

**FACULDADES INTEGRADAS DE TAQUARA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL  
NÍVEL MESTRADO**

**ANGELA CRISTINA VALENTINI SCHIOCHETTI**

**INDÚSTRIA 4.0 E ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO:  
IMPORTÂNCIA DA FORMAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO  
SOCIOECONÔMICO DO COREDE PARANHANA ENCOSTA DA SERRA**

**TAQUARA  
2021**

ANGELA CRISTINA VALENTINI SCHIOCHETTI

**INDÚSTRIA 4.0 E ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO  
IMPORTÂNCIA DA FORMAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO  
SOCIOECONÔMICO DO COREDE PARANHANA ENCOSTA DA SERRA**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Regional, pelo Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional das Faculdades Integradas de Taquara (FACCAT)

Orientador: Prof. Dr. Carlos Fernando Jung

TAQUARA  
2021

ANGELA CRISTINA VALENTINI SCHIOCHETTI

**INDÚSTRIA 4.0 E ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO  
IMPORTÂNCIA DA FORMAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO  
SOCIOECONÔMICO DO COREDE PARANHANA ENCOSTA DA SERRA**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Regional, pelo Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional das Faculdades Integradas de Taquara (FACCAT).

Aprovado em 17 de Novembro de 2021

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Carlos Fernando Jung (FACCAT)

---

Prof. Dr. Marcos Paulo Dhein Griebeler (FACCAT)

---

Profa. Dra. Letícia Martins de Martins (IFRS)

Dedico este trabalho à minha família por ser meu alicerce em todos os momentos, compreendendo minhas escolhas.

## AGRADECIMENTOS

Escrever esta seção é encerrar um ciclo de minha vida, que teve tantas alegrias, desafios, habilidades, atitudes e conhecimentos, com a certeza de que não somos nada sozinhos e, por assim sermos, é preciso agradecer sempre.

Agradeço a presença de Deus na minha vida, porque sem a força divina em todos os momentos dos meus dias, nenhuma conquista seria possível. Impossível deixar de mencionar a interseção de Nossa Senhora, passando na frente de tantas e tantas situações.

Agradeço aos meus pais, Felix e Loraine, pelos valores da vida que me dão. Meu amor por vocês é imensurável. Amo vocês!

Agradeço ao Junior, que me presenteia todos os dias com seu amor, embarcando nos meus projetos e sonhos. Construimos todos os dias nossa história, sabendo que para tudo há um tempo e um propósito! Te amo, Ju!

Eduardo, presente precioso que a vida me deu, te agradeço por seres um filho companheiro, amoroso e dedicado. Fostes essencial nesta minha jornada, sendo meu suporte tantas e tantas vezes. I love, Dudu!

Minha irmã Juliana, te agradeço por seres o que és na minha vida. Te amo!

Agradeço aos demais familiares por todo amor, incentivo, apoio e entendimento me dados.

Meus amigos são preciosos e agradeço todo incentivo, entendimento e carinho que me dão todos os dias.

Aos professores do PPGDR da Faccat, agradeço o empenho e exemplos dados.

E por fim, com muito respeito, agradeço o professor Dr. Carlos Fernando Jung, pela oportunidade de tê-lo como orientador. És exemplo de competência, simplicidade e compreensão. Muito obrigada, Herr Jung, por tuas orientações irem além do necessário. Tua dedicação e teu amor pela Ciência são exemplos de que tudo vale a pena.

“Nossos primeiros esforços são induções puramente instintivas de uma imaginação vívida e indisciplinada. À medida que ficamos mais velhos, firma-se a razão e nos tornamos sistemáticos e articulados. Mas esses primeiros impulsos, embora não sejam imediatamente produtivos, são da maior importância e podem moldar nossos próprios destinos” (TESLA, 2012, p. 8).

## RESUMO

A Indústria 4.0 vai além de mudanças tecnológicas, pois é motor de transformações econômicas, sociais, culturais e educacionais. Esta pesquisa teve por finalidade de analisar as necessidades de indústrias calçadistas, localizadas no Corede Paranhana Encosta da Serra, quanto a mão de obra especializada em Engenharia de Controle e Automação para desenvolver a Indústria 4.0. Além de analisar as matrizes curriculares dos Cursos de Engenharia de Controle e Automação das Instituições de Ensino Superior localizadas na Região Metropolitana de Porto Alegre-RS, verificar quais as Instituições de Ensino Superior, da referida região, preparam os acadêmicos para atuarem na Indústria 4.0 na área da engenharia de controle e automação e identificar as principais estratégias que as IES analisadas podem utilizar na formação de recursos humanos. Cabe às indústrias do Corede Paranhana Encosta da Serra compreenderem que há oportunidades vindas através das novas tecnologias e, através da formação de mão de obra capacitada para atuar e desenvolver a Indústria 4.0, potencializar negócios, habilidades, atitudes e conhecimento.

**Palavras-chave:** Indústria 4.0. Engenharia de Controle e Automação. Estratégias.

## ABSTRACT

Industry 4.0 goes beyond technological changes, because it is the engine of economic, social, cultural, and educational transformations. This research aims to analyze the needs of the footwear industries, located in the Corede Paranhana Encosta da Serra, regarding the specialized workforce in Control and Automation Engineering to develop Industry 4.0. Besides analyzing the curriculums of the Control and Automation Engineering courses of the Higher Education Institutions located in the Metropolitan Region of Porto Alegre-RS, verify which Higher Education Institutions, located in the Metropolitan Region of Porto Alegre-RS, prepare the academics to act in Industry 4.0 in control and automation engineering and identify the main strategies that the analyzed HEIs can use in the formation of human resources. It is up to the industries of the Corede Paranhana Encosta da Serra to understand that there are opportunities coming through new technologies and, through the training of skilled labor to act and develop Industry 4.0, enhance business, skills, attitudes, and knowledge.

**Key-words:** Industry 4.0. Control and Automation Engineering. Strategy.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Cronologia das Revoluções Industriais	19
Figura 2 -	Localização do Corede Paranhana Encosta da Serra	35
Figura 3 -	Etapas Metodológicas	36
Figura 4 -	Categorias e elementos de análise da coleta de dados com gestores industriais	39
Figura 5 -	Categorias e elementos de análise da coleta de dados com egressos do curso de Engenharia de Controle e Automação	39
Figura 6 -	Categorias e elementos de análise da coleta de dados com egressos do curso de Engenharia de Controle e Automação	40
Figura 7 -	Programa de disciplina por habilidades, atitudes e conhecimento	72

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -	Área organizacional com maior deficiência de mão de obra qualificada em controle e automação	44
Gráfico 2 -	Interferências da falta de mão de obra especializada em controle e automação	45
Gráfico 3 -	As alternativas para amenizar a falta de mão de obra qualificada em controle e automação	46
Gráfico 4 -	Motivos para não capacitar a mão de obra na área da Engenharia de Controle e Automação	47
Gráfico 5 -	Conhecimento dos temas da Indústria 4.0	51
Gráfico 6 -	Formação na IES para implantar a Indústria 4.0	52
Gráfico 7 -	Contribuição dos componentes curriculares no processo formativo	53
Gráfico 8 -	Captações para desenvolver as habilidades técnicas e gerenciais necessárias à Indústria 4.0	54
Gráfico 9 -	Habilidades necessárias à Indústria 4.0	55
Gráfico 10 -	Conhecimento dos termos da Indústria 4.0	59
Gráfico 11 -	Preparação na academia para atuar na Indústria 4.0	60
Gráfico 12 -	Componentes curriculares na formação para a Indústria 4.0	62
Gráfico 13 -	Aptidão para atuar na Indústria 4.0	63
Gráfico 14 -	Habilidades necessárias à Indústria 4.0	65

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Elementos formadores da Indústria 4.0	22
Quadro 2 -	Indústria 4.0 em países desenvolvidos	24
Quadro 3 -	Propostas e objetivos destinados à demanda de tecnologias habilitadoras	26
Quadro 4 -	Habilidades centrais para o profissional do futuro na sociedade 4.0	27
Quadro 5 -	Tipos de inteligência para o cenário da Quarta Revolução Industrial	28
Quadro 6 -	Formação para Engenheiros de Controle e Automação	33
Quadro 7 -	Indicador de trajetória IES A	56
Quadro 8 -	Indicador de trajetória IES B	57
Quadro 9 -	Indicador de trajetória IES C	57
Quadro 10 -	Relações entre sociedade, ambiente de trabalho e tecnologias para a Educação 4.0	67
Quadro 11 -	Revoluções Industriais e Educação	68
Quadro 12 -	Propostas para melhorias na estrutura curricular	69
Quadro 13 -	Proposta de formação por área de atuação da Engenharia de Controle e Automação	70

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Estrutura produtiva do Corede	42
Tabela 2 - Estrutura das atividades da indústria de transformação	43

## **LISTA DE SIGLAS**

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CNI	Confederação Nacional das Indústrias
CONFEA	Conselho Federal De Engenharia, Arquitetura E Agronomia
COREDE	Conselho Regional de Desenvolvimento Econômico
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura
IES	Instituição de Ensino Superior
RFID	Etiquetas de Identificação de Rádio Frequência
TI	Tecnologia da Informação
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2 INDÚSTRIA 4.0 .....</b>	<b>18</b>
<b>2.1 Desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2 Trabalho na Quarta Revolução Industrial .....</b>	<b>26</b>
<b>2.3 Ensino Superior no contexto da Revolução 4.0 .....</b>	<b>29</b>
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>34</b>
<b>3.1 Cenário .....</b>	<b>34</b>
<b>3.2 Etapas metodológicas .....</b>	<b>35</b>
<b>4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>42</b>
<b>4.1 Percepção dos Gestores.....</b>	<b>43</b>
<b>4.2 Caracterização das IES.....</b>	<b>48</b>
<b>4.3 Percepção dos egressos de engenharia de controle e automação.....</b>	<b>50</b>
<b>4.4 Percepção dos acadêmicos de Engenharia de Controle e Automação.....</b>	<b>56</b>
<b>4.5 Percepção sobre egressos, acadêmicos e IES na Indústria 4.0.....</b>	<b>66</b>
<b>4.6 Proposta de melhoria .....</b>	<b>67</b>
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>75</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>78</b>
<b>APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PARA GESTORES INDUSTRIAIS.....</b>	<b>84</b>
<b>APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO PARA EGRESSOS .....</b>	<b>86</b>
<b>APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO PARA ACADÊMICOS.....</b>	<b>87</b>
<b>ANEXO A – PORTARIA 1.694 .....</b>	<b>88</b>
<b>ANEXO B – RESOLUÇÃO N. 427 .....</b>	<b>89</b>
<b>ANEXO C – DIRETRIZES CURRICULARES.....</b>	<b>90</b>
<b>ANEXO D – COMPONENTES CURRICULARES IES A.....</b>	<b>96</b>
<b>ANEXO E – COMPONENTES CURRICULARES IES B.....</b>	<b>97</b>
<b>ANEXO F – COMPONENTES CURRICULARES IES C .....</b>	<b>98</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A temática da Indústria 4.0 possibilita a transformação dos Sistemas de Produção, através da inovação. O programa alemão Industrie 4.0 propõe, desde 2012, inovações tecnológicas aplicadas aos processos de manufatura (SCHWAB, 2018). E, pode ser considerado como a Quarta Revolução Industrial, ou o caminho para isto, o que fará que a cadeia produtiva brasileira se torne, de forma gradual, improdutiva.

Com processos produtivos automatizados e integrados, os profissionais também precisarão se adaptar a Indústria 4.0. Demandas focadas em pesquisa e desenvolvimento exigirão profissionais com formação multidisciplinar, inovadores, capacitados para as tecnologias.

O Brasil, tem a possibilidade de se destacar, através do fomento e da utilização das novas tecnologias, na produtividade. Para isso, se faz a construção de ações que estimulem a utilização das tecnologias na indústria nacional. Schwab (2018) afirma que a Quarta Revolução Industrial, irá alterar profundamente a maneira que vivemos, trabalhamos e nos relacionamos, diferente de tudo aquilo que já foi experimentado pela humanidade. São três os fatores que caracterizam esta revolução: (i), o primeiro fator envolve a velocidade com que as mudanças se produzem; (ii) o segundo fator engloba a profundidade e a amplitude das mudanças; e por fim, (iii) terceiro fator trata do impacto sistêmico.

Se faz necessário olhar para a tecnologia não somente como uma ferramenta facilitadora. É preciso ter a tecnologia como uma ferramenta de impacto positivo para toda sociedade, orientando e influenciando os sistemas presentes de maneira sinérgica.

O conceito da Indústria 4.0 surge através da conceituação da Quarta Revolução Industrial, e, tem a caracterização da abrangência e convergência da inovação, da tecnologia e da automação abrangendo o impacto da competitividade industrial. Para Schwab (2017), a Indústria 4.0 tem o suporte de uma convergência das tecnologias do mundo físico com as tecnologias do mundo digital, incluindo as tecnologias do mundo biológico. Berman (2012), afirma que a transformação digital trata de modificar, por meio da tecnologia, a maneira como a empresa entrega valor para o cliente, tendo uma ou mais atividades principais de sua cadeia de valor alteradas pela tecnologia digital.

Em países emergentes como o Brasil, alguns setores industriais ainda estão no processo de automação, tornando estes países menos preparados para a Indústria 4.0 (CNI, 2016).

Schuh et al (2017), consideram quatro áreas estruturais de recursos que uma indústria deve possuir para ser dar início ao processo da Indústria 4.0: sistemas de informação, recursos, cultura e estrutura organizacional. A Academia Alemã de Ciências de Engenharia, ACATECH (2013), define o processo de transformação, juntamente com as quatro áreas estruturais e recursos, da Indústria para a Indústria 4.0 em seis graus de classificação de desenvolvimento tecnológico: informatização, conectividade, visibilidade, transparência, capacidade preditiva e adaptabilidade.

É característica da Indústria 4.0 ter processos industriais distintos, que acontecem de forma integradora, envolvendo não apenas a área produtiva, mas a organização como um todo. Cabe à Engenharia de Controle e Automação a estruturação técnica necessária para que a Indústria 4.0 aconteça nas organizações e, neste contexto, a formação acadêmica em Controle e Automação, da mão de obra atuante, é necessária, o que justifica a análise do Curso de Engenharia de Controle e Automação nesta pesquisa.

O engenheiro de Controle e Automação, atuante na Indústria 4.0, precisa ter o conhecimento necessário para exercer as atividades críticas e criativas pertinentes a Indústria 4.0, contribuindo assim para um ciclo de melhoria, sendo a inovação de valor o princípio de norteador do desenvolvimento da educação do indivíduo. Cabe às Instituições de Ensino Superior preparar um bom profissional para atuar na Indústria 4.0.

A necessidade de educação e formação para a Indústria 4.0 é urgente e os componentes curriculares das graduações precisam contemplar os aspectos técnicos, motivacionais e comportamentais fundamentais para formar o profissional preparado para esta realidade.

Como esta pesquisa tem a finalidade de identificar questões relacionadas ao desenvolvimento da Indústria 4.0 e a qualificação da mão de obra, para atuar na área da engenharia de controle e automação nas indústrias calçadistas, localizadas no Corede Paranhana/ Encosta da Serra, apresentamos o seguinte problema de pesquisa: Qual a necessidade de mão de obra qualificada para a Indústria 4.0 e como as Instituições de Ensino Superior podem contribuir na formação destes profissionais necessários, para o desenvolvimento da Indústria 4.0, no Corede Paranhana Encosta da Serra?

Da preocupação com o desenvolvimento regional equilibrado, surgem os Conselhos Regionais de Desenvolvimento, Coredes. O Estado do Rio Grande do Sul está regionalizado em 28 Coredes. Com uma população de 204.908 habitantes (2010) e área de 1.732,8 km<sup>2</sup>, o Corede Paranhana Encosta da Serra abrange os municípios de Igrejinha, Lindolfo Collor,

Morro Reuter, Parobé, Presidente Lucena, Riozinho, Rolante, Santa Maria do Herval, Taquara e Três Coroas, no Estado do Rio Grande do Sul. (GOV. RS, 2015).

É necessário compreender, facilitar, explicar e preparar o desenvolvimento da Indústria 4.0, principalmente nas localidades de economia subdesenvolvida, minimizando riscos e aproveitando oportunidades. A conexão com as cadeias globais de valor, através das dinâmicas de desenvolvimento da cadeia produtiva, tem impacto na geração de empregos que exigem qualificação dos recursos humanos necessários para a atividade (ARBIX et al, 2017).

A temática da Indústria 4.0 possibilita a transformação da produção e dos processos industriais, através da inovação. O avanço da tecnologia, da comunicação e da informação está transformando os processos industriais tradicionais. Fábricas que se conectam com processos, máquinas e sistemas, com capacidades autônomas de prevenção, criadas através de parâmetros, tornando inteligente e independente cada parte da linha de produção.

Com processos produtivos automatizados e integrados, os profissionais também precisarão se adaptar a Indústria 4.0. Demandas focadas em pesquisa e desenvolvimento exigirão profissionais com formação multidisciplinar, inovadores, capacitados para as tecnologias.

Com a compreensão de que a Indústria 4.0 é a virtualização dos processos produtivos, com base na tecnologia digital (SANTOS, SANTOS, SILVA, 2018), podem surgir modelos de negócios que farão todo o sentido no desenvolvimento da Indústria 4.0 (PASQUALOTTO, BUBLITZ, 2017). Desenvolver a capacidade de aplicar tecnologias, além de mão de obra capaz e disponível estabelecendo um alicerce que garanta desenvolvimento, crescimento, conhecimento e empregabilidade, são elementos que precisam ser considerados, inclusive para potencializar o desenvolvimento regional.

Os princípios norteadores desta pesquisa partem do pressuposto que novas estratégias de produção são necessárias para as indústrias permanecerem no mercado. A Indústria 4.0 pretende ser o impulso das transformações industriais, potencializando a relação entre homens, máquinas, inteligência e a internet das coisas.

Buscando explorar o potencial econômico com as tecnologias e informação e comunicação existente, a Indústria 4.0 também pode aprimorar a cadeia de valor, promovendo valor agregado aos produtos, garantindo a competitividade necessária para permanecer no mercado. Diversas possibilidades, advindas com a Indústria 4.0, podem proporcionar desenvolvimento para os municípios, estados e países, envolvendo os diversos

os setores públicos e privados, de forma interativa, como por exemplo, arranjos produtivos locais, parques tecnológicos e startups.

Diante dos contextos apresentados, a Indústria 4.0 não pode ser entendida somente como um fenômeno de fundamentação tecnológica, mas um fenômeno que também envolve a dimensão social (SANTOS, SANTOS, SILVA, 2018). É preciso ter o cuidado para não concentrar o termo Indústria 4.0 somente no contexto tecnológico. As empresas também precisam transformar a estrutura organizacional e cultural, gerando constante aprendizado, com processos em adaptação contínua, preparados para um ambiente de mudança ágil (SCHUH et al, 2017).

A automação intensifica a necessidade de pensar a educação para a Indústria 4.0, intensificando a inovação, processos de automação e tecnologia nos componentes curriculares do Ensino Superior.

O objetivo geral desta pesquisa é analisar as necessidades das indústrias calçadistas, localizadas no Corede Paranhana Encosta da Serra, quanto a mão de obra especializada em Engenharia de Controle e Automação para desenvolver a Indústria 4.0, aumentando assim a competitividade industrial.

Os objetivos específicos são: (i) analisar se as matrizes curriculares dos Cursos de Engenharia de Controle e Automação, das Instituições de Ensino Superior localizadas na Região Metropolitana de Porto Alegre-RS, contemplam componentes curriculares necessários para a Indústria 4.0; (ii) verificar se a formação acadêmica em Engenharia de Controle e Automação atende as necessidades das indústrias calçadistas do Corede Paranhana Encosta da Serra ; e (iii) sugerir estratégias que as IES analisadas possam utilizar na formação de recursos humanos.

A organização da estrutura desta pesquisa está dividida 5 capítulos, incluindo esta Introdução, que contextualiza a pesquisa através do problema da pesquisa, justificativa, objetivos gerais e específicos. No capítulo 2 está a Fundamentação Teórica, contextualizando o cenário da Indústria 4.0 e a necessidade do conhecimento. O Capítulo 3 é dedicado à descrição dos procedimentos metodológicos, através da contextualização do cenário e da descrição das etapas metodológicas. Os resultados, as devidas análises, discussões e as sugestões de melhorias propostas estão descritos no Capítulo 4. Por fim, o Capítulo 5 trata das considerações finais.

## 2 INDÚSTRIA 4.0

Crucial para o desenvolvimento de um país, o setor industrial tem passado por transformações ou revoluções desde o final do século XVIII, impactando na maneira dos modos produtivos, aumento da produtividade e novas tecnologias. A indústria, mesmo com o passar do tempo e ainda que tenha diminuído sua participação na formação do PIB, continua sendo impulsionadora dos sistemas de inovação e o desenvolvimento tecnológico (ARBIX et al, 2017)

As revoluções industriais, independente de qual, proporcionaram desenvolvimentos tecnológicos, e, por consequência, ganhos de produtividade e mudanças na sociedade (DURÃO, CARVALHO, ZANCUL, 2016).

A Alemanha é pioneira na utilização das novas tecnologias para o desenvolvimento local, através de agendas locais para a implementação e desenvolvimento, com base nos contextos sociais e culturais. (KAGERMANN et al. 2013).

O século XVII caracteriza-se pela Primeira Revolução Industrial, com a transição do trabalho manual para máquinas a vapor. (SANTOS, et al, 2018; PIMENTA, 2018). Na Inglaterra, no século XVIII, pouco a pouco a Primeira Revolução Industrial colocou fim ao sistema de produção manual introduzindo um novo sistema de produção guiado por máquinas (SANTOS, SANTOS, SILVA, 2018).

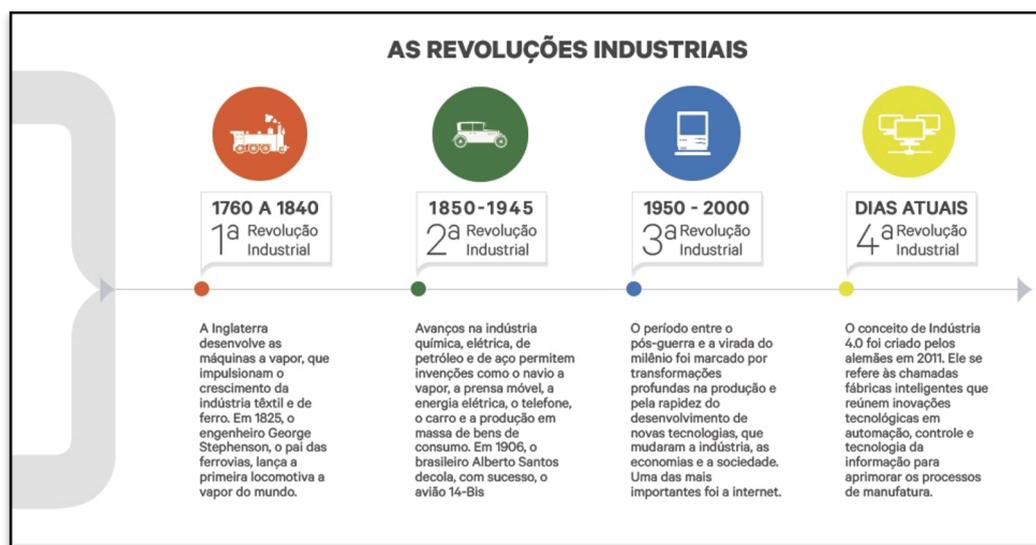
A eletricidade nos sistemas produtivos, no início do século XX, caracteriza a Segunda Revolução Industrial, através da produção em massa e divisão do trabalho (SANTOS et al, 2018; PIMENTA, 2019). A cientificidade somada ao espírito inovador, tomam conta dos Estados Unidos após a guerra Civil Americana. O aço, o telefone e a eletricidade são exemplos que mostram os novos produtos e mercados criados, estabelecendo um método de produção em massa. Para atender as novas demandas, surge o taylorismo que proporciona a eficiência e produtividade necessárias nos processos produtivos, minimizando com o desperdício e os esforços desnecessários do trabalhador nas tarefas a serem executadas (SANTOS, SANTOS, SILVA, 2018).

O uso da eletrônica e da tecnologia da informação (TI), na década de 1970, origina a Terceira Revolução Industrial, tendo como princípio a automação dos processos produtivos (SANTOS et al, 2018; PIMENTA, 2018). Também denominada de Indústria 3.0, a Terceira Revolução Industrial desenvolveu o primeiro sistema de controle lógico programável (SANTOS, SANTOS, SILVA, 2018).

A introdução das tecnologias da Internet na indústria pode ser vista como a grande base tecnológica para a Indústria 4.0 (PEREIRA, SIMONETTO, 2018), fica cada vez mais latente que as empresas que não se adequarem a esta nova Revolução Industrial estão fadadas ao encerramento de suas atividades (MORAIS, MOURA, DENANI, 2018).

Na Figura 1, apresenta-se a evolução do processo de industrialização, iniciando na Revolução Industrial Inglesa até os dias atuais, com a Quarta Revolução Industrial tomando forma.

**Figura 1 – Cronologia das Revoluções Industriais**



Fonte: Confederação Nacional da Indústria (2016)

Estratégias são necessárias para as indústrias se manterem no mercado. Personalização de produtos, baixo custo, concorrência, falta de tecnologia e mão de obra qualificada são algumas das situações que podem deixar as empresas menos competitivas. Atento às estas situações, o governo alemão, com investimentos próprios e parcerias com o setor industrial da Alemanha, cria o programa Industrie 4.0 (RODRIGUES, JESUS, SCHÜTZEN, 2017)

Apresentado na Alemanha, durante a Feira Industrial de Hannover, a temática da Indústria 4.0 é recente, seja na academia ou no ambiente corporativo. O termo “Industrie 4.0”, refere-se ao que seria a aplicação da tecnologia da Quarta Revolução Industrial (PEREIRA, SIMONETTO, 2018). Acredita-se que estamos no início da Quarta Revolução Industrial, baseada na revolução digital e possui a característica de ter uma internet disponível em todos os lugares, ser composta por sensores poderosos e menores, a utilização da inteligência artificial além da aprendizagem automática (SCHWAB, 2016, p.16).

O objeto da Indústria 4.0, ou Industrie 4.0, é interconectar as áreas componentes de um processo produtivo através da intermediação de redes inteligentes. E aí está o desafio, realizar uma Quarta Revolução Industrial, onde os processos produtivos se articulem entre si, solucionando problemas de produção, tornando processos mais eficazes e a própria indústria competitiva (RODRIGUES, JESUS, SCHÜTZEN, 2017).

A Indústria 4.0 também se caracteriza como a manifestação de um conjunto de tecnologias de base digital nas linhas produtivas com o objetivo de virtualizar processos (SANTOS, SANTOS, SILVA, 2018). Segundo a vertente alemã, a Indústria 4.0 pretende ser a expressão impulsionadora das transformações industriais e prenuncio de novas sínteses entre homens, máquinas, inteligência de softwares e algoritmos (ARBIX et al, 2017)

A contextualização de Indústria 4.0, para Pasqualotto e Bublitz (2017), compreende que diversas mudanças ocorrerão, através da utilização das principais inovações tecnológicas, que envolvem os sistemas cyber-físicos, internet das coisas e internet dos serviços. Abrange também um conjunto de tecnologias de ponta, conectadas, para tornar os sistemas de produção colaborativos e flexíveis (SANTOS et al, 2018; PIMENTA, 2018).

A Indústria 4.0 busca explorar a combinação do alto potencial econômico com tecnologias de informação e comunicação existentes na indústria, com o objetivo de aprimorar a cadeia de valor, gerando assim valor agregado ao produto, garantindo a competitividade industrial (NETO et al, 2018; DURÃO, CARVALHO, ZANCUL, 2018). Com a base na interligação entre em máquinas, produtos e processos, que auxiliam na tomada de decisões conforme as situações existentes na fábrica exigem, a Indústria 4.0 precisa proporcionar a sintonia entre a relação homem-máquina. A criação da sintonia permite ganhos em produtividade, qualidade e rentabilidade, desde que haja a gestão e controle (MORAIS, MOURA, DENANI, 2018)

Diante dos contextos apresentados, a Indústria 4.0 não pode ser entendida como um fenômeno de fundamentação tecnológica, mas um fenômeno que também envolve a dimensão social. (SANTOS, SANTOS, SILVA, 2018). Em outras palavras, a Indústria 4.0 representa uma evolução natural dos sistemas industriais anteriores, desde a mecanização do trabalho ocorrida no século XVIII até a automação da produção atualmente (SANTOS et al, 2018). Para Schwab (2018, p. 36), é necessário ver a Quarta Revolução Industrial além da tecnologia. É preciso impactar o maior número de pessoas, de forma positiva, influenciando e orientando a sistemática que vivemos.

Com a compreensão de que a Indústria 4.0 é a virtualização dos processos produtivos, com base na tecnologia digital (SANTOS, SANTOS, SILVA, 2018), podem surgir modelos de negócios que farão todo o sentido no desenvolvimento da Indústria 4.0 (PASQUALOTTO, BUBLITZ, 2017). Para tanto, é preciso contextualizar os elementos que sustentam e potencializam a Indústria 4.0.

É preciso que a concentração de saberes esteja na construção de sistemas e não somente na tecnologia. Se faz necessário também a capacitação da sociedade, que saiba de fato dominar a tecnologia. A absorção da tecnologia se dará de forma dinâmica, precisando preparar o design necessário para que aconteça. E, por fim, a sociedade precisará se conscientizar que as novas tecnologias trazem desenvolvimento (SCHWAB, 2016)

Pesquisas em tecnologia são necessárias para que se obtenha dados em tempo real, propiciando a criação de sistemas físico cibernéticos e a gestão inteligente, para dar suporte a obtenção de fluxos de trabalhos digitais ao longo do ciclo de vida do processo produtivo e do produto, o desenvolvimento de processos produtivos flexíveis além da criação de produtos individualizados ou personalizados (NETO et al, 2018).

A integração da estrutura que permita o acesso às informações da produção em tempo real é um dos pilares da Indústria 4.0. Acesso que permite a tomada de decisão com base nas informações atualizadas, possibilitando reações mais rápidas quanto a processos e mercado (SANTOS et al, 2018).

Sustentada por nove pilares tecnológicos a Indústria 4.0 tem a base: (i) na big data e análise de dados, (ii) robôs autônomos, (iii) simulação, (iv) integração de sistema horizontal e vertical, (v) a internet das coisas industrial, (vi) segurança cibernética, (vii) nuvem, (viii) fabricação de aditivos e (ix) realidade aumentada (RÜßMANN et al., 2015)

Sacomano e Sátyro (2019) apresentam uma proposta de classificação dos elementos constituintes da Indústria 4.0: elementos base ou fundamentais, elementos estruturantes e elementos complementares. No Quadro 1 consta a descrição, características e constituintes dos elementos formadores da Indústria 4.0.

**Quadro 1 – Elementos formadores da Indústria 4.0**

<b>Elementos</b>	<b>Características</b>	<b>Constituintes</b>
Base ou Fundamentais	Base tecnológica fundamental da Indústria 4.0	- Sistemas cyber físicos - Internet das coisas - Internet de serviços
Estruturantes	Permitem a construção de aplicações da Indústria 4.0.	- Automação - Comunicação máquina a máquina - Inteligência artificial - Análise de big data - Computação em nuvem - Integração de sistemas - Segurança cibernética
Complementares	Ampliam as possibilidades da Indústria 4.0	- Etiquetas RFID - Código QR - Realidade aumentada - Realidade virtual - Impressão 3D

Fonte: Adaptado de Sacomono e Sátyro (2019)

Neste contexto de sustentação da Indústria 4.0, a gestão da inovação é necessária, visto que abrange o desenvolvimento de produtos, processos, práticas e tecnologias, gerando vantagem competitiva podendo até obter novos mercados (MORAIS, MOURA, DENANI, 2018).

O avanço da tecnologia, da comunicação e da informação está transformando os processos industriais tradicionais. Fábrica que se conectam com processos, máquinas e sistemas, com capacidades autônomas de prevenção, criadas através de parâmetros, tornando inteligente e independente cada parte da linha de produção.

A disposição de dados na cadeia de valor através da digitalização e da integração faz com que os dados sejam produtos e não mais resultados de um processo (SANTOS, SANTOS, SILVA, 2018). A Indústria 4.0 exige estudo e tempo para ser implantada. Não existe um roteiro de implementação, apenas estratégias para atingir os objetivos esperados (RODRIGUES, JESUS, SCHÜTZEN, 2016). Os cursos superiores de Engenharia de Controle e Automação precisam contemplar em seus currículos, estratégias para implementação da Indústria 4.0, possibilitando que o egresso proponha soluções, através dos conhecimentos e habilidades adquiridos, para as indústrias em que atuam.

É necessário compreender, facilitar, explicar e preparar o desenvolvimento da Indústria 4.0, principalmente nas localidades de economia mais atrasadas, minimizando riscos e aproveitando oportunidades. A conexão com as cadeias globais de valor, através das dinâmicas de desenvolvimento da cadeia produtiva, tem impacto na geração de empregos

que exigem qualificação dos recursos humanos necessários para a atividade (ARBIX et al, 2017).

O desenvolvimento da Indústria 4.0 também ocorre através da integração, em tempo real, de equipamentos, processos, funcionários, máquinas e equipamentos, clientes podendo até contemplar o pós-venda. Falhas de interpretação podem ocorrer, tanto no processo interno quanto no externo, gerando problemas não controláveis (MORAIS, MOURA, DENANI, 2018).

A Indústria 4.0, através das fábricas inteligentes, se torna possível devido a evolução dos processos de manufatura e tecnologia de informação, produzindo itens complexos em um tempo reduzido, em localidades diferentes. As novas estruturas se desenvolvem através de forma adaptáveis, descentralizadas, economicamente rentáveis e dinâmicas (DURÃO, CARVALHO, ZANCUL, 2016).

Considerada a revolução dos processos de manufatura, a Indústria 4.0 necessita que Sistemas Ciber-Físicos, pessoas e fábricas inteligentes, que interagem entre si, utilizando tanto da Internet das coisas quanto da Internet dos Serviços para se desenvolver (PEREIRA, SIMONETTO, 2018).

A qualificação das pessoas se faz necessária para o desenvolvimento da Indústria 4.0, pois precisam ter a habilidade e a capacidade para lidar com Sistemas Ciber-Físicos, com os dados e informações gerados através das máquinas e processos, fazendo com que a integração seja multifuncional (PIMENTA, 2019).

Muitas empresas ainda não tem a compreensão sobre o desenvolvimento da Indústria 4.0 e não se sentem preparadas para a Quarta Revolução Industrial (SANTOS et al, 2018). Alguns desafios precisam ser superados para o desenvolvimento pleno da Indústria 4.0: possibilidade de processos produtivos flexíveis, criação de produtos individualizados e fluxos de trabalhos que mapeiam o ciclo de vida de produtos e processos (NETO et al, 2018).

## **2.1 Desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil**

No ano de 2016, a Confederação Nacional da Indústria Brasileira, CNI, publica o periódico Desafios para a Indústria 4.0 no Brasil, abordando os aspectos da digitalização da economia, a Indústria 4.0, os impactos esperados, o estado da digitalização na indústria brasileira, os desafios para incorporação da Indústria 4.0 no Brasil e as iniciativas de outros países para o desenvolvimento da Indústria 4.0. O perfil da amostra utilizado no mapeamento dos desafios para a Indústria 4.0 no Brasil foram 2.225 empresas, sendo 910 pequenas, 815

médias e 500 grandes, dos 29 setores industriais brasileiros, no período de 04 a 13 de janeiro de 2016 (CNI, 2016).

Entre os dados analisados, verificou-se um reduzido conhecimento sobre as tecnologias digitais e seus benefícios, indicando a necessidade de um esforço na disseminação de conhecimento do tema. Fator primordial para o desenvolvimento da Indústria 4.0, a integração digital das empresas exige a adaptação dos processos existentes, além do desenvolvimento e a incorporação de tecnologias de hardware e software (CNI, 2016)

Foram criadas algumas propostas para que esta disseminação e integração da tecnologia ocorra. Estas propostas englobam, segundo a Confederação Nacional da Indústria (2016): (i) aplicações nas cadeias produtivas e desenvolvimento de fornecedores; (ii) mecanismos para induzir a adoção das novas tecnologias; (iii) desenvolvimento tecnológico; (iv) ampliação e melhoria da infraestrutura de internet de banda larga; (v) aspectos regulatórios; (vi) formação de recursos humanos, incluindo a área da Engenharia de Controle e Automação; e (vii) articulação institucional.

Segundo a CNI (2016), a temática 4.0 está na agenda de desenvolvimento de diversos países como Alemanha, Estados Unidos, China, Japão e Coréia do Sul. Cada país trata a temática de forma ampla, conforme o Quadro 2.

### Quadro 2 – Indústria 4.0 em países desenvolvidos

País	Ação
Alemanha	Prioridade para ampliar a competitividade. O relatório “Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0”, lançado em 2013, é uma dessas iniciativas, que estabelece estratégia para a Alemanha se tornar o principal fornecedor de tecnologias de produção inteligentes e integradas a produção de outros países líderes, com o objetivo de acompanhar tecnologias e gerar padrões.
Estados Unidos	Criaram, em 2012, a Advanced Manufacturing Partnership (AMP), para discutir e apresentar propostas para o desenvolvimento da Indústria 4.0. Em 2014, a AMP, apresentou um relatório composto por uma série de medidas para o desenvolvimento das tecnologias associadas a esse modo de produção. O relatório propõe, ainda, a implementação de um plano estratégico nacional para Indústria 4.0.
China	Apresenta a Indústria 4.0 como um dos sete temas emergentes apoiados pelo governo, estabelecendo cinco setores como prioritários: equipamentos modernos, automotivo, siderúrgico, petroquímico e construção naval.
Japão	No ano de 2008, em 2008, foi criado o Advanced Manufacturing Research Institute (AMRI), composto por uma gama de grupos de pesquisas que têm como objetivo a troca de conhecimento e desenvolvimento de projetos conjuntos.
Coréia do Sul	Foi criado o Korea Advanced Manufacturing System (KAMS), projeto que tem como objetivo desenvolver novos processos e tecnologias para gerenciamento e integração de sistemas manufatureiros.

Fonte: Adaptado de CNI (2016)

Roncati, Silva e Madeira (2018) apontam que falta conscientização sobre a relevância da Indústria 4.0. Se faz necessário preparar o profissional que atua ou atuará na Indústria 4.0 para que ele possa ter de contribuir para um contínuo processo de melhoria e não somente copiar ou repetir ações. Os autores também contemplam que a Academia precisa contribuir para a Indústria 4.0, através de um corpo técnico especializado, estabelecendo com as empresas um fluxo contínuo de colaboração, com centro na inovação.

Para Silva, Duarte e Guilow (2021), uma das principais dificuldades enfrentadas pelas empresas, em todos os níveis hierárquicos, é a escassez de profissionais qualificados. Cabe as Instituições de Ensino Superior serem parceiras das organizações, desenvolvendo acadêmicos com as competências necessárias para o mercado de trabalho. Ao formar profissionais atentos as demandas da Indústria 4.0, contribui-se para o desenvolvimento das organizações e conseqüentemente para o desenvolvimento de pessoas, municípios, estados e países.

Após a publicação do periódico “Desafios da Indústria 4.0 no Brasil”, no ano de 2016, a Confederação Nacional da Indústria (CNI), publica no ano de 2017, o periódico “Oportunidades para a Indústria 4.0: aspectos da demanda e oferta no Brasil”, dando continuidade aos estudos e análises da temática 4.0.

A CNI (2017) parte do pressuposto básico que os setores industriais envolvidos na adoção das tecnologias são numerosos, com características distintas e graus diferentes de potencial de difusão 4.0. Com isso, três indicadores foram definidos para avaliar o setor industrial brasileiro em comparação ao setor industrial internacional: (i) produtividade, (ii) coeficiente de exportação e (iii) capacidade de adoção de tecnologias. Os setores industriais foram separados em dois segmentos: (i) indústrias de processo contínuo e (ii) indústrias de processo discreto.

A comparação resulta que o processo da Indústria 4.0 no Brasil exigirá um esforço maior, principalmente para empresas não inovadoras, o que demonstra a necessidade de estabelecer iniciativas direcionadas. Os setores sofrerão cada vez mais com a concorrência internacional, tornando a urgência muito elevada (CNI, 2017).

Para a demanda da urgência em estabelecer iniciativas direcionadas para a industrialização 4.0, resultou na análise da estrutura de oferta as tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 no Brasil. Dividiu-se as empresas atuantes neste setor, em três segmentos: i) Empresas Produtoras de Tecnologias Habilitadoras, ii) Empresas Integradoras e iii) Startups (CNI, 2017).

As propostas de políticas desenvolvidas através da CNI (2017) levaram em consideração os atributos das tecnologias habilitadoras principalmente o componente de integração tecnológica e o grau de customização para as empresas. Estas propostas contemplam a demanda e a oferta de tecnologias habilitadoras. A demanda de tecnologias habilitadoras possui as seguintes propostas: (i) Programa Nacional para Elaboração e Implementação de Plano Empresarial Estratégico de Digitalização; ii) Financiamento para implementação do Plano Empresarial Estratégico de Digital e iii) Programas de compras públicas. No Quadro 3, apresentamos as propostas e os objetivos esperados.

### **Quadro 3 – Propostas e objetivos destinados à demanda de tecnologias habilitadoras**

<b>Proposta</b>	<b>Objetivo</b>
Programa Nacional para Elaboração e Implementação de Plano Empresarial Estratégico de Digitalização	Estruturar uma rede de instituições capaz de elaborar os planos empresariais de digitalização para as empresas do setor industrial.
Financiamento para implementação do Plano Empresarial Estratégico de Digital	Mobilizar recursos financeiros destinados ao financiamento da implementação de cada Plano Empresarial Estratégico de Digitalização.
Programas de compras públicas	Incentivar a compra de bens e serviços que incorporam as tecnologias também utilizadas pela Indústria 4.0.

Fonte: adaptado de CNI (2017)

Voltadas à oferta de tecnologias habilitadoras, as propostas envolvem: i) Estímulos às Empresas Integradoras; ii) Programas de incentivo à constituição de startups; iii) Linhas de financiamento para inovações de produtos inteligentes.

Entende-se que os impactos resultantes na transição para a Indústria 4.0 poderão alterar o panorama econômico brasileiro, tendo como motivo as mudanças na produção e distribuição de bens e serviços, devido a novos padrões de consumo. Um ganho de produtividade é possível devido a integração entre automação, aplicação da inteligência, otimização de processos com ganho de eficiência e a diminuição dos custos de produção.

## **2.2 Trabalho na Quarta Revolução Industrial**

Mudanças dramáticas nas formas de trabalho acontecerão. Conhecimento e capacitação da mão de obra serão necessários, voltados para a inovação. A perspectiva é que ocorra um aumento de demanda por cargos e funções que exijam criatividade, decisão sobre incertezas e desenvolvimentos de novas ideias. Será necessária a capacidade de se adaptar a mudanças, novos contextos e principalmente, exercer a inovação, alinhada as estratégias de

negócios da Indústria 4.0, auxiliando na tomada de decisão e demais necessidades (SCHIOCHETTI, JUNG, 2018).

É fundamental a parceria entre as universidades e empresas para reestruturar, estimular e ensinar habilidades e aptidões não contempladas nos modelos de ensino atuais. Para Schwab (2019), tem-se a tarefa de compreender as tecnologias do século XXI com a capacidade de pensar do século XX e as instituições do século XIX. O autor sugere quatro princípios úteis para que se possa desenvolver a mentalidade 4.0, conforme o Quadro 4.

#### **Quadro 4 – Princípios chaves para definição da mentalidade 4.0**

<b>Pensamento sistêmico</b>	Concentração nos sistemas, para que as novas tecnologias não piorem os sistemas existentes.
<b>Empoderamento</b>	Valorização da tomada de decisão e do poder de ação dos humanos, que podem assim, projetar sistemas que oferecem às pessoas escolhas e oportunidades.
<b>Design</b>	Utilização do design combinado com o pensamento sistêmico para compreender como as novas tecnologias podem auxiliar na nova configuração dos sistemas.
<b>Valores como recurso</b>	Reconhecer que as tecnologias se impregnam de valores, e, estes valores estão em todas as fases da inovação.

Fonte: Adaptado de Schwab (2019)

Para Schwab (2018, p. 98), “tocar e melhorar a vida das pessoas exige a comercialização robusta do conhecimento – permitindo que ideias e tecnologias sejam protegidas, difundidas e implantadas em toda a sociedade e nas indústrias.”

Silva (2018) ressalta que a Indústria 4.0 não é um modelo único e sim um passo na evolução tecnológica, porém, para se tornar realidade há desafios que precisam ser superados, como por exemplo, a capacitação de técnicos e trabalhadores, o que por consequência, demanda a reestruturação do ensino de tecnologia e engenharia.

Portanto se faz necessário preparar as pessoas para que possam ter condições de exercerem as atividades críticas e criativas, contribuindo assim para que a inovação de valores seja norteadora da educação e do indivíduo. (RONCATI, SILVA & MADEIRA, 2018).

Philbeck (2019, p.41) apresenta as competências emergentes demandadas na Quarta Revolução Industrial: (i) pensamento analítico e inovação; (ii) criatividade, originalidade e iniciativa; (iii) aprendizagem ativa e estratégias de aprendizagem; (iv) design e programação de tecnologia; (v) raciocínio, resolução de problemas e ideação; (vi) liderança e influência social, pensamento crítico e análise; (vii) resolução de problemas complexos; (viii) resiliência, tolerância ao estresse e flexibilidade; (ix) inteligência emocional.

Pastore (2019) cita que alguns fatores precisam ser considerados no que tange o trabalho na Indústria 4.0. Nem toda atividade laboral é automatizável e nem todo trabalho manual pode ser robotizado. Neste contexto, o autor afirma que novas profissões irão surgir, porém, não se pode dizer quais serão as profissões, conforme o Quadro 5.

**Quadro 5– Tipos de inteligência para o cenário da Quarta Revolução Industrial**

<b>Tipo de Inteligência</b>	<b>Características</b>
Contextual	Pensar e integrar
Emocional	Forma de processar e integrar pensamentos e relacionamentos, além da forma de se relacionar de forma individual e coletiva.
Inspirada	A utilização de virtudes para efetuar mudanças e agir pelo bem comum.
Física	Manter a mente e corpo sãos, próprios e de quem convive-se, para aplicar a energia necessária à transformação individual e dos sistemas.

Fonte: Adaptado de Schwab (2016, p.107)

Schwab (2016), afirma que é preciso desenvolver nas pessoas, de forma coletiva, quatro tipos diferentes de inteligência. Através do desenvolvimento das inteligências contextual, emocional, inspirada e física, saberemos nos adaptar e florescer no ambiente emergente da Indústria 4.0.

A alta capacidade de aprendizado combinada com o conhecimento técnico e inovador são algumas das atribuições necessárias para o trabalhar ou empreendedor da Indústria 4.0. É evidente que o profissional, além do conhecimento técnico, precisar saber colocar em prática o que sabe, propondo melhorias, solucionando problemas, com criatividade e inovação, contribuindo assim para o contexto competitivo necessário às organizações na Indústria 4.0. (AIRES, MOREIRA E FREIRE, 2017)

Segundo Silva, Duarte e Guilow (2021), os engenheiros precisam aperfeiçoar as competências técnicas e demais habilidades comportamentais necessárias à Indústria 4.0. As habilidades técnicas podem ser adquiridas e desenvolvidas através de cursos, desenvolvimento da linguagem escrita, entre outros. As habilidades comportamentais envolvem a comunicação, liderança, trabalho em equipe, percepção de urgência, proatividade, capacidade de tomar decisões, criatividade, visão geral, capacidade de resolver problemas e relacionamento interpessoal e, por mais complexo que seja, é necessário que os engenheiros desenvolvam tais habilidades.

### 2.3 Ensino Superior no contexto da Revolução 4.0

O Ensino Superior brasileiro está associado a instalação da família real portuguesa em terras brasileiras. As primeiras escolas de Ensino Superior foram fundadas em 1808, de acordo com Martins (2002).

Segundo Paula (2009, p. 72), “Da França e da Prússia emergiram, no início do século XIX, as primeiras universidades modernas e laicas: a napoleônica, para formar quadros para o Estado, e a de Berlim, com ênfase na integração entre ensino e pesquisa e na busca da autonomia intelectual”. Paula (2009), destaca ainda que esses dois modelos influenciaram a formação universitária no Brasil, o modelo francês e o modelo alemão. Do modelo francês, herda-se a formação profissionalizante, voltada para o mercado de trabalho. Do modelo alemão, a pretensão de uma formação humanística, geral, não pragmática, baseada no tripé francês: Filosofia, Ciências e Letras. O modelo norte-americano também influencia a organização e a estrutura da Educação Superior no Brasil, através da incorporação da ideia de extensão universitária.

É na mente humana que a capacidade de pensar cientificamente se origina, através da habilidade de gerar e testar hipóteses, da capacidade para resolução de problemas e da utilização de metáforas e analogias. (MITHEN, 2002).

Mcmillen (2019) ressalta que o ensino superior é voltado não somente para os jovens em início de carreira, mas sim, para um número mais abrangente de pessoas, mantendo assim a força de trabalho de um país pronta para as adversidades e inovações. Neste contexto a educação continuada fica evidente, pois proporciona um fluxo de aprendizagem constante, incentivando a adaptação e o crescimento. Cabe as IES se adaptarem as diferentes carreiras e empregos, gerando assim, uma mudança sistemática no ensino superior. Será necessário que a aprendizagem seja constante para que a economia de um país cresça e prospere.

Sobre a formação profissional continuada nas IES, Heindl et al. (2016, p. 07-08) tratam de “[...] focar em um investimento consequente na formação profissional e continuada para conseguir integrar também no futuro todos os empregados no mercado de trabalho nos termos de uma boa política econômica, de mercado de trabalho e de desenvolvimento”

Duarte (2019) analisa a necessidade de reconhecer que a educação superior precisa se configurar e reconfigurar nos diferentes espaços de produção, difusão, circulação e construção do conhecimento. A formação precisa ser capaz de gerar experiências e repertório para o desenvolvimento das atividades profissionais dos acadêmicos, através da formação de

um ecossistema educacional atuante e de encontro com as demandas atuais e futuras, como princípio gerativo, e não optativo.

Heindl et al. (2016, p. 07-08) tratam da necessidade em “[...] focar em um investimento consequente na formação profissional e continuada para conseguir integrar também no futuro todos os empregados no mercado de trabalho nos termos de uma boa política econômica, de mercado de trabalho e de desenvolvimento”

Mudanças significativas na forma de ensinar também serão necessárias para os professores. Fava (2014) trata que os estudantes adquirem conhecimento através de múltiplas informações, precisando modificar a maneira de ensinar. Para Cordeiro e Pozzo (2015), é através das metodologias utilizadas em sala de aula que o sistema educacional pode ser transformado. Führ (2019) trata da necessidade de reinventar as instituições de ensino, para que estas sejam capazes de desenvolver os conhecimentos, habilidades e atitudes, além de valores e emoções necessários para a atualidade.

Um processo de formação efetivo passa pela atualização dos currículos dos cursos oferecidos pelas IES, conforme Rosito, Soares e Weber (2021), é preciso ter a inclusão das tecnologias necessárias à Indústria 4.0 combinadas com as tecnologias existentes no cotidiano. Nos cursos de Engenharia, temas como automação e informática industrial, precisam ser redimensionados, para agregarem novas possibilidades. Essas novas possibilidades requerem dos estudantes o desenvolvimento e o aprofundamento do raciocínio lógico para lidar com os novos equipamentos da indústria 4.0, cada vez mais sofisticados.

Atendendo as necessidades da Indústria 4.0, conforme a CNI (2017, 1) “[...] as instituições já iniciaram estudos e atualizações nos currículos de cursos como engenharias e computação de olho no profissional que será requisitado pelo setor industrial [...]” Para a CNI (2018 a), ao adaptar e atualizar os currículos, as IES oferecem aos alunos uma formação mais multidisciplinar, sistêmica e alinhada às necessidades da economia digital.

Rosito, Soares e Weber (2021) especificam que nos cursos de Engenharia, a interação dos acadêmicos com os profissionais já atuantes na Indústria 4.0 são fundamentais para o desenvolvimento do aprendizado. A utilização de sistemas computacionais é importante, pois o uso de dispositivos informáticos se faz presente no mercado de trabalho, como, por exemplo, através da programação de componentes e de simulação de softwares especializados para a resolução de problemas, criação de produtos, entre outras situações. Cabe ao docente elaborar práticas pedagógicas que ampliem as possibilidades de os alunos construírem suas percepções de aprendizado, através da experimentação e da interação.

A Engenharia, no Brasil, tem seu início para formar oficiais-engenheiro e mestres construtores dedicados a construir para os civis e as instituições religiosas, Pardal (1985) contextualiza que a vinda da família real portuguesa para o Brasil, no ano de 1808, foi fundamental para ensino superior brasileiro. Assim, no ano de 1810 foi criada a Academia Real Militar, no Rio de Janeiro, com base na Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho. O objetivo da criação da Academia Real Militar era formar oficiais de infantaria, de artilharia, de engenharia e oficiais de classe de engenheiros geógrafos e topógrafos.

No final do século XIX, segundo Kawamura (1979), ocorre a implantação de escolas Politécnicas no Rio de Janeiro, em Minas Gerais e em São Paulo, devido a necessidade de mão de obra para atender a demanda de construção e manutenção do sistema naval, de hidrelétricas, de construção civil e transportes. Castro (2010) apresenta, em ordem cronológica, a criação das primeiras escolas de engenharia e politécnicas brasileiras, no ano de 1874, foi criada a Escola Politécnica do Rio de Janeiro, dois anos após, em 1876, foi criada a Escola de Minas de Ouro Preto, em 1893 foi criada a Escola Politécnica de São Paulo, no ano de 1896, também em São Paulo, é criada a Politécnica do Mackenzie College e a Escola de Engenharia do Recife, e, no ano de 1897 são criadas a Politécnica da Bahia e a Escola de Engenharia de Porto Alegre.

Como resultado de um processo de evolução, ocorrido através da expansão dos conhecimentos científicos e através da aplicação das teorias aos problemas práticos, a engenharia inicia o processo de formação. A evolução dos estudos em matemática e física possui papel fundamental na engenharia pois permite que seja um estudo sistemático e ordenado. “Foi devido a engenharia moderna que se deu a Revolução Industrial, foi nesta época que se implantou a máquina a vapor na indústria de tecelagem.” (CASTRO, 2010, p. 310).

No fim dos 1930 e no início de 1940, surge a Engenharia de Controle como componente curricular, com a aplicação de métodos e técnicas. No Brasil, os cursos de Engenharia foram influenciados pelas condições econômicas, políticas e sociais, além de acompanharem as transformações ocorridas nas indústrias com o advento da tecnologia (ARAÚJO et al, 2019).

No ano de 1994, o então Ministério Da Educação E Do Desporto, através da Portaria nº 1.694, de 05 de dezembro do referido ano, no Art. 1º- designa que a Engenharia de Controle e Automação é uma habilitação específica que tem sua origem nas áreas Elétrica e Mecânica do Curso de Engenharia. (BRASIL, 1994).

Somente em 1999, mediante a Resolução 427 do Sistema CONFEA/CREA, ocorre a homologação da Engenharia de Controle e Automação, como modalidade distinta da Engenharia.

Art. 3º - Conforme estabelecido no art. 1º da Portaria 1.694/94 – MEC, a Engenharia de Controle e Automação é uma habilitação específica, que teve origem nas áreas elétricas e mecânicas do Curso de Engenharia, fundamentado nos conteúdos dos conjuntos específicos de matérias de formação profissional geral, constante também na referida Portaria (CONFEA, 1999, p.1).

No Rio Grande do Sul, o curso de Engenharia de Controle e Automação pioneiro iniciou na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, no ano de 1994. (E-MEC, 2021, s.p).

Conforme o Censo da Educação Superior do Brasil (MEC/INEP, 2021), no ano de 2019, constam 146 IES que ofertam o curso de Engenharia de Controle e Automação no Brasil. Este censo é realizado todo os anos pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, com todas as IES atuantes no Brasil e coleta informações sobre vagas oferecidas, candidatos por vaga, matrículas, ingressos e egressos além de demais temas de organização acadêmica e administrativa.

A formação, no curso de Engenharia de Controle e Automação, é generalista, pois o engenheiro pode planejar, projetar, instalar, operar e manter processos, equipamentos, componentes, dispositivos, sistemas de medição, robôs, sistemas de manufatura, máquinas e equipamentos autônomos, entre outros. Além de supervisionar equipes, realizar estudos de viabilidade técnica, fiscalização, perícias e avaliações (MEC, 2021).

Para Seppardt et al. (2006) antes do advento da Indústria 4.0, sinalizava-se que o exercício da engenharia é composto por três domínios específicos e complementares: conhecimento especializado, habilidades para solução de problemas e aplicação honesta do conhecimento à sociedade. Os autores destacam que, os engenheiros formados sobre os três domínios são profissionais aptos para exercerem a profissão, pois são intelectualmente treinados além de eticamente responsáveis.

Profissionais da área de Engenharia devem se aperfeiçoar de forma continuada. Jacintho (2019) idealiza que as competências e habilidades para os profissionais da área de Engenharia, precisam ter, além das competências e habilidades em ciências sociais aplicadas, códigos de linguagens e matemática, além de desenvolverem um raciocínio lógico e analítico. Além da competência profissional, o Engenheiro precisa conhecer os campos da economia, da psicologia, da sociologia, da ecologia e sustentabilidade, relacionamento pessoal, aplicando a inclusão no campo da Ciência, Tecnologia e Sociedade.

O Ministério da Educação, através da Resolução Número 2, de 24 de abril de 2019, institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, para aplicação, em âmbito nacional, na organização, no desenvolvimento e na avaliação do curso de graduação em Engenharia das Instituições de Educação Superior (IES). O Capítulo II, da referida Resolução, trata do perfil e competências esperadas do egresso e o Capítulo III, da organização do curso de graduação em engenharia, com período de implantação de três anos a partir da data da publicação (MEC, 2019).

Para Kagermann (2013), as engenharias desempenham um papel essencial para a integração, desenvolvimento e treinamento necessários no processo de desenvolvimento da Indústria 4.0. Cabe a formação dos engenheiros desenvolver novas habilidades, inclusive o trabalho colaborativo e o estímulo da criatividade.

Com base nas novas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, Jacintho (2019) propõe que a formação do engenheiro, incluindo o engenheiro de controle e automação, seja interdisciplinar, tendo como essência a formação tecnológica, conforme o Quadro 6.

**Quadro 6 – Formação para Engenharia de Controle e Automação**

<b>Diretrizes</b>	<b>Competências - habilidades</b>
1. Formação técnica	Automação, controle, elétrica e ciências sociais aplicadas
2. Formação interdisciplinar	Relacionamento interpessoal
3. Manufatura aditiva	Design e prototipação
4. Treinamentos específicos	Simulação, modelagem e prototipação
5. Planejamento e integração de processos	Capacitação em programas que contribuam para a integração de processos através de planejamento, gerenciamento e otimização.
6. Planejamento e processos de fabricação e projeto de produto	Competências técnicas com habilidades em metrologia dimensional
7. Técnicas de programação e algoritmos	Automação dos processos e digitalização dos meios de produção
8. Gestão de ativos	Saber de processos de manutenção preventiva, preditiva e corretiva
9. Ensino com base na resolução de problemas	Utilizar ferramentas de integração e comunicação das informações para resolução de problemas
10. Utilização de técnicas de psicomotricidade e criatividade	Estar apto a perceber as tendências que envolvem a área de atuação da engenharia além de tomar decisões rápidas

Fonte: Adaptado de Jacintho (2019)

Preparar os acadêmicos para lidar com os cenários da Indústria 4.0 é um desafio para as IES. E o desafio não está somente em informar e formar sobre novas tecnologias, máquinas e equipamentos, mas também em como lidar com os desafios e problemas que surgem no contexto da Indústria 4.0. (ROSITO, SACRAMENTO, WEBBER, 2020).

### **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

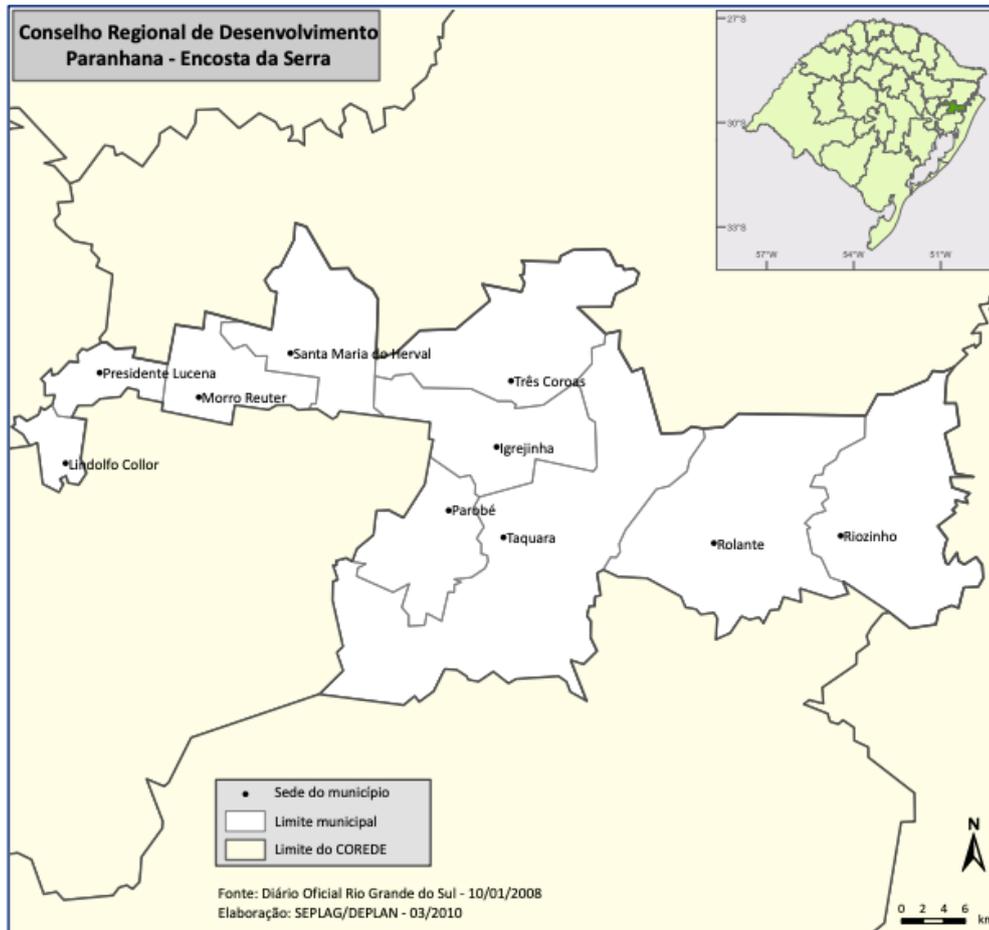
A ciência caracteriza-se pela utilização de métodos científicos. Sendo os métodos um conjunto das atividades sistemáticas e racionais, que permite alcançar ou não os objetivos estabelecidos (LAKATOS, MARCONI, 2001), a metodologia a ser utilizada nesta pesquisa é baseada nas etapas relacionadas a seguir.

#### **3.1 Cenário**

Esta pesquisa tem como tema a Indústria 4.0 e a formação de engenheiros de controle e automação. Com o foco na Indústria 4.0, pretende-se identificar a necessidade de mão de obra especializada, em engenharia de controle e automação, nas indústrias calçadistas, localizadas no Corede Paranhana Encosta da Serra. Também analisar as matrizes curriculares dos cursos de Engenharia de Controle e Automação, das IES localizadas na Região Metropolitana de Porto Alegre, verificar quais destas IES preparam os acadêmicos para atuarem na Indústria 4.0, além de identificar as principais estratégias que as IES podem utilizar na formação dos profissionais, de engenharia de controle e automação, necessários para o desenvolvimento da Indústria 4.0 no Corede Paranhana Encosta da Serra.

Com uma população de 204.908 habitantes (2010) e área de 1.732,8 km<sup>2</sup>, o Corede Paranhana Encosta da Serra abrange os municípios de Igrejinha, Lindolfo Collor, Morro Reuter, Parobé, Presidente Lucena, Riozinho, Rolante, Santa Maria do Herval, Taquara e Três Coroas, no Estado do Rio Grande do Sul. (GOV. RS, 2015).

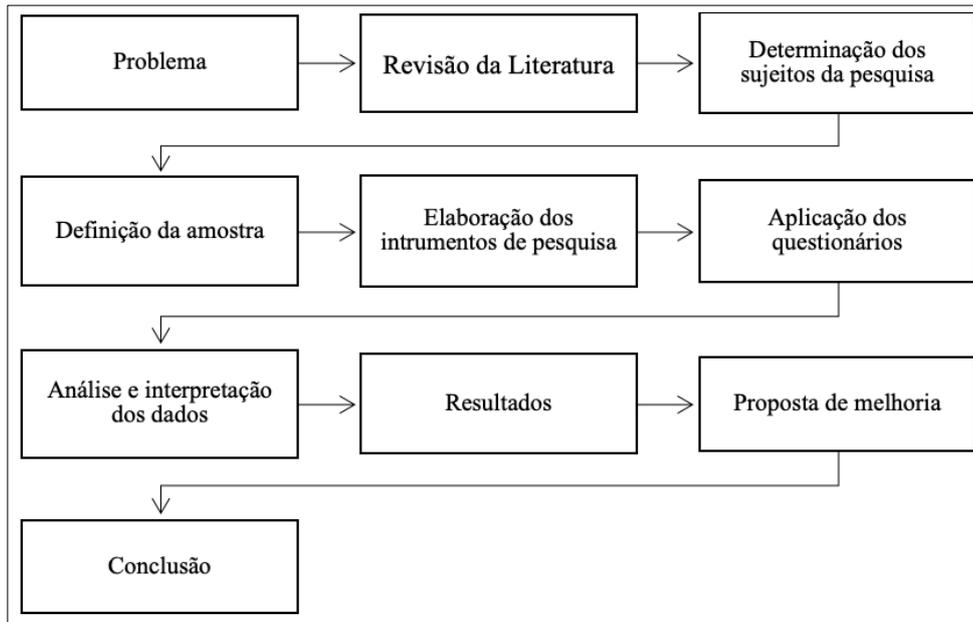
**Figura 2 – Localização do Corede Paranhana Encosta da Serra**



Fonte: Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul (2015)

### 3.2 Etapas metodológicas

Para a realização desta pesquisa, constam na Figura 3, as etapas metodológicas.

**Figura 3 – Etapas Metodológicas**

Fonte: Adaptado de Jung (2004)

### 3.2.1 Descrição das etapas metodológicas

A primeira etapa metodológica consistiu na realização de uma revisão da literatura, com o objetivo de conhecer e analisar os artigos publicados no portal de periódicos Capes, com enfoque na Indústria 4.0 e as perspectivas possíveis de desenvolvimento no Brasil. Também foram analisados os estudos da Confederação Nacional das Indústrias, CNI, dentro da temática 4.0. Para Trentini e Paim (1999) uma revisão de literatura pertinente ao problema de pesquisa permite que se familiarize com o tema, com os textos e principalmente com o que já foi objeto de estudo.

A Confederação Nacional da Indústria, CNI, foi a fonte primária dos dados na revisão bibliográfica. Por ser a representante patronal da indústria brasileira, a CNI (Confederação Nacional da Indústria), além de defender os interesses da indústria nacional, estimula a pesquisa, a inovação e o desenvolvimento tecnológico industrial brasileiro. Foram localizados dois periódicos, publicados nos anos de 2016 e 2017.

A escolha do Portal de Periódico Capes para base da revisão bibliográfica se deu devido a seriedade, acervo e qualidade das produções científicas publicadas. O período analisado teve o ano inicial em 2014 e final em 2020 sendo localizados 67 artigos. Após a coleta de dados, foi efetuada a leitura exploratória, seguida da leitura seletiva juntamente com as observações das informações pertinentes ao tema da pesquisa interpretadas e analisadas.

Na revisão da literatura, foram analisados e contextualizados os processos de industrialização ocorridos no mundo, os conceitos e elementos constituintes na Indústria 4.0, o desenvolvimento da Indústria 4.0, além do processo de formação de engenheiros de controle e automação no Brasil. Esta etapa evidenciou que os impactos resultantes na transição para a Indústria 4.0 poderão alterar o panorama econômico brasileiro, tendo como motivo as mudanças na produção e distribuição de bens e serviços, devido a novos padrões de consumo, com a perspectiva de um aumento da demanda por cargos e funções que exijam conhecimentos em inovação. A parceria entre instituições de ensino superior e centros industriais será necessária, fazendo acontecer uma integração entre todos os agentes envolvidos, identificando assim oportunidades, reconhecendo capacidades e fragilidades, criando condições para o desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil.

Após revisão da literatura, foi analisada a estrutura de atividades da indústria de transformação do Corede Paranha Encosta da Serra (GOV. RS, 2015), que indica a fabricação de calçados como a principal atividade da indústria da transformação, do referido Corede. Neste contexto está a relevância de encaminhar um questionário para gestores de produção das indústrias calçadistas, localizadas no Corede Paranhana Encosta da Serra, referente a mão de obra em engenharia de controle e automação. Também é necessário analisar as estruturas curriculares dos cursos de graduação em Engenharia de Controle e Automação, localizados na região metropolitana de Porto Alegre-RS, além de conhecer o perfil dos egressos e acadêmicos do Curso de Engenharia de Controle e Automação, através do envio de questionário, dividindo assim a pesquisa em 3 etapas.

Os instrumentos de pesquisa estão contemplados nos sujeitos da pesquisa. A base foi a análise e contextualização, conforme o diagrama apresentado na figura 2, consistindo em três questionários estruturados (Apêndices A, B e C) com perguntas relacionadas a temática 4.0 para as indústrias, egressos e acadêmicos das IES selecionadas para amostragem.

O Corede Paranha Encosta da Serra é composto pelos municípios de Igrejinha, Lindolfo Collor, Morro Reuter, Parobé, Presidente Lucena, Riozinho, Rolante, Santa Maria do Herval, Taquara e Três Coroas, e, para a efetiva análise opta-se por aplicar o questionário com gestores de produção de seis indústrias calçadistas, de relevância à região do Corede Paranhana Encosta da Serra, denominadas nesta pesquisa de Indústria A, Indústria B, Indústria C, Indústria D, Indústria E, Indústria F.

Com relação a análise das estruturas curriculares do curso de Engenharia de Controle e Automação nas Instituições de Ensino Superior ofertantes do curso, localizadas na região metropolitana de Porto Alegre-RS, foram mapeadas, no mês de março, do ano de 2021, através

do Cadastro Nacional de Cursos e Instituições de Educação Superior/ Cadastro e-MEC, três IES que ofertantes do curso, na modalidade presencial. Duas IES localizadas no Corede Metropolitano Delta do Jacuí e uma IES localizada no Vale do Rio dos Sinos. Não há, no Corede Paranha Encosta da Serra, a oferta do curso de Engenharia de Controle e Automação e as três IES estão localizadas geograficamente próximas do Corede.

A primeira IES observada, é a que oferta o curso de Engenharia e Controle de Automação desde o ano de 1994, considerada a primeira ofertante do referido Curso, no Rio Grande do Sul, localizada no Corede Metropolitano Delta do Jacuí. A segunda IES, é ofertante do Curso desde o ano de 2008, e está localizada no Corede Metropolitano Delta do Jacuí, e, a terceira IES está localizada no Corede Vale do Rio dos Sinos. Nesta pesquisa, as três IES, objetos deste estudo, serão denominadas de IES A, IES B e IES C. Efetuou-se a análise das matrizes curriculares vigentes no ano de 2015, do curso de Engenharia de Controle e Automação, das três IES objetos desta pesquisa, além de aplicação de questionário com acadêmicos egressos e estudantes das referidas IES, no curso pesquisado.

Conforme a Tabela de Indicadores de Trajetória dos Alunos nos Cursos de Graduação da Educação Superior 2019 (MEC\INEP, 2021) que tem base no ingresso no Ensino Superior no ano de 2015, elaborada pelo Ministério da Educação (MEC) e o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) o número de acadêmicos matriculados, no ano de 2019, na IES A é de 32, na IES B é de 25 acadêmicos e na IES C é de 13 acadêmicos.

O tipo de amostra utilizado nesta pesquisa é a não probabilística por conveniência, a qual é “constituída pela seleção de elementos que o pesquisador considere representativos da população alvo” (Vergara, 2007, p.51). Para Cozby (2006), a amostra por conveniência tem a intenção de estudar as relações entre as variáveis, onde o pesquisador pode selecionar os participantes pela facilidade de acesso. A suspensão das aulas presenciais foi determinante para a utilização da amostra não probabilística. Utilizou-se como amostra probabilística intencional a totalidade dos egressos, com a devolutiva de 21 questionários de egressos da IES A, 16 da IES B e 10 acadêmicas da IES C.

Em pesquisa realizada no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Estado do Rio Grande do Sul (CREA-RS), constata-se que há no Estado, até março de 2020, 501 engenheiros de controle e automação, graduados no Rio Grande do Sul, com registro ativo no CREA-RS. Analisando os registros disponibilizados pelo CREA-RS, tem-se que do total 501 engenheiros de controle e automação, graduados no Rio Grande do Sul, 281 são formados na IES A, 29 são formados na IES B, e 20 são formados na IES C, até o ano de

2019. O número de egressos, das três IES objetos deste estudo, não é expressivo, e optou-se por encaminhar o questionário para todos, recebendo o retorno, de 21 questionários de egressos da IES A, 16 da IES B e 10 da IES C.

**Figura 4 - Categorias e elementos de análise da coleta de dados com os gestores industriais**

Perfil dos respondentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cargo</li> <li>• Titulação</li> </ul>
Formação acadêmica para Indústria 4.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Universidades e formação para Indústria 4.0</li> <li>• Necessidades das organizações e processo formativo</li> </ul>
Disponibilidade de mão de obra para Indústria 4.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibilidade</li> <li>• Área organizacional com maior deficiência de mão de obra</li> <li>• Impactos nas organizações devido a falta de mão de obra qualificada</li> </ul>
Qualificação nas organizações para Indústria 4.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Métodos utilizados para formação interna da mão de obra</li> <li>• Barreiras na qualificação da mão de obra</li> </ul>

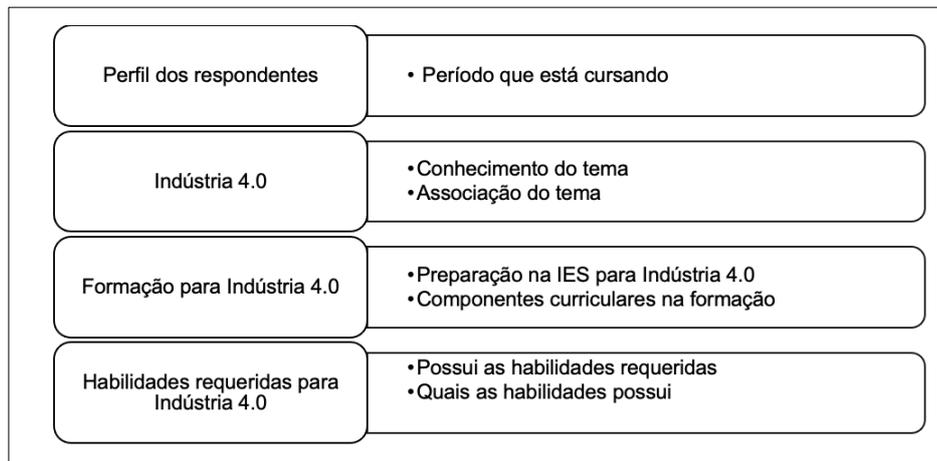
Fonte: Elaborado pela autora (2021)

**Figura 5 - Categorias e elementos de análise da coleta de dados com egressos do curso de Engenharia de Controle e Automação**

Perfil dos respondentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ano de conclusão do curso</li> <li>• Área de atuação</li> </ul>
Indústria 4.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecimento do tema</li> <li>• Associação do tema</li> </ul>
Formação para Indústria 4.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparação na IES para Indústria 4.0</li> <li>• Formação após a conclusão do curso</li> </ul>
Habilidades requeridas para Indústria 4.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possui as habilidades requeridas</li> <li>• Quais as habilidades possui</li> </ul>

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

**Figura 6 - Categorias e elementos de análise da coleta de dados com acadêmicos do curso de engenharia de controle e automação**



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Nos três grupos de respondentes do questionário, o pesquisador entrou em contato, através de e-mail, telefone e WhatsApp, com os gestores das indústrias, egressos e acadêmicos, encaminhando por e-mail e WhatsApp, o link dos questionários elaborados através da ferramenta on-line SurveyMonkey. As questões elaboradas para o questionário, encaminhado aos gestores industriais, tiveram por finalidade conhecer as percepções sobre a Indústria 4.0, além de verificar a necessidade de mão de obra especializada, em engenharia de controle e automação, na área produtiva da empresa. Para os egressos e acadêmicos das IES, as questões abordam a temática 4.0 no ensino superior.

Após a coleta de dados, é efetuada a seleção, codificação e tabulação dos dados. A elaboração de elaboração dos dados, tem o formato sistemático e de tabulação eletrônica, através dos dados disponibilizados ferramenta on-line SurveyMonkey. De acordo com Ventura (2002) a coleta de dados, geralmente, é feita com vários procedimentos quantitativos e qualitativos: observação, análise de documentos, entrevista formal ou informal, história de vida, aplicação de questionário com perguntas fechadas, levantamentos de dados, análise de conteúdo etc.

Lakatos e Marconi (2001) afirmam que a importância dos dados está em proporcionarem respostas as investigações. Na análise e interpretação dos dados estão contempladas as evidências, realizadas através da verificação das relações entre as variáveis, explicação e especificação dos dados.

Com objetivo de facilitar, para o leitor, a compreensão e interpretação da massa de dados, além de auxiliar o pesquisador na distinção de diferenças, semelhanças e relações

(LAKATOS; MARCONI, 2001), a representação dos dados desta pesquisa se dá através de tabelas, quadros e gráficos.

A fase das etapas metodológicas, explicita os resultados e uma proposta de melhoria é descrita como resultado da análise e discussão dos resultados obtidos. Por fim, são apresentadas as considerações finais.

#### 4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O Corede Paranhana Encosta da Serra detém uma estrutura industrial concentrada na indústria de transformação em segmentos tradicionais, como o de fabricação de calçados, alimentos, bebidas, produtos têxteis, móveis, celulose, produtos de borracha e plástico. Este segmento corresponde a 36,5% da estrutura produtiva do Corede Paranha Encosta da Serra (GOV. RS, 2015), conforme a Tabela 1.

**Tabela 1 – Estrutura produtiva do Corede Paranha Encosta da Serra - 2012**

Municípios	Valor Adicionado Bruto (R\$ mil)				Estrutura (%)		
	Total	Agropecuária	Indústria	Serviços	Agro	Ind	Ser
Igrejinha	767.587	4.172	389.406	374.009	0,5	50,7	48,7
Lindolfo Collor	113.188	4.531	60.412	48.245	4,0	53,4	42,6
Morro Reuter	115.790	28.392	33.248	54.150	24,5	28,7	46,8
Parobé	645.285	5.269	202.781	437.234	0,8	31,4	67,8
Presidente Lucena	52.072	8.697	20.658	22.717	16,7	39,7	43,6
Riozinho	62.831	4.069	24.731	34.032	6,5	39,4	54,2
Rolante	277.709	20.497	82.070	175.142	7,4	29,6	63,1
Santa Maria do Herval	127.632	27.928	45.314	54.390	21,9	35,5	42,6
Taquara	734.404	21.475	154.656	558.273	2,9	21,1	76,0
Três Coroas	458.104	3.869	212.516	241.719	0,8	46,4	52,8
<b>COREDE</b>	<b>3.354.603</b>	<b>128.899</b>	<b>1.225.793</b>	<b>1.999.911</b>	<b>3,8</b>	<b>36,5</b>	<b>59,6</b>
<b>Estado</b>	<b>238.239.556</b>	<b>20.109.471</b>	<b>60.068.932</b>	<b>158.061.152</b>	<b>8,4</b>	<b>25,2</b>	<b>66,3</b>

Fonte: IBGE/FEE

Fonte: IBGE/FEE (2012)

Na Tabela 2, apresenta-se a estrutura de atividades da indústria de transformação, do Corede Paranhana Encosta da Serra, no ano de 2013.

**Tabela 2 – Estrutura de atividades da indústria de transformação no ano de 2013 no Corede Paranhana Encosta da Serra**

Descrição*	Estrutura (%)	
	COREDE	Estado
<b>Indústrias de Transformação</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
Preparação de Couros e Fabricação de Artefatos de Couro, Artigos Para Viagem e Calçados	67,58	5,12
Fabricação de Calçados	54,81	3,57
Curtimento e Outras Preparações de Couro	7,73	1,09
Fabricação de Partes Para Calçados, de Qualquer Material	4,02	0,26
Fabricação de Artigos Para Viagem e de Artefatos Diversos de Couro	1,02	0,20
<b>Bebidas</b>	<b>12,07</b>	<b>2,49</b>
<b>Produtos Alimentícios</b>	<b>9,56</b>	<b>20,93</b>
Abate e Fabricação de Produtos de Carne	8,27	5,47
Laticínios	0,71	2,42
Fabricação de Outros Produtos Alimentícios	0,52	1,44
Moagem, Fabricação de Produtos Amiláceos e de Alimentos Para Animais	0,06	7,18
Fabricação de Conservas de Frutas, Legumes e Outros Vegetais	0,01	0,35
<b>Produtos Têxteis</b>	<b>2,61</b>	<b>0,62</b>
<b>Produtos de Borracha e de Material Plástico</b>	<b>1,59</b>	<b>3,62</b>
<b>Móveis</b>	<b>1,26</b>	<b>1,97</b>
<b>Celulose, Papel e Produtos de Papel</b>	<b>1,13</b>	<b>1,00</b>
<b>Demais atividades</b>	<b>5,34</b>	<b>65,26</b>

Fonte dos dados brutos: Secretaria da Fazenda do RS. Elaboração: FEE/CIE  
\*Conforme CNAE 2.0 - Classificação Nacional de Atividades Econômicas  
Nesta tabela só foram mostradas aquelas atividades com mais de 1% de participação no nível de divisão da CNAE

Fonte: FEE/CIE (2013)

A CNI (2016) indica que o setor de calçados brasileiro possui baixo uso de tecnologias digitais, e que para se tornarem competitivos, tanto no mercado nacional quanto no mercado internacional, precisam de processos tecnológicos.

Analisar a percepção de gestores industriais de empresas calçadistas localizadas no Corede Paranhana Encosta da Serra, as matrizes curriculares dos cursos de Engenharia de Controle e Automação além do perfil dos egressos e acadêmicos do referido curso se faz necessário para entender a dinâmica da Indústria 4.0 no desenvolvimento econômico, educacional e social do Corede Paranhana Encosta da Serra.

#### 4.1 Percepção dos Gestores

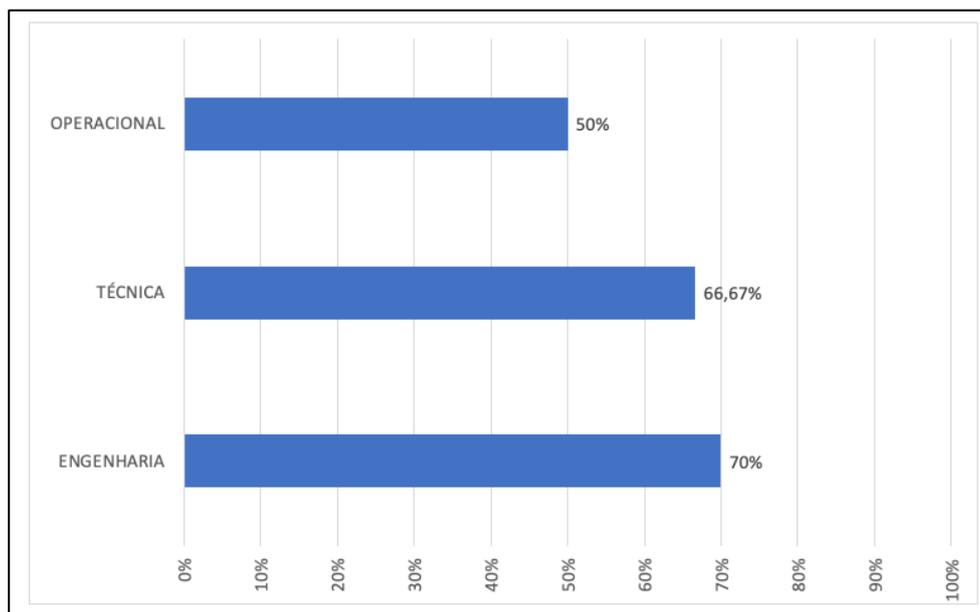
Seis indústrias calçadistas são objetos desta pesquisa e estão localizadas no COREDE Paranhana Encosta da Serra. Os gestores industriais das referidas indústrias foram entrevistados, através de questionário, respondendo perguntas envolvendo a Indústria 4.0 e a necessidade de mão de obra especializada.

A primeira pergunta efetuada, no questionário, aborda a falta de mão de obra qualificada na área de controle de automação e 100% dos diretores industriais respondentes, confirmam que há falta de mão de obra qualificada.

Na Indústria 4.0, os trabalhadores precisarão de qualificação, treinamento e desenvolvimento. Compreender e trabalhar com tecnologia é essencial e as formas de trabalho também tendem a se alterar. Neste contexto, Kagermann (2013), trata que as engenharias desempenham um papel essencial no processo de integrar, desenvolver e treinar mão de obra para a Indústria 4.0

Independente da área de atuação dentro do setor industrial, a Indústria 4.0 exige profissionais com qualificação técnicas, e, segundo Schwab (2016) habilidades contextuais, emocionais, inspiradas e físicas. A implementação de sistemas automatizados, nas linhas de produção, faz com que os trabalhadores passem a exercer tarefas estratégicas, como por exemplo, o monitoramento da estrutura funcional.

**Gráfico 1 – Área organizacional com maior deficiência em mão de obra qualificada em controle e automação**



Fonte: Dados da pesquisa (2021)

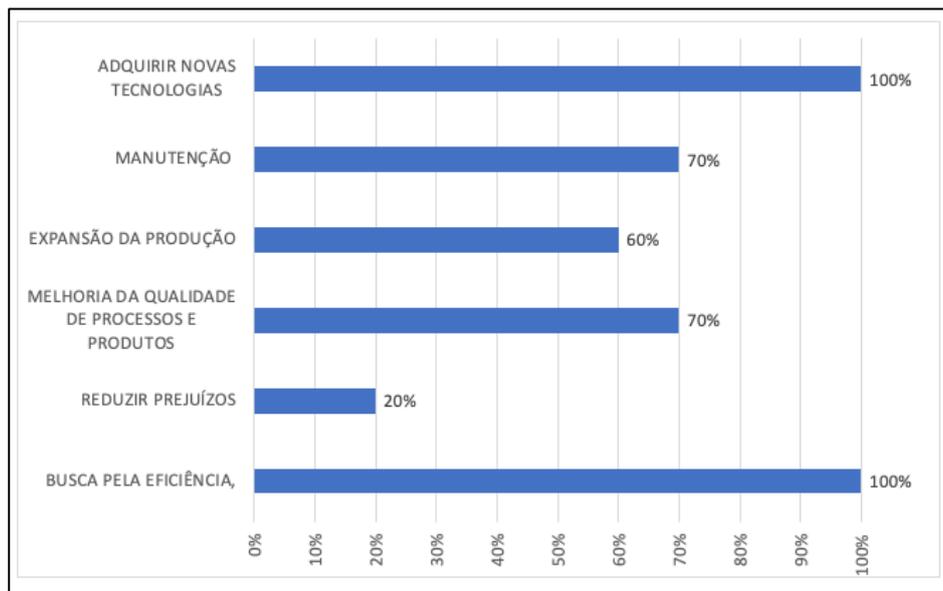
Segundo dados da CNI (2016), a manufatura avançada é pouco difundida no Brasil, trazendo entraves à utilização, devido a diversos fatores, como por exemplo, a falta de mão de obra qualificada e profissional para atender as demandas existentes.

Os gestores afirmam, na questão 2, conforme indica o Gráfico 1, que a falta da mão de obra qualificada em controle e automação, ocorre tanto no nível operacional como no nível técnico e de engenharia. Esta falta de mão de obra, prejudica as empresas na

implantação de tecnologias da Indústria 4.0, conforme 100% dos respondentes desta pesquisa.

A falta de mão de obra qualificada, em controle e automação para a Indústria 4.0, prejudica a busca pela eficiência dos processos, a melhoria da qualidade dos produtos e serviços além de adquirir e implantar novas tecnologias, conforme o Gráfico 2.

**Gráfico 2 – Interferências da falta de mão de obra especializada em controle e automação**



Fonte: Dados da pesquisa (2021)

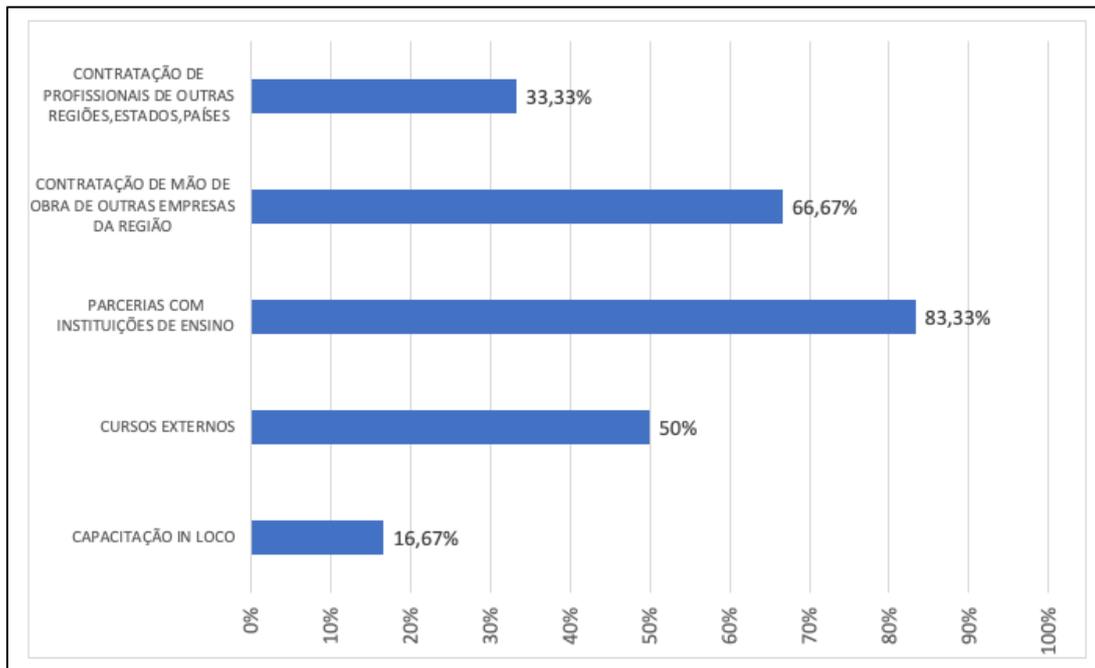
A automação e o controle nas indústrias, podem, em conjunto com outras áreas, melhorar processos, aumentar a produtividade, reduzir custos operacionais, elevar o nível de segurança do trabalhador, entre outras situações.

Empresas que investem em tecnologia estão favoráveis em relação as empresas que não lidam com os desafios tecnológicos. Ao investir em tecnologia, se tem novos produtos/serviços e demais melhorias (KHAN; TUROWSKI, 2016).

Na Indústria 4.0 se faz necessário investir na qualificação do trabalhador. Os gestores respondentes afirmam, na totalidade, que investem no processo formativo. Sobre o processo formativo, é necessário que se prepare o colaborador para exercer atividades críticas e de inovação, contribuindo assim para um ciclo contínuo de melhoria na organização (RONCATI, SILVA, MADEIRA, 2018).

Sobre as ações utilizadas para sanar a falta de mão de obra qualificada em controle e automação, os gestores contratam mão de obra de outras empresas e efetuam parcerias com instituições de ensino.

**Gráfico 3 - As alternativas para amenizar a falta de mão de obra em controle e automação**



Fonte: Dados da pesquisa (2021)

No cenário 4.0, mudanças acontecem e os profissionais necessitam compreender e se adaptarem as devidas mudanças. Às organizações, cabe criarem qualificações e habilidades, proporcionando aprendizagem e qualificação. (COLLABO, 2016).

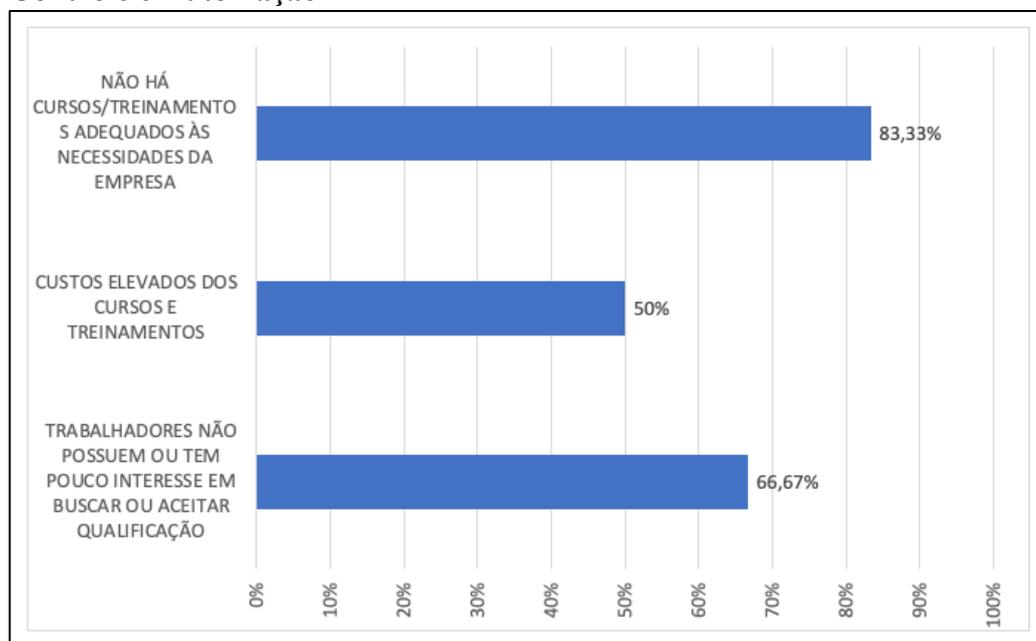
As alternativas utilizadas, conforme indicam os gestores respondentes, nas indústrias calçadistas do Corede Paranhana Encosta da Serra, para amenizar a falta de mão de obra qualificada em engenharia de controle e automação, envolvem: (i) parcerias com instituições de ensino; (ii) contratação de mão de obra de outras empresas da região; (iii) proporcionar cursos externos; (iv) contratação de mão de obra de outras regiões, outros estados e até outros países; além de (v) capacitação in loco.

Também é necessário reter talentos pois as indústrias tendem a buscar mão de obra em outras indústrias, regiões, estados e países. Bassani (2014) trata da retenção de talentos como desafio estratégico, que os gestores precisam assumir um papel fundamental de observação das necessidades da mão de obra.

Os profissionais precisam saber colocar em prática o que sabem, através de propostas de melhorias, de soluções de problemas, utilizando a criatividade e a inovação, contribuindo para o desenvolvimento da Indústria 4.0 (AIRES, MOREIRA e FREIRE, 2017). A educação corporativa é fundamental para o desenvolvimento das organizações, pois está relacionada aos processos de inovação e no aumento da competitividade de seus produtos ou serviços. (EBOLI, 2002).

É preciso observar, conforme o Gráfico 4, que muitas vezes os colaboradores não possuem ou tem pouco interesse pela qualificação profissional. Outro fator encontrado é que as instituições de ensino ainda não ofertam cursos ou treinamentos voltados para as reais necessidades da Indústria 4.0.

**Gráfico 4 – Motivos para não capacitar a mão de obra na área de Engenharia de Controle e Automação**



Fonte: Dados da pesquisa (2021)

É preciso desenvolver uma rede de aprendizagem, envolvendo os stakeholders ao processo de educação corporativa. Os espaços de aprendizagem precisam ser dinâmicos, envolvendo universidades e demais participantes dos arranjos produtivos locais e sociais no ecossistema que está inserida a organização. (FILATRO et al, 2019).

As IES possuem um papel fundamental na formação. Para 100% dos gestores industriais respondentes, as IES formam mão de obra qualificada para as necessidades da Indústria 4.0, quanto controle e automação.

Para Führ (2019), a educação na era 4.0 precisa desenvolver as capacidades de análise e crítica para que, os profissionais formados, possam desenvolver os conhecimentos, habilidades, valores e emoções necessários no cotidiano da Indústria 4.0.

Desenvolver pessoas, no contexto da Indústria 4.0, implica em perceber as necessidades de formação dos colaboradores considerados nativos digitais e dos colaboradores que não dominam o contexto digital. O compartilhamento do conhecimento, unindo competências atuais e competências não digitais para a construção do cenário da Indústria 4.0 é fundamental para a assertividade dos processos de desenvolvimento das pessoas nas organizações.

## **4.2 Caracterização das IES**

São três as IES analisadas nesta pesquisa, todas ofertantes do Curso de Engenharia de Controle e Automação. A primeira IES analisada, denominada de A, nesta pesquisa é a que oferta o Curso de Engenharia e Controle de Automação, desde o ano de 1994, considerada a primeira ofertante do referido Curso no Rio Grande do Sul. A IES é privada e, conforme dados disponibilizados no CREA-RS, 281 graduados na IES estão com o registro ativo no Conselho. Segundo dados do MEC (2020), no ano de 2019, 32 acadêmicos estão matriculados no Curso de Engenharia de Controle e Automação, que ingressaram no ano de 2015.

A duração mínima do Curso de Engenharia de Controle e Automação, na IES A, é de 10 semestres (período mínimo de integralização), ofertados de forma integral, constituídos de, no mínimo, 3910 horas, além de 120 horas complementares na área de formação, com estágio obrigatório possui carga horária mínima de 190 horas. O índice do Curso no Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes, ENADE, no ano de 2019 é 3. (MEC, 2020)

A IES denominada B, nesta pesquisa, oferta o Curso de Engenharia de Controle e Automação desde o ano de 2008. A IES tem caráter público, com 29 Engenheiros de Controle e Automação com Registro ativo no CREA-RS e, segundo dados do MEC (2020), 25 acadêmicos matriculados em 2019, que ingressaram no ano de 2015.

O período mínimo de formação mínimo, na IES B, é de 10 semestres, ofertados de forma integral, com carga horária mínima de 4160 horas. Na carga horária mínima estão contempladas as 90 horas de componentes curriculares eletivos e o estágio obrigatório. O índice do Curso no Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes, ENADE, no ano de 2019 é 5. (MEC, 2020)

A terceira IES analisada, nesta pesquisa, tem caráter privado, oferta o Curso de Engenharia de Controle e Automação desde o ano de 2010. São 20 os egressos de Engenharia de Controle e Automação com Registro ativo no CREA-RS, com 13 acadêmicos matriculados, que ingressaram no ano de 2015, segundo dados do MEC (2020).

O período mínimo de formação, na IES C, é de 10 semestres, ofertados no período noturno, com carga horária mínima de 4.291 horas-aula, incluindo as 216 horas de estágio, além de 145 horas de atividades complementares. A nota do curso, no ENADE de 2019, é 4. (MEC, 2020).

Os componentes curriculares do Curso de Engenharia de Controle e Automação, ofertado nas três IES, que são objetos de estudos, foram analisados e estão contemplados nos anexos D, E e F. Silva, Duarte e Guilow (2021), contextualizam que o mercado demanda por profissionais capacitados para a Indústria 4.0, porém, no momento, uma das principais dificuldades das empresas é a escassez de profissionais qualificados e as IES precisam ser parceiras das organizações, desenvolvendo acadêmicos com as competências necessárias para as demandas do mercado. Nas três IES analisadas, os currículos são do ano de 2015, vigentes até o ano de 2020 e não estão atualizados conforme a exigência da Resolução Número 2, de 24 de Abril de 2019, que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (ANEXO C). Os componentes curriculares vigentes no ano de 2015, continuam vigentes no ano de 2020. A atualização das matrizes curriculares dos cursos de graduação é fundamental para preparar os acadêmicos nas demandas que exige a Indústria 4.0. Percebe-se que as três matrizes curriculares são voltadas à formação teórica e prática. Os estágios cumprem a função de alinhar a teoria à prática, porém podem não ser suficientes no contexto 4.0. As novas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia exigem que a formação acadêmica seja através da combinação do desenvolvimento de habilidades, conhecimentos e atitudes.

Além da formação desenvolvendo habilidades, conhecimento e atitudes, destaca-se nas Novas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, a aprendizagem ativa, um currículo flexível com o foco na prática. No Curso de Engenharia de Controle e Automação, o foco na prática permite que o acadêmico tenha uma melhor preparação para o mercado de trabalho na Indústria 4.0, indo além da resolução de problemas. O acadêmico precisa ser preparado para projetar soluções, e, neste sentido, é fundamental a integração dos acadêmicos com os profissionais atuantes na Indústria 4.0.

Duarte (2019) contextualiza sobre a necessidade de reconhecer que a educação superior precisa se configurar e reconfigurar nos diferentes espaços de difusão, produção,

circulação e construção do conhecimento, formando um ecossistema educacional atuante e de encontro com as demandas da Indústria 4.0. Para Jung e Dörr (2017) as IES que possuem o processo formativo utilizando modelos tradicionais de ensino-aprendizagem, terão poucas possibilidades de criar modelos de ensino-aprendizagem.

Philbeck (2019) afirma que os ambientes de aprendizagem são os lugares mais importantes para moldar o futuro da sociedade e a IES precisam equilibrar a formação dos alunos com as ocupações e competências necessárias para o desenvolvimento da Indústria 4.0. Schwab aborda que (2016, p. 32), “[...] as instituições acadêmicas costumam ser consideradas como um dos locais mais importantes para as ideias pioneiras”

Empresas e universidades trabalhando em parceria, alinhando a teoria à prática, com as competências necessárias desenvolvidas, podem transformar o processo de formação. (AIRES, MOREIRA e FREIRE, 2017). Kagermann (2013) trata da importância das engenharias na integração, desenvolvimento e treinamentos necessários no processo de desenvolvimento da Indústria 4.0, desenvolvendo inclusive, o estímulo a criatividade e a inovação. Para a CNI (2018) é necessário que as IES adaptem e atualizem os currículos, oferecendo uma formação multidisciplinar, sistêmica e alinhada às necessidades da economia.

O mercado de trabalho, no contexto 4.0, exige que os engenheiros de controle e automação tenham o perfil inovador, com aprendizagem contínua e atitudes empreendedoras. O conhecimento teórico sem ser aplicado, ou ainda, sem que o engenheiro de controle saiba aplicar, impacta no desenvolvimento das empresas. Nas matrizes curriculares das IES A, B e C, não há componentes curriculares específicos obrigatórios na área da Gestão da Tecnologia e Inovação e Empreendedorismo.

Os três currículos analisados são fragmentados em disciplinas, com grade curricular que, muitas vezes, não vai ao encontro das necessidades da Indústria 4.0. É preciso que as IES revejam o modelo acadêmico, repensando talvez as hierarquias e modelos de organização, para que sejam colaborativas e transversais, proporcionando o desenvolvimento acadêmico necessário.

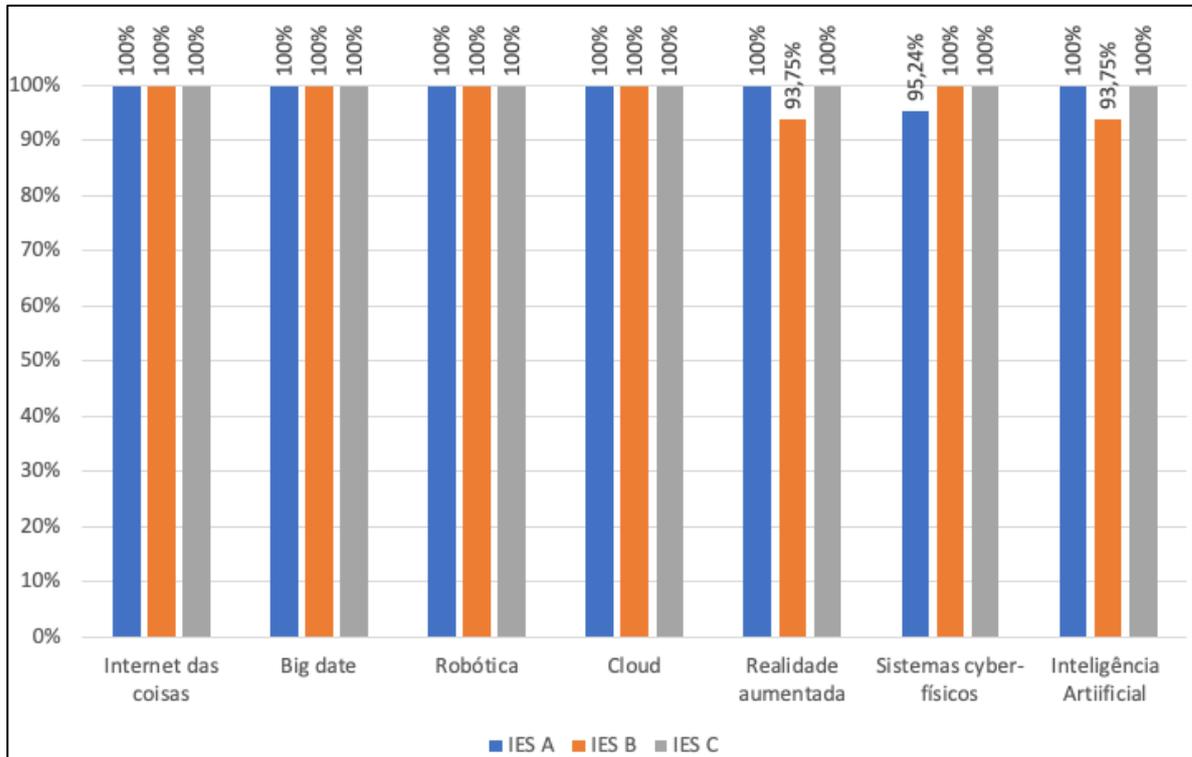
### **4.3 Percepção dos egressos de engenharia de controle e automação**

Analisar a percepção dos egressos do curso de Engenharia de Controle e Automação, nas IES pesquisadas, é necessário para entender as demandas Indústria 4.0 quanto formação. Os acadêmicos egressos das IES A, B e C, quando questionados sobre o conhecimento do

significado do termo Indústria 4.0, independente da IES, afirmam, na totalidade, conhecer o significado.

Sobre o conhecimento dos elementos que compõem a Indústria 4.0, obteve-se dos egressos, os resultados:

**Gráfico 05 - Conhecimento dos termos da Indústria 4.0**



Fonte: Dados da pesquisa (2021)

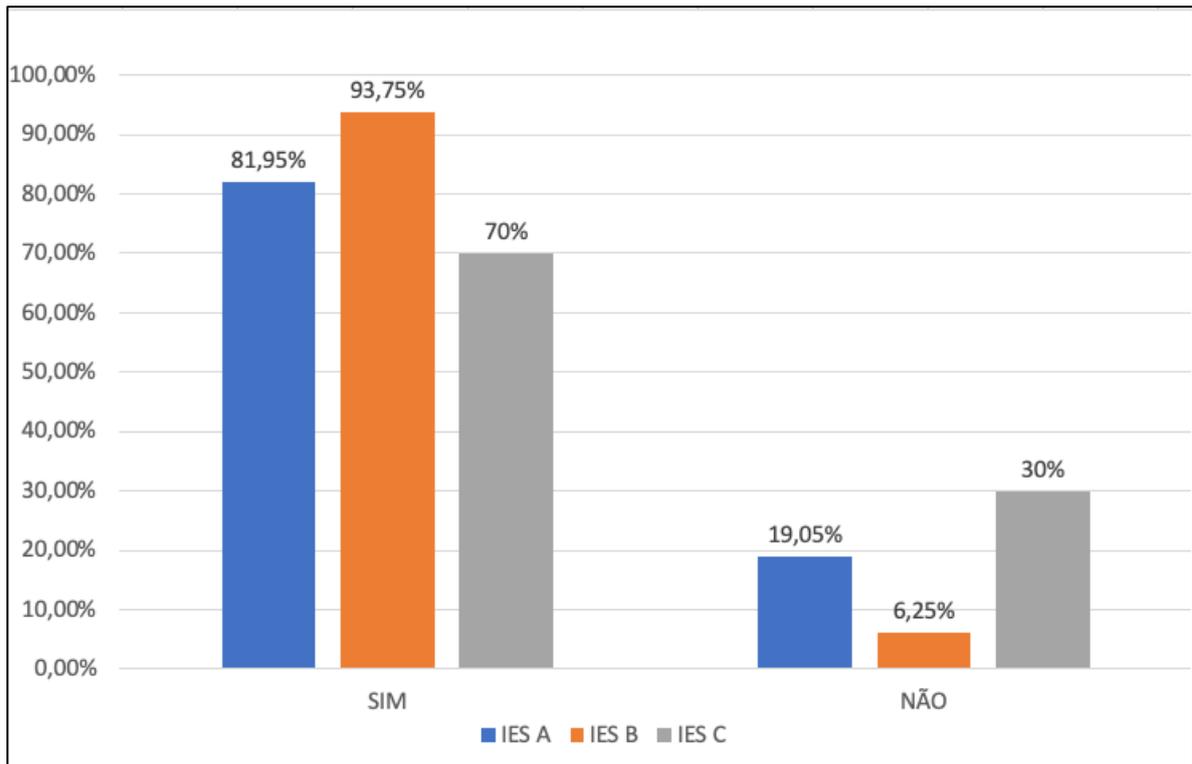
Quase que na totalidade, os egressos demonstram conhecimento em internet das coisas, big date, robótica, computação em nuvem, realidade aumentada, sistemas cyber-físicos e inteligência artificial. Somente um respondente, da IES A, não tem conhecimento em sistemas cyber-físicos. Na IES B, realidade aumentada e inteligência artificial possuem dois respondentes que não têm o conhecimento nos temas. Os 10 egressos respondentes da IES C, afirmam conhecer os termos que compõem a Indústria 4.0.

Os elementos que compõem a Indústria 4.0 são, de certa forma, integrados, e cabe ao engenheiro, inclusive o de Controle e Automação, ter informações e conhecimento sobre as interações das novas tecnologias, sabendo implementá-las. (JACINTHO, 2019). Por isso, se faz necessário que o tema 4.0, seja abordado no processo formativo dos acadêmicos.

O Gráfico 06, demonstra que 81,95% dos respondentes, da IES A, têm a percepção que foram orientados para a implantação/transformação da Indústria 4.0. Os 19,05% que

afirmam que não foram preparados para a Indústria 4.0, são os respondentes egressos anteriores a difusão do conceito Indústria 4.0. Na IES B, 93,75% dos respondentes têm a percepção que foram orientados para a implantação/transição da Indústria 4.0. Na IES C, 70% dos egressos respondentes afirmam que foram preparados para atuarem na Indústria 4.0 e 30% não possuem a percepção de estarem aptos para atuarem na Indústria 4.0.

**Gráfico 6 – Formação na IES para implantar a Indústria 4.0**

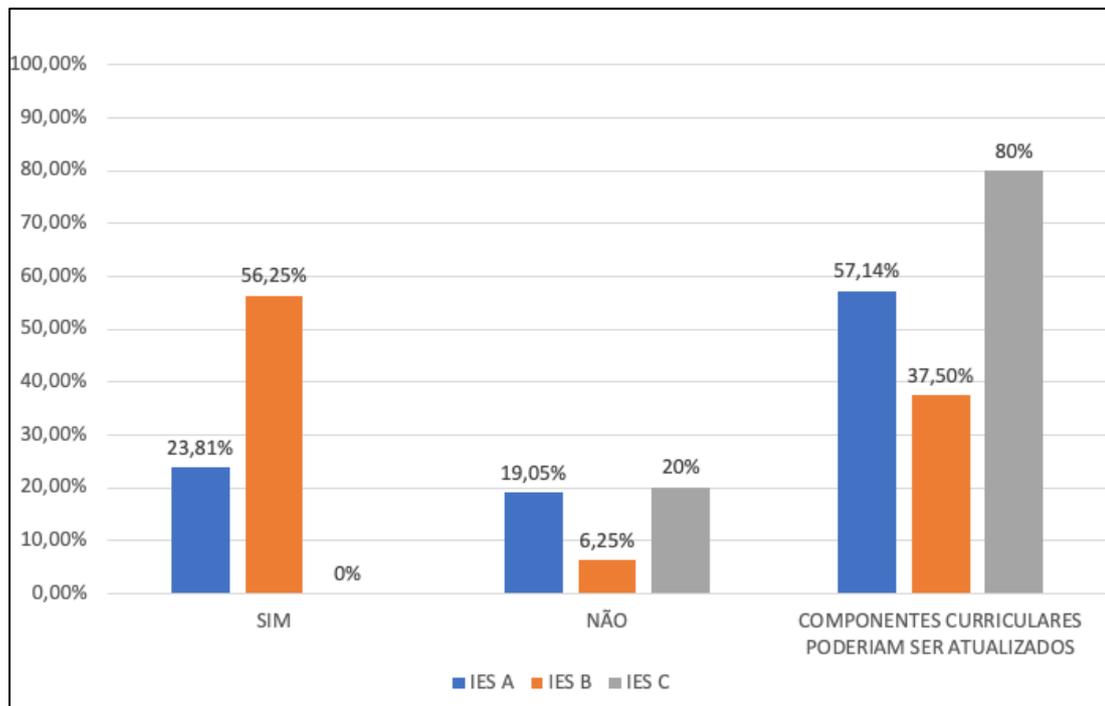


Fonte: Dados da pesquisa (2021)

Os componentes curriculares são necessários e fundamentais no processo formativo. Conforme o Gráfico 07, 57,14% dos respondentes, da IES A, indicam que os componentes curriculares poderiam ser atualizados, 23,81% que os componentes contribuíram plenamente na formação e 19,05% afirmam que os componentes curriculares não contribuíram no processo de formação para a Indústria 4.0. NA IES B, 56,25% dos respondentes indicam que os curriculares contribuíram, plenamente, na formação e capacitação para a Indústria 4.0, 37,50% dos respondentes indicam que os componentes curriculares poderiam ser atualizados e 6,25% responderam que os componentes curriculares estudados não contribuíram no processo formativo para a Indústria 4.0. Se tem, na IES C, que nenhum acadêmico considera que os componentes curriculares contribuíram plenamente na formação da Indústria 4.0,

porém, 80% dos respondentes afirmam que os componentes curriculares poderiam ser atualizados e 20% afirmam que os componentes não contribuíram na formação para atuarem na Indústria 4.0. Ressalta-se que as matrizes curriculares dos acadêmicos egressos, das três IES objetos deste estudo, são anteriores a Resolução 2, do MEC, de 24 de abril De 2019.

**Gráfico 07 – Contribuição dos componentes curriculares no processo formativo**



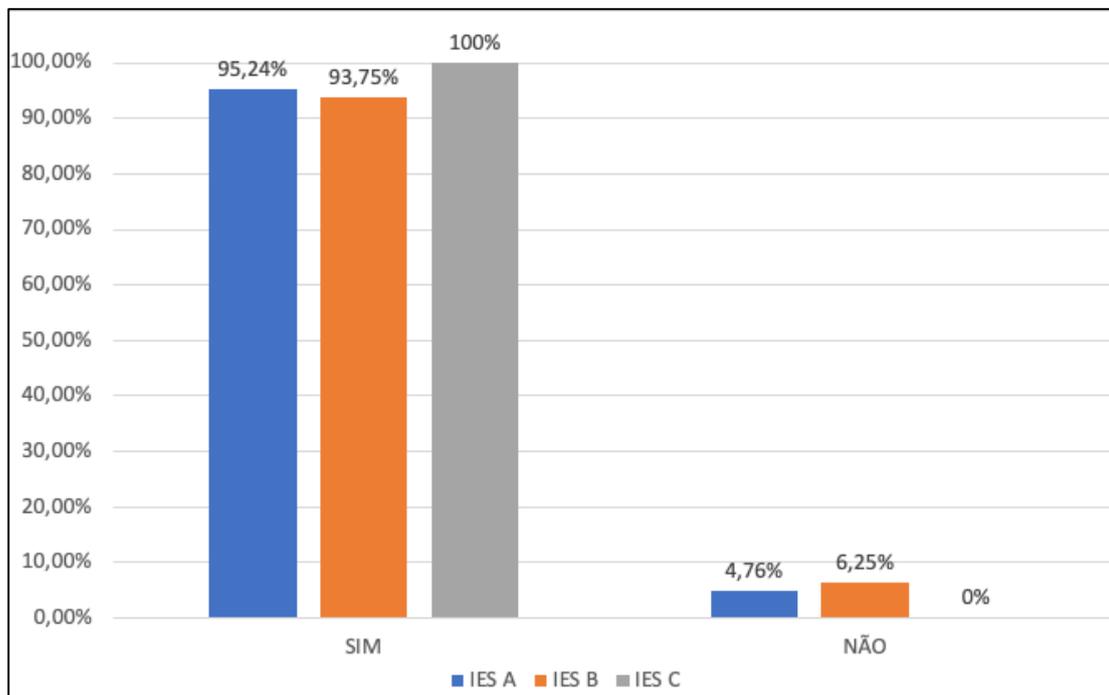
Fonte: Dados da pesquisa (2021)

É necessário, quanto ao processo formativo, ter o foco no aprendizado e desenvolvimento do acadêmico, preparando o acadêmico para as competências, habilidades e atitudes exigidas no mercado de trabalho. (FÜHR, 2019). Considerando o cenário de alunos egressos e as necessidades da Indústria 4.0, os profissionais que atuam no mercado 4.0 necessitam de formação continuada. Jacintho (2019, p.145), afirma que “a competência profissional não se encerra no conhecimento específico do campo técnico”. Habilidades técnicas e gerenciais são fundamentais na Indústria 4.0 e exigem aprendizagem constante e, nas estruturas curriculares observadas nesta pesquisa, não há componentes curriculares que possibilitem a aprendizagem dos fundamentos gerenciais.

Sobre as capacitações necessárias para a aquisição de habilidades técnicas e habilidades gerenciais, relacionadas aos conceitos e tecnologias da Indústria 4.0, 95,24% dos respondentes da IES A, 93,75% dos respondentes da IES B e 100% dos respondentes da IES

C afirmam que realizam as devidas capacitações. Apenas 4,76% da IES A e 6,25% da IES B afirmam não realizar as devidas capacitações.

**Gráfico 08 – Realização de capacitações para desenvolver as habilidades técnicas e as habilidades gerenciais relacionadas à Indústria 4.0**



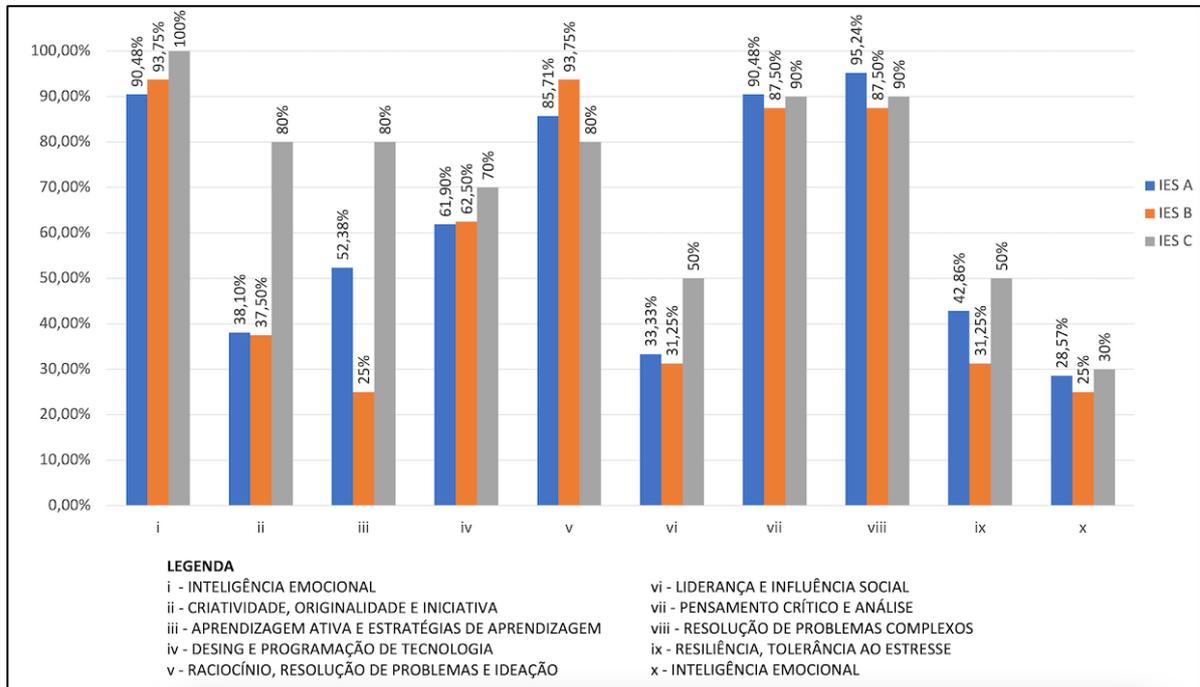
Fonte: Dados da pesquisa (2021)

As habilidades, atitudes e conhecimentos requeridos para a Indústria 4.0, vão além das habilidades técnicas e envolvem o pensamento analítico e a inovação; a criatividade, originalidade e iniciativa; a aprendizagem ativa e estratégias de aprendizagem; o design e a tecnologia; o raciocínio, a resolução de problemas e a ideação; a liderança e a influência social; o pensamento crítico e a análise crítica; a resolução de problemas complexos; a resiliência, tolerância ao estresse e flexibilidade; a inteligência emocional. Schwab (2016) trata estas habilidades como a inteligência para o cenário da Quarta Revolução Industrial, dividindo em contextual, emocional, inspirada e física.

A última pergunta para os respondentes egressos, das IES A, B e C envolve as habilidades, atitudes e conhecimentos para a Indústria 4.0: (i) o pensamento analítico e a inovação; (ii) a criatividade, originalidade e iniciativa; (iii) a aprendizagem ativa e estratégias de aprendizagem; (iv) o design e a programação de tecnologia; (v) o raciocínio, a resolução de problemas e a ideação; (vi) a liderança e a influência social; (vii) o pensamento crítico e a análise crítica; (viii) a resolução de problemas complexos; (ix) a resiliência, tolerância ao

estresse e flexibilidade; (x) a inteligência emocional. Os resultados obtidos estão contemplados no Gráfico 09.

**Gráfico 09 – Habilidades necessárias à Indústria 4.0**



Fonte: Dados da pesquisa (2021)

“Uma formação acadêmica consolidada em engenharia é importante, mas não é o suficiente. [...] O profissional deve gostar de tecnologia, de inovação e, principalmente, ter a curiosidade e criatividade para acompanhar uma indústria que sempre se reinventa.” (JACINTHO, 2019, p.152).

As três IES apresentam egressos com desenvolvimento de habilidades semelhantes. Destaca-se que as habilidades que envolvem o pensar e integrar (o pensamento analítico e a inovação, o design e a programação de tecnologia; o raciocínio, a resolução de problemas e a ideação, o pensamento crítico e a análise crítica; a resolução de problemas complexos) são mais desenvolvidas nos acadêmicos egressos. As habilidades emocionais são as menos percebidas nos egressos das três IES analisadas.

#### 4.4 Percepção dos acadêmicos de Engenharia de Controle e Automação

A análise do perfil dos acadêmicos das IES A, B e C, contempla o conhecimento do termo e demais aspectos necessários para entender a dinâmica do ensino e aprendizagem no contexto 4.0 além de, através da análise dos indicadores de trajetória no Curso de Engenharia de Controle e Automação, entender a dinâmica de evasão e a permanência no curso.

O número de acadêmicos matriculados na IES A, no ano de 2019, no curso de Engenharia de Controle e Automação, que tem base no ingresso no Ensino Superior no ano de 2015, é de 32 acadêmicos, na IES B, são 25 os acadêmicos matriculados e, na IES C, 13 acadêmicos matriculados. (MEC/INEP, 2021). O número de acadêmicos entrevistados é de 21 acadêmicos na IES A, 16 acadêmicos na IES B e, na IES C, 10 acadêmicos. O período que os acadêmicos estão matriculados foi excluído desta pesquisa devido a alguns componentes curriculares serem pré-requisitos para outros, impedindo o avanço nos estudos, além da pandemia, proveniente do Covid-19 no ano de 2020, alterar a configuração dos estudos, principalmente na IES B.

O Ministério da Educação, em parceria com o INEP, produz os Indicadores de Trajetória dos Alunos nos Cursos de Graduação da Educação Superior, composto por: Taxa de Permanência, Taxa de Conclusão Acumulada, Taxa de Desistência Acumulada, Taxa de Conclusão Anual e Taxa de Desistência Anual, organizados por cursos e instituições de ensino. No ano de 2020, os Indicadores divulgados têm como coorte o ano de 2015.

Na IES A, B, e C, os indicadores de trajetória, do curso de Engenharia de Controle e Automação, estão contemplados, respectivamente, nos Quadros 7,8 e 9.

#### Quadro 07 – Indicadores de trajetória no Curso de Engenharia de Controle e Automação - IES A

Ano de Ingresso	Ano de Referência	Ano de Integralização do Curso	Quantidade e de Ingressantes no Curso	Quantidade de Permanência no Curso no ano de referência	Quantidade de Concluintes no Curso no ano de referência	Quantidade de Desistência no Curso no ano de referência	Quantidade de Falecimentos no Curso no ano de referência	Indicadores de Trajetória				
								Taxa de Permanência TAP	Taxa de Conclusão Acumulada TCA	Taxa de Desistência Acumulada TODA	Taxa de Conclusão Anual TCAN	Taxa de Desistência Anual TDAN
2015	2015	2020	70	65	0	5	0	92,9	0,0	7,1	0,0	7,1
2015	2016	2020	70	59	0	6	0	84,3	0,0	15,7	0,0	8,6
2015	2017	2020	70	49	0	10	0	70,0	0,0	30,0	0,0	14,3
2015	2018	2020	70	40	2	7	0	57,1	2,9	40,0	2,9	10,0
2015	2019	2020	70	32	1	7	0	45,7	4,3	50,0	1,4	10,0

Fonte: Elaborado pela autora (2021) com dados disponibilizados no MEC/INEP (2021).

### Quadro 08 – Indicadores de trajetória no Curso de Engenharia de Controle e Automação - IES B

Ano de Ingresso	Ano de Referência	Ano de Integralização do Curso	Quantidade e de Ingressantes no Curso	Quantidade de Permanência no Curso no ano de referência	Quantidade de Concluintes no Curso no ano de referência	Quantidade de Desistência no Curso no ano de referência	Quantidade de Falecimentos no Curso no ano de referência	Indicadores de Trajetória				
								Taxa de Permanência TAP	Taxa de Conclusão Acumulada - TCA	Taxa de Desistência Acumulada - TODA	Taxa de Conclusão Anual - TCAN	Taxa de Desistência Anual - TDAN
2015	2015	2020	40	40	0	0	0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2015	2016	2020	40	39	0	1	0	97,5	0,0	2,5	0,0	2,5
2015	2017	2020	40	35	0	4	0	87,5	0,0	12,5	0,0	10,0
2015	2018	2020	40	30	0	5	0	75,0	0,0	25,0	0,0	12,5
2015	2019	2020	40	25	1	4	0	62,5	2,5	35,0	2,5	10,0

Fonte: Elaborado pela autora (2021) com dados disponibilizados no MEC/INEP (2021).

### Quadro 09 - Indicadores de trajetória no Curso de Engenharia de Controle e Automação - IES C

Ano de Ingresso	Ano de Referência	Ano de Integralização do Curso	Quantidade e de Ingressantes no Curso	Quantidade de Permanência no Curso no ano de referência	Quantidade de Concluintes no Curso no ano de referência	Quantidade de Desistência no Curso no ano de referência	Quantidade de Falecimentos no Curso no ano de referência	Indicadores de Trajetória				
								Taxa de Permanência TAP	Taxa de Conclusão Acumulada - TCA	Taxa de Desistência Acumulada - TODA	Taxa de Conclusão Anual - TCAN	Taxa de Desistência Anual - TDAN
2015	2015	2020	60	55	0	5	0	91,7	0,0	8,3	0,0	8,3
2015	2016	2020	60	47	0	8	0	78,3	0,0	21,7	0,0	13,3
2015	2017	2020	60	23	0	24	0	38,3	0,0	61,7	0,0	40,0
2015	2018	2020	60	19	0	4	0	31,7	0,0	68,3	0,0	6,7
2015	2019	2020	60	13	1	5	0	21,7	1,7	76,7	1,7	8,3

Fonte: Elaborado pela autora (2021) com dados disponibilizados no MEC/INEP (2021).

O ano de ingresso dos acadêmicos utilizado, pelo MEC/INEP, é o ano de 2015. Ano a ano, através do Censo da Educação Superior, os dados são coletados. Na tabela, os dados coletados, transformados em informação, geram indicadores de acompanhamento dos acadêmicos.

Conforme os Quadros 07, 08 e 09, no ano de 2015, ingressaram na IES A, 70 acadêmicos no curso de Engenharia de Controle e Automação. Analisando as desistências no curso, se tem que na IES A, dos 70 acadêmicos, ingressantes em 2015, 32 acadêmicos permaneceram matriculados na IES, em 2019. Na IES B, dos 40 acadêmicos ingressantes em 2015, 25 acadêmicos permaneceram matriculados no ano de 2019. Na IES C, dos 60 acadêmicos ingressantes no de 2015, 13 permaneceram matriculados no ano de 2019. Segundo o MEC/INEP, a Taxa de Desistência acumulada para a IES A é de 50%, para a IES B é 35% e de 76,70% para a IES C.

A evasão de acadêmicos é um dos maiores desafios das IES, tanto públicas quanto privadas. Além de afetar os índices de sucesso dos Cursos, a evasão impacta na falta de profissionais qualificados e nas ordens econômica, social e cultural das localidades. Os motivos, são diversos e envolvem desde a baixa qualidade da formação básica até o nível de dificuldade dos Cursos ofertados nas IES. (SACCARO, FRANÇA, JACINTO, 2019).

A educação básica, na atualidade, não prepara os estudantes para o mercado de trabalho e muito menos para a vida, necessitando se adequar a demandas do século XXI. Conseguir chegar e não desistir do ensino superior, saber ler, escrever e interpretar e compreender as frações fazem parte de um número restrito de pessoas. (DUARTE, 2019).

Na Engenharia de Controle e Automação, o desafio está em diminuir os índices de evasão e aumentar a qualidade do ensino ofertado. Nascimento et al (2019), tratam das possíveis razões para a evasão dos cursos de Engenharia, incluindo a de Controle e de Automação: deficiências na formação básica, não permitindo o acadêmico acompanhar os componentes curriculares ofertados nos cursos de Engenharia; a dificuldade de conciliar trabalho e estudo, visto que a maioria dos cursos presenciais de Engenharia ocorrem de forma integral, tanto nas IES públicas quanto privadas; falta de identificação com o curso escolhido; além de problemas financeiros e problemas pessoais e familiares.

As IES são, também, responsáveis pelos avanços tecnológicos existentes, por proporcionarem inovações e melhorias para a sociedade. Porém quando há evasão dos cursos, há a ruptura neste processo, pois o conhecimento fica restrito ao meio acadêmico, incluindo os estudos sobre a Indústria 4.0.

É preciso difundir o conhecimento necessário, para a Indústria 4.0, no meio acadêmico, para que, quem sabe assim, reduzir a evasão, tornando o processo de ensino e aprendizagem dinâmicos. A Resolução 2, do MEC, de 24 de abril de 2019, propõe a reformulação dos currículos dos cursos de Engenharia, com o propósito de também reduzir a evasão de acadêmicos. Se faz necessário ressaltar que as matrizes curriculares, do Curso de Engenharia de Controle e Automação das três IES analisadas, não contemplam a proposta do MEC quanto a reformulação dos currículos.

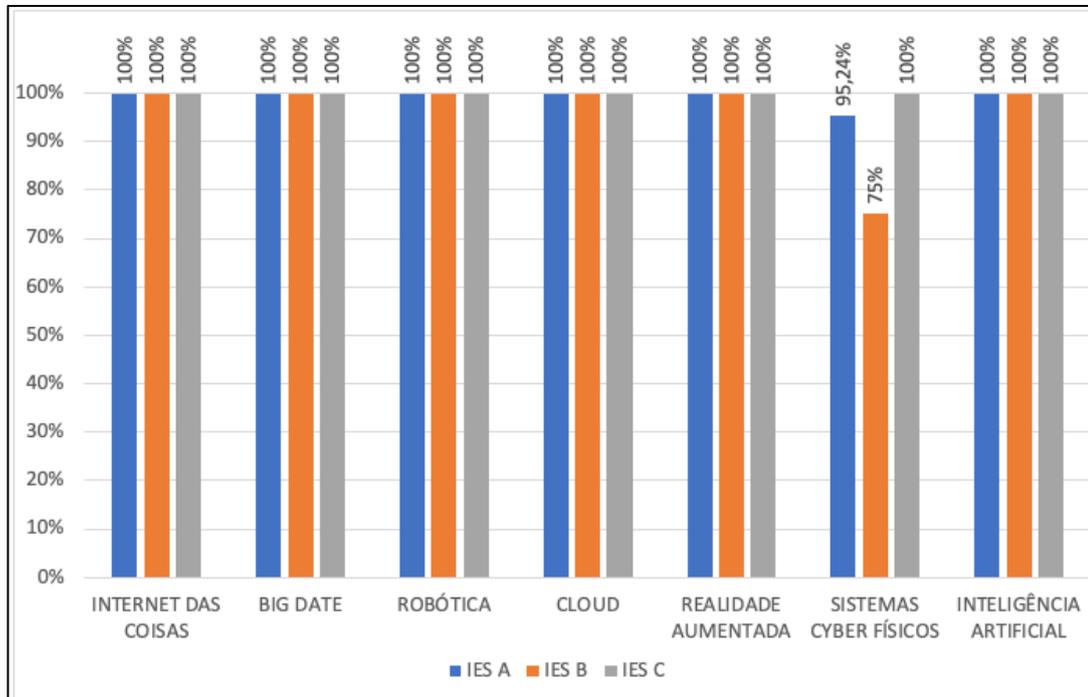
A Indústria 4.0 requer que os acadêmicos desenvolvam novas competências, tanto na forma técnica quanto na forma comportamental. As demandas existentes e futuras exigem que o acadêmico pense, crie e inove. Cabe as IES serem o suporte necessário, porém, num programa com o ensino não voltado para estas demandas, o acadêmico tende a não dar continuidade à formação acadêmica, devido a distância existente entre o que a Indústria 4.0 necessita e o que a IES propõe de ensino e aprendizagem.

As transformações propostas, através da Indústria 4.0, em todos os âmbitos, faz com que se repense o processo de ensino e aprendizagem, além do desenvolvimento dos acadêmicos como um todo.

O conhecimento do significado da Indústria 4.0, para os acadêmicos respondentes, desta pesquisa, das IES A, B e C é de que todos conhecem o significado da Indústria 4.0.

Sobre os elementos que compõe a Indústria 4.0, tanto os acadêmicos da IES A, quanto os acadêmicos das IES B demonstram conhecer quase que na totalidade. Os acadêmicos da IES C, conhecem na totalidade os elementos que compõe a Indústria 4.0.

**Gráfico 10 – Conhecimento dos termos da Indústria 4.0**



Fonte: Dados da pesquisa (2021)

Nas IES A e B, os sistemas cyber-físicos não são conhecidos na totalidade dos respondentes. O cenário ideal é que os acadêmicos de Engenharia de Controle e Automação, conheçam na totalidade os elementos que compõem a Indústria 4.0.

Os sistemas cyber-físicos são sistemas automatizados, permitem que as operações da realidade física se conectem com as infraestruturas de comunicação e computação. (GOMES, 2016). O foco está na comunicação em rede, dando origem para as soluções inovadoras e revolucionárias.

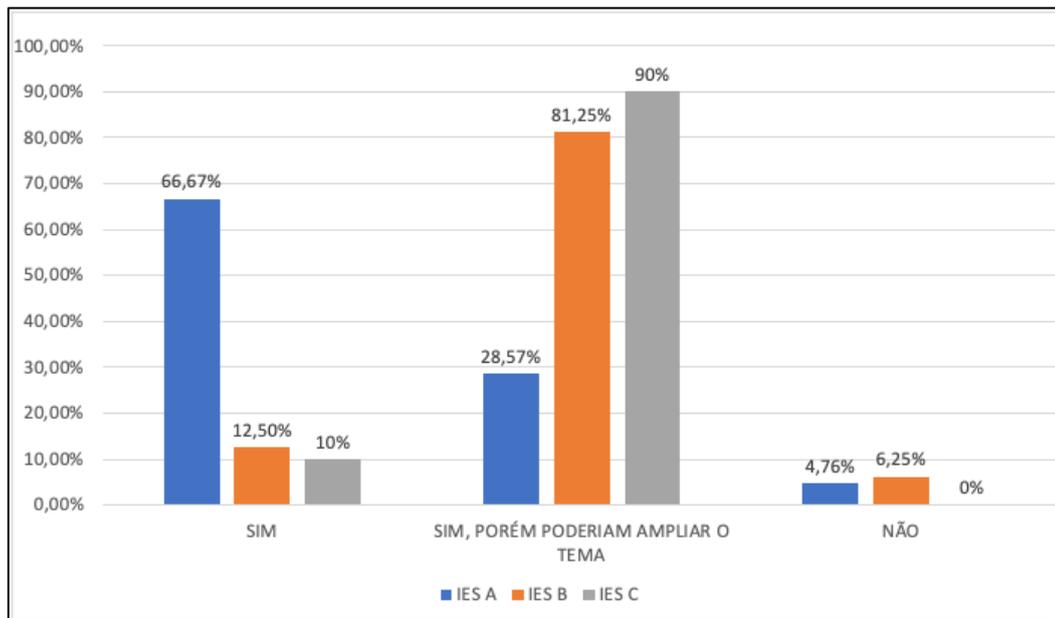
Sobre a preparação, na academia, para a Indústria 4.0, 66,67% dos acadêmicos respondentes, da IES A, acreditam que a IES prepara para atuar na Indústria 4.0, 28,57% dos respondentes acreditam que a IES prepara, porém poderiam ampliar os conteúdos sobre o tema e 4,76% dos respondentes acreditam que a IES não prepara para atuarem na Indústria 4.0.

Na IES B, 12,50% dos acadêmicos acreditam que a academia prepara para atuarem na Indústria 4.0, 81,25% afirmam que a IES prepara para atuarem na Indústria 4.0, porém

poderiam ampliar os conteúdos e 6,25% afirmam que a IES não prepara para atuarem na Indústria 4.0

Os resultados da IES C são que 10% dos respondentes acreditam que a IES prepara para atuarem na Indústria 4.0 e 90% responderam que a IES prepara, mas poderia ampliar o tema no processo de formação.

**Gráfico 11 – Preparação na academia para atuar na Indústria 4.0**



Fonte: Dados da pesquisa (2021)

Os conhecimentos sobre a Indústria 4.0 são construídos, na academia, por gestores, docentes e acadêmicos, promovendo a inovação. Sem inovação, pessoas e organizações podem fracassar nos seus objetivos. (DUARTE, 2019). A CNI (2018) contextualiza que as IES, ao terem um currículo para as demandas da Indústria 4.0, oferecem aos acadêmicos uma formação multidisciplinar e sistêmica.

A formação acadêmica, voltada para o contexto 4.0, corrobora para o desenvolvimento da mesma, formando acadêmicos com um conjunto de saberes capazes de desenvolver e aplicar as habilidades, as atitudes e o conhecimentos na Indústria 4.0.

Sobre os componentes curriculares ofertados, os respondentes foram questionados se estes contribuem para a capacitação requerida pela Indústria 4.0. Na IES A, 23,81% dos respondentes afirmam que os componentes curriculares contribuem para a formação, para 19,05% dos respondentes os docentes abordam o tema 4.0 de maneira superficial, 6,25% dos

acadêmicos afirmam que a metodologia das aulas é expositiva e 76,19% afirmam que os componentes curriculares contribuem plenamente para a formação necessária à Indústria 4.0.

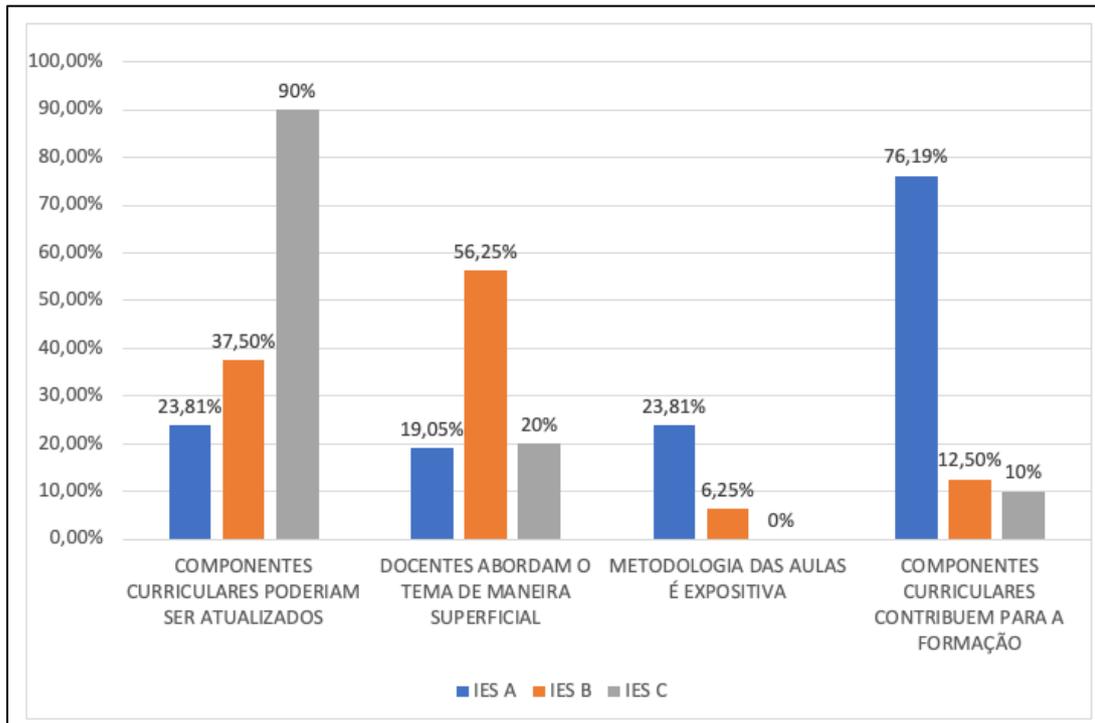
Na IES B, 37,50% dos acadêmicos respondentes acreditam que os componentes curriculares poderiam ser atualizados, 56,25% entendem que os docentes abordam o tema 4.0 de forma superficial, 6,25% dos acadêmicos afirmam que as aulas são no formato expositivo e 12,50% acreditam que os componentes contribuem plenamente para a formação.

A metodologia de ensino e aprendizagem tradicional tem o formato unidirecional, com o professor replicando informações e os alunos absorvendo essas informações. No contexto 4.0, a tecnologia é auxiliar no desenvolvimento de novas metodologias de ensino e aprendizagem inovadoras.

Na IES C, 90% dos respondentes acreditam que os componentes curriculares poderiam ser atualizados, 20% afirmam que os docentes abordam o tema de maneira superficial o contexto 4.0 e os componentes curriculares contribuem totalmente para a formação para 10% dos respondentes.

Romper com o ensino unidirecional é fundamental na formação para o desenvolvimento da Indústria 4.0. É necessário promover metodologias de ensino e aprendizagem integradora, com docentes motivados, dinâmicos que proporcionem a integração e a interdisciplinaridade dos conteúdos.

**Gráfico 12 – Componentes curriculares na formação para a Indústria 4.0**



Fonte: Dados da pesquisa (2021)

A formação acadêmica requer, na atualidade, uma dialética que transcenda a técnica, capaz de gerar experiências por meio da experimentação, criação, convivência e vivência tanto reais como simuladas. (DUARTE, 2019).

Sobre se sentirem capacitados para atuarem na Indústria 4.0, para os acadêmicos respondentes da IES A, 19,05% afirmam que estão capacitados, 28,57% afirmam estarem capacitados e procuram formação constante, 52,38% não se sentem capacitados, porém procuram formação complementar. Nenhum acadêmico respondeu somente que não se sente capacitado.

No Curso de Engenharia de Controle e Automação, é fundamental que, no processo formativo, os acadêmicos sejam qualificados para atuarem, na Indústria 4.0, promovendo a integração e a análise de dados, que geram informações, resultando em modelos de controle e automação satisfatórios para o contexto 4.0.

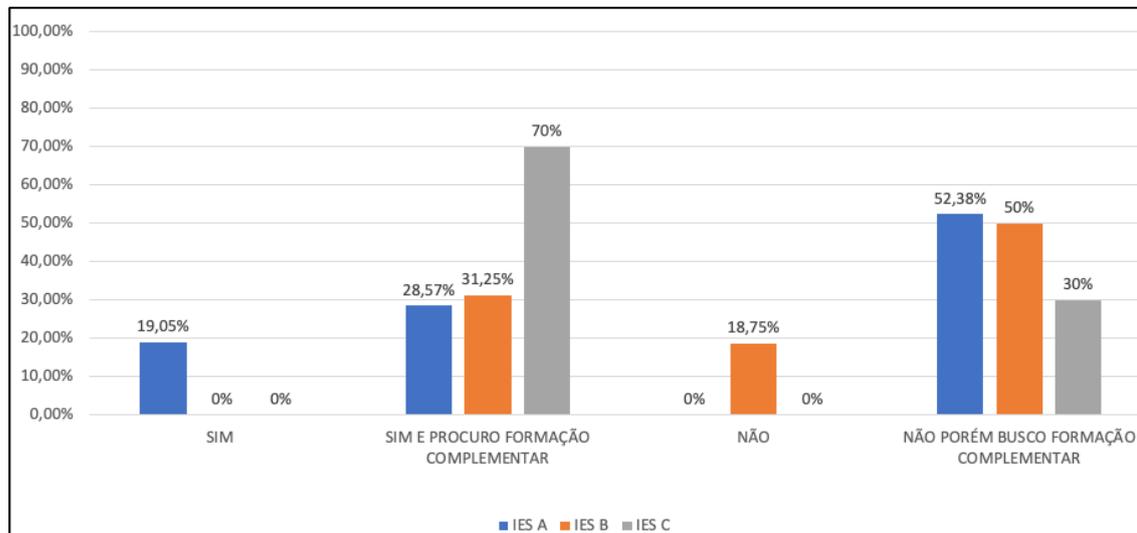
Na IES B, somente 31,25% dos acadêmicos respondentes, afirmam que estão capacitados e procuram formação constante, 50% dos respondentes não se sentem capacitados, porém buscam formação complementar, 18,75% dos respondentes não se sentem capacitados e não buscam formação e nenhum respondente se sente totalmente capacitado. Roncati, Silva e Moreira (2018), tratam que o profissional que atua ou atuará na

Indústria 4.0 precisa contribuir para um processo contínuo de melhoria. Copiar e repetir ações podem não contribuir para que melhorias aconteçam.

Nos respondentes da IES C, 70% afirmam que estão capacitados para atuarem na Indústria 4.0 e procuram formação constante e 30% afirmam que não se sentem capacitados para atuarem na Indústria 4.0, porém buscam formação complementar. Para Silva, Duarte e Guilow (2021), profissionais atentos as demandas da Indústria 4.0 contribuem para o desenvolvimento das organizações e, conseqüentemente, para o desenvolvimento de pessoas, municípios, estados e países.

O desenvolvimento do Corede Paranhana Encosta da Serra passa pela qualificação da mão de obra em automação e controle, principalmente na mão de obra atuante na indústria calçadista, visto que a indústria da transformação calçadista é a principal matriz econômica do Corede. A Engenharia de Controle e Automação é fundamental na capacidade inovadora industrial, e, por conseqüência, no desenvolvimento de localidades.

**Gráfico 13 – Aptidão para atuar na Indústria 4.0**

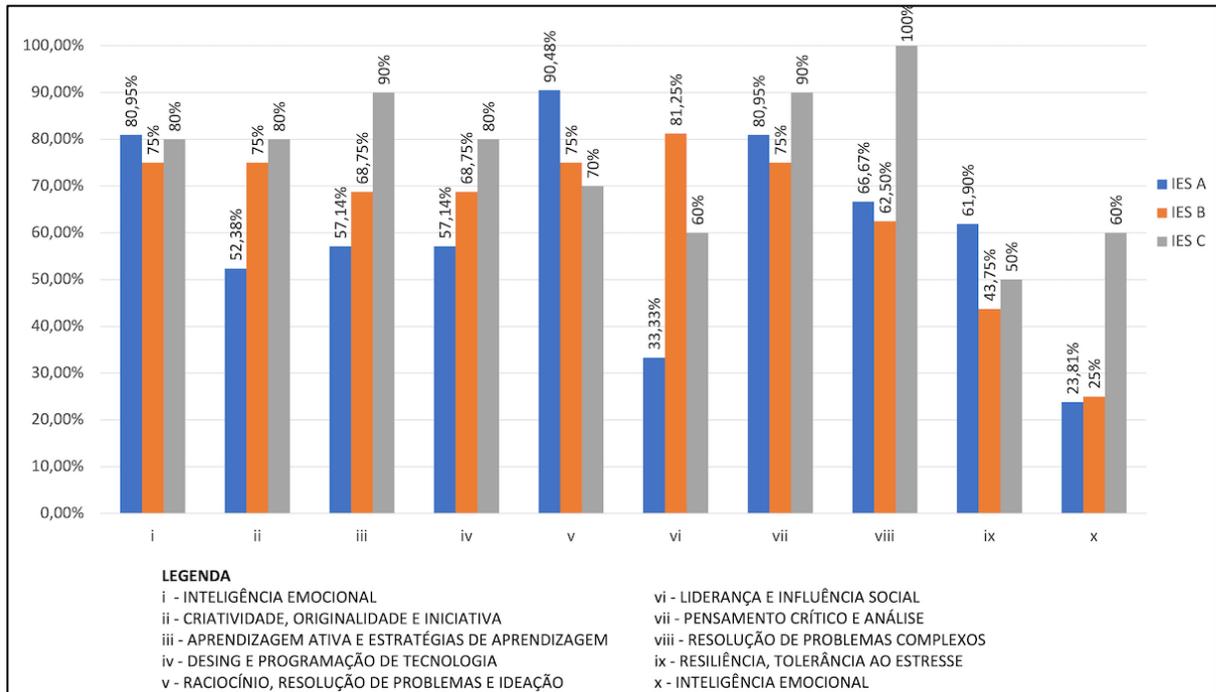


Fonte: Dados da pesquisa (2021)

A Indústria 4.0 exige reciclagem profissional e reciclagem de competências, com IES se adaptando à aprendizagem continuada, agregando novos conhecimentos aos acadêmicos e egressos. (MCMILLEN, 2019).

Quando perguntados sobre as habilidades necessárias para a Indústria 4.0, verifica-se que os acadêmicos das IES analisadas possuem perfis próximos. Destacando que a inteligência emocional é a habilidade menos percebida nas IES A e B. Sobre a habilidade de pensar de forma analítica e inovadora, 80,95% dos respondentes da IES A, 75% dos

respondentes da IES B e 100% dos respondentes da IES C afirmam possuir esta habilidade. Criatividade, originalidade e iniciativa são habilidades percebidas em 52,38% dos acadêmicos da IES A, em 75% dos acadêmicos da IES B e 80% dos respondentes de C. Aprendizagem ativa e estratégias de aprendizagem são habilidades percebidas em 57,14% dos respondentes da IES A, em 75% dos respondentes da IES B e em 90% dos respondentes de C. Sobre a habilidade de design e programação tecnológica, 57,14% dos acadêmicos da IES A, 68,75% dos acadêmicos da IES B e 80% dos acadêmicos da IES C afirmam ter desenvolvida. Raciocínio, resolução de problemas e ideação, são habilidades presentes em 90,48% dos respondentes da IES A, em 68,75% da IES B e 70% dos respondentes da IES C. Liderança e influência social são menos percebidos nos respondentes da IES A, 33,33%, muito percebido nos respondentes da IES B, 81,25% e 60% percebido nos respondentes da IES C. O pensamento crítico e a análise são habilidades percebidas em 80,95% dos respondentes da IES A, em 75% dos respondentes da IES B e em 90% dos respondentes da IES C. A habilidade de resolução de problemas complexos é presente em 66,67% dos acadêmicos respondentes da IES A, em 62,50% dos acadêmicos respondentes da IES B e em 100% dos respondentes da IES C. Exercer a resiliência, ser tolerante ao estresse e flexível é percebido em 61,90% dos respondentes da IES A, em 43,75% dos respondentes da IES B e em 50% dos respondentes da IES C. A inteligência emocional, é presente em 23,81% dos acadêmicos da IES A, em 25% dos acadêmicos da IES B e em 60% dos respondentes da IES C.

**Gráfico 14 – Das habilidades necessárias à Indústria 4.0**

Fonte: Dados da pesquisa (2021)

O pensar e o integrar necessários para o desenvolvimento da Indústria 4.0, presentes no pensamento analítico e na inovação, no design e na programação de tecnologia, no raciocínio, na resolução de problemas e na ideação, no pensamento crítico e na análise crítica e na resolução de problemas complexos, são mais desenvolvidos nos acadêmicos respondentes do que as habilidades emocionais, também necessárias na Indústria 4.0.

Cabe as IES equilibrar a formação dos acadêmicos com as competências exigidas na Indústria 4.0, assegurando um conjunto de habilidades aplicáveis às necessidades da Indústria 4.0, às necessidades pessoais e à responsabilidade social. (PHILBECK, 2019).

Formar e preparar engenheiros de Controle e Automação para atuarem na Indústria 4.0, consiste em as IES mudarem paradigmas, otimizando a aprendizagem e promovendo o entendimento dos impactos da Indústria 4.0 nas organizações. Desenvolver acadêmicos do curso de Engenharia de Controle e automação para atuarem na Indústria 4.0, é desenvolvê-los para o aprendizado constante contínuo e para a interconexão com profissionais das áreas correlacionadas com a Indústria 4.0, gerando valor.

#### 4.5 Percepção sobre egressos, acadêmicos e IES na Indústria 4.0

Na análise dos dados desta pesquisa, com egressos e acadêmicos do curso de Engenharia de Controle e Automação das IES objetos de estudo, a percepção dos egressos respondentes, sobre as IES prepararem para a atuação na Indústria 4.0, é de 36,37% do total dos respondentes afirmam que a IES não os preparou para atuarem na Indústria 4.0. Para 59,88% dos acadêmicos respondentes, as IES poderiam ampliar o tema Indústria 4.0 no currículo do curso.

É preciso considerar que na Indústria 4.0, se vai além dos componentes curriculares. O conhecimento precisa ser amplo, dinâmico, que projete soluções. Quando questionados sobre a contribuição dos componentes curriculares na formação acadêmica, 42,55% do total de acadêmicos respondentes afirma que, os componentes curriculares poderiam ser atualizados e 55,32% dos egressos, respondentes, também afirmam que os componentes curriculares poderiam ser atualizados. O cenário de tendências de emprego, de mudanças tecnológicas e de demandas foi alterado juntamente com a necessidade de mudar comportamentos e atitudes (SCHWAB, 2018).

Em parceria com as indústrias, as IES precisam equilibrar a formação acadêmica proposta nas matrizes curriculares com as reais necessidades dos acadêmicos no mercado de trabalho. Para Philbeck (2019, p.41), a tarefa das IES é “educar a partir de conceitos abstratos e transcendentais, assegurar um conjunto de habilidades que sejam aplicáveis à vida e à responsabilidade social num mundo em mutação.”

No contexto da Engenharia de Controle e Automação, a interdisciplinaridade é necessária e tem o objetivo de ligar os campos científico e tecnológico às ações práticas, para despertar o interesse dos acadêmicos, tanto para a pesquisa científica quanto à prática profissional (CHAGAS e FIGUEIREDO, 2013).

Na análise do currículo do curso de Engenharia de Controle e Automação, das IES A, B e C, objetos de análise nesta pesquisa, as observações comuns nas três IES são: (i) componentes curriculares teóricos; (ii) projetos de iniciação científica; (iii) componentes curriculares em laboratórios; (iv) estágio obrigatório; (v) trabalho de conclusão de curso; (vi) projetos baseados em equipe.

A Resolução do MEC número 2, de 24 de abril de 2019, institui as novas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia para o perfil e competências esperados do egresso, para a organização do curso, para avaliação das atividades e para o

perfil do corpo docente, com o tempo de implantação até o ano de 2022. Essas diretrizes não expõem como fazer, apenas direcionam que os novos currículos precisam ter a base de formação por competências, através de habilidades, atitudes e iniciativa, com formação voltada também para a inovação e o empreendedorismo, além do acolhimento dos ingressos, acompanhamento dos egressos, parcerias das IES com organizações, entre outros aspectos. Cabe a cada IES desenhar o próprio curso de Engenharia de Controle e Automação, destacando os diferenciais, através das habilidades e competências. Neste contexto de inovações e desenvolvimento, a colaboração entre indústrias e universidades é essencial.

A formação, no curso de Engenharia, é relacionada com a teoria desvinculada da prática e a prática sendo uma consequência da formação teórica, diminuindo o desenvolvimento da criatividade do acadêmico, tão necessária nas diferentes demandas do mercado (FIGUEIREDO e AMORIM, 2014).

#### 4.6 Proposta de melhoria

O Corede Paranhana Encosta da Serra é dependente do setor de transformação calçadista, sem Arranjos Produtivos Locais estruturados. Esta dependência envolve a empregabilidade e o desenvolvimento socioeconômico. Radosevic (2019), contextualiza que o desenvolvimento da ciência fornece bases para o desenvolvimento industrial, e, conseqüentemente para o desenvolvimento regional, pois os processos estão dependentes de fontes externas de conhecimento.

#### Quadro 10 – Relações entre sociedade, ambiente de trabalho e tecnologias para a Educação 4.0

Sociedade	Ambiente de trabalho	Tecnologias	Educação
Inovadora e experimental	Com rápida obsolescência do conhecimento e emergência acelerada de novos conhecimentos. Há o desaparecimento de carreiras existente e emergência de novas carreiras, com o aumento de trabalhadores nômades e foco no desenvolvimento de <u>soft skills</u> (criatividade, empatia, pensamento crítico, comunicação efetiva, empreendedorismo e soluções de problemas	Tecnologias analíticas, com aplicativos móveis, mídias multimodais, computação em nuvem, agentes semânticos, ciência de dados, inteligência artificial e computação cognitiva.	Emergência em conexão, com aprendizagem aberta e informal, através de novos sistemas de credenciamento e acreditação; há novos papéis para alunos e docentes, através da aprendizagem ativa, ágil, imersiva e adaptativa, com processos e sistemas de aprendizagem em rede.

Fonte: Adaptado de Filatro (2019).

A Educação é um tema que interessa a todos os setores da sociedade, inclusive o corporativo, e está na agenda de todas as empresas empenhadas em aumentar sua competitividade, desde a Primeira Revolução Industrial.

### Quadro 11 – Revoluções Industriais e Educação

Revoluções Industriais			
Primeira	Segunda	Terceira	Quarta
Divisão social da educação, com a burguesia tendo acesso ao ensino superior, com o objetivo de gerenciar as empresas, e as classes inferiores com acesso ao ensino técnico, para atuar na produção industrial.	Base da educação é fundamentada nos valores éticos, no raciocínio e na acumulação do conhecimento.	A educação é um pré-requisito para o trabalhador produzir, consumir e viver em sociedade.	Com a emergência acelerada por novos conhecimentos, surgem novos papéis de alunos e docentes, através da aprendizagem ativa e ágil.

Fonte: Adaptado de Aires et al (2017)

Em 2017, o governo brasileiro em parceria com a União Europeia, através do Ministério de Planejamento, Desenvolvimento e Gestão, do Ministério da Indústria, Comercio Exterior e Serviços e da Delegação da União Europeia no Brasil divulgaram o Estudo Comparado sobre os Currículos dos Cursos de Engenharia no Brasil e na Europa e Sugestões para o Fomento à Inovação. Os países objetos de comparação como Brasil são Alemanha, Espanha, França, Irlanda e Reino Unido (BRASIL, 2017).

No Brasil, foram analisados os mecanismos utilizados, no processo de formação dos engenheiros, de 14 Universidades. A abordagem foi generalista, não analisando somente uma área da engenharia, mas reflete os meios de formação de todas as áreas da engenharia. Os mecanismos identificados na análise, das IES brasileiras, são: (i) componentes curriculares teóricos; (ii) equipes de competição; (iii) empresas juniores; (iv) iniciação científica; (v) trabalho de conclusão de curso; (vi) projetos integradores; (vii) mobilidade internacional; (viii) estágios; (ix) curso de aprendizagem baseado em projeto.

Na análise das Universidades europeias, foram verificadas 14 Universidades, que utilizam os seguintes mecanismos no processo de formação dos acadêmicos de engenharia: (i) ações de estímulo para que os alunos de escolas secundárias estudem engenharia; (ii) ações de estímulo para que mulheres jovens estudem engenharia; (iii) incentivos financeiros para alunos; (iv) colocação remunerada nas indústrias; (v) estágio; (vi) projetos conjuntos entre alunos de engenharia e a indústria; (vii) cursos de formação continuada; (viii) avaliação da qualidade de comunicação escrita e oral em projetos; (ix) estímulo ao desenvolvimento de

habilidades de comunicação interdisciplinar por meio da interação com outras Universidades; (x) projetos baseados em equipe; (xi) aprendizagem através da concepção, projeto, implementação e operacionalização; (xii) programas de captação e formação constante dos egressos.

Alguns mecanismos já são utilizados nas IES brasileiras, mesmo antes da implantação dos novos currículos, conforme as Diretrizes Curriculares constantes no Anexo C, como por exemplo, projetos baseados em equipes. Bachin e Moran (2018) tratam do processo de ensinar e aprender necessário para o desenvolvimento do pensar a Indústria 4.0 através da formação, convertida em processos de pesquisa constante, aprendendo através de soluções empreendedoras concretas, estimulando a criatividade, a percepção de que todos podem pesquisar, para que o aprender se torne uma atitude constante.

No Quadro 12, constam sugestões para a implementação de melhorias na estrutura curricular do curso de Engenharia de Controle e Automação.

#### **Quadro 12 – Propostas para melhorias na estrutura curricular**

<b>Proposta</b>	<b>Descrição</b>
Minimizar a evasão	Através da parceria com instituições de ensino de formação fundamental, fortalecer os conteúdos da área das Ciências Exatas.
Formação por área de atuação	Estruturar o currículo para formação de mão de obra para a Indústria 4.0 ou para atuar no meio acadêmico ou ainda para o egresso atuar no empreendedorismo
Programa de disciplinas por competências (JUNG e DÖRR)	Estabelecimento de uma relação dedutiva, construída a partir das competências necessárias ao egresso e o que o mercado demanda de habilidades, atitudes e conhecimento.
Formação continuada	Desenvolver, em parceria com as indústrias, programas de formação continuada que atendam as demandas de desenvolvimento e formação da mão de obra.

Fonte: a Autora (2021)

A proposta para minimizar a evasão no Curso de Engenharia de Controle e Automação, vem da análise de que as IES objetos desta pesquisa, precisam elaborar os currículos do curso com atenção especial para o combate a evasão, incluindo atenção as instituições que ofertam o ensino médio e técnico. Um programa de fortalecimento dos conteúdos de matemática, física e química, necessários na graduação de Engenharia de Controle e Automação e que muitas vezes assustam os acadêmicos, pode amenizar o problema da evasão. Podem ser utilizados, como replicadores do conhecimento de exatas, os acadêmicos dos cursos de engenharia, matemática e física das IES que ofertam o curso de

Engenharia de Controle e Automação, estando contemplado nos projetos pedagógicos dos cursos.

É necessário que as IES tenham uma nova forma de pensar e elaborar as estruturas curriculares, podendo contribuir, de maneira ainda mais efetiva, na formação do acadêmico, através de um projeto pedagógico que atenda as demandas atuais e futuras (JUNG, DÖRR, 2017).

A sugestão para currículo do Curso de Engenharia de Controle e Automação ser elaborado com foco na área de atuação do Curso vem da necessidade do novo perfil exigido do engenheiro de controle e automação. Para isso as IES podem mapear, através de parcerias com as indústrias, qual o perfil profissional necessário e desejado à Indústria 4.0, relacionando este perfil com o currículo do curso de Engenharia e Controle de Automação que ofertam e o que as novas Diretrizes do MEC para os cursos de Engenharia determina.

Após a verificação dos ajustes necessários na estrutura curricular, a IES pode propor uma grade curricular flexível, com componentes obrigatórios, que permita que o acadêmico direcione a trajetória acadêmica. O processo formativo seria composto por seis períodos/semestres/módulos, de componentes curriculares essenciais na formação do engenheiro de controle e automação. Após, acontece a divisão do currículo em três áreas: atuação na Indústria 4.0, empreendedorismo e meio acadêmico.

### **Quadro 13 – Proposta de formação por área de atuação da Engenharia de Controle e Automação**

<b>Etapa</b>	<b>Objetivos</b>
Perfil das competências	Verificar, através de parcerias com as indústrias, o perfil profissional e as competências necessárias para o acadêmico e egresso atuarem no contexto 4.0.
Análise do Currículo	Definir, através das diretrizes acadêmicas, o currículo base para a formação, até o sexto semestre/período/módulo, que atenda as necessidades do contexto 4.0.
Construção do currículo por área de atuação	Construir o currículo para os últimos quatro semestres da graduação, direcionando a formação para os acadêmicos atuarem em indústrias, no meio acadêmico ou empreender.
Componentes dos currículos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Área de atuação na indústria: componentes curriculares que reforcem as necessidades da Indústria 4.0 através de habilidades, atitudes e conhecimento;</li> <li>- Área de atuação no meio acadêmico: componentes curriculares que estimulem a pesquisa e a relação da pesquisa com as necessidades da Indústria 4.0;</li> <li>- Área de atuação no empreendedorismo: componentes curriculares que tragam habilidades, conhecimentos e atitudes sobre gestão empresarial</li> </ul>

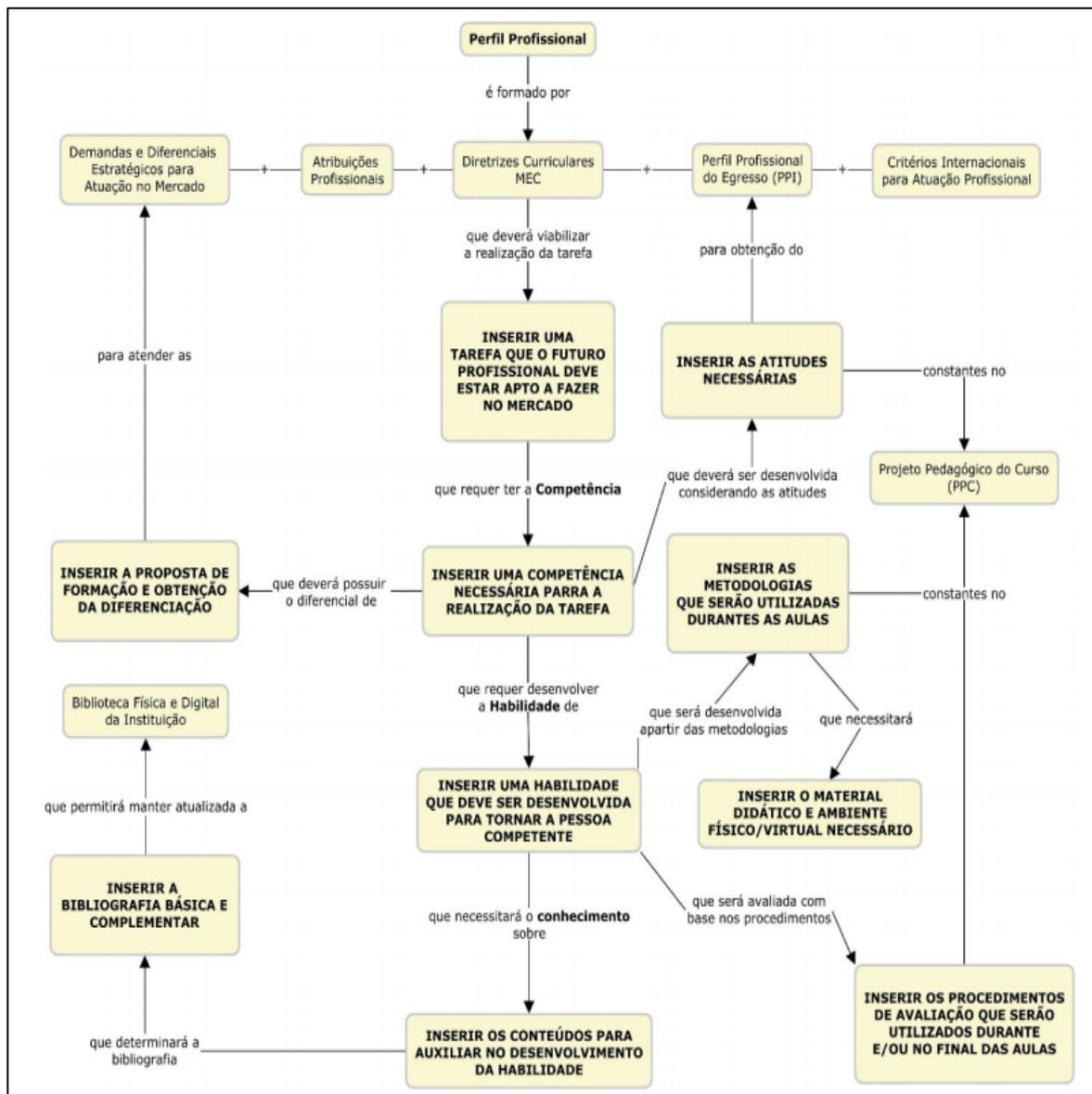
Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Philbeck (2019) atenta que no ensino superior as atividades precisam ser coletivas e dialogais, criando conexões entre o perfil dos estudantes e as novas formas de pensar e se

relacionar com as profissões. Cabe as IES fornecer formação para o capital humano atuar no mundo 4.0.

A sugestão para elaborar um programa disciplinas por competências, tem a fundamentação de Jung e Döör (2017) que propõem um método para elaboração de programas de disciplinas através do estabelecimento de uma relação dedutiva, construída a partir das competências necessárias ao egresso e o que o mercado demanda de habilidades, atitudes e conhecimento. O modelo proposto por Jung e Döör pode ser adaptado para o curso de Engenharia de Controle e Automação, desde que envolva a identificação das demandas que o mercado espera do acadêmico e egresso.

**Figura 7 – Programa de disciplina por habilidades, atitudes e conhecimento**



Fonte: Jung e Dörr (2017, p.10)

A formação e a pós-formação em Engenharia de Controle e Automação precisa vincular a teoria e à prática, permitindo que os acadêmicos e egressos sejam criativos, analíticos e que saibam agir de forma interdisciplinar, com auxílio das TIC's (CHANAS e FIGUEIREDO, 2013).

O curso de Engenharia de Controle e Automação não é ofertado no Corede Paranhana Encosta da Serra. Os municípios mais próximos, ofertantes do curso, são Porto Alegre e São Leopoldo, que vivem outras realidades. Cabe as IES, do Corede Paranhana Encosta da Serra, serem parceiras dos egressos e acadêmicos, através de formações complementares e

extracurriculares, além de ter um contato efetivo com as indústrias localizadas no Corede, para entender as demandas existentes quanto formação e, inclusive, desenvolvimento. Para isso as IES, localizadas no Corede Paranhana Encosta da Serra, precisam ter uma relação de parceria com as indústrias da referida região, ofertando formações complementares que atendam as necessidades das indústrias e da mão de obra. Formações in loco e na metodologia e-learning podem ser construídas, pois, conforme 83,33% dos gestores industriais respondentes desta pesquisa, as indústrias buscam desenvolver parcerias com instituições de ensino.

A curricularização da extensão nas IES, atua como instrumento da transformação social, engajando acadêmicos, sociedade e a própria IES. Em 18 de Dezembro de 2018, o Ministério da Educação, juntamente com o Conselho Nacional de Educação e a Câmara de Educação Superior, propõem, através da Resolução 7, que as atividades de extensão nas IES sejam componentes obrigatórios na carga horária dos cursos de graduação. (MEC, 2018). A Resolução define como atividades extensionistas: programas, projetos, cursos e oficinas, eventos e prestação de serviços.

Ao implantar a curricularização da extensão, as IES proporcionam um melhor engajamento dos acadêmicos, que passam a participar do processo do conhecimento de forma mais efetiva. No Curso de Engenharia de Controle e Automação, este envolvimento é necessário para preparar os acadêmicos para a atuação na Indústria 4.0, conhecendo as reais necessidades do contexto industrial que serão inseridos.

Porém, para que esse engajamento aconteça é preciso que as IES disseminem o conhecimento produzido. No curso de Engenharia de Controle e Automação, a interdisciplinaridade e interprofissionalidade precisam estar contempladas na curricularização da extensão do curso, proporcionando aos acadêmicos uma visão holística da Indústria 4.0, compreendendo os impactos e projetando as soluções para a área de automação e controle. A combinação de ensino, pesquisa e extensão também proporciona aos acadêmicos, a investigação e compreensão dos fenômenos que circundam a área de estudo e formação. Além da formação técnica dos acadêmicos, a curricularização da extensão promove a formação cidadã aos acadêmicos, enriquecendo a experiência de aprendizado.

A necessidade de formação constante e dinâmica é crescente, e é necessário que aconteça de forma personalizada, relevante, engajadora e acessível (FILATRO, 2019), tanto que, a formação continuada também é essencial para os egressos das IES pois auxilia no aumento da competitividade, em novos negócios e no aprimoramento acadêmico. Para a indústria, há ganhos na amplitude do conhecimento, das inovações e de desenvolvimento

organizacional. Para a IES, há a possibilidade de aplicar e transferir conhecimento, um laboratório para os acadêmicos e um novo modelo de negócio. Para os acadêmicos, múltiplas aprendizagens alinhadas as necessidades de desenvolvimento.

## 5 CONCLUSÃO

No Corede Paranhana Encosta da Serra, a estrutura dominante de atividades da indústria de transformação é a fabricação de calçados e estas para continuarem sendo competitivas, precisam considerar as diretrizes da Indústria 4.0 como pilares estratégicos de desenvolvimento organizacional.

A Indústria 4.0 pode proporcionar o desenvolvimento regional e, para isto, é preciso que organizações, governo, instituições de ensino e a população estejam preparados. Cabe as indústrias do Corede Paranhana Encosta da Serra e, ao próprio Corede, compreenderem que há oportunidades vindas através das novas tecnologias, que podem gerar novos negócios, novas formas de trabalho e novas formas de desenvolver e potencializar o que já executam. Um projeto de desenvolvimento setorial, contemplando o Corede, as IES e as indústrias calçadistas é o passo inicial para impulsionar o desenvolvimento da Indústria 4.0 na região. Ao mesmo tempo, a educação é o cerne que impulsiona o desenvolvimento e o Corede é fundamental para efetuar a ligação entre as indústrias que impulsionam a região e a IES.

Os setores privado, educacional e governamental tem um papel fundamental na abordagem e desempenho da Indústria 4.0. Ao sistema privado cabe a implementação da Indústria 4.0, de maneira eficaz. Porém só é possível se, dentro do contexto, a mão de obra necessária for qualificada. Ao setor educacional cabe a formação da mão de obra para a Indústria 4.0, envolvendo todos os aspectos necessários para a formação integral. Ao governo, legislar e atualizar a legislação existente para impulsionar a Indústria 4.0, tornando o Brasil competitivo no setor industrial, incluindo as diretrizes educacionais.

É preciso ter que a Indústria 4.0 vai além de mudanças tecnológicas, pois é motor de transformações econômicas, sociais, culturais e educacionais. E, neste contexto, a formação é mais que necessária.

Percebe-se, nesta pesquisa, o desencontro existente entre egressos, acadêmicos e gestores industriais, pois acadêmicos e egressos se consideram aptos para atuarem na Indústria 4.0 e há falta de mão de obra qualificada nas indústrias. Um dos motivos de haver falta de mão de obra, além da não qualificação dos engenheiros, é a alta evasão existente nos cursos de Engenharia de Controle e Automação ofertados na Região Metropolitana de Porto Alegre-RS.

A evasão nos Cursos de Engenharia de Controle e Automação é uma problemática complexa, que, exige das IES uma análise específica e a busca por alternativas que

minimizem a evasão. Conforme os dados desta pesquisa, 58% dos acadêmicos que ingressaram no Curso, no ano de 2015, evadiram até o ano de 2019.

O curso de Engenharia de Controle e Automação precisa proporcionar, aos acadêmicos e egressos, múltiplas experiências e oportunidades. A matriz curricular do curso precisa ser entendida através de múltiplas e diversificadas experiências de aprendizagem, conforme as novas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação.

Conforme as análises das matrizes curriculares, vigentes em 2015 nas IES objetos desta pesquisa, a formação tende a ser através de componentes curriculares, com aulas expositivas e em laboratórios. Os desafios existentes na formação de engenheiros de controle e automação são muitos, incluindo a falta de integração entre a academia e o setor produtivo, entre outros fatores. As competências curriculares precisam ser constantemente revistas para garantir um processo de aprendizagem eficaz.

Sugestões para aprimorar o currículo do curso de Engenharia de Controle e Automação foram propostas, com o objetivo de aproximar o que as indústrias demandam, quanto formação, e o que as IES precisam atualizar para que as demandas de formação sejam alcançadas.

A curricularização da extensão, juntamente com o ensino e a pesquisa nas IES, forma acadêmicos num contexto mais abrangente, indo além da formação técnica na área de estudo. A formação técnica é necessária, porém é preciso que os acadêmicos elaborem e implementem ações que sejam transformadoras para a sociedade e para as organizações.

A proposta para contribuir na redução da evasão do Curso, vem da análise de que as IES precisam elaborar o currículo com atenção especial para o combate a evasão, incluindo atenção as instituições que ofertam o ensino médio e técnico. Porém, outras estratégias precisam ser desenvolvidas e aplicadas pelas IES, através de um estudo profundo dos motivos que levam a evasão.

Formar acadêmicos por área de atuação também é uma proposta de melhoria, que através de um currículo de formação base em Engenharia de Controle e Automação alinhado com um currículo que possibilite que o acadêmico opte por uma formação para atuar na indústria ou empreender ou ainda desenvolver-se no meio acadêmico.

A utilização pelas IES de programa de disciplinas por competências, fundamentado em Jung e Döör, é sugerido, pois visa a possibilidade de docentes aplicarem os componentes curriculares de forma efetiva e prática, através do desenvolvimento de habilidades, atitudes e conhecimento.

Não há no Corede Paranha Encosta da Serra, a oferta do curso de Engenharia de Controle e Automação, e neste sentido, as IES localizadas na região precisam ser parceiras das indústrias, dos egressos e acadêmicos, através de formações complementares e extracurriculares que atendam as demandas de formação no contexto 4.0 e, o Corede, pode ser elemento de aproximação.

A visão no futuro possibilita que constantes pesquisas sejam realizadas não somente no Curso de Engenharia de Controle e Automação, mas em todos os cursos que se relacionam com a Indústria 4.0.

## REFERÊNCIAS

- ACATECH. National Academy of Science and Engineering. **Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0**. 2013.  
<Disponível em: <https://en.acatech.de/publication/recommendations-for-implementing-the-strategic-initiative-industrie-4-0-final-report-of-the-industrie-4-0-working-group/download-pdf?lang=en>.> Acesso em: 29 ago. 2020.
- AIRES, Regina Wundrack do Amaral; MOREIRA, Fernanda Kempner; FREIRE, Patricia de Sá. Indústria 4.0: Competências requeridas aos profissionais da Quarta Revolução Industrial. In: **Anais do VII Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação**, Foz do Iguaçu, 2017.  
Disponível em: <https://proceeding.ciki.ufsc.br/index.php/ciki/article/view/314>. Acesso em 20 mar. 2021
- ARAÚJO, Rafael G. B. et al. Metodologia CDIO adaptada à engenharia de controle e automação, proporcionando a diminuição da evasão, o desenvolvimento de competências profissionais e o empreendedorismo desde o início do curso. **Anais do Congresso Brasileiro de Automática**. vol 1 n. 1. CBA 2018. Disponível em: <[https://www.sba.org.br/open\\_journal\\_systems/index.php/sba/article/view/334](https://www.sba.org.br/open_journal_systems/index.php/sba/article/view/334)> Acesso em 20 mar. 2021
- ARBIX, Glauco et al. **O BRASIL E A NOVA ONDA DE MANUFATURA AVANÇADA: O que aprender com Alemanha, China e Estados Unidos**. Novos estud. CEBRAP [online]. 2017, vol.36, n.3, p.29-49. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-33002017000300029&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-33002017000300029&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)>. Acesso em 24 ago. 2019.
- BACICH, Lilian; MORAN, José. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.
- BASSANI, Bruna. **Os funcionários permanecem na empresa: uma análise do perfil, das variáveis de retenção de talentos e das perspectivas**. Universidade de Passo Fundo, Casca, RS, 2014. Disponível em [http://repositorio.upf.br/bitstream/riupf/681/1/CAS2014Bruna\\_Bassani.pdf](http://repositorio.upf.br/bitstream/riupf/681/1/CAS2014Bruna_Bassani.pdf). Acesso em 29 ago. 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. **Portaria nº 1.694**, de 05 de dezembro de 1994. Disponível em: < [https://controle.eng.ufmg.br/wp-content/uploads/2018/10/Portaria\\_MEC\\_1694\\_1994\\_Habilitac%CC%A7a%CC%83o\\_ECA.pdf](https://controle.eng.ufmg.br/wp-content/uploads/2018/10/Portaria_MEC_1694_1994_Habilitac%CC%A7a%CC%83o_ECA.pdf) >. Acesso em 10 abr. 2021
- \_\_\_\_\_. Ministério de Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. **Estudo comparado sobre os currículos dos cursos de engenharia no Brasil e na Europa e sugestões para o fomento à inovação**. 2017. Disponível em: < [http://www.sectordialogues.org/sites/default/files/publicacao\\_educ-30mar-web-final.pdf](http://www.sectordialogues.org/sites/default/files/publicacao_educ-30mar-web-final.pdf) > . Acesso em 20 ago. 2021.
- CASTRO, Rosângela Nunes Almeida de. Teorias do currículo e suas repercussões nas diretrizes curriculares dos cursos de engenharia educativa. Goiânia, **Seer Puc**. v. 13, n. 2, p. 307-322, jul./dez. 2010. Disponível em <<http://seer.pucgoias.edu.br/index.php/educativa/article/viewFile/1420/936>>. Acesso em 06 jun. 2021
- CHAGAS, Tatiane; FIGUEIREDO, Bene. Interdisciplinaridade na engenharia de controle e automação. XLI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Gramado-RS, 2013. Disponível em: < [https://www.turing.pro.br/anais/COBENGE-2013/pdf/121210\\_1.pdf](https://www.turing.pro.br/anais/COBENGE-2013/pdf/121210_1.pdf) >. Acesso em 29 ago. 2021.
- COLLABO. **A indústria 4.0 e a revolução industrial**. E-book. Disponível em: < <https://alvarovelho.net/attachments/article/114/ebook-a-industria-4.0-e-a-revolucao-digital.pdf> > Acesso em 11. ago. 2021.
- CONFEA - Conselho Federal De Engenharia, Arquitetura E Agronomia. **Resolução nº 427, de 5 de março de 1999**. Disponível em <https://normativos.confex.org.br/downloads/0427-99.pdf>. Acesso em 11. ago. 2021.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI. **Desafios para a indústria 4.0 no Brasil.**

Brasília: CNI, 2016. Disponível em <[https://bucket-gw-cni-static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer\\_public/d6/cb/d6cbfbba-4d7e-43a0-9784-86365061a366/desafios\\_para\\_industria\\_40\\_no\\_brasil.pdf](https://bucket-gw-cni-static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer_public/d6/cb/d6cbfbba-4d7e-43a0-9784-86365061a366/desafios_para_industria_40_no_brasil.pdf)>. Acesso em: 21 ago. 2019.

\_\_\_\_\_. **Oportunidades para a indústria 4.0: aspectos da demanda e oferta no Brasil.** Brasília:

CNI, 2017. Disponível em <<https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2018/2/oportunidades-para-industria-40-aspectos-da-demanda-e-oferta-no-brasil/>>. Acesso em 21 ago. 2019.

\_\_\_\_\_. Universidades e IEL-SP dialogam sobre a preparação de profissionais para a Indústria 4.0.

**Agência CNI de Notícias.** 2017. Disponível em:

<https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/educacao/universidades-e-iel-sp-dialogam-sobre-a-preparacao-de-profissionais-para-a-industria-40/>. Acesso em: 29 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. **Ensino de engenharia:** fortalecimento e modernização, propostas da indústria eleições 2018.

Brasília: CNI, 2018a, v. 7, 32 p. Disponível em <

[https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer\\_public/5e/ec/5eec09ca-2b12-4880-8a0b-804411795ea7/ensino\\_de\\_engenharia\\_web.pdf](https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/5e/ec/5eec09ca-2b12-4880-8a0b-804411795ea7/ensino_de_engenharia_web.pdf)>. Acesso em 29 jun. 2021.

CORDEIRO, J. S. Et al. Um futuro para a educação em engenharia no brasil: desafios e oportunidades.

**Revista de Ensino de Engenharia**, v. 27, n. 3, p. 69-82, Edição especial 2008. Disponível em:

<<http://revista.educacao.ws/revista/index.php/abenge/article/view/68/49>>. Acesso e 15 jul. 2021.

CORDEIRO, M. M.; POZZO, D. N. O processo de inovação na educação: um estudo em uma organização educacional. **Gestão e Desenvolvimento**, Novo Hamburgo, ano XII, v. 12, n. 2, p. 130-149, ago. 2015.

Disponível em: <https://periodicos.feevale.br/seer/index.php/revistagestaodesenvolvimento/article/view/343>  
Acesso em: 20 mar. 2021.

COZBY, Paul. **Métodos de pesquisa em ciências do comportamento.** São Paulo: Atlas, 2006.

DUARTE, Maria Beatriz Balena. Inovação acadêmica: o contraponto do ponto. In: **Revolução 4.0 a educação superior na era dos robôs.** REIS, Fábio (Orgs). São Paulo: Cultura, 2019.

DURÃO, Luis Fernando Cardoso; S.; CARVALHO, Marly Monteiro; ZANCUL, Eduardo de Sensi. Indústria 4.0: Formação de redes de Projeto em Manufatura Distribuída. **Gestão da Produção, Operações e Sistemas**,

Bauru, Ano 12, no 3, p. 131-152, jul./set. 2017. Disponível em <  
<https://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/view/1695>>. Acesso em 22 ago. 2019.

EBOLI, M. O desenvolvimento das pessoas e a educação corporativa. In: LIMONGI-FRANÇA, A. C. et al (Orgs). **As pessoas na organização.** São Paulo: Gente, 2002.

FAVA, Rui. **Educação 3.0:** aplicando o PDCA nas instituições de ensino. São Paulo: Saraiva, 2014.

FÜHR, Regina Candida. **Educação 4.0 nos impactos da revolução industrial.** Curitiba: Appris, 2019.

FIGUEIREDO, Bene Régis; AMORIM, Tatiane Policário Chagas. Um projeto interdisciplinar no curso de engenharia de controle e automação. **XIII International Conference on Engineering and Technology Education.** 2014, Guimarães, Portugal. p. 246-250. Disponível em: <

<http://copec.eu/intertech2014/proc/works/55.pdf>>. Acesso em 30 ago. 2021.

FILATRO, Andrea. Et al. **DI 4.0:** inovação na educação corporativa. São Paulo: Saraiva Educação, 2019.

GOMES, Bruno. Indústria 4.0: Panorama da Inovação. Publicações Firjan: **Cadernos SENAI de inovação**, São Paulo, v. 1, n. 1, p.1-20, abr. 2016. Disponível em: <

<https://www.firjan.com.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=2C908A8F626F76DF0162E4FC9F647D60>> Acesso em 11 Ago. 2021.

GÓMEZ, Ángel Perez. **Educação na era digital:** a escola educativa. Porto Alegre: Penso, 2015.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Perfis regionais:** Corede Paranhana Encosta da Serra. Disponível em <<https://planejamento.rs.gov.br/upload/arquivos/201512/15134135-20151117103226perfis-regionais-2015-paranhana-encosta-da-serra.pdf>>. Acesso em 18 nov. 2019.

\_\_\_\_\_. **Planos estratégicos de desenvolvimento dos COREDEs 2015-2030:** perspectivas estratégicas das Regiões Funcionais Lajeado: Univates, 2017.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Desenvolvimento e Turismo. **Programa de Extensão Produtiva e Inovação.** Disponível em <<https://sedetur.rs.gov.br/upload/arquivos/201806/25133801-apresentacao-ciencia-tecnologia-e-apls.pdf>>. Acesso em 20 nov. 2019.

HEINDL, A.; WERBIK, A.; WINTER, J.; MAYER, B. S.; ZARPELLON, B. V.; REMANN, F. **Indústria 4.0:** Possibilidades de colaboração com a cooperação para o desenvolvimento e a economia alemã na área de tecnologia/transfêrencia de know-how para o Brasil. **Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ)**, 2016. Disponível em <[http://www.ahkbrasil.com/downloads/Arquivos/GIZ\\_Abschlussbericht\\_07\\_10\\_2016\\_FINAL%20portugues\\_FR\\_clean.pdf](http://www.ahkbrasil.com/downloads/Arquivos/GIZ_Abschlussbericht_07_10_2016_FINAL%20portugues_FR_clean.pdf)>. Acesso em 03 ago. 2021.

JACINTHO, José Carlos. **Necessidades de formação e capacitação de engenheiros e técnicos para a Indústria 4.0.** In: **Indústria 4.0 conceitos e fundamentos.** SACOMANO, José Benedito et al [Orgs]. Blucher: São Paulo, 2019.

JUNG, Carlos Fernando. **Metodologia para pesquisa e desenvolvimento** aplicada a novas tecnologias, produtos e processos. Rio de Janeiro: Axcel Books do Brasil, 2004.

JUNG, Carlos Fernando; DÖRR, Carine Raquel. Método para elaboração de programas de disciplinas a partir de competências: habilidades, atitudes e conhecimento. **XVII Colóquio Internacional de Gestão Universitária.** Mar del Plata – Argentina, 22-24 nov. 2017. Disponível em <[https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/181134/101\\_00061.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/181134/101_00061.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em 20 ago. 2021.

KAWAMURA, Lili K. **Engenheiro:** trabalho e ideologia. São Paulo: Ática, 1979.

KHAN, Ateed.; TUROWSKI, Klaus. A Perspective on Industry 4.0: From Challenges to Opportunities in Production Systems. In: **Proceedings of the international conference on internet of things and big data – IoTBD 2016,** Rome: IoTBD, 441-448. Disponível em: <<https://www.scitepress.org/Papers/2016/59297/59297.pdf>>. Acesso em 11 Ago. 2021.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia do trabalho científico.** 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2001.

MARTINS, A. C. P. Ensino Superior no Brasil: da descoberta aos dias atuais. **Acta Cirúrgica Brasileira.** v. 17, n. 3, p. 4-6. 2002. Disponível em <<https://www.scielo.br/j/acb/a/8jQH56v8cDtWGZ8yZdYjHHQ/?lang=pt>>. Acesso em 07 jul. 2021.

MCMILLEN, Liz. O futuro do trabalho e o ensino superior. In: **Revolução 4.0 a educação superior na era dos robôs.** REIS, Fábio [Orgs]. São Paulo: Cultura, 2019.

MEC. Ministério da Educação e Cultura. Estudo comparativo sobre o ensino superior no Brasil, Europa e Estados Unidos. Projeto 914BRZ1050.3 – 2018. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/docman/outubro-2018-pdf-1/99851-produto-estudos-comparativos-das-universidades-mais-bem-posicionadas-em-rankings-internacionais-e-nacionais/file>>. Acesso em 11 ago. 2021.

\_\_\_\_\_. Referenciais nacionais dos cursos de engenharia. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/referenciais2.pdf>>. Acesso em 04 ago. 2021.

\_\_\_\_\_. Resolução N. 7. Disponível em <[https://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/55877808](https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/55877808)>. Acesso em 20 nov. 2021.

MITHEN, S. A. **Pré-história da mente**: uma busca das origens da arte, da religião e da ciência. São Paulo: Editora UNESP, 2002.

MORAIS, Marcos de Oliveira; MOURA, Ilma de; DENANI, André Luís. A integração entre conhecimento, inovação e indústria 4.0 nas organizações. **Brazilian Journal of Development**, São José dos Pinhais, vol.4, p.3716-3731, 01 jul. 2018. Disponível em <<http://www.brjd.com.br/index.php/BRJD/article/view/359>>. Acesso em 21 ago. 2019.

NASCIMENTO, Shirley Cristina Cabral; et al. A utilização de novas estratégias no ensino de ciências básicas: uma forma de combate à evasão nos cursos de engenharia. In: **Desafios da educação em engenharia**: empreendedorismo, indústria 4.0, formação do Engenheiro, Mulheres em STEM. TONINI, Adriana et al [Orgs]. Brasília: ABENGE, 2019. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/cobenge/2019/arquivos/SD-2019-DESAFIOSDAEDUCACAOEMENGENHARIA.pdf>>. Acesso em 11 ago 2021.

NETO, Anis Assad et al. A busca de uma identidade para a indústria 4. **Brazilian Journal of Development**, São José dos Pinhais, vol.4, p. 1379-1395, 01 jul 2018. Disponível em <<http://www.brjd.com.br/index.php/BRJD/article/view/183>>. Acesso em 21 ago. 2019.

PARDAL, P. Brasil, 1792: **Início do ensino de Engenharia Civil e da escola de Engenharia da UFRJ**. Rio de Janeiro: Construtora Odebrecht, 1985.

PASQUALOTTO, Adalberto de Souza; BUBLITZ, Michelle Dias. Desafios do presente e do futuro para as relações de consumo ante indústria 4.0 e a economia colaborativa. **Revista de Direito, Globalização e Responsabilidade nas Relações de Consumo**, Maranhão, v. 3, n. 2, p. 62 – 81, jul./dez. 2017. Disponível em <[http://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/11394/2/desafios\\_do\\_presente\\_e\\_do\\_futuro\\_para\\_as\\_relacoes\\_de\\_consumo\\_ante\\_industria\\_4\\_0\\_e\\_a\\_economia\\_colaborativa.pdf](http://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/11394/2/desafios_do_presente_e_do_futuro_para_as_relacoes_de_consumo_ante_industria_4_0_e_a_economia_colaborativa.pdf)>. Acesso em: 23 ago. 2019.

PASTORE, José. Como será o futuro do trabalho? In: **Revolução 4.0 a educação superior na era dos robôs**. REIS, Fábio [Orgs]. São Paulo: Cultura, 2019.

PAULA, M. F. A formação universitária no Brasil: concepções e influências. **Avaliação**. Campinas: Sorocaba, SP, v. 14, n. 1, p. 71-84, mar. 2009. Disponível em <<https://www.scielo.br/j/aval/a/JHz4fHXBbzRXz3Xnk4VVrSw/?format=pdf&lang=pt>> Acesso em 08 ago. 2021.

PEREIRA, Adriano; SIMONETTO, Eugênio de Oliveira. Indústria 4.0: conceitos e perspectivas para o Brasil. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, vol. 16, n. 1, 2018. Disponível <<http://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/view/4938>>. Acesso em 20 ago. 2019

PHILBECK, Thomas. A educação em nova era. In: **Revolução 4.0 a educação superior na era dos robôs**. REIS, Fábio [Orgs]. São Paulo: Cultura, 2019.

PIMENTA, Márcio Lopes. Integração multifuncionais no desenvolvimento de produtos processos na era da indústria 4.0. **Revista Produção e Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, v.5, e350, 2019. Disponível em <<https://revistas.cefet-rj.br/index.php/producaoedesarvolvimento/article/view/e350>> Acesso em 24 ago. 2019.

RADOSEVIC, S. et al. Exploring technology upgrading of emerging economies: From ‘shifting wealth I’ to “shifting wealth II”?’” **Technological Forecasting and Social Change**, 2019, 254–257. <https://ideas.repec.org/a/eee/tefoso/v145y2019icp254-257.html> Acesso em 11 Ago 2021.

REIS, Fábio. **Revolução 4.0 a educação superior na era dos robôs**. São Paulo: Cultura, 2019.

RODRIGUES, Leticia Francischini; JESUS, Rodrigo Aguiar de Jesus; SCHUTZER, Klaus. Industrie 4.0: uma revisão de literatura. **Revista de Ciência & Tecnologia**, Piracicaba, v. 19, n. 38, p. 33-45, 2016. Disponível em <<https://www.metodista.br/revistas/revistas-unimep/index.php/cienciatecnologia/article/view/3176>> Acesso em 09 ago. 2021.

RONCATI, João; SILVA, Mhileizer; MADEIRA, Felipe. O desafio dos empregos na quarta revolução

industrial. In: **Automação e Sociedade: quarta revolução industrial um olhar para o Brasil**. SILVA, Elcio et al [Orgs]. Brasport: Rio de Janeiro, 2018.

ROSITO, Fernando Covolan; SOARES, Eliana Maria Sacramento; WEBBER, Carine Geltrudes. Tecnologias emergentes da indústria 4.0: considerações para o redimensionamento dos currículos de engenharia. **Acta Sci. Educ.**, v. 42, e 52864, 2020. Disponível em: < <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciEduc/article/view/52864/751375150718>>. Acesso em 18 jul. 2021.

RÜßMANN, Michael et al. Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. **Inovasyon**. April, 2015. Disponível em < [https://inovasyon.org/images/Haberler/bcgperspectives\\_Industry40\\_2015.pdf](https://inovasyon.org/images/Haberler/bcgperspectives_Industry40_2015.pdf)>

SACCARO, Alice; FRANÇA, Marco Tulio Anieto; JACINTO, Paulo de Andrade. Fatores Associados à Evasão no Ensino Superior Brasileiro: um estudo de análise de sobrevivência para os cursos das áreas de Ciência, Matemática e Computação e de Engenharia, Produção e Construção em instituições públicas e privadas. **Estud. Econ.**, São Paulo, v. 49, n.2, p.337-373, 2019. Disponível em <https://www.scielo.br/j/ee/a/9YxHxWkk6Dzy35CpgmxXbPt/abstract/?lang=pt>. Acesso em 09 Ago. 2021.

SACOMANO, José Benetido. **Indústria 4.0: conceitos e fundamentos**. Blucher: São Paulo, 2018.

SALES, Mary Valda Souza; BURNHAM, Teresinha Fróes. Cognição e Formação: uma reflexão complexa. **International Journal of Knowledge Engineering and Management**, 3, 65-86, 2015. Disponível em: <http://stat.intraducoes.incubadora.ufsc.br/index.php/IJKEM/article/viewFile/2875/3773> Acesso em 30 Jul. 2021.

SANTOS, Beatrice Paiva et al. Indústria 4.0: desafios e oportunidades. **Revista Produção e Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, 01 mar. 2018, vol. 4, p.111-124. Disponível em <<https://revistas.cefet-rj.br/index.php/producaoedesenvolvimento/article/view/e316>>. Acesso em 21 ago. 2019.

SANTOS, Ismael Luiz; SANTOS, Ruan Carlos dos; SILVA, Daniel de Souza. Análise da Indústria 4.0 como Elemento Rompedor na administração da produção. **Future Studies Research Journal**, São Paulo, v.11, n.1, p. 48 – 64, jan. / abr. 2019. Disponível em < <https://revistafuture.org/FSRJ/article/view/381>> Acesso em 22 ago. 2019.

SCHIOCHETTI, Angela Cristina Valentini; JUNG, Carlos Fernando. Desenvolvimento industrial brasileiro: perspectiva para indústria 4.0. **IX Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção**. Ponta Grossa, 04-06 dez. 2019. Disponível em < [http://aprepro.org.br/conbrepro/2019/anais/arquivos/10162019\\_151029\\_5da76495f0edd.pdf](http://aprepro.org.br/conbrepro/2019/anais/arquivos/10162019_151029_5da76495f0edd.pdf)> Acesso em 28 ago. 2021.

SCHUH, Gunther et al (eds). Industrie 4.0 Maturity Index: managing the digital transformation of companies. **ACATECH STUDY**: Munich, 2017. Disponível em < [https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/03/acatech\\_STUDIE\\_Maturity\\_Index\\_eng\\_WEB.pdf](https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/03/acatech_STUDIE_Maturity_Index_eng_WEB.pdf)>. Acesso em 10 nov. 2019.

SCHWAB, Klaus. **A quarta revolução industrial**. São Paulo: Edipro, 2017.

\_\_\_\_\_ **Aplicando a quarta revolução industrial**. São Paulo: Edipro, 2018.

SHEPPARD, Sheri; COLBY, Anne; MACATANGAY Kelly; SULLIVAN, William. What is Engineering Practice? **Int. J. Engng Ed.** vol. 22, No. 3, pp. 429-438, 2006. Disponível em <[https://www.ijee.ie/articles/Vol22-3/02\\_ijee1751.pdf](https://www.ijee.ie/articles/Vol22-3/02_ijee1751.pdf)> Acesso em 08 ago. 2021.

SILVA, Elcio B. Silva et al. (org). **Automação e sociedade: quarta revolução industrial, um olhar para o Brasil**. Rio de Janeiro: Brasport, 2018.

SILVA, Adriano Moraes. Et al. O ensino de engenharia em face às competências profissionais exigidas pela indústria 4.0. **XLVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia e III Simpósio Internacional de Educação em Engenharia da Abange**. Universidade de Caxias do Sul. 01-03 dez. 2020. <https://www.researchgate.net/profile/Felipe-Melo->

[18/publication/347528249 O Ensino de Engenharia em Face as Competencias Profissionais Exigidas pela Industria 40/links/5fe1172792851c13fead50d8/O-Ensino-de-Engenharia-em-Face-as-Competencias-Profissionais-Exigidas-pela-Industria-40.pdf](https://publicacao347528249.oensinodengenhariaemfaceascompetenciasprofissionaisexigidaspelaindustria40.links/5fe1172792851c13fead50d8/O-Ensino-de-Engenharia-em-Face-as-Competencias-Profissionais-Exigidas-pela-Industria-40.pdf). Acesso em 08 ago. 2021.

SILVA, Aline Eurich da Silva; DUARTE, Elis Regina; GUILOW, Gabriela. FORMAÇÃO DE ENGENHEIROS PARA A INDÚSTRIA 4.0. In: **Engenharia de produção**: além dos produtos e sistemas produtivos. SENHORAS, Elói Martins [Org]. Ponta Grossa: Atena, 2021. Disponível em <<https://sistema.atenaeditora.com.br/index.php/admin/api/artigoPDF/47078>> Acesso em 08 ago. 2021.

VERGARA, Sílvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 5. ed., São Paulo: Atlas, 2007.

TESLA, Nikola. **A autobiografia de Nikola Tesla**. São Paulo: Unesp, 2012.

## APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PARA GESTORES INDUSTRIAIS

1. Há falta de trabalhadores qualificados na área de controle e automação?  
Sim  
Não
  
2. Se há falta de mão de obra qualificada, em automação e controle, indique em que área organizacional há maior deficiência.  
Engenharia  
Técnica  
Operacional
  
3. A falta de mão de obra qualificada em automação e controle prejudica a empresa?  
Sim  
Não
  
4. Se a falta de mão de obra qualificada, em controle e automação, prejudica a empresa, em quais aspectos há interferências?  
Buscar a eficiência, aumentando a produtividade  
Reduzir prejuízos  
Melhoria da qualidade dos produtos fabricados  
Expansão da produção  
Manutenção dos equipamentos  
Adquirir novas tecnologias
  
5. A indústria procura qualificar o trabalhador contratado na área de controle e automação?  
Sim  
Não
  
6. Qual/quais das alternativas abaixo a empresa utiliza para sanar a falta de trabalhador qualificado na área de controle e automação?  
Capacitação na própria empresa  
Cursos externos  
Parcerias com instituições de ensino  
Oferece bolsas de estudo na área de controle e automação  
Contrata mão-de-obra qualificada de outras empresas  
Recruta profissionais de outras regiões/estados/países
  
7. Das alternativas abaixo, qual/quais se aplica/aplicam a falta de mão de obra qualificada na área de Engenharia de Controle e Automação?  
Trabalhadores não possuem ou tem pouco interesse em buscar ou aceitar a qualificação  
Custos elevados dos cursos e treinamentos disponíveis  
Não há cursos ou treinamentos adequados às necessidades da empresa  
É um risco qualificar o trabalhador, pois ele pode ir para outra empresa

8. As Universidades formam mão de obra qualificada para as necessidades da área de controle e automação?

Sim

Não

## APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO PARA EGRESSOS

1. Você conhece o significado do termo Indústria 4.0?  
 Sim  
 Não
  
2. Dos termos apresentados abaixo, marque aquele(s) que você tem conhecimento  
 Internet das coisas  
 Big Date  
 Robótica  
 Cloud ou computação em nuvem  
 Realidade aumentada  
 Sistemas cyber-físicos  
 Inteligência artificial  
 Não tenho conhecimento de nenhum termo mencionado acima
  
3. A instituição que você realizou o curso preparou você para participar da implantação do sistema 4.0?  
 Sim  
 Não
  
4. Os componentes curriculares que foram estudados na graduação, contribuíram para a formação e capacitação requerida para a Indústria 4.0?  
 Sim  
 Não  
 Os componentes curriculares poderiam ser atualizados  
 Os docentes abordaram o tema de maneira superficial
  
5. Você realiza as capacitações necessárias para a aquisição de habilidades técnicas e gerenciais relacionadas aos conceitos e tecnologias da Indústria 4.0?  
 Sim  
 Não
  
6. Das habilidades abaixo qual/quais você possui?  
 Pensamento analítico e inovação  
 Criatividade, originalidade e iniciativa  
 Aprendizagem ativa e estratégias de aprendizagem  
 Desing e programação de tecnologia  
 Raciocínio, resolução de problemas e ideação  
 Liderança e influência social  
 Pensamento crítico e análise  
 Resolução de problemas complexos  
 Resiliência, tolerância ao estresse e flexibilidade  
 Inteligência emocional  
 Não possuo nenhuma das habilidades acima

## APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO PARA ACADÊMICOS

1. Você conhece o significado do termo Indústria 4.0?  
 Sim  
 Não
  
2. Dos termos apresentados abaixo, marque aquele(s) que você tem conhecimento  
 Internet das coisas  
 Big Date  
 Robótica  
 Cloud ou computação em nuvem  
 Realidade aumentada  
 Sistemas cyber-físicos  
 Inteligência artificial  
 Não tenho conhecimento de nenhum termo mencionado acima
  
3. A instituição que você realizou o curso preparou você para participar da implantação do sistema 4.0?  
 Sim  
 Não
  
4. Os componentes curriculares que foram estudados na graduação, contribuíram para a formação e capacitação requerida para a Indústria 4.0?  
 Sim  
 Não  
 Os componentes curriculares poderiam ser atualizados  
 Os docentes abordaram o tema de maneira superficial
  
5. Você realiza as capacitações necessárias para a aquisição de habilidades técnicas e gerenciais relacionadas aos conceitos e tecnologias da Indústria 4.0?  
 Sim  
 Não
  
6. Das habilidades abaixo qual/quais você possui?  
 Pensamento analítico e inovação  
 Criatividade, originalidade e iniciativa  
 Aprendizagem ativa e estratégias de aprendizagem  
 Desing e programação de tecnologia  
 Raciocínio, resolução de problemas e ideação  
 Liderança e influência social  
 Pensamento crítico e análise  
 Resolução de problemas complexos  
 Resiliência, tolerância ao estresse e flexibilidade  
 Inteligência emocional  
 Não possuo nenhuma das habilidades acima

## ANEXO A – PORTARIA 1.694

### **MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO Portaria nº 1.694, de 05 de dezembro de 1994<sup>1</sup>**

O MINISTRO DE ESTADO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO, no uso de suas atribuições, tendo em vista o que dispõe a Medida Provisória 711, de 17 de novembro de 1994, publicada no D.O.U de 18 de novembro de 1994 e considerando o consubstanciado no Parecer da Comissão de Especialistas do Ensino de Engenharia da Secretaria da Educação Superior (SESu/MEC) resolve:

Art. 1º- A **Engenharia de Controle e Automação** é uma habilitação específica que tem sua origem nas **áreas Elétrica e Mecânica do Curso de Engenharia**.

Art. 2º- Esta habilitação deverá obedecer aos termos da Resolução nº 48/76-CFE, que fixa os mínimos de conteúdo e de duração do Curso de Engenharia, e define as suas áreas.

Art. 3º- As matérias de Formação Profissional Geral são:

- Controle de Processos
- Sistemas Industriais
- Instrumentação
- Matemática Discreta para a Automação
- Informática Industrial
- Administração de Sistemas de Produção
- Integração e Avaliação de Sistemas

Parágrafo Único - As Ementas das Matérias referidas no artigo 3º, são as constantes do Anexo desta Portaria.

Art. 4º- As matérias de Formação Profissional Específica deverão ser definidas pelas Instituições, conforme o disposto no Artigo 8º da Resolução nº 48/76-CFE.

Art. 5º- Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação revogadas as disposições em contrário.

---

<sup>1</sup> Publicada no D.O.U. de 12 de dezembro de 1994

## ANEXO B – RESOLUÇÃO N. 427

### RESOLUÇÃO Nº 427, DE 5 DE MARÇO DE 1999.

Discrimina as atividades profissionais do  
Engenheiro de Controle e Automação.

**O CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA**, no uso das atribuições que lhe confere a letra “f” do art. 27 da Lei 5.194, de 24 de dezembro de 1966,

CONSIDERANDO que o Art. 7º da lei nº 5.194/66 refere-se às atividades profissionais do engenheiro, do arquiteto e do engenheiro-agrônomo em termos genéricos;

CONSIDERANDO a necessidade de discriminar atividades das diferentes modalidades profissionais da Engenharia, Arquitetura e Agronomia, para fins de fiscalização de seu exercício profissional;

CONSIDERANDO a Portaria nº 1.694, de 05 de dezembro de 1994, do Ministério de Estado da Educação e do Desporto, publicado no D. O. U. de 12 de dezembro de 1994,

#### RESOLVE:

Art. 1º - Compete ao Engenheiro de Controle e Automação, o desempenho das atividades 1 a 18 do art. 1º da Resolução nº 218, de 29 de junho de 1973 do CONFEA, no que se refere ao controle e automação de equipamentos, processos, unidades e sistemas de produção, seus serviços afins e correlatos.

Art. 2º - Aplicam-se à presente Resolução as disposições constantes do art. 25 e seu parágrafo único da Resolução nº 218, de 29 de junho de 1973, do CONFEA.

Art. 3º - Conforme estabelecido no art. 1º da Portaria 1.694/94 – MEC, a Engenharia de Controle e Automação é uma habilitação específica, que teve origem nas áreas elétricas e mecânicas do Curso de Engenharia, fundamentado nos conteúdos dos conjuntos específicos de matérias de formação profissional geral, constante também na referida Portaria.

Parágrafo Único - Enquanto não for alterada a Resolução 48/76 – MEC, introduzindo esta nova área de habilitação, os Engenheiros de Controle e Automação integrarão o grupo ou categoria da engenharia, modalidade eletricitista, prevista no item II, letra “A”, do Art. 8º, da Resolução 335, de 27 de outubro de 1984, do CONFEA.

Art. 4º - A presente Resolução entrará em vigor na data de sua publicação.

Art. 5º - Revogam-se as disposições em contrário.

**HENRIQUE LUDUVICE**  
Presidente

**LUIS ABÍLIO DE SOUSA NETO**  
Vice-Presidente

## ANEXO C – DIRETRIZES CURRICULARES



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO  
CÂMARA DE EDUCAÇÃO SUPERIOR**

**RESOLUÇÃO Nº 2, DE 24 DE ABRIL DE 2019 <sup>(\*)</sup><sup>(\*\*)</sup>**

*Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do  
Curso de Graduação em Engenharia.*

**O Presidente da Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação**, no uso de suas atribuições legais, com fundamento no art. 9º, § 2º, alínea “e”, da Lei nº 4.024, de 20 de dezembro de 1961, com a redação dada pela Lei nº 9.131, de 25 de novembro de 1995, e nas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs), elaboradas pela Comissão das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (DCNs de Engenharia), propostas ao CNE/CES pela Secretaria de Regulação e Supervisão da Educação Superior do Ministério da Educação (SERES/MEC), e com fundamento no Parecer CNE/CES nº 1/2019, homologado por Despacho do Senhor Ministro de Estado da Educação, publicado no DOU de 23 de abril de 2019, resolve:

### CAPÍTULO I DAS DISPOSIÇÕES PRELIMINARES

Art. 1º A presente Resolução institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (DCNs de Engenharia), que devem ser observadas pelas Instituições de Educação Superior (IES) na organização, no desenvolvimento e na avaliação do curso de Engenharia no âmbito dos Sistemas de Educação Superior do país.

Art. 2º As DCNs de Engenharia definem os princípios, os fundamentos, as condições e as finalidades, estabelecidas pela Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação (CES/CNE), para aplicação, em âmbito nacional, na organização, no desenvolvimento e na avaliação do curso de graduação em Engenharia das Instituições de Educação Superior (IES).

### CAPÍTULO II DO PERFIL E COMPETÊNCIAS ESPERADAS DO EGRESSO

Art. 3º O perfil do egresso do curso de graduação em Engenharia deve compreender, entre outras, as seguintes características:

- I - ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica;
- II - estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora;
- III - ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de Engenharia;
- IV - adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática;
- V - considerar os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho;

<sup>(\*)</sup> Resolução CNE/CES 2/2019. Diário Oficial da União, Brasília, 26 de abril de 2019, Seção 1, pp. 43 e 44.

<sup>(\*\*)</sup> Alterada pela Resolução CNE/CES nº 1, de 26 de março de 2021.

I- atuar com isenção e comprometimento com a responsabilidade social e com o desenvolvimento sustentável.

Art. 4º O curso de graduação em Engenharia deve proporcionar aos seus egressos, ao longo da formação, as seguintes competências gerais:

I - formular e conceber soluções desejáveis de engenharia, analisando e compreendendo os usuários dessas soluções e seu contexto:

a) ser capaz de utilizar técnicas adequadas de observação, compreensão, registro e análise das necessidades dos usuários e de seus contextos sociais, culturais, legais, ambientais e econômicos;

b) formular, de maneira ampla e sistêmica, questões de engenharia, considerando o usuário e seu contexto, concebendo soluções criativas, bem como o uso de técnicas adequadas;

II - analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos simbólicos, físicos e outros, verificados e validados por experimentação:

a) ser capaz de modelar os fenômenos, os sistemas físicos e químicos, utilizando as ferramentas matemáticas, estatísticas, computacionais e de simulação, entre outras.

b) prever os resultados dos sistemas por meio dos modelos;

c) conceber experimentos que gerem resultados reais para o comportamento dos fenômenos e sistemas em estudo.

d) verificar e validar os modelos por meio de técnicas adequadas;

III - conceber, projetar e analisar sistemas, produtos (bens e serviços), componentes ou processos: a) ser capaz de conceber e projetar soluções criativas, desejáveis e viáveis, técnica e economicamente, nos contextos em que serão aplicadas;

b) projetar e determinar os parâmetros construtivos e operacionais para as soluções de Engenharia;

c) aplicar conceitos de gestão para planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de Engenharia;

IV - implantar, supervisionar e controlar as soluções de Engenharia:

a) ser capaz de aplicar os conceitos de gestão para planejar, supervisionar, elaborar e coordenar a implantação das soluções de Engenharia.

b) estar apto a gerir, tanto a força de trabalho quanto os recursos físicos, no que diz respeito aos materiais e à informação;

c) desenvolver sensibilidade global nas organizações;

d) projetar e desenvolver novas estruturas empreendedoras e soluções inovadoras para os problemas;

e) realizar a avaliação crítico-reflexiva dos impactos das soluções de Engenharia nos contextos social, legal, econômico e ambiental;

V - comunicar-se eficazmente nas formas escrita, oral e gráfica:

a) ser capaz de expressar-se adequadamente, seja na língua pátria ou em idioma diferente do Português, inclusive por meio do uso consistente das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs), mantendo-se sempre atualizado em termos de métodos e tecnologias disponíveis;

VI - trabalhar e liderar equipes multidisciplinares: a) ser capaz de interagir com as diferentes culturas, mediante o trabalho em equipes presenciais ou a distância, de modo que facilite a construção coletiva;

b) atuar, de forma colaborativa, ética e profissional em equipes multidisciplinares, tanto localmente quanto em rede;

c) gerenciar projetos e liderar, de forma proativa e colaborativa, definindo as estratégias e construindo o consenso nos grupos;

d) reconhecer e conviver com as diferenças socioculturais nos mais diversos níveis em todos os contextos em que atua (globais/locais);

e) preparar-se para liderar empreendimentos em todos os seus aspectos de produção, de finanças, de pessoal e de mercado;

I - conhecer e aplicar com ética a legislação e os atos normativos no âmbito do exercício da profissão:

a) ser capaz de compreender a legislação, a ética e a responsabilidade profissional e avaliar os impactos das atividades de Engenharia na sociedade e no meio ambiente.

b) atuar sempre respeitando a legislação, e com ética em todas as atividades, zelando para que isto ocorra também no contexto em que estiver atuando; e

II - aprender de forma autônoma e lidar com situações e contextos complexos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência, da tecnologia e aos desafios da inovação: a) ser capaz de assumir atitude investigativa e autônoma, com vistas à aprendizagem contínua, à produção de novos conhecimentos e ao desenvolvimento de novas tecnologias.

b) aprender a aprender.

Parágrafo único. Além das competências gerais, devem ser agregadas as competências específicas de acordo com a habilitação ou com a ênfase do curso.

Art. 5º O desenvolvimento do perfil e das competências, estabelecidas para o egresso do curso de graduação em Engenharia, visam à atuação em campos da área e correlatos, em conformidade com o estabelecido no Projeto Pedagógico do Curso (PPC), podendo compreender uma ou mais das seguintes áreas de atuação:

I - atuação em todo o ciclo de vida e contexto do projeto de produtos (bens e serviços) e de seus componentes, sistemas e processos produtivos, inclusive inovando-os;

II - atuação em todo o ciclo de vida e contexto de empreendimentos, inclusive na sua gestão e manutenção; e

III - atuação na formação e atualização de futuros engenheiros e profissionais envolvidos em projetos de produtos (bens e serviços) e empreendimentos.

### **CAPITULO III DA ORGANIZAÇÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA**

Art. 6º O curso de graduação em Engenharia deve possuir Projeto Pedagógico do Curso (PPC) que contemple o conjunto das atividades de aprendizagem e assegure o desenvolvimento das competências, estabelecidas no perfil do egresso. Os projetos pedagógicos dos cursos de graduação em Engenharia devem especificar e descrever claramente:

I - o perfil do egresso e a descrição das competências que devem ser desenvolvidas, tanto as de caráter geral como as específicas, considerando a habilitação do curso;

II - o regime acadêmico de oferta e a duração do curso;

III - as principais atividades de ensino-aprendizagem, e os respectivos conteúdos, sejam elas de natureza básica, específica, de pesquisa e de extensão, incluindo aquelas de natureza prática, entre outras, necessárias ao desenvolvimento de cada uma das competências estabelecidas para o egresso;

IV - as atividades complementares que se alinhem ao perfil do egresso e às competências estabelecidas;

V - o Projeto Final de Curso, como componente curricular obrigatório;

VI - o Estágio Curricular Supervisionado, como componente curricular obrigatório;

VII - a sistemática de avaliação das atividades realizadas pelos estudantes;

VIII - o processo de autoavaliação e gestão de aprendizagem do curso que contemple os instrumentos de avaliação das competências desenvolvidas, e respectivos conteúdos, o processo de diagnóstico e a elaboração dos planos de ação para a melhoria da aprendizagem, especificando as responsabilidades e a governança do processo;

§ 1º É obrigatória a existência das atividades de laboratório, tanto as necessárias para o desenvolvimento das competências gerais quanto das específicas, com o enfoque e a intensidade compatíveis com a habilitação ou com a ênfase do curso.

§ 2º Deve-se estimular as atividades que articulem simultaneamente a teoria, a prática e o contexto de aplicação, necessárias para o desenvolvimento das competências,

estabelecidas no perfil do egresso, incluindo as ações de extensão e a integração empresa-escola.

§ 3º Devem ser incentivados os trabalhos dos discentes, tanto individuais quanto em grupo, sob a efetiva orientação docente.

§ 4º Devem ser implementadas, desde o início do curso, as atividades que promovam a integração e a interdisciplinaridade, de modo coerente com o eixo de desenvolvimento curricular, para integrar as dimensões técnicas, científicas, econômicas, sociais, ambientais e éticas.

§ 5º Os planos de atividades dos diversos componentes curriculares do curso, especialmente em seus objetivos, devem contribuir para a adequada formação do graduando em face do perfil estabelecido do egresso, relacionando-os às competências definidas.

§ 6º Deve ser estimulado o uso de metodologias para aprendizagem ativa, como forma de promover uma educação mais centrada no aluno.

§ 7º Devem ser implementadas as atividades acadêmicas de síntese dos conteúdos, de integração dos conhecimentos e de articulação de competências.

§ 8º Devem ser estimuladas as atividades acadêmicas, tais como trabalhos de iniciação científica, competições acadêmicas, projetos interdisciplinares e transdisciplinares, projetos de extensão, atividades de voluntariado, visitas técnicas, trabalhos em equipe, desenvolvimento de protótipos, monitorias, participação em empresas juniores, incubadoras e outras atividades empreendedoras.

§ 9º É recomendável que as atividades sejam organizadas de modo que aproxime os estudantes do ambiente profissional, criando formas de interação entre a instituição e o campo de atuação dos egressos.

§ 10 Recomenda-se a promoção frequente de fóruns com a participação de profissionais, empresas e outras organizações públicas e privadas, a fim de que contribuam nos debates sobre as demandas sociais, humanas e tecnológicas para acompanhar a evolução constante da Engenharia, para melhor definição e atualização do perfil do egresso.

§ 11 Devem ser definidas as ações de acompanhamento dos egressos, visando à retroalimentação do curso.

§ 12 Devem ser definidas as ações de ensino, pesquisa e extensão, e como contribuem para a formação do perfil do egresso.

Art. 7º Com base no perfil dos seus ingressantes, o Projeto Pedagógico do Curso (PPC) deve prever os sistemas de acolhimento e nivelamento, visando à diminuição da retenção e da evasão, ao considerar:

I - as necessidades de conhecimentos básicos que são pré-requisitos para o ingresso nas atividades do curso de graduação em Engenharia;

II - a preparação pedagógica e psicopedagógica para o acompanhamento das atividades do curso de graduação em Engenharia; e

III - a orientação para o ingressante, visando melhorar as suas condições de permanência no ambiente da educação superior.

Art. 8º O curso de graduação em Engenharia deve ter carga horária e tempo de integralização, conforme estabelecidos no Projeto Pedagógico do Curso (PPC), definidos de acordo com a Resolução CNE/CES nº 2, de 18 de junho de 2007.

§ 1º As atividades do curso podem ser organizadas por disciplinas, blocos, temas ou eixos de conteúdos; atividades práticas laboratoriais e reais, projetos, atividades de extensão e pesquisa, entre outras.

§ 2º O Projeto Pedagógico do Curso deve contemplar a distribuição dos conteúdos na carga horária, alinhados ao perfil do egresso e às respectivas competências estabelecidas, tendo como base o disposto no *caput* deste artigo

§ 3º As Instituições de Ensino Superior (IES), que possuam programas de pós-graduação *stricto sensu*, podem dispor de carga horária, de acordo com o Projeto Pedagógico do Curso, para as atividades acadêmicas curriculares próprias, que se articulem à pesquisa e à extensão.

Art. 9º Todo curso de graduação em Engenharia deve conter, em seu Projeto Pedagógico de Curso, os conteúdos básicos, profissionais e específicos, que estejam diretamente relacionados com as competências que se propõe a desenvolver. A forma de se trabalhar esses conteúdos deve ser proposta e justificada no próprio Projeto Pedagógico do Curso.

§ 1º Todas as habilitações do curso de Engenharia devem contemplar os seguintes conteúdos básicos, dentre outros: Administração e Economia; Algoritmos e Programação; Ciência dos Materiais; Ciências do Ambiente; Eletricidade; Estatística. Expressão Gráfica; Fenômenos de Transporte; Física; Informática; Matemática; Mecânica dos Sólidos; Metodologia Científica e Tecnológica; e Química.

§ 2º Além desses conteúdos básicos, cada curso deve explicitar no Projeto Pedagógico do Curso os conteúdos específicos e profissionais, assim como os objetos de conhecimento e as atividades necessárias para o desenvolvimento das competências estabelecidas.

§ 3º Devem ser previstas as atividades práticas e de laboratório, tanto para os conteúdos básicos como para os específicos e profissionais, com enfoque e intensidade compatíveis com a habilitação da engenharia, sendo indispensáveis essas atividades nos casos de Física, Química e Informática.

Art. 10. As atividades complementares, sejam elas realizadas dentro ou fora do ambiente escolar, devem contribuir efetivamente para o desenvolvimento das competências previstas para o egresso.

Art. 11. A formação do engenheiro inclui, como etapa integrante da graduação, as práticas reais, entre as quais o estágio curricular obrigatório sob supervisão direta do curso.

§ 1º A carga horária do estágio curricular deve estar prevista no Projeto Pedagógico do Curso, sendo a mínima de 160 (cento e sessenta) horas.

§ 2º No âmbito do estágio curricular obrigatório, a IES deve estabelecer parceria com as organizações que desenvolvam ou apliquem atividades de Engenharia, de modo que docentes e discentes do curso, bem como os profissionais dessas organizações, se envolvam efetivamente em situações reais que contemplem o universo da Engenharia, tanto no ambiente profissional quanto no ambiente do curso.

Art. 12. O Projeto Final de Curso deve demonstrar a capacidade de articulação das competências inerentes à formação do engenheiro.

Parágrafo único. O Projeto Final de Curso, cujo formato deve ser estabelecido no Projeto Pedagógico do Curso, pode ser realizado individualmente ou em equipe, sendo que, em qualquer situação, deve permitir avaliar a efetiva contribuição de cada aluno, bem como sua capacidade de articulação das competências visadas.

#### **CAPÍTULO IV DA AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES**

Art. 13. A avaliação dos estudantes deve ser organizada como um reforço, em relação ao aprendizado e ao desenvolvimento das competências.

§ 1º As avaliações da aprendizagem e das competências devem ser contínuas e previstas como parte indissociável das atividades acadêmicas.

§ 2º O processo avaliativo deve ser diversificado e adequado às etapas e às atividades do curso, distinguindo o desempenho em atividades teóricas, práticas, laboratoriais, de pesquisa e extensão.

§ 3º O processo avaliativo pode dar-se sob a forma de monografias, exercícios ou provas dissertativas, apresentação de seminários e trabalhos orais, relatórios, projetos e atividades práticas, entre outros, que demonstrem o aprendizado e estimulem a produção intelectual dos estudantes, de forma individual ou em equipe.

## **CAPÍTULO V DO CORPO DOCENTE**

Art. 14. O corpo docente do curso de graduação em Engenharia deve estar alinhado com o previsto no Projeto Pedagógico do Curso, respeitada a legislação em vigor.

§ 1º O curso de graduação em Engenharia deve manter permanente Programa de Formação e Desenvolvimento do seu corpo docente, com vistas à valorização da atividade de ensino, ao maior envolvimento dos professores com o Projeto Pedagógico do Curso e ao seu aprimoramento em relação à proposta formativa, contida no Projeto Pedagógico, por meio do domínio conceitual e pedagógico, que englobe estratégias de ensino ativas, pautadas em práticas interdisciplinares, de modo que assumam maior compromisso com o desenvolvimento das competências desejadas nos egressos.

§ 2º A instituição deve definir indicadores de avaliação e valorização do trabalho docente nas atividades desenvolvidas no curso.

## **CAPÍTULO VI DAS DISPOSIÇÕES FINAIS E TRANSITÓRIAS**

Art. 15. A implantação e desenvolvimento das Diretrizes Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia devem ser acompanhadas, monitoradas e avaliadas pelas Instituições de Ensino Superior (IES), bem como pelos processos externos de avaliação e regulação conduzidos pelo Ministério da Educação (MEC), visando ao seu aperfeiçoamento.

Art. 16. Os cursos de Engenharia em funcionamento têm o prazo de 3 (três) anos a partir da data de publicação desta Resolução para implementação destas Diretrizes Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia.

Parágrafo único. A forma de implementação do novo Projeto Pedagógico do Curso, alinhado a estas Diretrizes Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia poderá ser gradual, avançando-se período por período, ou imediatamente, com a devida anuência dos alunos

Art. 17. Os instrumentos de avaliação de curso com vistas à autorização, reconhecimento e renovação de reconhecimento, devem ser adequados, no que couber, a estas Diretrizes Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia.

Art. 18. Esta Resolução entra em vigor a partir da data de sua publicação, revogadas a Resolução CNE/CES nº 11, de 11 de março de 2002 e demais disposições em contrário.

**ANTONIO DE ARAUJO FREITAS JÚNIOR**

## ANEXO D – COMPONENTES CURRICULARES IES A

Na IES A, os componentes curriculares vigentes, para o Curso de Engenharia de Controle e Automação, no ano de 2015, são:

INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR A					
COMPONENTE CURRICULAR	C.H.	COMPONENTE CURRICULAR	C.H.	COMPONENTE CURRICULAR	C.H.
CÁLCULO I	60	MATEMÁTICA APLICADA	60	LAB DE ELETRÔNICA ANALÓGICA	30
DESENHO TÉCNICO	60	MATERIAIS ELÉTRICOS	30	PROJETO DE SISTEMAS DE CONTROLE	60
FÍSICA GERAL E EXPERIMENTAL I	90	MECANICA DOS SÓLIDOS	30	REDES E PROTOCOLOS INDUSTRIAIS	30
INTRODUÇÃO A ENGENHARIA	30	ANÁLISE DE CIRCUITOS II	60	AUTOMAÇÃO DE PROTEÇÃO E MONIT.	60
QUÍMICA GERAL	60	AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL CLÁSSICA	60	CONTROLE DE PROCESSOS LENTOS	60
CIRCUITOS LÓGICOS I	60	INTRODUÇÃO DISP. ELETRÔNICOS	60	ELETRÔNICA DE POTÊNCIA	60
CÁLCULO II	60	LABORATORIO DE CIRCUITOS II	30	ENG. E SEGURANÇA DO TRABALHO	30
FÍSICA GERAL E EXPERIMENTAL II	90	LAB. DE DISPOSITIVOS ELETRÔNICOS	30	ESTÁGIO SUPERVISIONADO	190
INTEGRAÇÃO HARDWARE/ SOFTWARE I	60	SINAIS E SISTEMAS	60	LAB. DE ELETRÔNICA DE POTÊNCIA	30
LABORATÓRIO DE CIRCUITOS LÓGICOS I	30	SISTEMAS HIDRÁULICO - PN.	60	SISTEMAS EMBARCADOS I	60
ÁLGEBRA LINEAR E GEOMETRIA ANALÍTICA	60	ANÁLISE DE SISTEMAS DE CONTROLE	60	SISTEMAS DE CONTROLE DIGITAL	60
CIRCUITOS LOGICOS II	60	HUMANISMO E CULTURA RELIGIOSA	60	ACIONAMENTO E CONT. DE MÁQUINAS	60
CÁLCULO III	60	LABORATÓRIO DE CONTROLE	30	MÉTODOS DE CONTROLE ÓTIMO	60
FÍSICA GERAL E EXPERIMENTAL III	90	LABORATÓRIO DE PROCESSADORES I	30	PROGRAMAÇÃO DE ROBOS	30
INTEGRAÇÃO HARDWARE/ SOFTWARE II	60	MODELAGEM E IDENTIFICAÇÃO	60	PROJETO DE GRADUAÇÃO I ECA	30
LABORATÓRIO DE CIRCUITOS LÓGICOS II	30	PROCESSADORES I	60	PROJ. ELÉTRICOS RES. E COMERCIAIS	60
PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA	60	PROCESSAMENTO DIGITAL DE SINAIS	60	PROJ. PARA TECNOLOGIAS MÓVEIS	30
ANÁLISE DE CIRCUITOS I	60	DISCIPLINAS ELETIVAS	120	SIST. DIGITAIS DE CONTROLE E SUPER.	60
CÁLCULO IV	60	ELETRÔNICA ANALÓGICA	60	SISTEMAS EMBARCADOS II	30
FENOMENOS DE TRANSPORTES	30	ENGENHARIA AMBIENTAL I	30	ATIVIDADES COMPLEMENTARES	120
INTEGRAÇÃO HARDWARE/SOFTWARE III	60	INST. E AQUISIÇÃO DE SINAIS	60	CONVERSÃO DE ENERGIA I	60
LABORATORIO DE CIRCUITOS I	30	LABORATORIO DE DSP	30	ENGENHARIA ECONÔMICA	30
INTRODUÇÃO AO CONTROLE AVANÇADO	60	SISTEMAS ROBOTIZADOS	30	SIS. DE PLANEJAMENTO E CUSTOS	30
PROJETO DE GRADUAÇÃO II ECA	30	SIS. DE EXECUÇÃO DE MANUFATURA (M. E. S)	60	ÉTICA E CIDADANIA	60

Fonte: Elaborado pela autora (2021), com dados referentes a IES A

## ANEXO E – COMPONENTES CURRICULARES IES B

Na IES B, os componentes curriculares vigentes, para o Curso de Engenharia de Controle e Automação, no ano de 2015, são:

INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR B					
COMPONENTE CURRICULAR	C.H.	COMPONENTE CURRICULAR	C.H.	COMPONENTE CURRICULAR	C.H.
ALGORÍTMOS E PROGRAMAÇÃO	90	MECÂNICA DOS SÓLIDOS I	60	ELEMENTOS DE MÁQUINAS	60
CÁLCULO E GEOMETRIA ANALÍTICA I	90	ELETRÔNICA FUNDAMENTAL II	60	FABRICAÇÃO AUXILIADA POR COMPUTADOR	60
FÍSICA I-	90	LABORATÓRIO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS	30	LABORATÓRIO DE MÁQUINAS E ACIONAMENTO	30
GEOMETRIA DESCRITIVA	30	MECÂNICA DOS SÓLIDOS II	60	MODELAGEM E CONTROLE DE PROCESSOS	60
INTRODUÇÃO À ENGENHARIA DE CONTROLE	30	MECANISMOS I	60	PROJETO II	30
QUÍMICA FUNDAMENTAL	60	MICROPROCESSADORES I	75	SISTEMAS A EVENTOS DISCRETOS	60
ÁLGEBRA LINEAR I	60	PRINCÍPIOS DE ELETRÔNICA DE POTÊNCIA	30	SISTEMAS DE CONTROLE DIGITAIS	60
CÁLCULO E GEOMETRIA ANALÍTICA II	90	SISTEMAS E SINAIS	90	SISTEMAS DE FABRICAÇÃO	60
DESENHO TÉCNICO II	60	TERMODINÂMICA A	60	CONTROLE DE SISTEMAS FLUÍDO-MECÂNICOS	60
FÍSICA GERAL	90	FENÔMENOS DE TRANSPORTE	60	ESTÁGIO SUPERVISIONADO EM ENGENHARIA	200
MECÂNICA APLICADA I	60	FUNDAMENTOS DE MÁQUINAS ELÉTRICAS	60	ORGANIZAÇÃO INDUSTRIAL	30
PROGRAMAÇÃO ORIENTADA A OBJETO	60	INSTRUMENTAÇÃO FUNDAMENTAL PARA CONTROLE	60	PROJETO III	30
CIRCUITOS ELÉTRICOS I	60	LABORATÓRIO DE ELETRÔNICA	30	PROJETOS DE SISTEMAS MECÂNICOS	60
EQUAÇÕES DIFERENCIAIS II	90	MODELAGEM DE SISTEMAS MECÂNICOS	60	CIÊNCIA, TECNOLOGIA E AMBIENTE	45
FÍSICA III	90	PRINCÍPIOS DA MECÂNICA DE FLUIDOS	30	GERÊNCIA E ADMINISTRAÇÃO DE PROJETO	60
MATERIAIS PARA ENGENHARIA	60	SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO	60	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	90
MECÂNICA APLICADA II	60	SISTEMAS DE CONTROLE I	60	MATEMÁTICA APLICADA II	90
PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA	60	ACIONAMENTO DE MÁQUINAS ELÉTRICAS	60	SISTEMAS HIDRÁULICOS E PNEUMÁTICOS	60
SISTEMAS DIGITAIS	60	LABORATÓRIO DE CONTROLE	30	LABORATÓRIO DE SISTEMAS DIGITAIS	30
CÁLCULO NUMÉRICO	90	PROCESSOS DISCRETOS DE PRODUÇÃO	60	SISTEMAS DE CONTROLE II	60
CIRCUITOS ELÉTRICOS II	60	PROJETO I	30		
ELETRÔNICA FUNDAMENTAL I	60	PROTÓCOLOS DE COMUNICAÇÃO	60		

Fonte: elaborado pela Autora (2021), com dados referentes a IES B

## ANEXO F – COMPONENTES CURRICULARES IES C

Na IES C, os componentes curriculares obrigatórios, no Curso de Engenharia de Controle e Automação, no ano de 2015, são:

INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR C					
COMPONENTE CURRICULAR	C.H	COMPONENTE CURRICULAR	C.H.	COMPONENTE CURRICULAR	C.H.
INTRODUÇÃO À ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO	60	INSTAÇÕES ELÉTRICAS	60	PROCESSAMENTO ANALÓGICO DE SINAIS	60
ÁLGEBRA VETORIAL E MATRICIAL	60	ANÁLISE DE CIRCUITOS CC	60	INTERFACEAMENTO E DRIVERS	60
CÁLCULO I: ESTUDO DA DERIVADA	60	MÉTODOS NUMÉRICOS	60	ELEMENTOS DE MÁQUINAS PARA C.A	60
ALGORITMOS E LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO C	60	FÍSICA: ONDAS E ÓTICA	60	CONTROLE DE SISTEMAS FLUIDO-MECÂNICOS	60
DESENHO TÉCNICO	60	VARIÁVEIS COMPLEXAS	60	ELETRÔNICA DE POTÊNCIA	60
LEITURA E PRODUÇÃO DE TEXTOS DE COMUNICAÇÃO DA CIÊNCIA	60	FUNDAMENTOS DOS MATERIAIS	60	MODELAGEM E AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO	60
QUÍMICA GERAL	60	ANÁLISE DE CIRCUITOS CA	60	INSTRUMENTAÇÃO ELETROELETRÔNICA	60
ÁLGEBRA LINEAR	60	ENGENHARIA TÉRMICA	60	REDES INDUSTRIAIS	60
CÁLCULO II: ESTUDO DA INTEGRAL	60	FUNDAMENTOS DE ELETRÔNICA	60	ELETRÔNICA INDUSTRIAL	60
ESTRUTURAS DE DADOS EM C	60	FUNDAMENTOS DE PROBABILIDADE E ES	60	SISTEMAS DE CONTROLE	60
GESTÃO AMBIENTAL	60	FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS PARA SIN	60	SISTEMAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL	60
SISTEMAS DIGITAIS (ELETIVA)	60	TEORIA ELETROMAGNÉTICA	60	CONTROLE DIGITAL	60
FÍSICA: MECÂNICA A	60	ANÁLISE DE CIRCUITOS NO DOMÍNIO DE	60	ADMINISTRAÇÃO INDUSTRIAL	60
ANTROPOLOGIA FILOSÓFICA E TECNOCÍNCIA	60	ELETROTÉCNICA	60	SISTEMAS DISTRIBUÍDOS E DE TEMPO REAL	60
CÁLCULO III: ESTUDO DAS SÉRIES	60	PROCESSO MECÂNICO DE FABRICAÇÃO	60	SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO	60
FÍSICA: MECÂNICA B	60	CIRCUITOS MICROPROCESSADOS	60	TRABALHO DE CONCLUSÃO I	120
FÍSICA - ELETROMAGNETISMO	60	AMPLIFICADORES DE SINAIS	60	ÉTICA E TECNOLOGIA	60
MECÂNICA DOS SÓLIDOS	60	HIDRÁULICA E PNEUMÁTICA	60	GERENCIAMENTO DE PROJETOS DE ENGENHARIA	60
INGLÊS PARA ENGENHARIA	60	MÉTODOS PARA ENGENHARIA	60	AVALIAÇÃO ECONÔMICA	60
EQUAÇÕES DIFERENCIAIS	60	SISTEMAS A EVENTOS DISCRETOS	60	ATIVIDADE OPTATIVA	180
PROGRAMAÇÃO ORIENTADA A OBJETOS I	60	CONVERSÃO DE ENERGIA	60	SISTEMAS NÃO LINEARES	60
CÁLCULO DE VÁRIAS VARIÁVEIS	60	MODELAGEM DE SISTEMAS	60	ROBÓTICA	60
LEGISLAÇÃO E GESTÃO DO TRABALHO	60	ESTÁGIO	216	TRABALHO DE CONCLUSÃO II	120
AMÉRICA LATINA E SUSTENTABILIDADE OU	60				
AFRODESCENTES NA AMÉRICA LATINA OU					
INDÍGENAS NA AMÉRICA LATINA					

Fonte: elaborado pela Autora (2021), com dados referentes a IES C

