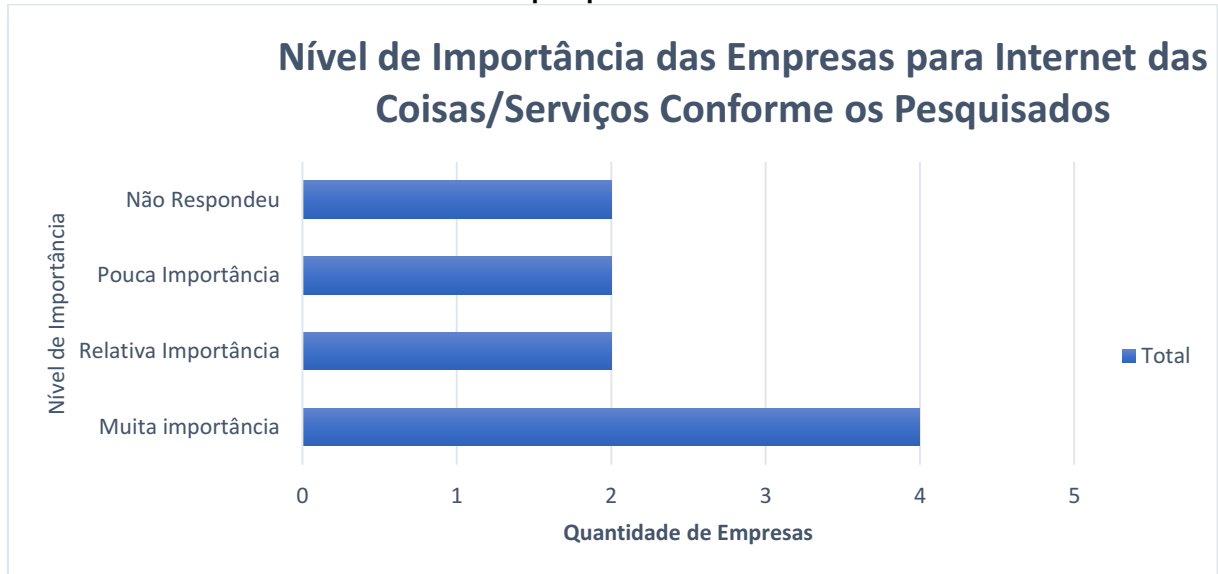


Fonte: Pesquisa com Público Alvo (2022)

Ao analisar as respostas em relação ao uso destas ferramentas e comparar com a importância que as empresas dão para elas (Figura 22), fica mais claro o porquê da baixa aderência a estas tecnologias. Entretanto isso pode demonstrar falta de conhecimento ou amadorismo nos negócios, uma vez que pequenas empresas foram as que deram menor importância para o assunto. Mas vale ressaltar que comparado com o que a pesquisa feita pela CNI (2022) coletou, este número é muito superior aos 13% dos seus entrevistados.

A associação de produtos têxteis feitos na confecção com alguma conexão à internet ou mesmo atrelar produtos a serviços online pode ser mais desafiador, entretanto parece ser algo que é do interesse de 6 das empresas dos participantes que mostraram relativa ou muita importância conforme é possível verificar no gráfico (Figura 23).

Figura 23 - Nível de importância das empresas para internet das coisas/serviços conforme os pesquisados

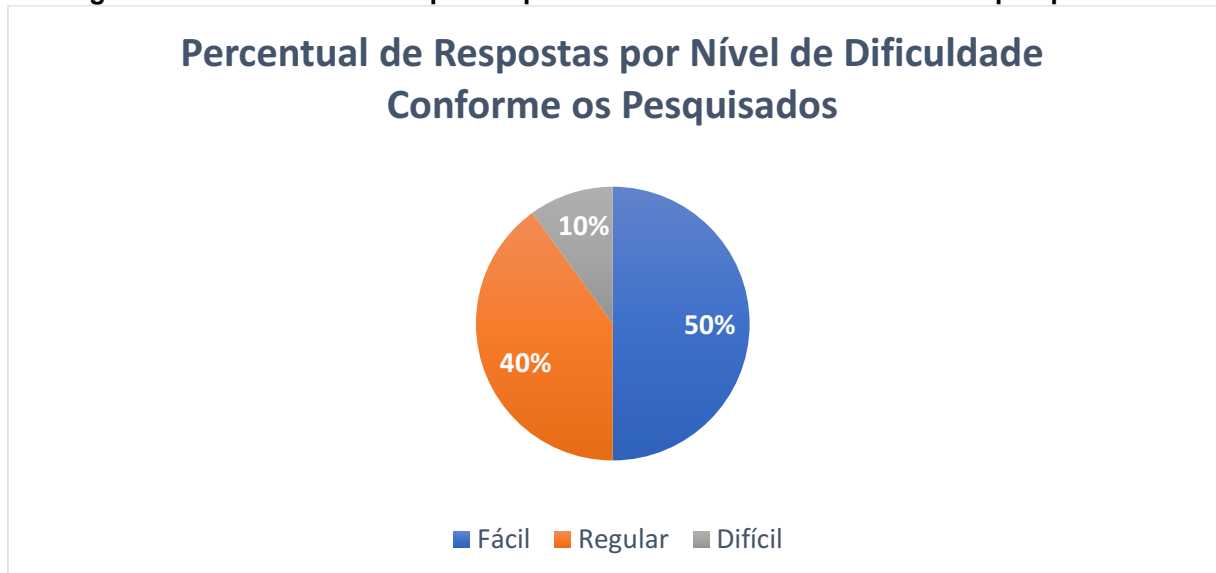


Fonte: Pesquisa com Público Alvo (2022)

O uso, conforme é possível ver na Figura 20, continua sendo limitado em apenas uma empresa de grande porte o que faz corresponder ao percentual encontrado por CNI (2022) de 14% dentre empresas nas quais foi aplicada sua pesquisa. Como 6 respostas foram de muita ou relativa importância, demonstra que podemos ter avanços em relação a este tipo de inovação no mercado em algum momento.

A última pergunta no questionário estava relacionada ao nível de dificuldade encontrada pelos participantes com os termos mencionados na pesquisa (Figura 24), onde cinco indicaram facilidade com os termos e outros 4 indicou um pouco de dificuldade marcando como regular nas respostas, e apenas 1 apontou como difícil.

Figura 24 - Percentual de respostas por nível de dificuldade conforme os pesquisados



Fonte: Pesquisa com Público Alvo (2022)

Apesar de bastante familiarizados com os termos, cinco relataram dificuldades com os mesmos e aponta uma possível falta a discussão do assunto no ambiente de trabalho, sala de aula ou ambos. De acordo com CNI (2022), 37% das empresas apontam falta de trabalhador qualificado, algo que poderia mudar com a inserção do assunto nas disciplinas dos cursos e até estender para disciplinas do ensino regular pensando na preparação do estudante para um novo cenário do mercado de trabalho.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O surgimento de novas tecnologias fez com que houvesse modificação na indústria em geral, mas a indústria da confecção está longe de acompanhar as mudanças que acontecem no âmbito tecnológico, o que pode prejudicar e muito na sua competitividade. As empresas buscam mais as tecnologias para melhorias no seu processo como forma de se manterem no mercado e isto ficou explícito no nível de importância dado as ferramentas de produção.

Entretanto nota-se uma disparidade de pequenas empresas com relação a grandes empresas quando se diz em investir em tecnologias no setor produtivo, mas de certa forma estes pequenos negócios mantem-se competitivos devido a tecnologias que demandam menor capital, mas que podem projetá-los melhor para o mercado mantendo assim a sua sobrevivência.

Outro fator importante está na mão de obra qualificada que pode não estar acompanhando o desenvolvimento da indústria e desta forma ficarem fora do mercado de trabalho por falta de qualificação.

Inicialmente o questionário desta pesquisa foi elaborado para ser aplicado a empresários de confecções de médio e grande porte situadas na cidade de Apucarana – PR, o que não houve retorno dos mesmos. Sendo assim, optou-se por adaptar o trabalho voltado para engenheiros têxteis que atuam em industrias de confecção.

O trabalho em si foi enriquecedor para o conhecimento do autor e proporcionou uma nova visão sobre as infinitas aplicações que se podem ter dentro ou fora da área na qual foi estudado. O assunto tratado foi completamente novo e nunca tratado em quaisquer etapas de ensino do mesmo, exigindo-se assim estudos aprofundados sobre o tema e amadurecimento das informações ao enxergar as aplicações dentro da indústria.

REFERÊNCIAS

ABIT (Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção). **Perfil do setor:** dados gerais do setor referentes a 2019 (atualizados em dezembro de 2020). 2020. Disponível em: <https://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor>. Acesso em: 18 abr. 2021.

ABIT (Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção). **O Poder da Moda:** agenda de competitividade da indústria têxtil e de confecção brasileira 2015 a 2018. São Paulo: Abit, 2015. Color. Disponível em: http://abit-files.abit.org.br/site/publicacoes/Poder_moda-cartilhabx.pdf. Acesso em: 18 abr. 2021.

AHMAD, Sumera et al. Towards Sustainable Textile and Apparel Industry: exploring the role of business intelligence systems in the era of industry 4.0. **Sustainability**. Johor Bahru, p. 2632-2655. mar. 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/7/2632>. Acesso em: 14 abr. 2021.

ALMEIDA, Paulo Samuel de. **Indústria 4.0:** princípios básicos, aplicabilidade e implantação na área industrial. São Paulo: Érica, 2019. 136 p. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536530451/>. Acesso em: 12 abr. 2021.

AZUMA, Ronald T.. A Survey of Augmented Reality. **Presence: Teleoperators and Virtual Environments**, v. 6, n. 4, p. 355-385, ago. 1997. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>. Acesso em: 22 abr. 2021.

BITTENCOURT, Leide Laura; SILVEIRA, Icléia; ROSA, Lucas da; NOVELLI, Daniela. Utilização das ferramentas da indústria 4.0 para a prototipagem no setor de vestuário. **Dapesquisa**, v. 16, p. 01-25, 27 jul. 2021. Universidade do Estado de Santa Catarina. Disponível em: <https://www.periodicos.udesc.br/index.php/dapesquisa/article/view/19997>. Acesso em: 29 maio 2022.

BRUNO, Flavio da Silveira. **A Quarta Revolução Industrial do Setor Têxtil e de Confecção:** a visão de futuro para 2030. São Paulo: Estação das Letras e Cores, 2016.

CARELLI, Rodrigo de Lacerda; CAVALCANTI, Tiago Muniz; FONSECA, Vanessa Patriota da. **Futuro do Trabalho:** os efeitos da revolução digital na sociedade. Brasília: Escola Superior do Ministério Público da União, 2020. Disponível em: <https://escola.mpu.mp.br/publicacoes/obras-avulsas/e-books-esmpu/futuro-do-trabalho-os-efeitos-da-revolucao-digital-na-sociedade#:~:text=Organizado%20pelos%20procuradores%20do%20Trabalho,novas%20formas%20de%20contrata%C3%A7%C3%A3o%20de>. Acesso em: 30 maio 2022.

CNI (Confederação Nacional da Indústria). **Desafios Para Indústria 4.0 no Brasil**. Brasília: CNI, 2016. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/d6/cb/d6cbfbbba-4d7e-43a0-9784-86365061a366/desafios_para_industria_40_no_brasil.pdf. Acesso em: 10 abr. 2021.

CNI (Confederação Nacional da Indústria). **Indústria 4.0: cinco anos depois.** Brasília: CNI, 2022. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/7d/d9/7dd92b31-8860-4ca7-b921-b28fec0a68bc/sondespecial_industria40_cincoanosdepois_abril2022.pdf. Acesso em: 29 maio 2022.

CNI (Confederação Nacional da Indústria). **Oportunidades para a Indústria 4.0: aspectos da demanda e oferta no Brasil.** Brasília: CNI, 2017. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/d9/ff/d9ff9d99-1a51-43ff-bc2a-b2187e90c35a/oportunidades_para_a_industria_40_2603_nova_versao.pdf. Acesso em: 15 abr. 2021.

DUERKOPP ADLER. **971-01: two-thread chainstitch rotary sewing unit.** Two-thread chainstitch rotary sewing unit. Disponível em: https://www.duerkopp-adler.com/en/main/products/GA_20/971-01.html. Acesso em: 23 abr. 2021.

FLEMISCH, Frank et al. Design of Human Computer Interfaces for Highly Automated Vehicles in the EU-Project HAVEit. **Lecture Notes in Computer Science**, v. 6767, p. 270-279, 2011. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-21666-4_30. Acesso em: 23 abr. 2021.

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GONÇALVES, José Ernesto Lima. Os impactos das novas tecnologias nas empresas prestadoras de serviços. **Revista de Administração de Empresas**, v. 34, n. 1, p. 63-81, fev. 1994. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rae/a/QnPcBpMbkGm68SYZMpL89rF/?lang=pt>. Acesso em: 19 mar. 2022.

GOOGLE. **Google Analytics: é ótimo ter você no google analytics. É ótimo ter você no Google Analytics.** Disponível em: <https://analytics.google.com/analytics/web/provision/#/provision>. Acesso em: 30 maio 2022.

GROOVER, Mikell P. **Fundamentos da Moderna Manufatura.** 5. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2017. 2 v. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521634102/>. Acesso em: 16 abr. 2021.

JUKI. **AMS-251: 1-needle cnc sewing machine (head turning type).** 1-needle CNC sewing machine (head turning type). Disponível em: https://www.juki.co.jp/industrial_e/products_e/lether_e/cycle_non_e/detail.php?cd=AMS-251_E. Acesso em: 23 abr. 2021.

KAGERMANN, Henning; WAHLSTER, Wolfgang; HELBIG, Johannes. **Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0: final report of the industrie 4.0 working group.** [S.L.]: National Academy of Science and Engineering, 2013. Disponível em: <https://www.din.de/blob/76902/e8cac883f42bf28536e7e8165993f1fd/recommendatio ns-for-implementing-industry-4-0-data.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2021.

KATAL, Avita; WAZID, Mohammad; GOUDAR, R. H.. Big data: issues, challenges, tools and good practices. **2013 Sixth International Conference on Contemporary Computing (Ic3)**, Noida, v. 0, n. 0, p. 404-409, ago. 2013. Disponível em: IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/ic3.2013.6612229>. Acesso em: 22 abr. 2021.

KMF MASCHINENBAU GMBH. **The future of sewing**. 2018. Disponível em: <https://kmf-maschinenbau.de/en/sewing-automation/robotic/press-information-12-2018-br-bdquo-the-future-of-sewing-rdquo/>. Acesso em: 23 abr. 2021.

LOZADA, Gisele; NUNE, Karina da Silva. **Metodologia Científica**. Porto Alegre: Sagah, 2018. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595029576/>. Acesso em: 29 abr. 2021.

NSF (National Science Foundation). **Cyber-Physical Systems (CPS)**. [S.L.]: National Science Foundation, 2021. Disponível em: <https://www.nsf.gov/pubs/2021/nsf21551/nsf21551.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2021.

OLIVEIRA, Tainá Caionara de; LIMA, Jandir Ferrera de. A distribuição espacial da indústria têxtil no Estado do Paraná. **Fae**, Curitiba, v. 20, n. 1, p. 171-184, jun. 2017. Disponível em: <https://revistafae.fae.edu/revistafae/article/view/170>. Acesso em: 30 maio 2022.

QUINTINO, Luis Fernando et al. **Indústria 4.0**. Porto Alegre: Sagah, 2019. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595028531/>. Acesso em: 09 abr. 2021.

RASTEIRO, Gustavo. **Estudo sobre a aplicação da tecnologia RFID em sistemas de Kanban eletrônico**. 2009. 72 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecatrônica, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009. Disponível em: <https://hominiss.com.br/wp-content/uploads/2018/04/Estudo-sobre-a-aplica%C3%A7%C3%A3o-da-tecnologia-RFID-em-sistemas-de-kanban-eletr%C3%B4nico.pdf>. Acesso em: 30 maio 2022.

RIEDELSHEIMER, Theresa; DORFHUBER, Lisa; STARK, Rainer. User centered development of a Digital Twin concept with focus on sustainability in the clothing industry. **Procedia Cirp**, v. 90, p. 660-665, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.01.123>. Acesso em: 29 maio 2022.

SACOMANO, José Benedito et al. **Indústria 4.0: conceitos e fundamento**. São Paulo: Blucher, 2018. 182 p. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521213710/>. Acesso em: 12 abr. 2021.

SCHWAB, Klaus. **A Quarta Revolução Industrial**. São Paulo: Edipro Edições Profissionais Ltda, 2016.

SCHWEIZER, Manfred; HÖRZ, Thomas; SCHOLPP, Claus. Apparel, wire, and woodworking industries. In: NOF, Shimon Y.. **Handbook of Industrial Robotics**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1999. Cap. 61, p. 1157. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt->

BR&lr=&id=7od4alFKfNMC&oi=fnd&pg=PR11&dq=robotics+in+apparel+industry&ots=TVBrDbrcJR&sig=7aEmP89ZTSZHDu022L4ZD6qb6Wg#v=onepage&q=robotics%20in%20apparel%20industry&f=false. Acesso em: 13 abr. 2021.

SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas). **Anuário do trabalho na micro e pequena empresa**. Brasília: Sebrae, 2013. 288 slides, color. Disponível em: https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Anuario%20do%20Trabalho%20Na%20Micro%20e%20Pequena%20Empresa_2013.pdf> Acesso em: 19 mar. 2022.

SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas). **Reconhecimento das lideranças da Moda Paranaense**. Curitiba: Sebrae, 2019. Color. Disponível em: <https://www.sebraepr.com.br/wp-content/uploads/RECONHECIMENTO-VOCACIONAL-E-IDENTIFICA%C3%87%C3%83O-DAS-LIDERAN%C3%87AS-MODA-PR.pdf>. Acesso em: 30 maio 2022.

SILMAQ. **Corte automático de tecidos**. Disponível em: <https://www.silmaq.com.br/maquinas/saladecorte/corte-automatico/corte-automatico-de-tecidos-10-101-00250/>. Acesso em: 23 abr. 2021.

SILVA, Fernanda Rosa da et al. **Cloud Computing**. Porto Alegre: Sagah, 2020. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786556900193/>. Acesso em: 16 abr. 2021.

SOFTWEAR AUTOMATION. **The next generation lowry sewbots are here**. Disponível em: <https://softwearautomation.com/introducing-next-generation-lowry-sewbot/>. Acesso em: 23 abr. 2021.

TRIVIÑOS, Augusto N. S.. **A introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

VOLPATO, Neri. **Manufatura aditiva: tecnologias e aplicações da impressão 3d**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 2017. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521211518/>. Acesso em: 16 abr. 2021.

WONG, W. K.; GUO, Z. X.; LEUNG, S. Y. S.. Optimizing decision making in the apparel artificial intelligence (AI): from production to retail. **Sawston: Woodhead Publishing Limited**, 2013. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=QGBEAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=artificial+intelligence+in+apparel+manufacturing&ots=vRBm8tRXsA&sig=uGxe-Vuv2GcuzeKddVI9G32mPO8#v=onepage&q=artificial%20intelligence%20in%20apparel%20manufacturing&f=false>. Acesso em: 15 abr. 2021.

APÊNDICE A - Questionário de pesquisa

QUESTIONÁRIO SOBRE INDÚSTRIA 4.0 NAS CONFECÇÕES

1. Identifique a sua empresa (opcional):

--

2. Qual a localização da sua empresa? (Cidade e Estado)

--

3. Pela classificação do SEBRAE (2013), qual é o porte da sua empresa?

Micro empresa (até 19 pessoas ocupadas)	
Pequena empresa (de 20 até 99 pessoas ocupadas)	
Média empresa (de 100 até 499 pessoas ocupadas)	
Grande empresa (500 pessoas ocupadas ou mais)	

4. Deixe seu e-mail abaixo caso tenha interesse em receber o resultado desta pesquisa:

--

5. Selecione quais das tecnologias da Indústria 4.0 listadas abaixo são utilizadas no núcleo de desenvolvimento e criação da sua empresa:

Programas de vetorização 3D	
Programas de Gêmeos Digitais/Digital Twin	
Prototipagem em impressão 3D	
Nenhuma	

6. Classifique o nível de importância para as tecnologias dentro do Núcleo de Desenvolvimento para a sua empresa:

	Nenhuma Importância	Pouca Importância	Relativa Importância	Muita importância
Programas de vetorização 3D				
Programas de Gêmeos Digitais/Digital Twin				
Prototipagem em impressão 3D				

7. Selecione quais das tecnologias abaixo são utilizadas no Gerenciamento da Produção da sua empresa:

Monitoramento virtual da produção com uso de sistemas como MES (Sistema de Execução da Manufatura) e SCADA (Sistema de Controle e Aquisição de Dados)	
Coleta, processamento e análise de grande volume de dados (Big Data)	
Nenhuma	

8. Classifique o nível de importância das tecnologias da Indústria 4.0 para o Gerenciamento da Produção da sua empresa:

	Nenhuma Importância	Pouca Importância	Relativa Importância	Muita importância
Monitoramento virtual da produção com uso de sistemas como MES (Sistema de Execução da Manufatura) e SCADA (Sistema de Controle e Aquisição de Dados)				
Coleta, processamento e análise de grande volume de dados (Big Data)				

9. Selecione quais das tecnologias abaixo são utilizadas no setor Produtivo da sua empresa:	
Automação Digital capaz de aferir medidas e correções sem interferência humana (mesa de corte automáticas, linhas de trabalho automáticas, etc)	
Automação Digital com uso de sensores para controle de processo	
Manufatura aditiva	
Uso de sensores de identificação de produtos que contenham informações, condições operacionais do mesmo e permitam sua rastreabilidade, como RFID (Identificação por Radiofrequência)	
Uso de sistemas integrados de manufaturas e desenvolvimento de produtos (robôs, esteiras, linhas de produção autônomas)	
Nenhuma	

10. Classifique o nível de importância das tecnologias da Indústria 4.0 para o setor de Produção de sua empresa:				
	Nenhuma Importância	Pouca Importância	Relativa Importância	Muita importância
Automação Digital capaz de aferir medidas e correções sem interferência humana (mesa de corte automáticas, linhas de trabalho automáticas, etc)				
Automação Digital com uso de sensores para controle de processo				
Manufatura aditiva				
Uso de sensores de identificação de produtos que contenham informações, condições operacionais do mesmo e permitam sua rastreabilidade, como RFID (Identificação por Radiofrequência)				
Uso de sistemas integrados de manufaturas e desenvolvimento de produtos (robôs, esteiras, linhas de produção autônomas)				

11. Selecione quais das tecnologias abaixo são utilizadas no setor de Marketing/Comercial da sua empresa:	
Espelho virtual	
Coleta, processamento e análise de grande volume de dados (Big Data e Analytics)	
Associação de produtos a serviços oferecidos em nuvem (Internet das Coisas e Internet dos Serviços)	
Nenhuma	

12. Classifique o nível de importância para as tecnologias dentro de Marketing/Comercial para a sua empresa:				
	Nenhuma Importância	Pouca Importância	Relativa Importância	Muita importância
Espelho virtual				
Associação de produtos a serviços oferecidos em nuvem (Internet das Coisas e Internet dos Serviços)				
Associação de produtos a serviços oferecidos em nuvem (Internet das Coisas e Internet dos Serviços)				

13. Qual o grau de dificuldade você encontrou com os termos mencionados no questionário?	
Fácil	
Regular	
Difícil	